

# IMPLEMENTACIÓN METODOLOGÍA ABP EN LAS CARRERAS DE INGENIERÍA (PROYECTO DE CONTINUIDAD)

Autor principal: Luis Ramírez Carmona - Universidad Tecnológica de Chile - [Iramirezc@inacap.cl](mailto:Iramirezc@inacap.cl)  
CoAutor1: Mario Díaz Navarro - Universidad Tecnológica de Chile - [mario\\_diaz@inacap.cl](mailto:mario_diaz@inacap.cl)  
Coautor 2: Flavio Díaz Román - Universidad Tecnológica de Chile - [flavio.diaz@inacapmail.cl](mailto:flavio.diaz@inacapmail.cl)  
CoAutor3: Robinson Pérez Opazo - Universidad Tecnológica de Chile - [robinson.perez@inacapmail.cl](mailto:robinson.perez@inacapmail.cl)

## RESUMEN

El presente proyecto busca presentar el seguimiento y sistematización de la aplicación del método “Aprendizaje Basado en Problemas” (ABP) en la asignatura de Redes Eléctricas I, perteneciente a la carrera de Ingeniería en Electricidad. Esta asignatura se dicta durante el primer año de estudio y ha sido considerada crítica, por el elevado porcentaje de reprobación registrado históricamente en las sedes de la Universidad Tecnológica de Chile donde se imparte el programa de estudio.

El proyecto se inicia el primer semestre del año 2016 centrándose en la sede Santiago Sur, conformándose un equipo de cuatro académicos del Área de Electricidad y Electrónica, cuya labor fue acompañada inicialmente por el Centro de Innovación en Educación (CIEDU). Posteriormente el año 2017 se realizan acciones de capacitación de académicos de otras sedes y se crean equipos de elaboradores de material en las sedes de Iquique y Maipú. El año 2018 se realizan capacitaciones a los académicos que aplicarán la metodología en las 21 sedes en las que está presente el área y se realiza seguimiento para obtener resultados cualitativos y cuantitativos de su aplicación.

**PALABRAS CLAVES:** Proceso Formativo, Educación en Ingeniería, metodologías activas, aprendizajes de calidad.

## ANTECEDENTES INSTITUCIONALES

La Universidad Tecnológica de Chile INACAP, es una institución de Educación Superior dedicada a la formación de profesionales a lo largo de todo el país. En su misión declara como uno de los valores institucionales, la innovación<sup>1</sup>. Para el Centro de Innovación en Educación (CIEDU) es prioritario el contribuir al mejoramiento de la calidad de la formación de los académicos

---

<sup>1</sup> Este valor institucional se describe como “Estamos siempre a la vanguardia en los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como en la gestión de los recursos y las tecnologías” disponible en la web de INACAP, en <http://www.inacap.cl/tportalvp/acerca-de-inacap/contenido/acerca-de-inacap/mision-y-valores>

integrando estrategias y tecnologías de vanguardia que fomenten metodologías múltiples, flexibles, e innovadoras, abriendo las oportunidades para el mejoramiento permanente de la calidad educativa

El gran desafío que enfrenta la Educación Superior chilena y en el mundo actualmente es satisfacer con calidad a una sociedad en permanente cambio (Morin, 1999), enriqueciendo la experiencia educativa con métodos que la acerquen a las necesidades de esta sociedad, los desafíos del mundo del trabajo en el que se insertarán y que amplíen su acceso permanente al conocimiento (Delors, 1996)<sup>1</sup>. Los académicos deben adecuar su accionar educativo acorde a estos desafíos considerando que el estudiante debe formarse en un proceso creativo, reflexivo, interdisciplinario, integrando estrategias variadas para construir conocimiento y afrontar con éxito los distintos proyectos formativos según la especialidad y desafíos profesionales.

## **DETECCIÓN DEL PROBLEMA**

Los modelos activos y participativos se presentan como estrategias innovadoras en la medida que permiten orientar las estrategias de aprendizaje hacia la generación de “aprendizajes significativos”, como es el caso de la estrategia ABP, la cual, por medio de la presentación de problemas a los estudiantes, se les incita a buscar sus propias respuestas o soluciones, por medio de la indagación, reflexión y trabajo colaborativo.

En este contexto, y considerando que la Universidad Tecnológica de Chile declara aplicar un currículum por competencias, el énfasis debe estar en la implementación, a nivel de aula, de estrategias metodológicas que den cuenta de este enfoque curricular, es decir, metodologías activas, participativas y vinculadas a un contexto tecnológico y/o profesional.

Ante esta situación, el principal problema se relaciona con la transferencia de la metodología a todo nivel, al académico, hacia el equipo de académicos, de los académicos a sus alumnos y de los académicos a los académicos de otras sedes, de cómo se transmite el modelo pedagógico que sustenta la estrategia de trabajo con ABP, específicamente en el Área de Electricidad Electrónica.

En síntesis, el proceso de sistematización que se está desarrollando tiene como propósito proyectar un modelo que permita transferir la experiencia no sólo a otros académicos del área, sino que fundamentalmente permitir la generación de un modelo de transferencia de la metodología a otras sedes y áreas de especialidad.

---

<sup>1</sup> El Informe Delors desarrollado por UNESCO en 1996 genera un cambio de paradigma en la educación al introducir el concepto de educación para toda la vida y la necesidad de que las instituciones de educación se hagan cargo de generar las habilidades necesarias para que la persona pueda emprender por sí misma nuevos desafíos educativos para su vida diaria y profesional.

#### 4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO PRÁCTICA.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es “Una metodología de aprendizaje basada en el principio del uso de problemas como el punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos” (Barrows, 1982)

El ABP, se inicia a comienzos de 1970 dentro de la educación médica, se aplica principalmente en los primeros años de estudio; en el aula se establecen grupos de 5 personas al cual se le asigna un facilitador (que puede ser un estudiante de medicina de un semestre más avanzado), la tarea consiste en diagnosticar con base en unos síntomas a un paciente y sugerir un tratamiento. Los estudiantes comienzan el problema en “frío” ya que solo saben del problema en el momento en que se les hace la respectiva presentación del mismo, por tanto, se busca generar hipótesis sobre la base de la experiencia y el conocimiento que tienen, identificar los hechos relevantes del caso e identificar problemas de aprendizaje. Después de la sesión, como no existen textos asignados, los estudiantes deben recopilar información pertinente en bibliotecas, internet y bases de datos, se reúnen de nuevo y con base en la información obtenida realizan una evaluación de los recursos, lo que les parece que fue más útil para realizar un buen diagnóstico, es decir que no se limitan a decir lo aprendido, el aprendizaje está precisamente en examinar el problema, este ciclo se repite por una, dos o tres semanas. En todo este proceso, el facilitador juega un papel muy importante, modela el pensamiento metacognitivo asociado con el proceso de resolución del problema, debe desafiar el pensamiento del estudiante, indagar constantemente, ¿qué? ¿por qué? ¿cómo sabes que es verdad?, definir responsabilidades, pero también debe evitar dar información a los estudiantes (Savery & Duffy, 1996).

Es de anotar que, aunque el ABP fue concebido inicialmente como una metodología a desarrollar en el campo de la medicina hoy en día se ha difundido a otras ciencias y no es difícil suponer porque resulta muy atractivo de aplicar, induce al estudiante a una comprensión profunda del tema de interés. Lo difícil ahora es poder plantear un problema que genere mucho interés en el estudiante, un posible problema, sería ¿Cómo aprovechar la energía liberada por la combustión del azufre?, en primer lugar ningún texto escolar y dudo que uno universitario de respuesta exacta a lo planteado, el estudiante debe recurrir a fuentes de información en textos e internet, ahondar un poco en el constructo mismo del concepto de combustión, relacionar los diferentes tipos de combustible y sus estados con la producción de energía, aún entender que si el elemento oxígeno es el que permite la combustión ¿cómo es posible que la mayoría de seres vivos respiremos este elemento y no nos “quememos”?, y muchísimas otras inquietudes.

En el ABP la memorización de contenidos no tiene ninguna cabida en el estudiante, no se está jugando a tener una verdad absoluta pero sí a viabilizar la mejor opción en un problema real, compromete activamente al estudiante como responsable de una situación problemática, lleva a la comprensión de un tema es decir genera aprendizaje significativo, finalmente crea un ambiente de aprendizaje en el que los académicos alientan a los estudiantes a pensar y los guían en su indagación, con lo cual les permiten alcanzar niveles más profundos de comprensión, llegando incluso a que los estudiantes adopten el problema como propio (Torp & Sage, 1998).

Un aspecto muy importantes que permite el ABP es trabajar los procesos metacognitivos en el estudiante, la metacognición permite que el conocimiento se construya a través de la auto-observación, de la reflexión y la autorregulación (Campanario & Otero, 2000; Ossa, 2010), la

metacognición investiga cómo trabaja el alumno cuando lee, atiende, memoriza, escribe, con el fin de descubrir las estrategias de aprendizaje, para ayudar a los alumnos a aprender a aprender, capacitándolos para generar nuevos recursos cuando los que ellos poseen no son de gran utilidad, de esta forma aprenden estrategias para desarrollar estrategias (Chrobak, 1996), y, como se mencionaba anteriormente, el llamado a incitar esa labor metacognitiva es el propio académico o facilitador por medio de su indagación quien hace que el estudiante esté en permanente reflexión sobre su aprendizaje, en el ABP, el estudiante al llegar a una propuesta de solución del problema ha desarrollado una serie de habilidades metacognitivas y de autorregulación permitiéndole utilizar flexiblemente la información en diversos contextos, así como planear sus metas de aprendizaje, diseñar estrategias para aproximarse a ellas y regular, monitorear y evaluar el proceso para lograrlas (Ossa, 2010), será un estudiante maduro, es decir que sabrá qué es comprender y cómo debe trabajar mentalmente para comprender (Chrobak, 1996), no hay que olvidar que otro aspecto que proviene de la metacognición es justamente la que guarda relación con la autoestima y la motivación, el ABP, impide que los profesores entreguen a los estudiantes respuestas definidas y concretas sobre preguntas que carecen de significancia en los estudiantes, y esto obvio genera estudiantes desmotivados, aburridos, desganados, malhumorados (Chrobak), impide también que se den exposiciones magistrales brillantes de contenidos que le hacen creer al estudiante que lo que se está enseñando es fácil y le crean la ilusión de saber, nada más frustrante para él cuando descubre en casa o en una evaluación que no ha entendido nada (IBID), el ABP permite que el estudiante se encuentre motivado, es importante recordar que la motivación debe concebirse no sólo como causa de la falta de aprendizaje, sino también como una de sus primeras consecuencias (Pozo, 1998).

Sin lugar a dudas el ABP es una excelente estrategia para lograr aprendizaje comprensivo en los estudiantes (Ortiz, 2008) y en este proceso el estudiante logra (Vásquez, 2014):

- ✓ Internalizar conceptos y contenidos propios a la asignatura de estudio.
- ✓ Asumir actitud positiva y dispuesta hacia el aprendizaje autónomo.
- ✓ Trabajar en equipo (competencia transversal de la asignatura).
- ✓ Manejar de forma eficiente diferentes fuentes de información.
- ✓ Desarrollar el pensamiento crítico mediante el proceso de análisis, síntesis y evaluación.
- ✓ Argumentar y debatir ideas utilizando fundamentos sólidos.
- ✓ Participar en procesos para tomar decisiones.
- ✓ Detectar sus propias necesidades de aprendizaje.
- ✓ Cuestionar y afianzar la propia escala de valores como la honestidad, responsabilidad y el compromiso.

A modo de síntesis, el esquema básico de la metodología ABP consiste en el planteamiento de un problema o situación (normalmente definido por el académico y en ocasiones definido por los estudiantes) a través del cual se solicita de los estudiantes que, en grupos de trabajo, aborden de forma ordenada y desde un trabajo coordinado las diferentes fases que implica la resolución o desarrollo del trabajo en torno al problema o situación.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Sistematizar y evaluar los procesos de diseño, evaluación e implementación de ABP en las carreras del Área de Electricidad y Electrónica de la Universidad Tecnológica de Chile INACAP

### **Objetivos Específicos**

- a) Caracterizar la experiencia de diseño, evaluación e implementación de ABP desarrollada por los académicos de las asignaturas de “Redes Eléctricas I y II”
- b) Identificar las fortalezas y debilidades identificadas por los académicos que han participado de los procesos de diseño, evaluación e implementación de las ABP.
- c) Aportar en la justificación de las ABP como una estrategia pedagógica/ didáctica innovadora para la enseñanza de carreras técnico-profesionales.
- d) Implementar acciones para difundir/capacitar a académicos de sedes en las cuales se imparten las carreras del Área de Electricidad y Electrónica.
- e) Realizar seguimiento cualitativo y cuantitativo a los estudiantes de cursos que aplican ABP.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Los principales resultados y productos asociados a este proyecto son los siguientes:

- 1. Informe final anual de la Sistematización.
- 2. Manual de implementación de ABP para el Área de Electricidad y Electrónica.
- 3. Formación de Relatores (académicos) para capacitación en ABP.
- 4. Plan de seguimiento y evaluación de la implementación año 2017- 2018.
- 5. Cursos de capacitación a académicos a nivel nacional.

## ACCIONES PLANIFICADAS

Año 2016:

Mes	Acción	Participantes	Observaciones
Marzo	Conformación equipo de trabajo sede Stgo. Sur	9 académicos, sede Santiago Sur.  1 Asesor CIEDU	Equipo base formado por 4 académicos diseñadores y 4 académicos evaluadores.
Abril	Capacitación inicial CIEDU	Equipo Sede Santiago Sur	Taller impartido por experto del CIEDU
Abril	Diseño y validación de guías de trabajo ABP  Elaboración encuesta inicial dirigida a alumnos	Equipo Sede Santiago Sur y asesores CIEDU	Se elabora y valida encuesta de opinión, referidas a metodologías activas, asesorados por especialistas de CIEDU.
Mayo	Administración encuestas a alumnos. Aplicación de guías a cursos piloto.	Equipo base	Se administra en forma física encuesta a alumnos de las secciones participantes en el proyecto. Piloto a cursos atendidos por los integrantes del equipo base
Junio	Análisis de resultados encuestas	Analistas del CIEDU	
Julio	Redacción informe final 1º etapa	Analistas del CIEDU	

**Año 2017:**

<b>Mes</b>	<b>Acciones</b>	<b>Participantes</b>	<b>Observaciones</b>
Enero	Curso de capacitación en metodología ABP, dirigido a académicos de todas las sedes en donde se dictan las carreras	Académicos de sedes	Dictado por especialista en metodología del CIEDU
Abril	Conformación equipos elaboradores de materiales con la metodología ABP	Académicos de sedes Santiago Sur, Maipú, Iquique, Concepción	
Mayo a Noviembre	Elaboración y validación de guías con la metodología ABP  Aplicación ABP a cursos	Académicos de sedes Santiago Sur, Maipú, Iquique, Concepción	El material elaborado por una sede es validado por otra.  Santiago Sur---Iquique  Maipú--- Concepción
Diciembre	Análisis resultados académicos en secciones que participaron con la metodología		

**Año 2018:**

<b>Mes</b>	<b>Acciones</b>	<b>Participantes</b>
Enero 2018	Capacitación a académicos por regiones en la metodología ABP.	Académicos de zona norte, zona centro, zona sur 1 y zona sur 2.
1º a 3º semana de clases	Aplicación encuesta inicial a alumnos de Redes Eléctricas I que serán atendidos por académicos que participaron en la capacitación.	Alumnos de la asignatura de Redes Eléctricas I, de secciones atendidas por académicos que participaron en la capacitación.
1º a 3º semana de clases	Aplicación encuesta inicial a académicos que participaron en capacitación y a los que no participaron.	Académicos que participaron y académicos que no participaron en capacitación y que atienden la asignatura de Redes Eléctricas I
Semana 16º y 17º	Aplicación encuesta final alumnos y académicos que trabajaron con la metodología ABP	Alumnos y académicos de la asignatura de Redes Eléctricas I de secciones atendidas por académicos que participaron en la capacitación.
2º y 3º semana de agosto	Análisis resultados rendimiento académico y encuestas finales.	Equipo base, actividad en desarrollo.

## RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación, se presentan resultados obtenidos durante el período anterior y posterior al desarrollo del proyecto (años 2015, 2016, 2017 y primer semestre 2018) considerando que se espera dar término en el mes de diciembre del presente año.

### Porcentajes de aprobación Redes Eléctricas I.

La tabla siguiente presenta los porcentajes de aprobación de la asignatura Redes Eléctricas I, sede Santiago Sur, años 2015, 2016 y 2017.

<b>Año</b>	<b>% Aprobación</b>	<b>Promedio</b>	<b>Observaciones</b>
<b>2015</b>	55%	3,85	Sin ABP
<b>2016</b>	72%	4,3	Aplicación metodología ABP en todas las secciones
<b>2017</b>	67%	4,2	

Como se observa en la tabla anterior, al comparar los resultados del año 2015 (donde no se consideraba la metodología ABP) con los años 2016 y 2017 donde se aplicó la metodología en forma general, se evidencia una mejora significativa en los porcentajes de aprobación y promedio final de notas.

Para el presente año, se consideró llevar un grupo de control y otro grupo experimental, donde se aplicó la metodología ABP, obteniendo los siguientes resultados:

<b>Año</b>	<b>% Aprobación</b>	<b>Promedio</b>	<b>Observaciones</b>
<b>2018</b>	60%	4,05	Grupo de control
<b>2018</b>	71%	4,5	Grupo experimental

Como se puede observar, se evidencia claramente que la aplicación de la metodología ABP mejora el aprendizaje de los estudiantes, reflejados en los resultados académicos (Porcentaje de aprobación y promedio de notas)

## Resultados capacitación nacional:

En la tabla siguiente se muestra el número de académicos que participaron en el mes de enero del año 2018 en una jornada de capacitación en la metodología ABP. Esta capacitación se realizó en forma paralela en cuatro sedes congregando un total de 77 académicos de las sedes cercanas.

Sede	Nº de académicos participantes	Sedes que integra
Zona Norte (Sede Arica)	11 participantes	Arica, Calama, Antofagasta, Iquique
Zona central (Sede Santiago Sur)	27 participantes	Renca, Pérez Rosales, Maipú, Rancagua, Valparaíso.
Zona Sur 1 (Sede Concepción)	24 participantes	Curicó, Talca, Chillán, Los Ángeles, Concepción
Zona sur 2 (Sede Valdivia)	15 participantes	Valdivia, Osorno, Temuco, Puerto Montt, Punta Arenas.

## CONCLUSIONES

Los resultados en base a los antecedentes preliminares nos arrojan algunas tendencias temáticas que son importantes de resaltar en el proceso de sistematización de la experiencia de la aplicación de la estrategia didáctica del ABP. Nos encontramos con resultados que nos permiten identificar las fortalezas que ha presentado el proyecto y, a su vez, reconocer problemáticas necesarias de abordar en la búsqueda de fortalecer el proceso de aplicación de la estrategia didáctica en otras asignaturas u otras sedes.

Una de las fortalezas que reconocen de manera transversal los académicos participantes de las capacitaciones realizadas este año 2018, se relaciona con la valoración del trabajo colaborativo realizado por los docentes participantes del proyecto. Se posiciona como un elemento positivo para el diseño, evaluación y aplicación de las ABP, como un proceso que le permite al docente generar instancias pedagógicas que le entreguen competencias de trabajo, que no son posibles de desarrollar por medio de estrategias pedagógicas más tradicionales.

A nivel didáctico, aporta con dinámicas de enseñanza y aprendizaje, propiciando no solo la interacción del estudiante, sino que, a su vez, permite fomentar el trabajo colaborativo dentro y fuera del aula entre ellos.

A nivel pedagógico, se presenta como un facilitador para el docente de la construcción y logro de los aprendizajes significativos, a partir de la experiencia práctica de solución de una problemática específica relacionada con la asignatura.

Por otra parte, el trabajo con ABP, se vislumbra como un facilitador en el proceso de desarrollo de competencias de los estudiantes, destacando el desarrollo principalmente las competencias de capacidad de investigar, trabajo en equipo y uso de Tic.

Además, el análisis cuantitativo del rendimiento académico logrado por los alumnos participantes, muestra una mejora continua en los indicadores de aprobación y promedio de notas.

Una de las principales dificultades que fueron detectadas por los docentes se refieren al proceso de diseño de las ABP, que apuntan principalmente a reconocer inicialmente la falta de familiaridad con la estrategia pedagógica.

Esta dificultad del proceso se ha ido atenuando al aumentar la familiaridad de los docentes con la estrategia didáctica, la que se ha traducido en una menor complejidad en el proceso de diseño y evaluación. Un proceso similar fue posible observar a nivel de los estudiantes, que en la medida que fueron familiarizándose más con la ABP, la fueron valorando y disminuyendo su nivel de resistencia ante ella.

Por otra parte, se señala la dificultad que presenta evaluar una competencia, considerando los tipos de aprendizajes involucrados en ella, frente a esto nace la necesidad de fortalecer los procesos de evaluación de competencias que se desarrollan por medio del trabajo de ABP. Se hace necesario, además de las rubricas e indicadores desarrollados a propósito del diseño del ABP, construir instrumentos validados que permitan (teóricamente y prácticamente) medir el desarrollo de las competencias intencionadas por la estrategia pedagógica.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonso, C.; Gallego D.; Honey, P. (1994). *Los Estilos de Aprendizaje: Procedimientos de diagnóstico y mejora*. Bilbao: Ediciones Mensajero

Barell, J. (2007). *El aprendizaje basado en problemas. Un enfoque investigativo*. Buenos Aires, Manantial.

Barrows, H. S. (1980). *Problem-based Learning: An Approach to Medical Education*, Springer, New York

Caiseda, C.; Dávila, E. (2006). *El aprendizaje basado en problemas y proyectos: una estrategia de integración*. *Universidad Interamericana de Puerto Rico*. Disponible en <http://msp21.bayamon.inter.edu/libros/ABP.pdf>.

Campanario & Otero. (2000). *Revista de Educación*. Ministerio de Educación y Ciencia. España.

Chrobak, R. (1996) *LA METACOGNICION Y LAS HERRAMIENTAS DIDACTICAS*. Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ingeniería, Departamento de Física. Buenos Aires.

CIEDU (2013). *Sugerencias Metodológicas*. Disponible en: <http://colabora.inacap.cl/sitios/ciedu/AAI/SM/default.aspx>.

INACAP (2009). *Modelo Educativo INACAP*. Santiago

Ossa, M. (2010). *Aprender a aprender: El desarrollo de competencias de aprendizaje en educación superior*. Universidad de los Andes. Bogotá – Colombia

Pozo, J. (1989). Teorías cognitivas de aprendizaje. Ediciones Morata.

Savery, J. R., & Duffy, T. M. (1996). Problem Based Learning: An Instructional Model and Its Constructivist. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications, Inc.

Sepúlveda, R. (2014). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): supuestos, condiciones de uso y riesgos no declarados. *Segundo Congreso Educativo INACAP 2014, Innovaciones institucionales y docencia de calidad*, Santiago, INACAP (pp. 73 a 75).

Torp, L., & Sage, S. (1998). El aprendizaje basado en problemas: Desde el jardín de infantes hasta el final de la escuela secundaria. Buenos Aires: Amorrortu editores.

Vásquez, M. (2014). Aprendizaje Basado en Problemas (ABP): guía para el diseño de problemas. *Centro de Innovación en Educación, CIEDU, INACAP*. Disponible en <https://www.merlot.org/merlot/materials.htm?contributorUserId=557467&nosearchlanguage=true>.

# **COACHING ENGINEERING AND LEARNING SKILLS TO FRESHMAN CLASS USING STEAM AND PBL**

Leonhard E. Bernold, Department of Civil Engineering, USM Chilw, Leonhard.bernold@gmail.com,  
Javier Ubilla, Department of Civil Engineering, USM, Valparaiso, Chile, Javier.ubilla@usm.cl,  
Hugo Alarcon, Department of Teaching and Learning, USM, Valparaiso, Chile, hugo.alarcon@usm.cl  
Gabriel Garcia, Department of Civil Engineering, USM, San Joaquin, Chile, gabriel.garcia@usm.cl

## **ABSTRACT**

Surveys of first semester engineering students worldwide demonstrate that a large majority lacks in effective skills manage their own learning process. On the other hand the data highlights how their strengths in memorization and regurgitation what is presented. Despite the scientific data that shows the need for active participation encouraged by curiosity, the traditional designs of Math and Science courses in the first year allow them to continue to be passive consumers. This paper presents the first results from an Introduction to Engineering course taught holistically. Its design is multidimensional, integrating STEAM and PBL with Math and Physics while scaffolding critical skills of a professional student and engineer.

The construction of a new Metro line in Santiago provided a “problem rich” and relevant project that was experienced hands-on starting with a visit in the tunnel. The paper illustrates the students’ progress in developing basic professional competencies by conducting three laboratory activities, homework, reflective journals, peer-reviews of reports, portfolio writing and a team-project. The paper will start by discussing the course design before providing background information about the students’ learning preferences and preparedness to study effectively.

**KEYWORDS:** Authentic Project Based Learning (PBL), STEAM Integration, Learning Preference, Guided Laboratory, Soil Mechanics, Infiltration, Concrete and Steel, Trigonometry, Study Skills,  
Design and Planning, Working in Teams

## **INTRODUCTION**

“Introduction to Civil Engineering” is a common first semester undergraduate course in Civil Engineering worldwide. The purpose of the course is to provide a basic understanding about the main topics of this specialty in addition to building the foundation for success as university students and as professional engineers. These goals are necessary as about 90% of the new students lack an awareness about what a Civil Engineer does on a daily basis. In addition, research has shown that 85% of students fresh from high school lack tools to be effective learners in this new environment (Bernold 2007b, Litzinger et. al., 2004). Not surprisingly, student-centered teaching methods have results in reduced dropouts in engineering (Litzinger et. al., 2010, Borrego et al., 2010).

Common goals set for this introductory course are staked extremely high requiring an understanding that matches the high level on the Bloom's Taxonomy (Anderson and Krathwohl, 2001): a) Describe the background and history of Civil Engineering as a profession, b) Recognize the fundamental principles of professional ethics as they apply to the civil engineering profession, c) Describe some of the legal aspects of professional practice as a civil engineer, d) Implement the concepts of globalization as they apply to civil engineering practice, e) Implement the concepts of sustainability as they relate to the practice of civil engineering.

Another statement found on common Engineering University syllabi states: "The purpose of this course is to provide a foundation for your success as an engineering student and as a professional engineer. This course will require extensive reading and writing prior to class and in class discussion of the topics for the week. Quizzes will be given approximately weekly. There will be one individual problem and several group problems to be solved and each one will require extensive research on potential solutions, proper analysis of the problem and potential solutions, and appropriate recommendations based on sound logical arguments. The proper, professional, writing of the design report is a key element of the course." Again, these goals are challenging for freshmen students who exhibit only minimal capabilities to learn, to do research, to execute a problem solving exercise with proper analysis, etc. as 90% have shown marginal level of basic skills in reading, thinking critically, studying and writing in a professional manner (Bernold 2007).

The University of Colorado at Boulder provides the following outline for the course CVEN1317 (2017): The specific goals of this course are to:

<ul style="list-style-type: none"><li>- describe what civil engineering is, what you may do as a civil engineer, and the skills required to be a successful civil engineer explain the importance of professional licensure for civil engineers</li><li>- define sustainability, describe its importance to civil engineering, and show how to incorporate sustainable engineering into civil engineering projects</li><li>- provide a framework for evaluating ethical behavior which will apply in your engineering career show the breadth and excitement of the civil engineering profession</li></ul>	(CVEN1317 2017)
--	-----------------

Added to these extraordinary goal is the following:

<p>You will probably find that your initial perceptions about civil engineering were too narrow. There is a vast diversity in this field, and in the jobs that you may do when you finish. This provides a level of flexibility for you to find a subject which most interests you and to get a job to capitalize on your particular strengths....whether that is technical innovations, writing, design, field work, management, etc. ...This course is the first step toward becoming a successful civil engineer!</p>
--

The Technical University Federico Santa María (UTFSM) in Chile also offers an Introduction to Civil Engineering course, IWG101, during the first semester parallel to other courses in science and math (e.g., MAT021). For the Semester 1 in 2017, an inventive design to teaching this very important class was tested. The new method built on experiences gained by the main author when working with a group of STEM researchers at North Carolina State University (Beichner et al., 1999). Based on this earlier research this class emphasized the need for practicing key learning skills together with gaining STEM knowledge. The use of an authentic engineering project with interesting problems sets provided the framework for integrating the class work with Mathematics 021 and Physics 101. In particular, the students needed to learn how to apply

STEM principles so they were able to solve the given problems. The overarching goal of the team-project consisted of the development of an emergency response plan for the Metro Inc. to deal with a hypothetical large water leak somewhere in the tunnel wall caused by an earthquake in Santiago.

### COURSE DEVELOPMENT

The majority of students attending classes on the San Joaquin campus of the Technical University Federico Santa María (UTFSM) live in the Santiago area with a population of 5.5 million. The quality of their high-school educations varies greatly. Because the introductory course did not require advanced knowledge of calculus or physics, the design of the course in terms of content, delivery and assessment started with a level playing field.

### Basic Framework

The overarching goals of the course can be brought under three headlines: a) Provide a hands-on exposure to some most interesting engineering accomplishments, b) Develop a basis for active self-controlled learning, c) Instill an appreciation of science and math as critical tools to solve engineering problems, and d) Develop a deep understanding of some basic concepts important in civil engineering (i.e., concrete, steel, forces, tension, planning, design). A useful framework was provided by Worldwide CDIO (Conceive, Design, Implement, and Operate) Initiative standards 3, 4, and 7 and 8. Fig. 1 presents a schematic of the course design shown as a growing rope made of strands and wires that are added sequentially and integrated with the others. What are not shown are the use of several survey instruments to assess learning preferences, study skills, psychological health and teamwork ability.

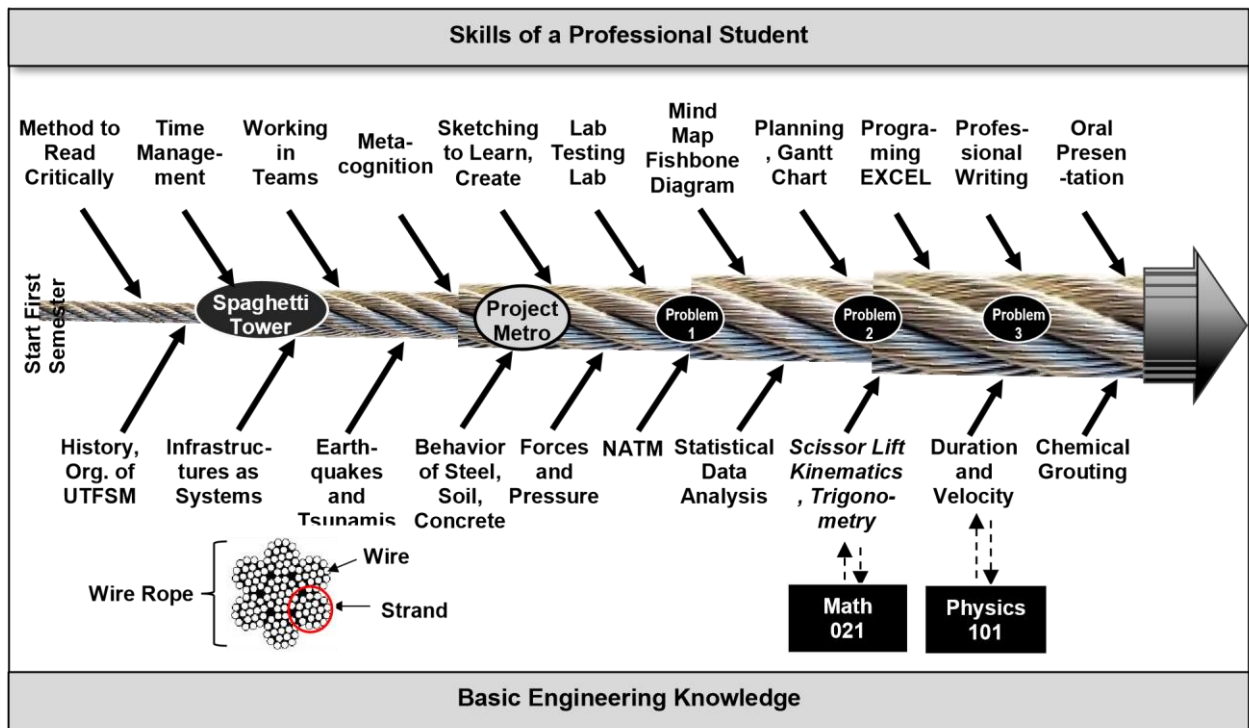
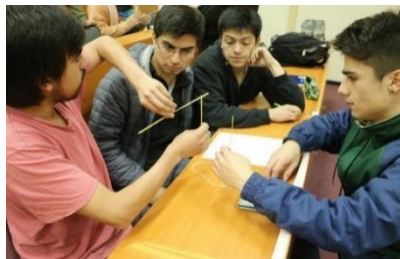


Figure 1. Design model of the introductory course to Civil Engineering

A prominent feature of the model is the integration of subject areas similar to wires laid in a helix to create a strong but flexible “rope”. One example is Time Management, where most students in the world show very weak skills (Bernold 2007a). Thus, the method and its importance of time management was introduced at the beginning of the class and tools were made available to establish a weekly personal schedule accompanied with a daily assessment of differences between plan and actual. A homework was assigned to create a plan to prepare for the first large math test. Finally, a journal question was created where the students had to reflect on their experience in managing their test preparation. Other strands that were integrated were the group project, time management, hands-on laboratory experiences, trigonometry, physics, chemical grouting and finally, professional writing and oral presentation.

As indicated in Fig.1, Mathematics 021 and Physics 101 were directly linked to the work on the project since students needed that knowledge to solve problems related to their team-project. The goal of the “semi-authentic” project, as mentioned before, include the need for learning Excel. Following studying the interesting history of the Santiago Metro the students participated in a field trip to visit and observe a tunnel (NATM) of a new line presently under construction. To complement this experience they were assigned to complete hands-on activities in three different laboratories to learn about: 1) Concrete, 2) steel (beam and tension rod) and 3) water penetration of earth-dam. Trigonometry, vectors and velocity were needed to calculate the performance of scissor lift and articulated crane to reach the tunnel ceiling. The subsequent action plan project report integrated critical learning skill and professional competencies including group time management, personal metacognition, as well as critical reading followed by the development of mind-maps. The Spaghetti Tower and Spaghetti Bridge contests provided excellent opportunities to improve skills for teamwork, design, planning and time-limited construction.

Fig. 2 highlights the progress the students made in design, planning and the quality of fabrication within four weeks of learning about the importance of the triangle, forces, compression and tension, effective teamwork, sketching to think, planning with Gantt Chart and managing quality of work.



a) Trial and error without design



b) Design with pretesting of elements



c) Excellent quality of fabrication

## Figure 2. Major advancements in design, planning and fabrication of spaghetti structures by team

### The Santiago Metro Tunnel Provides a Multi-Layered Team Project

The Santiago Metro system is an ongoing project with a long history that includes technology, design, historic building preservation, engineering hardware and many other interesting topics where engineers were the leaders. At present, two new lines are being added, (Lines 3 and 6) and were accessible for students to visit. Of course, the goal of choosing the Metro construction was the opportunity it provided to create a guiding framework for creating a meaningful project for first year engineering students. The personal visit to the large underground space under

construction in the middle of the city served as a sparking “fire” to learn how such complex system is being designed and built. The use of PBL was the catalyst catalyst on many levels to encourage reading, effective teamwork, attendance, etc. (Thomas 2017). PBL also provided the flexibility to create activities that appeal to the students’ various learning preferences.

As a first activity, the students were asked to read about the history of the Metro with assignments to create mind-maps and process maps about its past. As mentioned earlier, this was followed by a visit to Metro Station construction site starting with a lecture about the importance of safety and professional behavior. Fig. 3 shows the safety talk. The students responses to a follow-up journal question showed that this talk by an engineer made a big impression on the students.



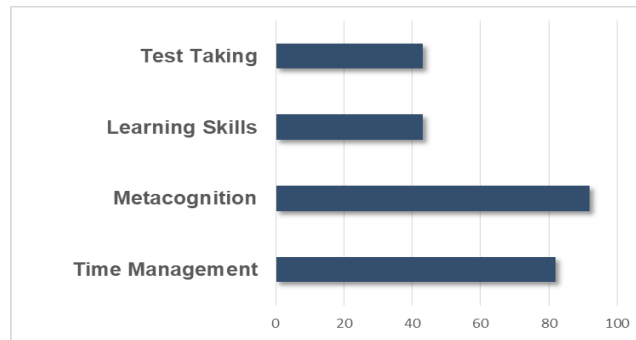
a) Lecture on security and professional behavior      b) Tunnel with concrete, steel and water leak      c) Problems for Math

### **Figure 3. Visit of tunnel construction to experience the real world with eyes and ears provided a rich learning environment**

Naturally, most of the learning activities following the visit of the Metro construction site centered on understanding the key concepts that would eventually allow the students to address the project task that the 4 member student teams received in the form of a Metro contract to deliver an emergency plan after an earthquake that create a large crack in the tunnel with water entering.

### **UNLEARNING TO BE A PASSIVE CONSUMER**

Passivity in high school has led to an absence of curiosity as an intrinsic motivator for learning. With the goal to foster the ability of the students to actively engage using metacognitive skills, several measures were introduced. This process began with a survey designed to assess each students’ 4 critical learning skills. Fig. 4 presents the summary results for the 60 students (Bernold et al., 2007). It shows that Metacognition is the weakest of the four skills, with 90% of the students showing a great weakness. With 82%, Time Management was assessed as the second low skill problem. It shows that most students are not able or don’t manage their time effectively. A more detailed analysis of the data shows that 52% need immediate help in acquiring only some basic skills. On the other hand, only 40% lack in test taking and basic study skills. Of course, this mirrors the situation of a class full of passive students, many of whom arrive to class 10 -20 minutes late.



**Figure 4. Percentage of students that have deficient skills in areas critical to learning**

### **Poor critical reading skills**

Engineering professionals have to become lifelong learners, not only because the amount of knowledge is increasing ever so quickly, but the information also because information age will demand very effective skills to critically read professional documents. Back in the 1980's, engineers were already spending more than 50% of their time communicating: a) Doing job-related writing, b) reading technical and business material, c) reviewing the writing of others, and d) making oral presentations. Today, being able to apply appropriate reading techniques in order to read critical is even more essential.

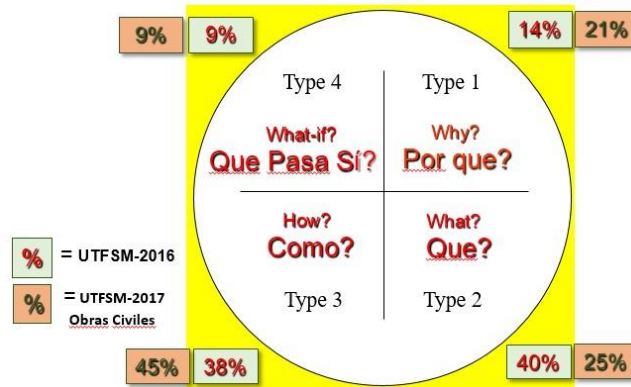
Early in the semester a test of the students' ability to read critically was implemented by inserting obvious errors and entire sections that made absolutely no sense in the assigned reading. Only 4 of the 60 students responded positively when the class was asked if they found any errors in the text, and only two stated that they had problems understanding the garbled up section. This early motivational effort to focus on reading skill was followed up by several exercises in the use of a self-developed guide: "Learning to Read, Reading to Learn." Appendix A presents the form that was used to work through several reading assignments. As shown, it includes self-directed exercises, mind mapping and timing of one's progress.

### **FOSTERING THE STUDENTS METACOGNITION ABILITY**

Active learning requires a skill to control one's progress, to assess the quality of comprehension and to understand one's learning preferences. Two special efforts were made.

#### **Knowing owns own learning preferences**

Fig. 5 displays the distribution of learning preferences for the Introductory Engineering class. The semi-validated survey tool that was used was built around the four learning preferences by Kolb (1984).



**Figure 5. Distribution of learning preferences in two classes at UTFSM**

Kolb's theory distinguishes four learning types, each following a unique motivational question. The Why? Learners (Type 1) love to discuss new ideas and accept the others' opinions. The What? Learners (Type 2) like to critique information and assimilate facts into coherent theories. The How? Students (Type 3) prefer to work alone and excel at tasks that require straightforward application of rules and functions. Finally, the What-If? Learners (Type 4) are original thinkers who use the time-consuming method of trial-and-error learning. They love argumentation. Figure 5 depicts the fact that an overwhelming number of students in the engineering class are type 2 and 3 (combined 75%). The creative thinkers of types 1 and 4 account for only about 25% of the students. This distribution in the UTFSM class is not unique, as these numbers are common in the US, as well (Bernold et al., 2007). Each student received feedback of his/her own survey and the meaning of the numbers in order to assist in metacognitive self-direction.

### Ability to write reflectively

Stevens and Cooper (2009), among others, reported the many benefits that arise from assigning journal writing tasks. Journal writing that elicits responses to reflective questions requires students to think about the new knowledge learned. The written responses deepens their learning experience by forcing them to re-phrase in their own words and to form their own conclusions. It nudges them to formulate new opinions and perspectives, and gives them a risk free venue to explore, think, and practice. Journal writing helps students to reflect on new knowledge learned that deepens their learning experience. "Students who write regularly in a journal consistently see improvements in their writing skills, as well as their creative and reflective thinking" (Stevens and Cooper, 2009). Every week students had to address four standard questions:

- 1) What skills of a professional student did you learn today that you found to be most important or interesting? Why?
- 2) What engineering knowledge did you learn today that was most interesting? Why?
- 3) What did you not understand during the class? Why?
- 4) What activity did you enjoy and would like to have more of? Why?

### HANDS-ON SOIL MECHANICS LABORATORY

An important body of knowledge in civil engineering stems from understanding the behavior of soil and rock surrounding a civil structure such as the Metro tunnel. The most important factor

related to the team project problem was the understanding of how water flows rapidly through the soil around the tunnel after the earthquake created a large crack in the concrete wall of the tunnel. The laboratory experiences were designed to provide the students to get a hands-on exposure to relevant soil mechanics concepts such as water seepage and soil erosion in a very easy and inexpensive way, as shown in Fig. 6.

A procedure for this experiment follows. First, a small-scale dam is constructed with sand in a transparent channel, and dye water is used to fill one of the sides, simulating a water dam, as shown in Fig. 6 a). The instructor can show that the dyed water seeps through the soil, and explain the pattern of the seepage. The instructor can also relate this simple experiment to an actual engineering design of a water dam, and discuss the different techniques available to minimize water seepage, such as impermeable clay cores, or geomembranes on the upstream dam face.

Then, the water level is raised until overtopping the dam crest, rapidly destroying the dam due to erosion. The instructor can explain the erosion phenomena, and the importance of the dam spillways and their correct design. The instructor can also discuss the effect of a dam failure on downstream communities, and the engineer's responsibility for the safety of society.

After the demonstration, the students have a hands-on experience, in which they are instructed to build a dam in a transparent container using a layered construction method and compaction to fit a specific geometric shape for which they needed trigonometric functions. With the help of a scale, they had to achieve a desired moisture content and density of the sand-gravel mix (Fig. 6 b)). Colored water is poured on one side of the dam, before measuring the pattern of the water seepage over time. Then the students raise the water level until overtopping the dam, and observe closely the dam destruction due to erosion, as shown in Fig. 6 c). In the laboratory report, the students are encouraged to make simple calculations, to explain their observations.

This kind of simple experiment can also be performed for other topics of engineering, always relating to the "real life" application. It has been observed that simple lab experiments are very effective in the learning process of freshmen students, as they tend to remember this experience and their observations. Also it becomes easier to engage them in the following years when the actual theories are taught in the different engineering courses.



*a) Observing water seepage    b) Soil dam is charged with water-running video/clock    c) Water and soil behavior during overtopping*

**Figure 6. Hands-on work in the soil mechanics laboratory to understand dam construction, water infiltration and destruction**

## RESULTS

The results of the surveys used to understand the learning preferences and the learning skills of first semester freshmen in engineering (Figs. 4 and 5) provided a distribution that is very common in many parts of the world (Bernold et al., 2007). The course integrated many activities to help students realize their shortcomings and offered opportunities to practice and improve during the semester. Yet, the scaffolding of professional skills, see Figure 1, attracted minor interest. It was apparent that other critical classes, such as Math 021 and Physics 101, were considered much more important because every testgrade counted towards the final grade for the respective course, while the Introduction to Engineering was only a pass-fail course and not a pre-requisite for any future course. An example of this pressure to focus their attention and the grade-driven courses is the low student participation in a short workshop that was designed to help them to improve their metacognitive and study skills. In order to confirm this situation a specific journal question was formulated that asked students to reflect why only 10% attended the special workshop that they had asked for. The question asked: "What do you think was the message that the majority of students gave to the effort of the professor to help them improve their study skills?" Two answers serve as examples of what was expressed by most:

- that there is no interest in activities of this type, so it is not worth doing, hurting people who really have an interest in improving their skills
- that in the end the extra effort is not well received and that they should do the least possible not to waste their time

The final grade was calculated using a series of performance measures during the semester such as homework, quizzes, essay, peer reviews, final project report and a personal portfolio. No exams were given. Due to the space limitations, some excellent work done by individual students and student teams cannot be shown because of space limitations. Instead, some personal statements included in the individual portfolios are offered below as examples of qualitative assessment of the students recognized value of the course (translated from Spanish).

"But much more important, I have managed to learn to work as a team, to define roles according to the abilities of each one, to overcome problems in order to reach the goal, this is very important for me, since the engineers work as a team, it is something I will use throughout my life. I also learned to make quality reports, ... Another very useful tool was Excel, ...  
"Without a doubt what was most important for me was that they taught me to plan my time, to organize it productively; and to know my way of learning. I have already managed to apply it to improve my study and my learning..."  
"Finally, I gained more tolerance. Maybe because there was no other option, since, we were all unknown with different ideas and opinions but respecting the different positions, understanding them, acquiring the right ones and helping the wrong ones made me a better person." "I learned to manage my time and to plan my future at the University, learned to study correctly,... how important it was to do group work, how important it is to be responsible and also that it is good to have teachers who not only evaluate you, but also help you to grow and improve day by day,..."  
"I conclude that the course of Introduction to Engineering ... focused on training professional students, ...it requires a lot of time but ultimately provided me with many new skills and tools that I feel I need to become a successful student"

## CONCLUSION

The purpose of the freshman year in engineering is to provide the basis for the students to become becoming engineer. Although the most critical skills and knowledge of a professional engineer are understanding, modeling, solving and communicating the possible solution to the ever changing problems in the world, students commonly have to sit passively in lecture halls copying down theorems and examples without any understanding why and how these will help them to find solutions to imaginary and real world problems. While passive unengaged classroom experience fits two types Kolb learning preferences, and of most professors in engineering (Bernold 2005), the other two learning types are not able to learn efficiently.

This paper presented the first results of a redesigned course of Introduction into Civil Engineering that is based on the opportunities provided by PBL. A new Metro line under construction provided the framework for an authentic learning experience integrated horizontally with parallel Math and Physics courses, and vertically with the history of engineering, and future courses in statics, soil mechanics, materials, safety, earthquake, tunneling, and infrastructure. Similar to wires of different sizes that are twisted into strong ropes, the course meshed the scaffolding of critical study and professional skills into the team project that was peer-reviewed along the way using a set of criteria predetermined by the instructors.

The traditional lecture oriented teaching with difficult exams not only impeded many students to switch from their ingrained method of passive to active learning, it also provided a disincentive to even spend time to practice the necessary skills. As the personal summaries from many students show, they did learn how to reflect about their progress in the class. They did understand how to apply trigonometry, vectors and velocity calculations to develop Excel programs, to build an earth dam, and to plan an emergency response in the Metro tunnel. It is clear, however, that the successful integration of STEM topics in the first semester requires a culture change that must include all those participating in educating and supporting engineering students.

## REFERENCES

Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (Eds.) (2001). *A taxonomy for Learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. NY: Addison Wesley

Beichner, R., Bernold, L., Burniston, E., Dail, P., Felder, R., Gastineau, J., Gjertsen, M., &

Risley, J. (1999). Case study of the physics component of an integrated curriculum. *Phys. Ed. Res. Supplement to Am. J. Phys.*, 67, 16-24.

Bernold, L.E. (2005). "A Paradigm Shift in Education is Vital for the Future of Our Profession," *J. Constr. Eng. and Mgmt.*, ASCE, 131(5), 535-542.

Bernold, L.E. (2007a). Early Warning System to Identify Poor Time Management Habits. *Int. J. of Eng. Ed.*, 23(6), 1182-1191. (<http://www.ijee.dit.ie/>)

Bernold, L.E. (2007b). Preparedness of Engineering Freshman to Inquiry Based Learning. *J. Prof. Issues in Eng. Education and Practice*, ASCE, 133(2), 99-106.

Bernold, L.E., Spurlin J. and Anson Ch. M. (2007). Understanding our Students: A Longitudinal Study of Success and Failure in Engineering. *J. of Eng. Edu., ASEE*, 96(3), 263-274.

Borrego, M. J. E. Froyd, J.E. and Hall, T. S. (2010). Diffusion of engineering education innovations: A survey of awareness and adoption rates in U.S. engineering departments, *J. Eng. Educ.*, 99(3), 185-207

CVEN1317 (2017). Syllabus: Intro to Civil & Environmental Engineering. *Uni. Colorado Boulder*. <http://www.colorado.edu/engineering/civil/CVEN1317/syllabus.html>, Acc. Oct. 10, 2017.

Thomas, J. W. (2017). A review of research on PBL. <http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL.htm#Research> (acc. Oct.22, 2017).

Kolb, D.A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development.*, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.

Litzinger, T., Lee, S. L. and Wise J. (2004). Engineering Students' Readiness for Self-directed Learning, *Proc. ASEE, Conf. & Expo*, 9.558.1-9.558.11.

Litzinger, T.A., Lattuca, L.R., Hadgraft, R.G., Newstetter, W.C., Alley, M., Atman, C., DiBiasio, D., Finelli, C., Diefes-Dux, H., Kolmos, A., Riley, D., Sheppard, S., Weimer, M., Yasuhara, K. (2011). Engineering educ. & the development of expertise, *J. Engr. Edu.* 100(1), 123-150

Stevens, D., & Cooper, J. (2009). *Journal keeping: How to use reflective writing for effective learning, teaching, professional insight, and positive change.* Sterling, VA: Stylus Publications.

WorldCat: <http://mcgill.worldcat.org/oclc/646821096>

Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), 1-34.

## APPENDIX: Reading Guide



*Ser Alumno Profesional*  
Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile

### **Pauta para Aprender a Leer Materiales Profesionales**

Fecha: \_\_\_\_\_

El texto que yo leí: \_\_\_\_\_

#### **1. Propósito de la lectura**

Quiero leer porque:

Propósito	SI/NO
Para buscar información específica	
Entender ideas difíciles	
Obtener una idea general de la lectura	
Quiero disfrutar de la lectura (como novelas, poesía)	

#### **2. Planificación de la Lectura**

**Estimación del tiempo y cantidad de texto a leer**

¿Cuántas páginas puedo planificar para leer ahora \_\_\_\_\_ p 

	Páginas
--	---------

  
¿Velocidad de lectura esperada, en minutos por página? \_\_\_\_\_ m 

	Min/Página
--	------------

Tiempo total necesario para la lectura de todas las páginas  $\_\_\_ (p \cdot m) \_\_\_ \begin{matrix} \boxed{\phantom{00}} & \text{Min.} \\ \boxed{\phantom{00}} & \text{Min.} \end{matrix} \begin{matrix} \curvearrowright \\ \text{Ajuste} \end{matrix}$

Tiempo de lectura total disponible

	Min.
--	------

**Preparación del ambiente para leer y materiales:**

¿Están todas las herramientas necesarias en alcance (*marcadores, libros de notas, diccionario, ...*)

¿Son todos los sistemas de apoyo existentes (*iluminación, agua, temperatura, asiento confortable,...*)

### 3. Antes de Leer

Registro de la hora de inicio \_\_\_\_\_ 

Hr	Min
----	-----

- Pre visualiza el texto para obtener una idea de lo que trata el texto.
- Si no entiendo el significado del título principal y subtítulos del capítulo? Trata de aclarar el significado usando *diccionarios, libros adicionales, internet, etc.*
- Examina las figuras, gráficos, cuadros, tablas que ayudan a comprender el texto o para aumentar su interés. Los gráficos, diagramas y tablas son muy poderosos medios para comunicar una gran cantidad de información de una forma concisa. (“Una imagen vale más que mil palabras” )
- Dibuja **un mapa mental básico** que relacione los títulos identificados, y las áreas temáticas.
- ¿Tengo experiencias anteriores relacionadas con el tema?
  - En caso afirmativo, recordar por qué, cuándo, dónde, cómo y por quién?
- Formular lo que yo esperaba saber cuando haya terminado con la lectura.
- Formular preguntas comenzando con: *¿por qué, por qué no, qué, cuándo, dónde, cómo, cuál, quién, ....*

No existen dos personas que aprenden de la misma manera. Cada alumno tiene que encontrar su propia estrategia para separar el material importante a partir de material no es tan importante, las declaraciones clave de las declaraciones de relleno, etc. La siguiente sección proporciona una lista de las técnicas que se han mostrado útiles. Hay 1000 más y se encuentran en los sitios web se muestra al final.

### 4. Actividades Durante la Lectura

- ✓ Utilice (color) marcadores para subrayar, resaltar, etc. las palabras claves
- ✓ Buscar todos los términos que no entiende!
- ✓ Lee primero las partes que entiendes y saltate las partes que son mas difíciles, marcandolas para re leerlas despues. Aun un entendimiento parcial del texto hara el repaso mas facil
- ✓ **Verifique** su comprensión de lo que acabas de leer mediante la formulación de una frase clave después de cada capítulo: "Según lo que acabo de leer, la afirmación clave es ...".
- ✓ Anota las ideas principales del párrafo. Puedes hacer vínculos usando flechas para conectar párrafos con gráficos.
- ✓ Puedes ayudar a tener una mejor comprensión de los párrafos complejos dibujando e indicando las ideas del texto y variables involucradas.
- ✓ Formular preguntas críticas que puedan introducirse en la clase para ayudarle a entender el contenido. Una pregunta tiene que comenzar con una de las siguientes palabras: **¿por qué, qué, cuándo, dónde, cómo, y quién!** Afirmaciones generales, tales como "Yo no entiendo esto o aquello" no especifique lo que se necesita para que usted entienda el contenido.

### 5. Post-Lectura Actividades

- ✓ ¿El texto responde a las preguntas que tenía al comienzo de la lectura? Si no es así, revisa tus preguntas, quizás no están bien planteadas o no apuntan hacia el tema del texto, o lee otra vez.
- ✓ Corrige y completa el **mapa mental básico**.
- ✓ Registra el tiempo de finalización: \_\_\_\_\_ 

Hr	Min
----	-----

, Cuántos minutos leiste? 

Min
-----
- ✓ ¿Cuántos páginas leiste? 

pg
----

 ¿Cuánto tiempo por página necesitaste? \_\_\_\_\_ 

Min/Página
------------
- ✓ Explica en forma breve la esencia de este capítulo a otra persona
- ✓ Formula una posible pregunta de prueba que serías capaz de responder.
- ✓ ¿Qué voy a hacer la próxima vez para mejorar el proceso de lectura? \_\_\_\_\_
- ✓ Resolver algunos de los problemas en el libro (si los hay)!