

Nº 140

**Conciencia, Diseño y Gestión de Sí: Una  
Aproximación Constructivista Radical a la  
Formación de Ingenieros Integrales.  
Carlos Vignolo**

**DOCUMENTOS DE TRABAJO**

**Serie Gestión**

# **Conciencia, Diseño y Gestión de Sí: Una Aproximación Constructivista Radical a la Formación de Ingenieros Integrales**

## **Resumen**

Este artículo presenta una propuesta filosófica de base constructivista radical, como un aporte a la conversación de reingeniería de la educación de ingeniería. Se propone que el mundo vive una transformación mayor en el plano de los hechos y una revolución en el ámbito de los paradigmas filosóficos y científicos, lo cual demanda de una revolución paradigmática también en el ámbito de la educación de ingeniería. Se postula que un constructivismo doblemente radical -en lo epistemológico y en lo ontológico- es una buena plataforma filosófica para cimentar dicho cambio de paradigma, estableciendo además las bases para inventar una Ingeniería del Sí Mismo y una Ingeniería de la Educación. En el modelo propuesto juega un rol central la expansión permanente de la conciencia de sí y de mundo. Otro elemento central de la propuesta es la conceptualización del aprendizaje como un proceso literal de transformación personal integral en la convivencia educacional.

**Palabras claves:** Constructivismo, Conciencia, Paradigma, Comunidades

## **Abstract**

This paper presents a philosophical proposal based on radical constructivism, as a contribution to the conversation about reengineering engineering education. An argument is made that the world is not only going through a mayor shift in terms of facts but it is also experiencing a revolution in terms of philosophical and scientific paradigms, been that the reason why a paradigm revolution is also required in engineering education. The paper proposes that radical constructivism, both in epistemological and ontological terms, is a good philosophical platform to lay the foundations for that needed paradigm revolution, generating good basis for the invention of Engineering of Self and Engineering of Education. In the proposed model continuous consciousness expansion of self and the world is a cornerstone of education. Another key element is the understanding of learning as a profound process of integral personal transformation in the educational interaction.

**Keywords:** Constructivism, Paradigms, Consciousness, Communities.

"Documento presentado en World Engineering Education Forum (WEEF) 2012, Buenos Aires, Argentina".

# Conciencia, Diseño y Gestión de Sí: Una Aproximación Constructivista Radical a la Formación de Ingenieros Integrales

*...lo que tenían en común esos cuatro pensadores no era un conjunto de ideas sino una sola: una idea sobre las ideas (...) Creían que las ideas no se desarrollan según cierta lógica interior propia, sino que son absolutamente dependientes, como los gérmenes, de sus portadores humanos y del ambiente.*

*Y creían que como las ideas son respuestas provisionales a circunstancias particulares e irreproducibles, su supervivencia no depende de su inmutabilidad sino de su adaptabilidad.*

*...Holmes, James, Peirce y Dewey ayudaron a liberar el pensamiento de la dependencia de las ideologías oficiales, de la Iglesia o del Estado e incluso de la academia. También está implícito en sus escritos el reconocimiento de los límites de lo que puede hacer el pensamiento en la lucha por incrementar la felicidad humana.*

Louis Menand (2002, p. 13 )

## 1. Introducción

“Admitámoslo, hemos llegado a los límites del incrementalismo” argumentaba Gary Hamel (1996, p. 69) en su seminal “Strategy as Revolution”, uno de los ensayos que marca el inicio de lo que podríamos denominar el giro rehumanizante del Management anglosajón tal como es interpretado por Harvard Business Review.

¿No será necesario adoptar una postura de estas características en la educación de ingeniería, si es que queremos efectivamente hacernos cargo adecuadamente del desafío enunciado en la Declaración de Singapore del World Engineering Forum 2010: “*There is a Worldwide need to innovate and renovate engineering education at all levels...*”, que ha sido enunciada de diversas formas en numerosos trabajos académicos en las últimas dos décadas (Baillie, 1998; De Graaff, 2001; Redish y Smith, 2008; Sheppard, Pellegrino y Olds, 2008).

Argumento en este breve ensayo fuertemente a favor de ello. Me asiste la más firme convicción de que no lograremos la meta de alinear la formación de los ingenieros con los acuciantes desafíos de los nuevos tiempos por la vía del “mejoramiento continuo”, con “más y mejor de lo mismo”. Requerimos innovaciones radicales. Más aún, postulo que necesitamos una revolución paradigmática. No vamos a encontrar las soluciones a los problemas que enfrentamos dentro de los mismos paradigmas desde los cuales los problemas surgen. Requerimos para ello nuevos enfoques, nuevos modelos mentales, nuevas cosmovisiones, nuevos paradigmas.

La necesidad de nuevos paradigmas en la formación de ingenieros no surge solamente de la radicalidad de los cambios que están ocurriendo en el mundo de los hechos (mundo óptico): globalización, acelerado desarrollo tecnológico, encuentro de culturas, biologización de la ciencia, entre otros. Surge también de la constatación de que cambios igualmente radicales están ocurriendo en el mundo de las interpretaciones a través de las cuales nos hacemos cargo de los hechos del mundo (mundo ontológico). Es evidente que vivimos un proceso de revolución paradigmática en la ciencia y en la filosofía, en parte derivado del propio proceso de desarrollo científico y tecnológico y en parte del encuentro de las culturas occidental y oriental, que presentan grandes diferencias en sus paradigmas filosóficos basales.

Sostengo que no es posible mejorar la educación de ingeniería en tiempos de revolución paradigmática sin asumir la necesidad de una revolución paradigmática también en educación. Esto puede parecer obvio pero no es, sin embargo, una necesidad que sea asumida con facilidad por la comunidad académica, que no destaca por su capacidad de realizar innovaciones radicales (Menand, 2010).

La innovación docente ha sido una de las características distintivas del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (DII) a lo largo de toda su historia. Una línea de innovación radical se inició, en ese contexto, en 1986, basada en los trabajos pioneros de Humberto Maturana y Francisco Varela en el ámbito de la Biología del Conocer (Maturana y Varela, 1974; Maturana y Varela, 1984). Diversas metodologías y cursos han sido diseñados e incorporados al curriculum de la carrera de Ingeniería Civil Industrial desde esa propuesta epistemológica. Desde 1977 el curso de ingreso a la especialidad - antiguamente “Introducción a la Ingeniería Industrial”, hoy “Taller de Ingeniería Industrial I” (primero de cuatro talleres obligatorios en la malla curricular)- ha sido dictado con un enfoque Constructivista Radical, que vincula estrechamente el desarrollo cognitivo de los estudiantes con la expansión de conciencia, el diseño y la gestión de sí mismo y el desarrollo de valores, actitudes y habilidades requeridas por el mundo del trabajo y el mundo de la vida.

Si bien no disponemos aún de una evaluación rigurosa del impacto de esta línea de innovación docente en la formación de los graduados del DII, existe un significativo grado de acuerdo en la comunidad docente del DII en el sentido que ello ha generado claros beneficios en términos del desarrollo de actitudes y habilidades en los ámbitos del emprendimiento, la innovación, el trabajo en equipo, la comunicación y el liderazgo. Numerosas iniciativas, de impacto en el DII, la Facultad y el entorno nacional, tales como la creación de la “World Class Conference” para estudiantes de ingeniería civil industrial, el Programa “Construyendo Mis Sueños”, la incorporación de la semana de inducción para los estudiantes de primer año de la Escuela de Ingeniería, el fortalecimiento del Centro de Alumnos de pregrado del DII, entre otras, tienen raíces en los cursos y profesores que han adoptado este enfoque.

En Vignolo y Celis (2010) es posible encontrar una presentación del conjunto de esta experiencia de 25 años de innovación docente y una reflexión evaluativa acerca de la misma. Una aplicación del modelo constructivista al mejoramiento continuo de la docencia y algunos resultados concretos de la aplicación del modelo se encuentran en Vignolo, Celis y Guggisberg (2008).

Es desde esta larga experiencia desarrollando metodologías docentes y cursos en el DII que postulo que el constructivismo es una muy buena plataforma filosófica para acometer los desafíos que formar ingenieros para las nuevas realidades requiere, particularmente en la versión que hemos desarrollado en el Programa de Innovación y Sociotecnología del DII y a la que hemos denominado Constructivismo Radical Radical Existencial (CRRE).

El presente ensayo, escrito en estilo de “Position Paper”, busca aportar esta experiencia a la ampliación de la base filosófica de la conversación renovada, pluralista, abierta y generosa que es fundamental instalar al interior de la comunidad académica para lograr la educación de ingeniería que se requiere para producir los ingenieros integrales a que aspiramos.

## 2. El Modelo Constructivista Radical Radical Existencial

El constructivismo ha sido entendido, en el ámbito educacional, desde John Dewey en adelante, esencialmente como una posibilidad de mejorar el aprendizaje por la vía de invitar o requerir del estudiante una postura activa en el proceso de construir el aprendizaje.

El constructivismo radical en educación, uno de cuyos exponentes más destacados es Humberto Maturana, postula que no es sólo el aprendizaje lo que el alumno construye sino toda la realidad que le toca vivir (Maturana y Vignolo, 2001).

El modelo constructivista doblemente radical en que hemos derivado en el Programa de Innovación, Sociotecnología e Ingeniería de la Educación del DII, extiende, profundiza y lleva al límite dichas propuestas más allá de los ámbitos pedagógico y epistemológico, proponiendo que:

1. Los seres humanos no pueden saber como las cosas son. Sólo pueden saber como las viven. Y las viven como las viven –ven, sienten, oyen, etc.- dependiendo de su particular estructura en el momento en que las viven, que a su vez es el resultado de una historia evolutiva particular (ontogenia). No hay por tanto un conocer objetivo al que los seres humanos podamos aspirar. Lo conocido y el que conoce están indisolublemente ligados. La realidad es construida, “realmente”, no metafóricamente, en el proceso de vivirla. Esta es la dimensión epistemológica del modelo CRRE y su primera expresión de radicalidad.
2. Los ideales, principios y valores juegan un rol central en la construcción de la realidad, siendo estos los factores determinantes fundamentales del nivel de humanidad o inhumanidad de la realidad que construimos socialmente.
3. Los estados de ánimo, emociones y focos atencionales juegan un rol central en el proceso individual de construcción de la realidad. Los seres humanos tienen capacidades para modular dichas variables siendo ello un elemento muy clave en los tipos de realidades que los humanos construimos.
4. Los seres humanos tampoco son en sí, de una forma independiente de quién los observa. Cada ser humano se inventa a sí mismo e inventa a los demás en el proceso continuo de convivir con ellos y con sí mismo. Somos el resultado, por una parte, de la historia de interacciones que se expresa en nuestra particular estructura y, por otra, de la particular y cambiante forma en que nos interpretamos y nos experimentamos en cada momento. Esta es la segunda condición radical del modelo CRRE, su dimensión ontológica.
5. La forma fundamental en que los humanos interactúan, construyen realidades y se construyen a sí mismos es la conversación, entendida ésta como un proceso de transformación en la convivencia, en la cual participan los dominios lingüísticos, emocionales, corporales y espirituales. La calidad de la “agenda” conversacional y la calidad de la conversación en sí son determinantes principales de la calidad de las relaciones humanas, la calidad del proceso de adaptación evolutiva al entorno y a los otros- y, en última instancia, la calidad de la realidad que construimos.
6. En el modelo CRRE la ciencia no consiste en descubrir verdades y leyes permanentes y de validez universal sino en generar interpretaciones acerca de las recurrencias perceptivas que los humanos comparten y que se validan por criterios de utilidad, consistencia, elegancia -u otros que los científicos decidan utilizar- pero no por su veracidad, universalidad y permanencia. Los científicos no descubren verdades sino que tan sólo inventan nuevas interpretaciones, nuevos paradigmas, en el sentido Kuhniano de

la palabra (Kuhn, 1962), y se reinventan a sí mismos en forma continua en coherencia con los paradigmas que inventan y los contextos científicos en que se mueven. En una perspectiva CRRE la ciencia es un fenómeno altamente político, en que la capacidad de generar una comunidad de apoyo es clave en el proceso de progresar dentro de los paradigmas y, mucho más aún, para liderar cambios de paradigmas.

7. En el modelo CRRE la validación y valoración de todas las producciones humanas, incluidas la filosofía y las ciencias, se hace en relación a un conjunto de valores determinados a priori por las comunidades humanas que hacen dicha validación y valoración, siendo el establecimiento de dichos valores el proceso más trascendente de la construcción social de la realidad. Es por ello que se agrega la dimensión existencial a la doble radicalidad del modelo constructivista propuesto: la existencia de dichos valores precede a la existencia de todo lo demás. En el modelo CRRE es no hace sentido que la validación y valoración del conocimiento disciplinario sea entregado exclusivamente a las comunidades disciplinarias que lo producen. Ello incluye por cierto y en forma muy especial a los especialistas en educación, que son los responsables de generar y gestionar el conocimiento relevante para la producción de seres humanos.

### **3. Ventajas y Beneficios del Modelo CRRE para la Educación en Ingeniería**

Propongo que un modelo constructivista radical del tipo antes descrito presenta ventajas y beneficios para cimentar una revolución educacional en ingeniería por las siguientes principales razones:

1. Un creciente número de científicos y pensadores han evolucionado en la dirección de la propuesta constructivista, generando propuestas interpretativas que aspiran a ser nuevos paradigmas en sus disciplinas (Hawkins, 2010; Palmer et al., 2010; Rifkin 2009; Spinoza, Flores y Dreyfuss, 1997; Mlodinow 2012). Ello genera un contexto político cada vez más favorable a las propuestas constructivistas.
2. El constructivismo radical, en cualquiera de sus versiones, acerca la cultura occidental a la cultura oriental, generando un puente interpretativo entre ellas, en especial en ámbitos tales como la innovación (Nonaka y Takeuchi, 1995)
3. El constructivismo radical facilita la generación de estados de ánimo de aceptación de la diversidad, lo que es un requisito fundamental para generar convivencia armónica y productiva en los ambientes multiculturales, impredecibles, cambiantes y complejos propios de las nuevas realidades globalizadas de la humanidad.
4. El constructivismo radical facilita la evolución adaptativa de los humanos y las organizaciones sociales en que operan. Mientras en el esencialismo – esto es, la creencia de que los seres humanos son de una forma inmanente y permanente- la idea que un humano tiene de sí mismo es una restricción al cambio adaptativo, en el constructivismo radical – en el cual los seres humanos son un “ser siendo”, una función continua del tiempo y las circunstancias- el potencial adaptativo es muy superior, siendo el desafío principal de los humanos el llevar adecuadamente el timón en el proceso de diseño y gestión de sí mismo en adaptación congruente al entorno.
5. El constructivismo radical hace responsable a cada persona de la construcción de la experiencia de vida que vive, minuto a minuto. La libertad de ser alcanza en el constructivismo radical su máxima expresión. Es clave para ello la autonomía individual

y las competencias requeridas para llevar adelante este proceso, siendo estos elementos centrales de una buena educación en la perspectiva CRRE.

#### **4. Implicancias del Modelo CRRE para la Educación en Ingeniería**

1. En el modelo CRRE literalmente no existe enseñanza –entendida en el sentido tradicional como transmisión de conocimiento- sino sólo aprendizaje. Independiente de lo que el profesor haga, cada alumno aprenderá lo que puede y quiere aprender dada su particular estructura, emoción y foco atencional, en la interacción con los profesores, los compañeros y el resto del contexto pedagógico. El profesor tiene como principal responsabilidad el diseño y la gestión de contextos de aprendizaje eficaces, eficientes y atractivos para los aprendices. De particular importancia es la generación de contextos emocionales y espirituales que ayuden a generar pasión por aprender y pasión por las disciplinas y otros saberes que los alumnos aprenden.
2. Aprender en el modelo CRRE es, por tanto, un proceso simultáneo e interactivo de construcción de conocimiento de la realidad externa - incluyendo los contenidos, los cursos y los profesores- así como de construcción del sí mismo, a partir de un programa de aprendizaje y transformación personal que cada alumno diseña y gestiona. Visto de esta manera el aprendizaje aparece como un desafío de ingeniería del sí mismo, lo cual lo hace especialmente atractivo para los que desean formarse como ingenieros
3. El CRRE pone el foco principal del aprendizaje en la expansión de la conciencia de sí, como base fundamental para la construcción del sí. El “conócete a sí mismo” se transforma en un pilar clave del diseño del sí mismo pero en una concepción más profunda y holística que la tradicional. No se trata de un conocimiento de sí puramente intelectual sino de uno que incluye también el ámbito de las emociones y la corporalidad. Y se trata por sobre todo de ampliar en forma continua y gradual el conocimiento del territorio del inconciente.
4. En el modelo CRRE los profesores también aprenden, evolucionan y se transforman en coherencia con dichos contextos y con sus estudiantes, en un ininterrumpido proceso de transformación personal y del conjunto del sistema. Un gran atractivo de esta aproximación es que los alumnos participan activamente en el proceso de mejoramiento continuo de los cursos ¡y de los profesores!
5. El modelo CRRE es especialmente atractivo para “Research Universities” - en las cuales el criterio fundamental de evaluación de los académicos es la investigación- por cuanto pone la responsabilidad principal del aprendizaje en el alumno y disminuye la presión sobre los académicos para que sean mejores docentes.

#### **5. Otras Consideraciones Contextuales para Diseñar una Reforma Revolucionaria de la Educación en Ingeniería**

Otras propuestas interpretativas que estimo relevantes para repensar la educación de ingeniería hoy son las siguientes:

1. Todos los ingenieros, de todas las disciplinas, requieren hoy en día contar con competencias que van más allá del mero conocimiento técnico. Las actitudes, los valores y las habilidades (AVH), otrora consideradas “habilidades blandas” son ahora habilidades profesionales fundamentales.

2. El conocimiento técnico evoluciona hoy a tal velocidad que el ciclo de vida del mismo es en muchos casos inferior a la extensión de los estudios profesionales. Además, dicho conocimiento está disponible para todos en ese disco duro compartido y permanentemente actualizado que es Internet. Dado ello, más que a aprender contenidos específicos la educación debe volcarse a la generación de las capacidades para aprender y desaprender – los contenidos obsoletos- en forma eficaz y eficiente. El aprendizaje de contenidos es más bien un medio para adquirir estas capacidades que un fin en sí.
3. A diferencia de la adquisición de conocimientos, el desarrollo de AVH requiere de largos períodos de entrenamiento y la eficacia y eficiencia de las prácticas de aprendizaje son mayores mientras antes en el proceso formativo éstas son incluidas. Esta es una poderosa razón para iniciar este proceso desde el inicio mismo de los estudios superiores.
4. Las AVH que el ingeniero integral hoy requiere tienen una correlación positiva con la eficacia, eficiencia y bienestar del proceso de aprendizaje en general. En efecto, tener una actitud de apertura a lo nuevo, proactividad y respeto y valoración de la diversidad, comunicarse bien, trabajar en equipo, conocerse y gestionarse a sí mismo, etc. son elementos claves para el aprovechamiento pleno de los espacios de aprendizaje y transformación personal integral que la universidad representa. Esta es una segunda muy buena razón para iniciar el proceso de fortalecimiento de las AVH desde el primer año de universidad.
5. El paso de la educación media (high school) a la educación superior constituye un excelente momento para invitar a los jóvenes, que, o ya han alcanzado o están por alcanzar la mayoría de edad (18 años), a hacer un cambio radical en sus paradigmas de aprendizaje y en sus paradigmas de vida en general, en particular en lo que refiere a la ganancia de autonomía respecto a sus familias, que es un problema no menor en culturas sobreprotectoras como es el caso de las latinas.
6. Ligado a la necesidad de desarrollar AVH ha aparecido también la conveniencia de incrementar las capacidades de emprendimiento e innovación en los ingenieros, entendiendo que ellas se han ido transformando en competencias genéricas, no sólo para aquellos que optan por el desarrollo de carreras empresariales e independientes en general. El abordaje temprano de la actitud y las competencias emprendedoras e innovadoras es también un coadyuvante en el desafío de lograr que los jóvenes asuman desde el inicio el diseño y la gestión de sus procesos de aprendizaje, con autonomía, responsabilidad y rigurosidad.
7. Los alumnos que ingresan a la educación superior en la actualidad tienen prácticas que, bien canalizadas, pueden ser de gran ayuda en lograr los objetivos buscados por los nuevos planes de estudio. Uno de los ámbitos en que esto es muy evidente es en el manejo que los jóvenes tienen de las tecnologías de infocomunicación. Sin duda alguna, el uso adecuado de los recursos de la web tiene un enorme potencial de contribución a mejorar el aprendizaje. Uno de los recursos con mayor potencial es el de las comunidades virtuales. Si bien existe evidencia del riesgo de ellas cuando terminan sustituyendo el desarrollo de relaciones de amistad y contacto presencial, no es menos cierto que ellas pueden transformarse en excelentes mecanismos de generación de redes sociales inicialmente virtuales y posteriormente presenciales.
8. Uno de los ámbitos donde la revolución paradigmática está teniendo un gran impacto práctico es el Management, la disciplina que aborda el tema del diseño, la dirección, gestión y administración de organizaciones. Los estudios sobre empresas que destacan y

perduran, y sobre los líderes de estas empresas, han elevado la importancia de los “ideales, valores y emociones” (Nonaka y Takeuchi, 1995, p. vii), la inteligencia emocional y el conocimiento y la gestión de sí mismo en la explicación del éxito en los negocios y el liderazgo organizacional (Drucker, 1999; Collins, 2001; Goleman, 2002; Heifetz, 2002; Harvard Business Review, 2001; Wheatley, 2007). El auge de este paradigma “rehumanizante” del Management es de sumo interés para la formación de ingenieros integrales, dado que uno de los nuevos desafíos para estos es contar con competencias de dirección y gestión de equipos y organizaciones.

## **6. Líneas de Acción para una Revolución Constructivista Radical en la Educación de Ingeniería.**

A partir de la propuesta filosófica antes enunciada y teniendo en cuenta las consideraciones de contexto señaladas propongo las siguientes líneas de acción principales para cimentar un cambio revolucionario en la Educación de Ingeniería.

1. Poner como un objetivo central de la educación de ingeniería el desarrollo de las capacidades propias de la ingeniería del sí mismo, incluyendo la expansión permanente de la conciencia de sí y de entorno y el diseño, gestión, evaluación y rediseño permanente de sí mismo.
2. Entregar tempranamente a los alumnos la responsabilidad del diseño e implementación de un programa de aprendizaje que busque asegurar el cumplimiento de la triada “*Hacerlo Bien, Hacer el Bien y Pasarlo Bien*”, esto es, aprender y crecer eficaz y eficientemente, colaborar con los pares en este mismo proceso y con la comunidad académica y social en general y alcanzar altos niveles de bienestar durante la fase de educación superior.
3. Utilizar el año de ingreso a los estudios de ingeniería para hacerlos concientes de la crucial importancia del proceso que inician y de las posibilidades que les abre para mejorar sus vidas y las de otros. Un elemento clave de ello es generar conciencia y hacer una revisión y modificación profunda de los paradigmas y prácticas de aprendizaje y vida, que les permita un salto significativo a un nuevo estadio de aprendizaje y a niveles altos de autonomía respecto a sus familias y otros referentes humanos relevantes: amigos, clubes, iglesias, etc.
4. Constituir a los alumnos en comunidades de aprendizaje y vida (CAV) desde el inicio de los estudios, asegurando niveles altos de diversidad de todo tipo en dichas comunidades.
5. Focalizar fuertemente el primer año en el desarrollo de habilidades socioemocionales – incluyendo un detallado y riguroso diagnóstico de las mismas –apoyándose fuertemente en las CAV para ello. Un especial énfasis debe ser puesto en la evaluación y fortalecimiento de la autoestima y las capacidades de relacionamiento con los pares: entrar en contacto, construir confianza, comunicarse, colaborar, compartir, convivir.
6. Facilitar que los alumnos adquieran, desde el inicio, adecuados estilos y buenas prácticas de aprendizaje, adecuados a sus particulares estructuras (biotipos, caracteres, etc.) apoyándose para ello también en las CAV.
7. Utilizar los recursos infocomunicacionales intensamente y direccionadamente, desde el inicio, para asegurar que ellos favorezcan y no obstaculicen el desarrollo de las habilidades, actitudes y valores que se desea asegurar como parte de la formación de ingenieros. En particular es necesario asegurar que el contacto virtual –que no es contacto

propriadamente humano- ayude a fortalecer el contacto presencial, que es la base de todas las otras habilidades sociales y directivas.

8. Poner como objetivo pedagógico fundamental para todos los cursos, por sobre la adquisición del conocimiento acerca de los últimos paradigmas disponibles en la disciplina, el incremento en el interés y la motivación de los alumnos por las materias de los cursos y las disciplinas subyacentes así como el mejoramiento de las capacidades de aprendizaje, genéricas y contingentes a dichas disciplinas. El cumplimiento de estos objetivos pedagógicos deben ser, obviamente, debidamente evaluados.
9. Fortalecer desde el inicio el espíritu y la capacidad de emprender de los estudiantes, en particular en lo que refiere a generar proyectos nobles y grandes que desencadenen en ellos la pasión por emprender. El primer gran emprendimiento a que se los invita es a emprender en el aprender, haciendo del aprendizaje el primer proyecto trascendente que les toca acometer como emprendedores.
10. Buscar desde el inicio de los estudios – aprovechando y amplificando con ello el cambio de fase que ir a la universidad significa- incrementar sostenidamente el nivel de conciencia e interés en el entorno social y en el mundo en general de parte de los jóvenes. Para ello, proyectos sociales a cargo de las CAV, pueden ser un excelente medio, que además genera un contexto propicio para el fortalecimiento de las capacidades de escucha empática, liderazgo, trabajo en equipo, comunicación, entre otras.
11. Transformar las escuelas de ingeniería en culturas evaluativas, instalando prácticas y sistemas que hagan del evaluar todo lo que se hace y los resultados que produce, en forma continua y rigurosa, un elemento constitutivo central de ellas. Ayuda a ello entender la educación de ingeniería como un proceso ingenieril – la ingeniería de la educación o ingeniería humana- que requiere el mismo rigor en el diseño, implementación y evaluación que otras ramas de la ingeniería.

## **7. Consideraciones Finales**

Nadie mínimamente conciente y responsable puede hoy poner en duda la complejidad, gravedad y urgencia de los cambios y desafíos que enfrentamos. Vivimos una encrucijada. O asumimos a cabalidad estas nuevas realidades y las enfrentamos con coraje y determinación como comunidad planetaria o el planeta y la humanidad están a riesgo. Los formadores de ingenieros no nos podemos excluir de esta realidad. Los más acuciantes problemas de ingeniería hoy no son ni la crisis energética ni el déficit de agua, ni la contaminación ni el cambio climático. El hambre y la violencia no son temas de los políticos, son temas de todos y en particular de los encargados de la producción de seres humanos, es decir de los educadores. Ya sabemos que los seres humanos no nacemos ni agresivos ni egoístas ni individualistas. Tampoco nacemos pacíficos, colaboradores y comunitarios. Ni siquiera nacemos humanos sino que nos hacemos humanos en la medida en que el ambiente en que nacemos y crecemos es un ambiente humano, es decir, marcado por el amor, el respeto, la aceptación, la empatía, etc. Nos hacemos humanos de un tipo contingente al contexto que nos generan los adultos a cargo, especialmente los padres y los educadores.

La evolución de los paradigmas científicos se inclina claramente al constructivismo, lo cual amplía el rol de los seres humanos en la especificación del curso de la historia. La historia sigue el curso de los deseos, nos repite incansablemente Humberto Maturana, el destacado biólogo chileno.

Si deseamos un mundo de igualdad, justicia y solidaridad lo podemos tener. Un nuevo renacimiento humanista es posible. Pero ello requiere de una verdadera revolución paradigmática que a su vez requiere de un gran acuerdo y de mucho coraje para enfrentar la parálisis paradigmática de aquellos que no tienen el coraje de abandonar sus viejas certidumbres.

Necesitamos de mucha paciencia y mucha perseverancia, de prudencia, de aceptación y compasión para lograr los graduales acuerdos que nos permitirán lograr esta noble meta de salvar y hacer mejor a la humanidad.

Encuentros como los World Engineering Forum son oportunidades excepcionales para avanzar en esta dirección. A ello pretende ser una modesta contribución este ensayo.

### **Agradecimientos**

Agradezco a Sergio Celis por su contribución a poner por escrito mis exploraciones e innovaciones en el ámbito de la educación superior y a conectarme gradualmente con los investigadores en el área.

Agradezco a María Eugenia Cisternas y Sebastián Balmaceda por sus valiosas sugerencias a mi propuesta de trabajo con estudiantes de ingeniería de primer año.

Agradezco a mi hijo Juan José, estudiante universitario, por generar un contexto emocional que me ayudó a no ceder en el propósito de expresar en este texto mis más profundas convicciones, por radicales que resultaran.

### **Referencias**

**Baillie, C.** Addressing First-year Issues in Engineering Education. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 23, No. 4, (Diciembre 1998), pp. 453-465.

**Collins, J.** *Good to Great*. New York: HarperCollins Publishers. 2001.

**De Graaff, E.** y Ravesteijn, W. Training complete engineers: global enterprise and engineering education. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 26, No. 4, (Diciembre 2001), pp. 419-427.

**Drucker, P.** Managing Oneself. *Harvard Business Review*. Vol. 77, No. 2, (Marzo-Abril 1999), pp. 64-74.

**Goleman, D.** *Primal Leadership*. Boston: Harvard Business School Press. 2001.

**Hamel, G.** Strategy as Revolution. *Harvard Business Review*. Vol. 74, No. 4, (Julio-Agosto 1996), pp. 69-82.

**Harvard Business Review.** *Know Thyself*. (From the Editor). Vol. 79, No. 11, (Diciembre 2001), pp. 8.

**Hawking, S.** y Mlodinow, L. *The Grand Design*. New York: Bantam Books. 2010.

**Heifetz, R.** y Linsky, M.. A Survival Guide for Leaders. *Harvard Business Review*. Vol. 80, No. 6, (Julio 2002), pp. 65-72.

**Kuhn, T.** *The Structure of Scientific Revolution*. Chicago: University of Chicago Press. 1962.

**Maturana, H.** y Varela, F. *De Máquinas y Seres Vivos*. Santiago: Editorial Universitaria. 1974.

**Maturana, H.** y Varela, F. *El Arbol del Conocimiento*. Santiago: Editorial Universitaria. 1984.

**Maturana, H.** y Vignolo, C. Conversando sobre Educación. *Perspectivas en Política, Economía y Gestión*. Vol 4, N° 2, (2001), pp. 249-266.

**Menand, L.** *El Club de los Metafisicos: Historia de las Ideas en América.* Barcelona: Ediciones Destino. 2002.

**Menand, L.** *The Marketplace of Ideas: Reform and Resistance in the American University.* New York: W.W. Norton&Company. 2010.

**Mlodinow, L.** *Subliminal: How Your Unconscious Mind Rules Your Behavior.* New York: Pantheon Books. 2012.

**Nonaka, I.** y Takeuchi, H. *The Knowledge Creating Company.* New York: Oxford University. 1995.

**Palmer, P., Zajonc, A., Scribner, M. y Nepo, M.** *The Heart of Higher Education: A Call to Renewal.* San Francisco,:Jossey Bass. 2010.

**Redish, E.** y Smith, K. Looking Beyond Content: Skill Development for Engineers. *Journal of Engineering Education.* Vol. 97, No. 3, (Julio 2008), pp. 295-307.

**Rifkin, J.** *The Emphatic Civilization: The Race to Global Consciousness in a World in Crisis.* New York: Penguin. 2009.

**Sheppard, S., Pellegrino, J. y Olds, B.** On Becoming a 21<sup>st</sup> Century Engineer. *Journal of Engineering Education.* Vol. 97, No. 3, (Julio 2008), pp. 231-234.

**Spinoza, C., Flores, F. y Dreyfuss, H.** *Disclosing New Worlds: Entrepreneurship, Democratic Action and the Cultivation of Solidarity.* Boston: The MIT Press. 1997.

**Vignolo, C., Celis, S. y Guggisberg, I.** Active Learning as Source of Continuous Innovation in Courses. *Designing and Implementing an Active and Equitable Engineering Education, Proceedings of Eight International Workshop ALE 2008,* Bogotá, Colombia (Junio, 2008).

**Vignolo, C. y Celis, S.** Engineering of Self: Twenty-Five Years of Experience Developing New Skills and Expanding Boundaries for Chilean Engineers. *Proceedings of 9th ASEE Global Coloquium on Engineering Education,* Singapore (Octubre, 2010).

**Wheatley, M.** *Leadership and the New Science.* San Francisco: Berrett-Koehler Publishers. 2006.

**Centro de Gestión (CEGES)**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**  
**Universidad de Chile**

Serie Gestión

Nota: Copias individuales pueden pedirse a [ceges@dii.uchile.cl](mailto:ceges@dii.uchile.cl)

Note: Working papers are available by request at [ceges@dii.uchile.cl](mailto:ceges@dii.uchile.cl)

**2001**

29. Modelos de Negocios en Internet (Versión Preliminar)  
Oscar Barros
30. Sociotecnología: Construcción de Capital Social para el Tercer Milenio  
Carlos Vignolo F.
31. Capital Social, Cultura Organizativa y Transversalidad en la Gestión Pública  
Koldo Echebarria Ariznabarreta
32. Reforma del Estado, Modernización de la Gestión Pública y Construcción de  
Capital Social: El Caso Chileno (1994-2000)  
Álvaro V. Ramírez Alujas
33. Volver a los 17: Los Desafíos de la Gestión Política (Liderazgo, Capital Social y  
Creación de Valor Público: Conjeturas desde Chile) Sergio Spoerer H.

**2002**

34. Componentes de Lógica del Negocio desarrollados a partir de Patrones de  
Procesos  
Oscar Barros V.
35. Modelo de Diseño y Ejecución de Estrategias de Negocios  
Enrique Jofré R.
36. The Derivatives Markets in Latin America with an emphasis on Chile  
Viviana Fernández
37. How sensitive is volatility to exchange rateregimes?  
Viviana Fernández
38. Gobierno Corporativo en Chile después de la Ley de Opas  
Teodoro Wigodski S. y Franco Zúñiga G.
39. Desencadenando la Innovación en la Era de la Información y el Vértigo Nihilista  
Carlos Vignolo F.
40. La Formación de Directivos como Expansión de la Conciencia de Sí

- Carlos Vignolo F.
41. Segmenting shoppers according to their basket composition: implications for Cross-Category Management  
Máximo Bosch y Andrés Musalem
  42. Contra la Pobreza: Expresividad Social y Ética Pública  
Sergio Spoerer
  43. Negative Liquidity Premia and the Shape of the Term Structure of Interest Rates  
Viviana Fernández

## 2003

44. Evaluación de Prácticas de Gestión en la Cadena de Valor de Empresas Chilenas  
Oscar Barros, Samuel Varas y Richard Weber
45. Estado e Impacto de las TIC en Empresas Chilenas  
Oscar Barros, Samuel Varas y Antonio Holgado
46. Estudio de los Efectos de la Introducción de un Producto de Marca Propia en una Cadena de Retail  
Máximo Bosch, Ricardo Montoya y Rodrigo Inostroza
47. Extreme Value Theory and Value at Risk  
Viviana Fernández
48. Evaluación Multicriterio: aplicaciones para la Formulación de Proyectos de Infraestructura Deportiva  
Sara Arancibia, Eduardo Contreras, Sergio Mella, Pablo Torres y Ignacio Villablanca
49. Los Productos Derivados en Chile y su Mecánica  
Luis Morales y Viviana Fernández
50. El Desarrollo como un Proceso Conversacional de Construcción de Capital Social: Marco Teórico, una Propuesta Sociotecnológica y un Caso de Aplicación en la Región de Aysén  
Carlos Vignolo F., Christian Potocnjak y Alvaro Ramírez A.
51. Extreme value theory: Value at risk and returns dependence around the world  
Viviana Fernández
52. Parallel Replacement under Multifactor Productivity  
Máximo Bosch y Samuel Varas
53. Extremal Dependence in Exchange Rate Markets  
Viviana Fernández
54. Incertidumbre y Mecanismo Regulatorio Óptimo en los Servicios Básicos Chilenos  
Eduardo Contreras y Eduardo Saavedra

## 2004

55. The Credit Channel in an Emerging Economy  
Viviana Fernández
56. Frameworks Derived from Business Process Patterns  
Oscar Barros y Samuel Varas
57. The Capm and Value at Risk at Different Time Scales  
Viviana Fernández
58. La Formación de Líderes Innovadores como Expansión de la Conciencia de Sí: El Caso del Diplomado en Habilidades Directivas en la Región del Bío-Bío – Chile  
Carlos Vignolo, Sergio Spoerer, Claudia Arratia y Sebastián Depolo
59. Análisis Estratégico de la Industria Bancaria Chilena  
Teodoro Wigodski S. y Carla Torres de la Maza
60. A Novel Approach to Joint Business and System Design  
Oscar Barros
61. Los deberes del director de empresas y principales ejecutivos Administración de crisis: navegando en medio de la tormenta.  
Teodoro Wigodski
62. No más VAN: el Value at Risk (VaR) del VAN, una nueva metodología para análisis de riesgo  
Eduardo Contreras y José Miguel Cruz
63. Nuevas perspectivas en la formación de directivos: habilidades, tecnología y aprendizaje  
Sergio Spoerer H. y Carlos Vignolo F.
64. Time-Scale Decomposition of Price Transmission in International Markets  
Viviana Fernández
65. Business Process Patterns and Frameworks: Reusing Knowledge in Process Innovation  
Oscar Barros
66. Análisis de Desempeño de las Categorías en un Supermercado Usando Data Envelopment Analysis  
Máximo Bosch P., Marcel Goic F. y Pablo Bustos S.
67. Risk Management in the Chilean Financial Market The VaR Revolution  
José Miguel Cruz

## 2005

68. Externalizando el Diseño del Servicio Turístico en los Clientes: Teoría y un Caso en Chile  
Carlos Vignolo Friz, Esteban Zárate Rojas, Andrea Martínez Rivera, Sergio Celis Guzmán y Carlos Ramírez Correa
69. La Medición de Faltantes en Góndola  
Máximo Bosch, Rafael Hilger y Ariel Schilkrut
70. Diseño de un Instrumento de Estimación de Impacto para Eventos Auspiciados por una Empresa Periodística

- Máximo Bosch P., Marcel Goic F. y Macarena Jara D.
71. Programa de Formación en Ética para Gerentes y Directivos del Siglo XXI:  
Análisis de las Mejores Prácticas Educativas  
Yuli Hincapie y Teodoro Wigodski
72. Adjustment of the WACC with Subsidized Debt in the Presence of Corporate  
Taxes: the N-Period Case  
Ignacio Vélez-Pareja, Joseph Tham y Viviana Fernández
73. Aplicación de Algoritmos Genéticos para el Mejoramiento del Proceso de  
Programación del Rodaje en la Industria del Cine Independiente  
Marcel Goic F. y Carlos Caballero V.
74. Seguro de Responsabilidad de Directores y Ejecutivos para el Buen Gobierno  
Corporativo  
Teodoro Wigodski y Héctor H. Gaitán Peña
75. Creatividad e Intuición: Interpretación desde el Mundo Empresarial  
Teodoro Wigodski
76. La Reforma del Estado en Chile 1990-2005. Balance y Propuestas de Futuro  
Mario Waissbluth
77. La Tasa Social de Descuento en Chile  
Fernando Cartes, Eduardo Contreras y José Miguel Cruz
78. Assessing an Active Induction and Teaming Up Program at the University of  
Chile  
Patricio Poblete, Carlos Vignolo, Sergio Celis, William Young y Carlos Albornoz

## **2006**

79. Marco Institucional y trabas al Financiamiento a la Exploración y Mediana  
Minería en Chile  
Eduardo Contreras y Christian Moscoso
80. Modelo de Pronóstico de Ventas.  
Viviana Fernández
81. La Ingeniería de Negocios y Enterprise Architecture  
Óscar Barros V.
82. El Valor Estratégico de la innovación en los Procesos de Negocios  
Oscar Barros V.
83. Strategic Management of Clusters: The Case of the Chilean Salmon Industry  
Carlos Vignolo F., Gastón Held B., Juan Pablo Zanlungo M.
84. Continuous Innovation Model for an Introductory Course to Industrial  
Engineering  
Carlos Vignolo, Sergio Celis , Ana Miriam Ramírez
85. Bolsa de Productos y Bolsa Agrícola en Chile: un análisis desde la teoría de  
carteras  
Eduardo Contreras, Sebastián Salinas

## 2007

86. Arquitectura Y Diseño De Procesos De Negocios  
Óscar Barros V.
87. Personalizando la Atención del Cliente Digital  
Juan Velásquez S.
88. ¿En el país de las maravillas?: equipos de alta gerencia y cultura empresarial  
Sergio Spoerer
89. Responsabilidad Social Empresarial: El Caso De Forestal Mininco S.A. y Comunidades Mapuches  
Teodoro Wigodski
90. Business Processes Architecture And Design  
Óscar Barros V.
91. Gestión Estratégica: Síntesis Integradora y Dilemas Abiertos  
Teodoro Wigodski
92. Evaluación Multicriterio para Programas y Proyectos Públicos  
Eduardo Contreras, Juan Francisco Pacheco
93. Gestión De Crisis: Nuevas Capacidades Para Un Mundo Complejo.  
Teodoro Wigodski
94. Tres Años Del Sistema De Alta Dirección Pública En Chile: Balance Y Perspectivas  
Rossana Costa y Mario Waissbluth
95. Ética En Las Organizaciones De Asistencia Sanitaria  
Teodoro Wigodski

## 2008

96. Caso Chispas: Lealtad debida en el directorio de una sociedad  
Teodoro Wigodski
97. Caso Falabella – Almacenes París: Profesionalización de la Empresa Familiar  
Teodoro Wigodski
98. Evaluación de inversiones bajo incertidumbre: teoría y aplicaciones a proyectos en Chile.  
Eduardo Contreras
99. Sistemas Complejos Y Gestión Publica  
Mario Waissbluth
100. Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones  
TI. Primera Parte  
Oscar Barros

- 101. Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones  
TI. Segunda Parte  
Oscar Barros
- 102. Compañía Sudamericana de Vapores (CSAV): Una empresa chilena globalizada  
Teodoro Wigodski, Juan Rius, Eduardo Arcos
- 103. Active learning as source of continuous innovation in courses  
Carlos Vignolo, Sergio Celis, Indira Guggisberg
- 104. Learning to Start Starting by Learning  
Carlos Vignolo, Sergio Celis
- 105. Ingeniería de Negocios: Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones  
TI. Tercera Parte Óscar Barros V.  
Demand Forecasting and Capacity Planning for Hospitals.  
Oscar Barros<sup>1</sup>, Richard Weber, Carlos Reveco, Eduardo Ferro and Cristian Julio.
- 106. Caso: Concha y Toro S.A. Modelo de Internacionalización  
Teodoro Wigodski S., Ariel Martínez G., **René Sepúlveda L.**
- 107. Calentamiento Global: Estrategia de acción  
Teodoro Wigodski S.

## 2009

- 108. Decisiones Éticas en Tiempos de Crisis: El Caso del Rescate al Sistema  
Financiero y a la Industria Automotriz de EEUU  
Teodoro Wigodski, Cristián Espinoza, Guido Silva
- 109. Gestión del Cambio en el Sector Público  
Mario Waissbluth
- 110. La Industria del Salmón, el Virus ISA y la Transparencia en la Información al  
Mercado: Caso Multiexport  
Teodoro Wigodski S., Pablo Herdener M.
- 111. Transformación de Conocimiento Tácito en Explícito, Una Revisión Crítica.  
Eduardo Contreras
- 112. Explaining the Returns of Chilean Equities: Are All Markets Created Equal?  
Gonzalo Maturana F.
- 113. “Ángeles y Demonios” en las Organizaciones: Notas para una Psico-  
Sociopatología de la Innovación.  
Carlos Vignolo F.
- 114. La Gestión de Organizaciones y Programas Públicos en Chile.  
Mario Waissbluth S., José Inostroza L., Eduardo Acuña F., César Avendaño A.
- 115. Propuesta de una Institucionalidad para el Sistema de Evaluación del Gobierno.  
Eduardo Contreras, Juan Francisco Pacheco.

## 2010

116. Ángeles Y Demonios En La Gestión Publica Chilena.  
Carlos Vignolo, Álvaro Ramírez y Carlos Vergara.
117. Buscando Sentido  
Teodoro Wigodski y Jacqueline Valenzuela
118. Enterprise and Process Architecture Patterns  
Oscar Barros and Cristian Julio.
119. Application of Enterprise And Process Architecture Patterns In Hospitals  
Oscar Barros and Cristian Julio.
120. Hospital Services Demand Forecasting and Management  
Oscar Barros<sup>1</sup>, Richard Weber, Carlos Reveco, Eduardo Ferro and Cristian Julio.
121. Ingeniería de Negocios, Diseño Integrado de Negocios, Procesos y Aplicaciones  
TI. Segunda Parte. Versión 3.0  
Oscar Barros V.
122. Regularidades en los Fallos de la Corte Suprema Sobre Libre Competencia<sup>1</sup>  
Teodoro Wigodski Sirebrenik<sup>2</sup>.
123. Demand Forecasting and Capacity Planning for Hospitals.  
Oscar Barros<sup>1</sup>, Richard Weber, Carlos Reveco, Eduardo Ferro and Cristian Julio.
124. Los SNIP de América Latina y el Caribe: Historia, evolución y lecciones  
aprendidas- Eduardo Contreras-Fernando Cartes-Juan Francisco Pacheco Julio  
de 2010<sup>1</sup>.
125. Gobierno Corporativo Mayores Empresas Mineras del Mundo.  
Teodoro Wigodski/Alumnos: Víctor Garay, Ronald Monsalve, Carolina Moya.
126. Caso<sup>1</sup>: Conflicto con pueblos originarios: El Estado chileno y el Pueblo  
Mapuche.  
Teodoro Wigodski<sup>2</sup>.

## 2011

127. Gestión del Conocimiento y Transparencia: desafíos para la inversión pública a  
nivel local.  
Eduardo Contreras, Alejandro Barros, Natalie González, Javier Fuenzalida.
128. Inversión Pública: Desafíos del Sistema Nacional de Inversiones<sup>1</sup>  
Eduardo Contreras y Luis Zaviezo<sup>2</sup>.
129. VEA (Valor Económico Agregado): Aportes y deficiencias en su aplicación a la  
gestión financiera<sup>1</sup>  
Eduardo Contreras.
130. A Lightweight Approach for Designing Enterprise Architectures Using BPMN: an  
Application in Hospitals  
O.Barros<sup>1</sup>, R.Seguel<sup>2</sup>, and A. Quezada<sup>1</sup>
131. Enterprise And Process Architecture Patterns

- O.Barros<sup>1</sup> And Cristian Julio.
132. Engineering of Self: Twenty-Five Years Experience Developing New Skills and Expanding Boundaries for Chilean Engineers.  
Carlos Vignolo and Sergio Celis.
133. Caso Aquachile: Estrategias de Crecimiento en un Entorno Amenazante  
Carolina Troya<sup>1</sup>, Teodoro Wigodski<sup>2</sup>, Jerko Juretić<sup>3</sup>, Roberto Castro<sup>4</sup>.

## 2012

134. Fortaleciendo el Gobierno Corporativo: Responsabilidad Penal de la Empresa.  
Teodoro Wigodski y Ximena Santibáñez.
135. Un Modelo de Calidad de Servicio para Banca Retail.  
Máximo Bosch, Eduardo Contreras y Patricia Ross.
136. Caso Aqua Chile: Estrategias de crecimiento en un entorno amenazante. Versión 2012  
Teodoro Wigodski
137. Caso: Banca en Chile. Versión 2012  
Teodoro Wigodski
138. Caso: Viña Concha y Toro. Versión 2012  
Teodoro Wigodski
139. Business Engineering and the Design of Services: Application to Hospitals  
Oscar Barros.
140. Conciencia, Diseño y Gestión de Sí: Una Aproximación Constructivista Radical a la Formación de Ingenieros Integrales.  
Carlos Vignolo.