

Departamento de Ingeniería Industrial

# REVISTA LEO XXXIII



**Formando Personas-Ingenieros(as)  
Transformando el País**

# Nosotros

## Gerente

Constanza Contreras

## Sub-Gerente

Ricardo Orellana

## Equipo de Relaciones Públicas

Tamara Quiroz

Antonia Cruz

## Equipo Financiero

Daniela Tapia

Daniel Esquivel

## Contenido Académico

Tamara Wong

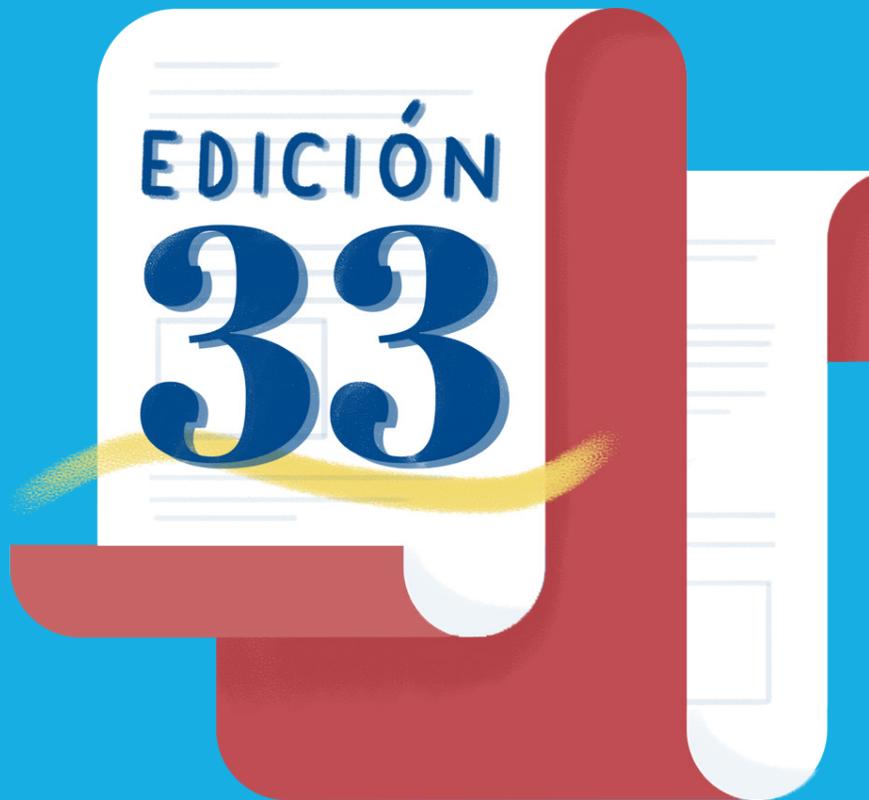
José Miguel Araya

## Redacción

Paula Mangiola

## Diseño

Montserrat Rebolledo



@leousachoficial 

@leo.usach 

@LEO\_UDESANTIAGO 

leo.usach.cl 

# Índice

## REVISTA LEO XXXIII

Editorial	02
“Formación de personas-ingenieros competentes frente a la situación global actual y futura”	03
Presentación Empresas	04
“Tolerancia, reflexión y análisis para formar personas”	06
Cifras Ing. Industrial	08

## FORMACIÓN DE ESTUDIANTES EN INGENIERÍA

“Nuevas perspectivas en Ingeniería”	10
“Ranking mejores 10 universidades chilenas del años 2017 “	13
SABÍAS QUÉ... Ranking mejores universidades de Latinoamérica	14

## DESAFÍOS ACTUALES Y FUTUROS EN LA INGENIERÍA

“Desafíos ingenieriles. Desarrollo social y tecnologico”	16
“Desafíos Ingenieriles”	19
“Ingeniería y rol social. Carreras, programas y proyectos”	20
Columna de opinión	22

## MUJERES, EQUIDAD Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA

“Ciencias y humanidades: brecha de género, desafiando los paradigmas”	24
12 Mujeres que iluminaron la Ciencia con su luz	26
SABÍAS QUÉ...Datos mujeres en la ingeniería	27
“Historias de mujeres ingenieras”	28
Línea de tiempo: “Mujeres Ingenieras”	30
Cuadro desigualdad de género	32

## LA INGENIERÍA DESDE UNA MIRADA MÁS COMPLEJA

“Integración y rol social de la ingeniería en la educación, la cultura y el trabajo”	34
17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	36
Curiosidades	37
“Historia e ingeniería: rol social de la ciencia”	38
Nota sobre humanidades en la ingeniería	40
“Puntos claves para la formación de un/a ingeniero/a integral”	41
“Futuros ingenieros y formación social”	42
“¡El medioambiente nos necesita!”	44

## REVISTA LEO XXXIII

Holding LEO XXXIII	45
Referencias	46
Auspiciadores	48

# Editorial

A lo largo de la historia del ser humano se ha visto en la necesidad de solucionar problemas de índole económico, social, ambiental, político, entre muchos otros. Los ingenieros son profesionales encargados de aplicar el conocimiento mediante el diseño de modelos y técnicas disciplinares con el fin de solucionar los distintos problemas que enfrenta el ser humano, además de satisfacer necesidades y generar beneficios sociales y económicos; pero por sobre todo ser capaz de dar soluciones con recursos limitados. Es por esto, que surge la pregunta *¿Qué tan importante es la formación de los ingenieros e ingenieras? ¿Debe existir una preocupación sobre la calidad profesional de nuestros egresados?, y por consiguiente, ¿en qué condiciones se incorporan al mundo laboral?*

La entrada y el avance de la tecnología en la sociedad, así como las consecuencias que tiene su incorrecta utilización, le asignan al ingeniero una fundamental cuota de responsabilidad por el producto de su trabajo y el uso que se hace de éste. Entonces *¿Los ingenieros e ingenieras tienen un papel importante dentro de la sociedad?*

Considerando el impacto y la relevancia que la tecnología representa actualmente en nuestro planeta, la responsabilidad del ingeniero e ingeniera es directamente proporcional al efecto de su contribución.

Por lo anterior es que se hace necesario plantear qué es lo que se quiere como país y cómo se puede intervenir en la formación de estos profesionales, para así poder generar y asegurar impactos positivos en el bien común.

El actual ritmo de vida demanda un aprendizaje de la ingeniería que permita formar un profesional que responda a las exigencias del desarrollo contemporáneo. Para esto, se requiere de una organización del proceso educativo y de los modelos curriculares que se distingan por ser colaborativos, participativos, y que posibiliten lograr un aprendizaje autónomo y para toda la vida.

Es necesario formar ingenieros con una base de conocimientos amplios y flexibles, con un conjunto de capacidades y actitudes que les permita cumplir con su compromiso social, y con desafíos tecnológicos y ambientales. Éstas premisas deben ser imprescindibles para los centros de educación superior que tienen a cargo la formación de ingenieros.

La formación profesional recibida en la universidad debe ser trascendental, destacando valores, ética laboral y responsabilidad social, y promulgando la empatía con la comunidad, además de desarrollar de la mejor manera el ámbito científico matemático y humanista.

Un buen ingeniero o ingeniera deben ser personas íntegras, con habilidades técnicas y profesionales, capaces de resolver los problemas sociales y de la industria, y con un interés de contribuir positivamente en el mundo que vivimos. **R**

# Formación de personas-ingenieros competentes frente a la situación global actual y futura.

El presente semestre se escogió como temática transversal la de “formar personas-ingenieros para transformar el país”. Desde luego, considerando la complejidad del trasfondo del enunciado, en un marco de grandes desafíos que deberá enfrentar nuestro país, y del rol crítico y transformador que se pretende otorgar como sello la Usach, en la formación de sus profesionales en general, y en la de sus ingenieros en particular.

Al visualizar el Chile que se quisiera construir hacia el 2030 y procurar esbozar una imagen de ese país para imaginar los ca-

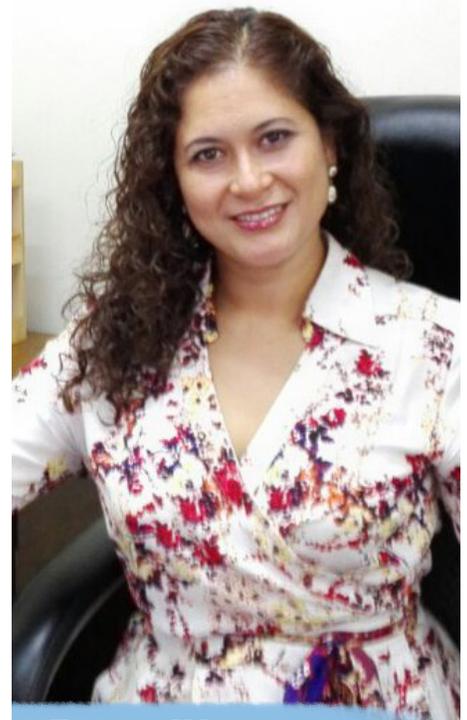


*José Miguel Araya*

*Profesor Cátedra.*

minos a recorrer y diversos aspectos a considerar para lograr llegar o acercarse en una medida significativa a esa imagen, surge una infinidad de concepciones sobre una tal sociedad, y cuestionamientos sobre cuales aspectos privilegiar y opciones de ámbitos de gestión a favorecer. Dibujar con cierta nitidez tal imagen es en sí mismo, un gran desafío, cuyos aspectos de condicionantes globales suelen ofrecer más inquietudes que claridades por dónde transitar. No obstante, desde una concepción socio productiva, más cercana al quehacer de la ingeniería, las opciones parecen descansar en cierta confianza de producir los saberes técnicos suficientes, a la altura de las problemáticas que se vayan presentando. Sin embargo, en el contexto de lo cotidiano cada vez con más frecuencia e importancia asoman situaciones problemas, carentes de soluciones coherentes, en la dominancia de los paradigmas tradicionales de la ingeniería.

Diversas preocupaciones golpean la puerta de la responsabilidad institucional de formar personas-ingenieros para transformar el país hacia mejores condiciones de vida, necesarias de atender, explicar y concebir formas de enfrentarlas y resolverlas. Por nombrar solo algunas preocupaciones, cabe mencionar la concentración de la riqueza en un muy pequeño porcentaje de personas, la difícil situación de los migrantes, la indiscutible presencia del cambio climático y sus inquietantes impactos para la vida de las personas, el encarecimiento y dificultades asociadas a los suministros de energía, la disponibilidad futura y formas de aseguramiento y esquemas de administración para garantizar el abastecimiento de agua potable a la población, etc.



*Tamara Wong*

*Profesora Laboratorio.*

La formación de personas y el desarrollo de capacidades técnicas suficientes para enfrentar un mundo complejo y cambiante supone un equivalente de complejidad educativa que garantice el balance adecuado. La universidad debe cuestionarse la vigencia y eficacia de sus paradigmas, modelos y prácticas educativas. La tarea es demasiado importante. El trabajo del Laboratorio de Emprendimiento Organizacional, LEO, del presente primer semestre de 2018, se propuso abordar en forma introductoria la problemática señalada y los contenidos de esta revista dan cuenta importante de lo logrado al respecto. **R**



## Empresa Comunicaciones y Multimedia

La empresa Comunicaciones y Multimedia tiene como objetivo la difusión de información acerca del tema "Formando Personas-ingenieros (as), transformando país". Para ello se ocupan diversas plataformas virtuales, de manera que la comunidad pueda conocer e informarse, además de trabajar en conjunto con las otras empresas del Holding para prestar apoyo cuando sea requerido.



## UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE CHILE



## Empresa Revista

La empresa Revista es una de las 4 empresas que componen el Holding, donde sus integrantes tienen diversos cargos, con el desafío de realizar una revista técnica sobre el tema transversal que se está abordando. Para ello los estudiantes deben gestionar entrevistas con personas destacadas en diferentes ámbitos relacionados al tema, además de la gestión en la búsqueda de auspicio y/o patrocinio para asegurar la realización de la revista.

## Empresa Fomento

La empresa Fomento es un equipo de estudiantes cuyo objetivo principal es la búsqueda de financiamiento para las actividades que se realizan en el Laboratorio de Emprendimiento Organizacional. Para ello, los estudiantes tienen que gestionar y vincularse con diferentes empresas para conseguir el auspicio y/o patrocinio de estas, y además generar recursos mediante emprendimientos de manera transparente, para lograr los objetivos propuestos por el Holding.



**LEO**  
LABORATORIO  
DE EMPRENDIMIENTO  
ORGANIZACIONAL

## Empresa Simposio

La empresa simposio, tiene diversos cargos en su interior, con el desafío de diseñar, gestionar, organizar y concretar la participación de expertos de diversas áreas para el día del evento final, además de la vinculación con diversas empresas en la búsqueda de auspicio y/o patrocinio.

Su objetivo principal es la realización de un evento que generará una instancia de discusión sobre la temática abordada a lo largo del semestre.



# Tolerancia, reflexión y análisis para formar personas.

## Demandas estudiantiles y cambio de paradigma educativo

Pensando en la frase "Formando personas- ingenieros(as), transformando país", desde la mirada de la ingeniería industrial y desde su rol de académico:



*Miguel Alfaro, Ingeniero Civil Industrial,  
Director Departamento de Industrias USACH.*

### 1. ¿Considera que también se están formando personas en el Departamento de Ingeniería industrial?

Nuestra obligación formal como unidad académica, dentro de la Facultad de Ingeniería, es formar ingenieros que tengan las capacidades y competencias técnicas que permitan resolver los problemas de su especialidad. Sin embargo, esa dimensión por sí sola no es suficiente. Luego, debemos formar personas que tengan no solo una formación científica y tecnológica rigurosa, sino también personas que tengan un conjunto de valores y comportamientos que la sociedad requiere, basados en el humanismo y la ética.

Insisto, en el Departamento de Ingeniería Industrial tenemos una preocupación por formar personas integrales, con un marcado acento en el ámbito técnico y científico, pues la contribución que los egresados harán al país será principalmente en la actividad profesional que van a realizar: creando empresas y negocios, desarrollando conocimiento e innovando al interior de las organizaciones.

Desde que asumí la dirección del departamento, la hipótesis que guía el trabajo es que las habilidades transversales se sustentan en la cultura. En proyecto llamado "Industria Complementa", que pretende valorar la cultura con seriedad. Luego, puedo responder de manera positiva la pregunta, efectivamente estamos formando personas.

## 2. ¿Se está logrando dentro de la sala de clases, siendo esta una de las principales instancias de instrucción hacia el estudiante? ¿Está consciente de cómo esto ocurre?

El profesor debe ajustarse a lo que la institución le solicite. Tanto el alumno como el profesor deben estar conscientes de esto. Una forma de verificar son las encuestas, que han de responderse de manera responsable. También están los mecanismos propios de quejas ante la presencia de algún problema. Sin embargo, este es un tema sobre el cual debemos reflexionar.

*“Creo que los movimientos ayudan cuando se reflexiona, no solo quedarse con el grito, hay que hacer de esto algo duradero y esforzarse siempre, tener diferentes visiones de las cosas.”*

## 3. Si llegase a existir un académico que no estuviera cumpliendo o cuadrando con lo de “formar personas”, ¿existe alguna sanción o cambio de paradigma que se le solicite en la forma de realizar su clase?

Para sancionar a algún profesor en relación con su conducta, debe existir un sumario primero, o la comprobación fehaciente de comportamientos inadecuados. Aquí existe un protocolo desarrollado por la universidad. Pienso que es necesario profundizar este protocolo, me pregunto ¿es adecuado que un sumario lo realice un colega o debería hacerlo una unidad independiente por personas especializadas?

Con respecto al cambio de “paradigma” en la forma de realizar la clase, es una materia de estudio: ¿cuál es el paradigma más adecuado?, ¿existe un único paradigma para las diferentes materias y propósitos de aprendizajes?, ¿qué paradigma es el que conduce a la formación de personas?. Son interro-

*“Debemos formar personas que tengan no solo una formación científica y tecnológica rigurosa, sino también personas que tengan un conjunto de valores.”*

gantes a investigar. Hoy, cada profesor elige una forma de hacer sus clases. Si bien, actualmente los profesores tienen una inducción obligatoria hacia la enseñanza, ellos tienen la libertad de elegir la metodología empleada en clases.

## 4. En el marco de las demandas estudiantiles que nos encontramos hoy en día, ¿usted cree que este tipo de movilizaciones aportan a la formación integral de personas, o más bien restan?

Yo comparto plenamente las demandas de este movimiento, salvo algunas que creo tienen detrás más intereses políticos que otra cosa, pero en el ámbito de la educación no sexista, el acoso, etc., lo comparto y estoy dispuesto a tener mesas de trabajo, pero hay que entender que son cambios graduales, es un trabajo lento, tiene que existir conversación.

Creo que los movimientos ayudan cuando se reflexiona, no solo quedarse con el grito, hay que hacer de esto algo duradero y esforzarse siempre, tener diferentes visiones de las cosas. Ustedes, como universitarios, están llamados a eso, a no quedarse en el slogan, a profundizar y reflexionar. No caer en la descalificación, en el grito sin sentido, ahí no avanzamos, porque la sociedad se polariza, todo se vuelve más extremo y no se discute. Los que discuten son quienes son capaces de aceptar los diferentes puntos de vista. Las sociedades están llenas de diversidad y no podemos centrarnos solo en un extremo. Es necesario practicar la tolerancia, reflexión y el análisis, saber escuchar y respetar.

En la Facultad de Ingeniería hay pocas profesoras con respecto al número de profesores, esto se debe a que hay pocas mujeres doctoras ingenieras, y las que hay, ya están contratadas. No es un tema de género, los salarios acá son todos iguales en función de la jerarquización. No por el hecho de que sean mujeres van a tener una menor remuneración. **R**

*Ingeniería Industrial en Chile, Mineduc 2017.*

	Ingeniería Civil Industrial	Ingeniería Ejecución Industrial
<b>Empleabilidad al 1º y 2º año posterior a la titulación.</b>	1º año: 89,8% 2º año: 94,8%	1º año: 88% 2º año: 91,4%
<b>Número de titulados año 2016.</b>	Femeninos: 1.169 Masculinos: 3.190	Femeninos: 219 Masculinos: 852
<b>Duración formal</b>	11,4 semestres	8,5 semestres
<b>Duración real de la carrera.</b>	14,4 semestres	12,7 semestres
<b>Matriculados por género año 2017</b>	Femeninos: 8.231 Masculinos: 19.382	Femeninos: 1.775 Masculinos: 5.609



# FORMACIÓN DE ESTUDIANTES EN INGENIERÍA

- REVISTA LEO XXXIII -

# Nuevas perspectivas en Ingeniería

Visión país de las autoridades universitarias.

Reconocimiento y valorización del contexto nacional para la incorporación a la actual globalización en ciencia. Experiencia y contacto entre estudiantes e instituciones.

A partir de las entrevistas a tres decanos de universidades chilenas en relación con el rumbo y los desafíos que enfrenta la ingeniería y la formación de ingenieros hoy, surgen varios puntos en común e ideas sobre la visión del país y la globalización. Los entrevistados fueron: de la Pontificia Universidad Católica (PUC), Juan Carlos De La Llera; de la Universidad de Santiago de Chile (USACH), Juan Carlos Espinoza y de la Universidad de Talca, Claudio Tenreiro.

En la primera pregunta, donde se le consultó a las autoridades universitarias por los aspectos que podrían estar ausentes en las mallas curriculares para la formación profesional de futuros ingenieros, respondieron de la siguiente manera: Juan Carlos De La Llera, decano de la PUC, opinó que se requiere de una mayor flexibilidad curricular, que ofrezca oportunidades para hacer cosas distintas y que impulse una cultura de innovación y emprendimiento en la formación de los futuros ingenieros. Para él, la idea es acortar la distancia respecto a los países desarrollados que llevan la ventaja, nivelando el terreno y permitiendo que pueda lucirse todo el talento que hay en el país. Aquí puso como ejemplo su universidad, donde el programa de primer ciclo de estudios se homologó con el de las mejores universidades del mundo. El Decano de la USACH, Juan Carlos Espinoza, cree que son dos los aspectos fundamentales: el primero dice con relación con la formación científica y tecnológica de los estudiantes. En este sentido, indica que en su universidad se ha mantenido la tradición de formar ingenieros con conocimientos y fortalezas en sus respectivas áreas, sin embargo, actualmente es necesario que se incorporen otras, enmarcadas en el proyecto 2030,



*Juan Carlos Espinoza, Decano USACH.*

*Ingeniero Civil Geógrafo de la universidad de Santiago de Chile, realizó post-grado en Economía Agraria y Magister en la PUC, Profesor de post-grado y Magister en la Universidad de Santiago de Chile. En su gestión como decano de la USACH destaca la reformulación del proyecto Nueva Ingeniería 2030.*

que se refieren a innovación, emprendimiento y tecnología. La segunda temática relevante para Juan Carlos Espinoza es la formación integral de los estudiantes, es decir, que participen del mundo globalizado y que no solo den cuenta de los aspectos tecnológicos, sino también de características más humanistas. Para Claudio Tenreiro, decano de la Universidad de Talca, no hay aspectos completamente ausentes, pero si observa dos puntos algo deficientes o que se están incorporando recientemente. El primero dice relación con el dominio de competencias blandas, la capacidad de articular el trabajo grupal, manejo de las relaciones con terceros, sensibilidad social y decodificación de necesidades y demandas del entorno. El decano explica aquí que las obras de ingeniería no son solamente oportunidades de construir, sino también de reconocer la necesidad de un sector y de mantener su armonía con el medio. El segundo punto a mejorar es la actitud de emprender innovando, de generar cambios desde el individuo y no esperar únicamente tener un empleo convencional.

La segunda pregunta trató sobre el énfasis ético y valórico y sobre la responsabilidad social en la formación profesional,

y como podría fortalecerse en cada universidad. Juan Carlos De La Llera, decano de la PUC, respondió que los alumnos se enriquecen mucho del entorno y de las relaciones interpersonales en la universidad, ya que disponen de libertad, pero deben saber administrarla. Entonces las faltas a la ética se pagan caras, porque se daña la confianza en el entorno y en las relaciones. Añade que para fortalecer la formación ética de los futuros profesionales es fundamental apoyar el rol educativo de los profesores en la evolución actual del conocimiento. También es importante crear una cultura institucional que proteja y acompañe a los alumnos. El Decano de la USACH, Juan Carlos Espinoza, destacó que los valores éticos y la responsabilidad social son temáticas que en un solo curso no se logran a cabalidad. A su parecer, es un proceso de formación que va del hogar a la universidad, y tiene que ver con la forma de enfrentar la vida.

En lo que corresponde al rol educativo, explica, tiene que existir al interior de la universidad una visión ética, por ejemplo, en el comportamiento de los académicos, en cómo se dictan las asignaturas y cómo se presentan los casos de estudio para análisis. Por su parte, el decano de la Universidad de Talca



*Juan Carlos de la Llera, Decano PUC.*

*Ingeniero Civil de la Pontificia Universidad Católica de Chile, con Maestría en Ciencias en la universidad de California, Doctor de Filosofía de la universidad de California, experto en modelamiento estructural, dinámica estructural, sistemas de reducción de vibraciones y riesgo.*



*Claudio Tenreiro, Decano U. Talca.*

*Claudio Tenreiro, Licenciado en Física de la Universidad de Chile, Doctor en Física de la universidad de Sao Paulo, Brasil, físico nuclear y profesor titular de la Universidad de Talca. Fue director de la Comisión Nacional de Energía Nuclear y académicos en Corea del Sur, Brasil y Reino Unido. Actualmente ejerce como decano de la facultad de ingeniería de la Universidad de Talca.*

Claudio Tenreiro, advierte que la ética es una construcción vertical, ya que cruza todas las etapas formativas. Así, propone reforzar en las instancias formales de contacto de los estudiantes con la universidad y con sus profesores la responsabilidad valórica profesional. No obstante, para él es un tema complejo que amerita una mirada desde las consecuencias de la ausencia de lo ético y el impacto que esto genera al interior del entorno educativo y laboral.

Cuando se le pidió a Juan Carlos De La Llera, decano de la Universidad Católica, comparar las exigencias profesionales de un ingeniero de hace 20 años, versus las actuales y para los próximos 20 años, dijo que el mundo de hoy exige contar con destrezas y competencias no sólo para trabajar en diferentes equipos, sino también en diferentes tipos de proyectos e industrias. Las capacidades y los talentos de las personas, para innovar y emprender, se mueven en diferentes quehaceres, lugares e iniciativas. Añadió que en la economía del conocimiento, las habilidades de resolución de problemas en ambientes complejos e interdisciplinarios son cruciales para la competitividad de las industrias y de los países. Al realizarle la misma consulta, Juan Carlos Espinoza (USACH) expresó que cada vez hay más exigencias y que las seguirán habiendo. A los profesionales se les pide estar siempre al día en sus conocimientos, y en ingeniería el conocimiento cambia a cada

instante. Surgen un conjunto de situaciones que antiguamente no eran importantes. Por ejemplo, destacó que hace 30 o 50 años atrás lo ambiental no era significativo, al instalar un relave en medio de una población no se medían las consecuencias y no había una visión de sustentabilidad.

Espinoza también declaró que este cambio exige una formación ingenieril cada vez más compleja, porque la sociedad se hace más compleja en sus demandas. En otro punto, de acuerdo con Claudio Tenreiro (Universidad de Talca), el ámbito de la exigencia para el desempeño profesional, en los períodos previos a 1990, se basaba en las empresas usuarias de ingeniería, donde las competencias de los ingenieros eran primordialmente técnicas, por sobre las competencias blandas. El profesional no era un creador de empresa desde la base, sino un buscador de empleo en sistemas ya establecidos.

La última pregunta fue la siguiente: ¿cuáles son los desafíos para los próximos 20 o 30 años, tanto en nuestro país como en el mundo, que debieran orientar la formación de los estudiantes de ingeniería de la facultad que usted dirige, para que sean capaces de afrontarlos exitosamente en el futuro?. Juan Carlos De La Llera (PUC) comentó que uno de los principales desafíos es el desarrollo de programas de apoyo a ideas de base científica-tecnológica originadas en los laboratorios, para insertar a los estudiantes en los ambientes de innovación y emprendimiento más activos del mundo. Entonces, la meta principal es ayudar a crear una nueva economía chilena basada en ventajas innovadoras y sostenibles, utilizando el potencial de las personas y los dones naturales del país. Según Juan Carlos Espinoza (USACH), hay que definir claramente el tipo de ingeniero que Chile requiere.

Más detalladamente, uno de los grandes desafíos a enfrentar es el uso práctico de la innovación. También el cómo mejorar la movilidad estudiantil para que los alumnos adquieran una visión más transversal e intercultural. Otra problemática que el entrevistado nombró, y que hoy está en la agenda pública es el género, de gran impacto sobre todo en el ámbito educativo. Para Claudio Tenreiro (U. de Talca), el desafío más importante es la formación de ingenieros con sensibilidad social y capacidad de salir de su zona de confort, para participar local, nacional e internacionalmente identificando proyectos de urgencia y de gran impacto social, relacionados por ejemplo con el cambio climático y la superación de la pobreza. **R**

# Ranking mejores 10 universidades chilenas del año 2017

Nº	Universidad	Índice total de calidad
1	Universidad de Chile	96,75
2	Pontífice Universidad Católica de Chile	96,32
3	Universidad de Concepción	79,06
4	Pontífice Universidad Católica de Valparaíso	74,42
5	Universidad de Santiago de Chile	74,23
6	Universidad Austral de Chile	72,12
7	Universidad de Talca	71,13
8	Universidad Técnica Federico Santa María	70,00
9	Universidad de los Andes	69,09
10	Universidad Diego Portales	68,55

Fuente: Echeverría, J.F y Sáez, C. (2017).  
Conoce los resultados del Ranking de Universidades Chilenas 2017.

# SABÍAS QUÉ...

La Universidad Católica y Universidad de Chile están posicionadas dentro de las mejores Instituciones de educación superior en Latinoamérica.



## INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Universidad Técnica Federico Santa María.  
Universidad de Concepción.

### NIVEL

Lugar 12º  
Lugar 16º

## CIENCIAS NATURALES

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Universidad de Chile

### NIVEL

Lugar 5º  
Lugar 8º

## ARTES Y HUMANIDADES

Universidad de Santiago  
Universidad Diego Portales  
Universidad Católica de Valparaíso

### NIVEL

Lugar 13º  
Lugar 18º  
Lugar 20º

## CIENCIAS DE LA VIDA Y MEDICINA

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Universidad de Chile

### NIVEL

Lugar 4º  
Lugar 6º

## CIENCIAS SOCIALES

Pontificia Universidad Católica de Chile  
Universidad de Chile

### NIVEL

Lugar 1º  
Lugar 3º



# Desafíos Ingenieriles: Desarrollo social y tecnológico

Generando cambios con aporte comunitario.



Para el presente reportaje, que tiene como objetivo conocer los desafíos actuales para la ingeniería en Chile, se entrevistó a tres ingenieros. Sus nombres son Teodoro Wigodski, ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile, consejero, director y presidente de empresas e Instituciones; Cristian Cuevas, ingeniero civil industrial de la Universidad de Santiago de Chile, subdirector del programa de Armonización Curricular y Postgrados Tecnológicos del proyecto Nueva Ingeniería 2030 y Director Ejecutivo de los torneos Lions Up, y Ariela Villavicencio, ingeniera civil industrial de la Universidad Técnica Federico Santa María, directora de carreras área Ingeniería de la Universidad Santo Tomás, sede San Joaquín.



Teodoro Wigodski

La primera pregunta que se les realizó fue precisamente acerca de los desafíos que deben enfrentar los ingenieros en el mundo globalizado respecto a las demandas sociales, ambientales y otras, que no se relacionan con las ganancias monetarias que se puedan obtener. Para Teodoro Wigodski, ya que las oportunidades y la riqueza no se reparten equitativamente, los ingenieros/as deben relacionarse de manera empática con sus colegas y trabajadores, favoreciendo la capacitación y el desarrollo personal, ampliando así sus recursos cognitivos y empleabilidad. Cristian Cuevas, por su parte, plantea lo crítico y complejo, pero a la vez necesario impulso a las habilidades de liderazgo que se requiere en equipos multidisciplinarios y multiculturales de trabajo. Para él, el foco debe situarse en el bienestar del ser humano y del medio ambiente desde los avances tecnológicos, sociales y culturales que pueda aportar la ingeniería. El entrevistado también sugiere que los/as ingenieros/as resuelven problemas y proponen soluciones en situaciones diversas de alta demanda, interactuando con usuarios y proveedores y lidiando con aspectos políticos, regulatorios, tecnológicos y culturales, por lo tanto, deben ser capaces de responder y estar a la altura de los desafíos y de las expectativas frente a su quehacer laboral. Ariela Villavicencio también indica que el principal trabajo de los/as ingenieros/as es aportar a la sociedad en la producción de bienes y servicios considerando claramente el factor social y ambiental de esta producción. Los desafíos actuales para ella radican aquí, además, por la formación que reciben, los/as ingenieros/as tienen mayores

conocimientos de los procesos productivos y de la contaminación que generan, del impacto en la sociedad que provocan, por eso deben actuar en favor del bienestar común. La entrevistada agrega que son conocidos los problemas que existen hoy globalmente, como el calentamiento climático y la precariedad alimentaria en algunas zonas del planeta, entonces, el desafío también es generar soluciones concretas en dichos ámbitos, y darlas a conocer masivamente.

En la segunda pregunta, relacionada con la formación profesional de los ingenieros/as en Chile, y si esta es apropiada para lograr los desafíos antes nombrados o si se requieren modificaciones, los entrevistados respondieron así: Teodoro Wigodski explica que se debe complementar la formación en ciencias, métodos de análisis y resolución de problemas con las habilidades para establecer relaciones empáticas y productivas con otras personas y grupos, en especial con aquellos que tengan distintos valores y conocimientos. Una segunda área de conocimiento clave es la historia nacional e internacional, necesaria para vislumbrar el futuro y evitar repetir los errores del pasado. En otro punto a considerar, Cristian Cuevas manifiesta que en términos formativos, el foco ha estado en el dominio de los fundamentos científico-tecnológicos, condición necesaria, pero no suficiente para la formación de un/a ingeniero/a que se enfrenta la globalización. Él añade que la baja actividad de innovación tecnológica en las industrias chilenas debe ser un estímulo para que las Facultades de Ingeniería lo atiendan como tema crítico, en términos de sus misiones formativas y de generación y transferencia de conocimientos. Ariela Villavicencio va más allá, y si bien considera que a nivel técnico hay buena preparación, sugiere que se deben



*Cristian Cuevas*

desarrollar competencias de liderazgo, de trabajo en equipo y comunicativas, para guiar a la gente que necesite ayuda y que no tenga formación ingenieril.

Frente a la interrogante por la capacidad de los/as ingenieros/as para generar cambios en su país si cumplen con los desafíos ya planteados, Teodoro Wigodski cree que es posible hacer la diferencia cuando se trabaja con otros profesionales, poniendo en práctica el potencial para modelar los sistemas sociales y tecnológicos. Y para que los cambios tengan mayor impacto social, comenta que es necesario liderar grupos de trabajo que desde el sector público, empresas privadas y ministerios, contribuyan al diseño e implementación de políticas públicas eficientes. El ingeniero Cristian Cuevas responde firmemente que si existe dicha capacidad, y usa como ejemplo una de las leyes fundamentales de la cibernética, planteada por William Ross Ashby, la cual prueba que una forma de abordar la complejidad de un fenómeno es aumentar la diversidad del sistema que intenta comprenderlo. Cuevas agrega que si se forman ingenieros/as con una fuerte vocación científica-tecnológica, capaces de liderar equipos multidisciplinarios y mul-

ticulturales, y de dominar las metodologías de innovación, aumentarían las probabilidades de desarrollar nuevas tecnologías que impacten positivamente en los territorios locales, en las matrices productivas de los países y en el bienestar global. La entrevistada Ariela Villavicencio además es enfática en explicar que es deber y obligación de los/as ingenieros/as aportar con sus competencias y conocimientos para mejorar el país.

Por último, en la cuarta pregunta, se le consultó a los ingenieros/as por la materia que más recordaban, la que más los/as había marcado y que actualmente no estuviera presente en la malla curricular. Teodoro Wigodski recordó a sus profesores, a los maestros que le enseñaron a pensar de forma crítica, a validar hipótesis y a reconocer sus propios prejuicios. Con sus años de docencia, Wigodski considera que las diferentes materias son un aporte para ampliar la visión de mundo, destacando también la importancia de los compañeros de estudio y de generación, ya que el desarrollo profesional requiere de los amigos que se forjan en la universidad. Él indica que un buen grupo de estudios facilita la formación de buenos profesionales. Cristian Cuevas nombra cuatro materias fundamentales que lo marcaron: la primera es “álgebra lineal y ecuaciones diferenciales”, un acercamiento inicial al pensamiento abstracto y a la dinámica en el tiempo de los fenómenos. La segunda es “teoría de sistemas y sistemas dinámicos”, que entrega una perspectiva de la complejidad y del cambio. La tercera se denomina “ciencia, tecnología y sociedad”, y trata del pensamiento crítico desde la tecnología. En cuarto lugar está “ontología y planificación estratégica”, donde se estudia a las organizaciones como grupos de personas y se entregan herramientas para definir propósitos comunes dentro de la diversidad. Finalmente, para Ariela Villavicencio, el plan de estudios con que ella estudió sigue vigente. **R**



*Ariela Villavicencio*

# Desafíos Ingenieriles



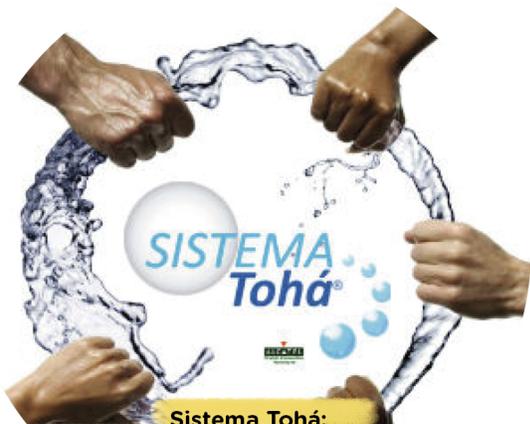
## Proyecto ALMA:

Mayor proyecto astronómico que existe en el mundo. *Cox, P. (2014).*



## Costanera Center:

Proyecto inmobiliario más alto de Latinoamérica que consta de 4 edificios, de los cuales 2 están construidos. *Costanera Center (2018).*



## Sistema Tohá:

Método ecológico, eficiente y autosustentable, creado en Chile, que utiliza lombrices para filtrar los residuos. *F.A.A (2015).*



## “Agua potable para todos y todas”:

Proyecto desarrollado en Chile por el centro de investigaciones Advanced Innovation Center (AIC), que transforma el agua contaminada en plasma, para eliminar el 100% de virus y bacterias. *Fernández, M. (2015).*

# Ingeniería y rol social

## Carreras, programas y proyectos

### Participación solidaria y comunitaria



Daniel Hurtado

*Ingeniero Civil Estructural, Pontificia Universidad Católica de Chile. Elegido entre los mejores 50 científicos sub 40 del mundo.*

#### 1. Dada su importante carrera, ¿considera que la formación profesional recibida en Chile fue suficiente?

La respuesta es: absolutamente. El doctorado lo hice afuera, en EEUU, pero toda mi educación de pregrado la hice acá. En Chile hay científicos e ingenieros que son entrenados en el extranjero, que realizan investigaciones afuera, que están publicando en revistas internacionales, entonces Chile ha crecido en ese sentido en los últimos años.

Hoy en día hay muchos investigadores que podrían estar en cualquier parte del mundo, incluido EEUU y Europa, y de hecho muchos chilenos se quedan allá. Yo tuve el privilegio de estudiar en la Universidad Católica, en un departamento con profesores buenísimos, esa fue la base, aunque no fue todo. Finalmente hice mi investigación de doctorado en EEUU, pero fueron los profesores que tuve acá los que me marcaron de partida, me introdujeron en el mundo de la simulación numérica, de los méto-

dos matemáticos. Todo eso me impulsó, claro. En Chile tenemos mucho potencial y también buenos académicos.

#### 2. ¿Cree que los ingenieros chilenos están capacitados para generar cambios sociales a nivel país que sean significativos y de impacto?

Ya lo han hecho. Pensando en los casos más cercanos a mí, de impacto social, está Tomás Recat de "Enseña Chile". Tomás Recat y Susana Díaz. Hay más gente que no recuerdo en este momento, pero son varios los ingenieros que se formaron en la Universidad Católica, por eso conozco la historia. En la USACH seguramente también. Se dedicaron al tema social, crearon empresas o fundaciones e incluso lograron llamar la atención del gobierno. "Enseña Chile" es uno de los casos más importantes, con Verónica Cabezas, Tomas Recat y Susana Díaz, 3 ingenieros de la Universidad Católica. Es un programa que ya lleva bastante tiempo y que invita a egresados de ingeniería comercial, física, entre otras carreras a enseñar por un año en una escuela pública, ya sea en Santiago o fuera. Es similar a "Teach for America", no lo inventaron en el sentido original, pero sí lograron traerlo a Chile y está funcionando muy bien, han acaparado atención y renombre.

El otro programa es "Un techo para Chile", que también fue fundado por 2 ingenieros de la Universidad Católica cuando aún eran estudiantes, con ayuda de los Jesuitas, pero ellos fueron los que partieron, los que lo implementaron. Creo que han hecho cosas increíbles en estos años. Entonces hay iniciativas, lo que pasa es que esas dos son las más nombradas. Como chilenos debíamos apreciar más ese tipo de ideas, estar más abiertos a conocerlas y publicitarlas, porque a veces no se promocionan, no se difunden lo suficiente las cosas que se hacen en Chile, que son excelentes. Y como científicos también, pienso que tenemos una deuda en ese sentido. La difusión que hacemos es muy pobre en cuanto a las diversas áreas del trabajo social.

### 3. Desde su formación en ingeniería, ¿qué le hizo dar un vuelco y seguir esa línea de investigación científica?

¡Qué buena pregunta! Creo que siempre tuve un espíritu científico. Mi papá es ingeniero civil y mi mamá es economista, y las matemáticas siempre estuvieron presentes en mi hogar. Recuerdo que mi papá cuando yo era chico llegó a la casa con un computador, y en esa época los computadores estaban restringidos para las universidades, ni siquiera se usaban en las oficinas. Entonces mi papá se trajo uno de la pega, me lo mostró y yo quedé fascinado. Logré escribir un código, hacerlo funcionar y obtener un resultado.

Esto fue hace mucho tiempo atrás, yo fui privilegiado. Siempre me gustaron las ciencias, las matemáticas, también me gustaba la astronomía, quería ser astronauta, tenía ese sueño. Vi en la ingeniería una carrera en que yo podía hacer muchas cosas, muy amplia, me di cuenta que combinaba muy bien la matemática y la física, todo lo que a mí me gustaba. Pero entré a ingeniería sin saber exactamente qué quería hacer, aunque eso fue cambiando con el tiempo. Los primeros años son bastante científicos, se estudia cálculo, electromagnetismo y yo me fasciné con esos cursos. El cálculo diferencial, las ecuaciones diferenciales, eso era lo que más me atraía. Ya en el doctorado me enfoqué en la modelación matemática, métodos numéricos, que tienen aplicaciones en ingeniería. Hoy en día cada vez que se quiere realizar un diseño mecánico, utilizar programas de elemento finito o hacer simulaciones estocásticas se recurre a la matemática aplicada, a la modelación matemática, entonces me interesa descubrir esas aplicaciones y desarrollarlas. También trabajé como ingeniero 3 años en el área de cálculo estructural. Fue interesante, aprendí muchas cosas y conocí gente espectacular, pero me di cuenta que no era lo que quería hacer el resto de mi vida. Me gusta más descubrir cosas.

### 4. Para que los ingenieros se puedan desarrollar en diferentes áreas que tengan relación con avances o mejoras para la humanidad, a su juicio, ¿hacen falta cambios curriculares en las universidades chilenas?

Ahí soy crítico, por la formación científica que tengo. He visto varios programas de ingeniería que justamente por tratar de abordar temas más o sociales o de innovación, que están de moda hoy en día, dejan de lado la formación técnica de los in-

---

*“Es necesario incentivar lo público y lo social mostrándolo más.”*

---

genieros en pos de aumentar los cursos de emprendimiento, por ejemplo. Creo que eso está bien, pero no hay que abusar, porque tenemos que recordar que se están formando ingenieros y que necesitan una formación sólida y científica. Me asusta un poco eso, lo he observado en la Universidad Católica y en otras universidades, sobre todo en Latinoamérica. Me doy cuenta que la formación es menos fuerte en cuanto a lo técnico. Hay un lado positivo, que es el impulso en las temáticas de emprendimiento, innovación, modelos de negocios, que son importantes, pero pienso que no debieran quitarle espacio a la formación técnica, porque justamente ésta les va a permitir tener las herramientas apropiadas para crear soluciones novedosas. Lo otro se tiene que incluir en el currículo como optativo, pero no en desmedro de los cursos habituales. Un programa que sí me ha gustado es “Brain UC”, precisamente sobre emprendimiento e innovación, que no es obligatorio, sino que entrega reconocimiento y financiamiento para llevar a cabo los proyectos. Este tipo de iniciativas debieran masificarse y ampliarse, pero sin quitar los cursos básicos, más bien, entregando incentivos mediante concursos, ya que no todos quieren ser emprendedores. Ahora las carreras son más interdisciplinarias, los alumnos pueden tomar cursos de diseño o arquitectura. Me gustaría eso sí que los ingenieros participaran más en el diseño de políticas públicas, ya que con sus conocimientos, su aporte puede ser muy relevante. De hecho, acá en la Universidad Católica la escuela de gobierno ha generado buenos lazos iniciales con la escuela de ingeniería, y muchos ingenieros tienen las herramientas técnicas para poner en función de las políticas públicas. Finalmente, eso causaría un impacto muy positivo. Es necesario incentivar lo público y lo social mostrándolo más, permitiendo que salgan a la luz iniciativas como esta revista, que la gente las pueda notar, interesarse y sorprenderse. Más que grandes modificaciones, es necesario crear las instancias pertinentes, como este mismo proyecto de su tesis final, o podría ser de políticas públicas o innovación. No se trata de un cambio radical, sino gradual, incluyendo talleres y diplomados. Con pequeñas ideas es posible lograr grandes cosas sin cambiar la estructura ya establecida. Ahora, si después de 5 años todo va excelente, se pueden adoptar definitivamente, pero siempre hay que sopesar primero. **R**

Columna de Opinión

# Aporte de los ingenieros en las políticas públicas de impacto en el bien común.

*Rodrigo Egaña,  
Director Nacional de Educación Pública.*

---



La carrera de ingeniería entrega múltiples herramientas, útiles a la administración del Estado. Desde nuestra formación, se hace hincapié en la necesidad de crear valor agregado en nuestro trabajo, a partir de prácticas de gestión que apuntan a la eficacia, eficiencia y calidad, elementos de primera importancia cuando se trata de operacionalizar el bien común, mediante el concepto de valor público.

Nuestro perfil profesional es lo suficientemente amplio para abordar diversas tareas que acontecen en nuestra realidad, en particular cuando se trata de funciones del Estado. En mi experiencia, he podido participar en el diseño y gestión de diversas políticas públicas, como la cooperación internacional, políticas medioambientales, asuntos indígenas, gestión de personas, y actualmente, educación pública.

Y el desafío que hoy enfrentamos desde la Dirección de Educación Pública, creada recientemente por la Ley 21.040, no es menor: debemos trabajar en el proceso de desmunicipalización y creación de 70 servicios locales que agruparán conjuntos de comunas, los cuales serán responsables de gestionar la educación pública en sus territorios, con altos estándares de calidad, y foco en equidad e inclusión, resolviendo situaciones de gran complejidad, como es el saneamiento financiero y el fortalecimiento de la educación provista en los establecimientos públicos. Para realizar esta titánica tarea, se requiere visión estratégica, claridad en la gestión y foco en el monitoreo y resultados, aspectos que son abordados desde nuestra formación y que debemos seguir trabajando día a día. **R**



# MUJERES, EQUIDAD Y FORMACIÓN EN INGENIERÍA

- REVISTA LEO XXXIII -

# Ciencias y humanidades: Brecha de género, desafiando los paradigmas

Sobre equidad laboral y salarial, como comenzar a solucionar las diferencias de género en la universidad y en el campo laboral para la carrera de ingeniería.



Luna Follegati

*Doctora en Filosofía con mención Filosofía Moral y Política, Magíster en Comunicación Política y Licenciada en Historia, en la Universidad de Chile. Experta en género.*

**1. Respecto a los estudios y literatura que ha revisado ¿cree que en ciertas carreras las condiciones laborales son iguales entre mujeres y hombres? ¿Cuáles? ¿A qué se debería?**

Contestando la primera pregunta, me parece que efectivamente existen diferencias en las condiciones laborales entre hombres y mujeres, y estas diferencias no son porque las carreras

estén realmente asignadas a cada sexo, sino porque social y culturalmente se les atribuye un mayor valor a ciertas carreras que a otras. Por ejemplo, aquellas vinculadas al área de las ciencias más duras, como matemática o ingeniería están asociadas a los varones, y las carreras relacionadas con los temas de cuidados, como educación parvularia, o ciertas carreras de humanidades, están asociadas a lo femenino, a las mujeres, y esa diferencia se reproduce en los salarios. Así, finalmente, cuando se opta por alguna carrera u otra no solamente se está eligiendo en relación a las preferencias o habilidades, sino que también influye cómo después se reproducen estas diferencias en el campo laboral. Entonces, en términos concretos, me parece que la diferencia se debe a que social y culturalmente nosotros reconocemos y el mercado valora de forma distinta los roles, tareas y/o profesiones que están asignadas de forma diferenciada.

**2. ¿Estamos cerca de la equidad de género en el mundo laboral? ¿Debemos generar cambios y/o políticas gubernamentales que la garanticen?**

En relación a lo anterior, claramente existe la necesidad de generar equidad en el espacio laboral, y eso se lograría reforzando dos ejes de cambio. Por una parte, implementar políticas públicas y leyes específicas que disminuyan las brechas en las remuneraciones entre hombres y mujeres. En este sentido, una mujer con la misma formación que un hombre puede llegar a ganar hasta un 30% menos. En el caso de otras anomalías existentes en el campo del trabajo, tiene que ver con lo que se llama "segregación vertical por género". Esto quiere decir que las mujeres por lo general no pueden acceder a espacios de dirección de jefaturas o cargos más altos que los varones. La primera diferencia que yo mencionaba antes es la "segregación horizontal", o sea, personas con el mismo nivel de formación y en las mismas funciones, ganan de forma distinta. Entonces, estas dos segregaciones, vertical y horizontal, se pueden observar notoriamente en el campo laboral, y es necesario remediarlas a través de políticas y medidas específicas. Por otra parte, hay una serie de prácticas culturales arraigadas en el mundo del trabajo que propician situaciones como el hostigamiento laboral y el acoso sexual, y que si bien ya están señaladas o normadas a través de códigos y leyes internas y externas a las empresas, es urgente transformarlas y sancionarlas.

### 3. ¿Qué importancia le asigna a hacer converger la discusión de la formación de los ingenieros con la equidad de género?

Creo que es importante destacar que una formación de género en el espacio profesional siempre tiene que estar ligada, primero que nada, a los elementos básicos que nos permiten reconocer y comprender lo que significa una construcción sociocultural desde el punto de vista de género, o sea, por qué nosotros nos formamos desde un rol masculino o femenino, y que esos roles no son casuales, que cumplen una función al interior de las mismas sociedades, que es lo más básico.

Pero específicamente al interior de la formación de ingeniería, tiene que ver con las distintas especialidades que se cumplen. Reflexionar acerca de cómo en las áreas en las cuales uno se desempeña las cuestiones de género están totalmente presentes: en las tareas asignadas, en los vínculos con otras personas, en las diferencias de trato que se reproducen, estereotipos y/o roles de género que se enfrentarán al momento de salir al futuro campo laboral.

Se intentan remediar las diferencias de género en las universidades con ingresos especiales, por ejemplo, favoreciendo la entrada de mujeres a carreras que históricamente han sido vinculadas a varones, como es el caso de las ingenierías. Si ya hay una formación diferenciada para mujeres y hombres que proviene del colegio (al revisar los puntajes de la PSU de matemática y lenguaje sí hay diferencias de género, y no es casual; tiene que ver con los paradigmas y estereotipos inculcados desde la misma educación escolar), la forma de revertirlo es promover la mixtura, con carreras que no sean solo de varones o de mujeres, permitiendo el ingreso especial para ambos sexos en aquellas carreras que tienen menos diversidad. Así, ingresando al campo laboral, habrá mayor competitividad, más equidad y mejores oportunidades para las mujeres.

---

*“Claramente existe la necesidad de generar equidad en el espacio laboral, y eso se lograría reforzando dos ejes de cambio.”*

---

### 4. ¿Usted considera necesario que las universidades chilenas impartan ramos obligatorios en sus mallas curriculares, referentes a la sexualidad y equidad de género? De ser así, ¿cuál sería el aporte en la formación profesional, particularmente, de las y los ingenieros?

Yo considero que es fundamental que existan ramos transversales y obligatorios donde se enseñe la forma en que cada sociedad construye culturalmente los roles y estereotipos de género. En un curso así, yo haría reflexionar sobre cómo hemos optado y nos construimos como sujetos adultos basados en una diferencia con respecto a los otros, sobre todo en carreras que históricamente han sido más masculinizadas. Se perfila entonces una identidad profesional que está asociada al ser varón, al ser racional, productivo, riguroso, bueno para calcular, para tener un pensamiento más concreto, en cambio, hay otras carreras a las que se les asigna un carácter más femenino, se piensa que requieren más sensibilidad, emocionalidad, creatividad y cuidado. En el fondo, esa forma de orientar las carreras, asociadas a lo femenino o masculino, son cuestiones que corresponden más que a la asignación biológica, a la construcción social y cultural. En este sentido, si se incorporan ramos transversales con perspectiva de género, que puedan hacer notar esto (que el ser masculino o femenino se construye socioculturalmente, y que cada sociedad define lo femenino y masculino de manera propia), es una forma de cuestionar cómo se ejerce la misma profesión y con qué perspectiva se enfrentan las clases, para que los mismos docentes puedan ver cómo se enseña alguna materia y cómo se soluciona un problema, reconociendo y tratando de disminuir los sesgos de género. En el caso específico de la formación de los/as ingenieros/as, lo desconozco, pues como decía antes, depende de la especialidad. Sin embargo, creo que el primer paso es recalcar que no es una carrera exclusiva “para hombres”, y que las mujeres pueden desempeñarse tan bien o mejor que los varones en ella. Por eso la incorporación de más mujeres a las carreras históricamente masculinizadas es tan necesaria. Pero esa transformación inicial no puede quedarse ahí, tiene que ir acompañada de un proceso de formación docente, para que al interior del aula no se repliquen los prejuicios y no se piense que solo por ser mujer una profesional no tiene las capacidades necesarias.

Todavía falta bastante por avanzar si se quiere generar una cultura institucional y una educación pertinente de carácter no sexista, que no reproduzca las diferencias en la formación profesional. El mirar las disciplinas sin un sesgo de género es algo fundamental para formar profesionales de manera más igualitaria y justa. **R**

## 12 Mujeres que iluminaron la Ciencia con su luz



Fuente: RSEF/SEDOPTICA/UA (2015). Doce mujeres iluminadas por la luz [Ilustración].

# SABÍAS QUÉ...



Sólo un 20% de las mujeres en nuestro país estudian carreras relacionadas a la ciencia y la tecnología.  
*Conicyt (2017).*

Solo el 14% de los puestos directivos en las áreas de doctorado de las universidades chilenas en\*STEM1 son mujeres.  
*Conicyt (2017).*

Por primera vez en su historia, la cantidad de alumnas del Plan Común de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de Chile superó el 30%.  
*El Dínamo (2018).*

Un 50% de los padres chilenos esperan que sus hijos de 15 años estudien en áreas STEM versus un 18% para sus hijas.  
*Pavissich, J.P (2017).*

# Historias de mujeres ingenieras

## Liderazgo, visión y aportes científicos



**Hipatia de Alejandría (355 o 370 - 415)**

Hipatia fue una filósofa y maestra neoplatónica griega que se destacó en los campos de las matemáticas y la astronomía. Fue miembro y cabeza de la Escuela Neoplatónica de Alejandría a comienzos del s. V.

Hipatia trabajó con su padre, el astrónomo Teón, realizando correcciones en el Almagesto de Ptolomeo y construyendo el astrolabio que conocemos actualmente.



**Verena Holmes (1889-1964)**

Fue una inventora e ingeniera mecánica inglesa, la primera mujer elegida miembro de la Institution of Mechanical Engineers (1924), y una gran defensora de las mujeres en la ingeniería.

Durante la Segunda Guerra Mundial fue nombrada oficial técnica de la sede del Ministerio de Trabajo (1940-1944). Ella estuvo muy involucrada en alentar y apoyar a las mujeres en la ingeniería. Fue miembro fundador, junto con Caroline Haslett y Claudia Parsons, de la Women's Engineering Society en 1919. Sirvió a dicha sociedad en varias funciones, entre ellas como presidenta en 1930 y 1931.



**Ada Lovelace (1815-1852)**

Ada inventó una notación para describir algoritmos en la máquina del matemático Charles Babbage, creando así el primer lenguaje de programación. Tuvo que firmar sus trabajos con sus iniciales A.A.L., para que no la censuraran por ser mujer. En 1979, el Departamento de Defensa de E.E.U.U desarrolló un lenguaje de programación que llamó "ADA" en su honor.



**Hedy Lamarr (1914-2000)**

Fue la inventora del sistema de comunicaciones denominado 'técnica de transmisión en el espectro ensanchado', en el que se basan todas las tecnologías inalámbricas actuales como el WiFi, el GPS o el Bluetooth. Durante la Segunda Guerra Mundial, inscribió la patente de un método de comunicación secreto que buscaba evitar la detección de torpedos enviados por las tropas aliadas. Así nació el precedente de las telecomunicaciones actuales.



**Emily Warren Roebling (1843-1903)**

Fue la primera ingeniera de campo del mundo, encargada de la supervisión diaria de la construcción del puente de Brooklyn. Llegó a ocupar el cargo de Ingeniero Jefe en su última fase. Dirigió por sí misma la construcción del puente, que finalizaría en 1883.



**Edith Clarke (1883-1959)**

Esta pionera en ingeniería inventó la 'calculadora Clarke', un sencillo dispositivo gráfico que solucionaba ecuaciones lineales que implicaban funciones hiperbólicas diez veces más rápido que métodos anteriores. Pese a sus aptitudes, le fue muy difícil obtener una posición como ingeniera, cosa que finalmente obtuvo en 1922 en GE.

**Margaret Hamilton (1936)**

Es considerada la primera ingeniera de software de la historia. Cuando el Apolo 11 estaba a punto de alunizar, el ordenador a bordo del módulo espacial se sobrecargó por la cantidad de tareas que tenía que realizar al mismo tiempo, pero gracias a la previsión de Margaret Hamilton y su equipo, los programas que supervisaban el funcionamiento del ordenador detectaron la sobrecarga y fueron capaces de priorizar tareas.

**Pilar Careaga Basage (1908-1993)**

Fue la primera mujer ingeniera titulada en España y la primera en conducir un ferrocarril. Se licenció en Ingeniería Industrial en la Escuela de Madrid a los 21 años.

**Valentina Tereshkova (1937)**

Una ingeniera que llegó especialmente alto es Valentina Tereshkova, la primera mujer en viajar al espacio y la única hasta la fecha en hacerlo en solitario. Con apenas 26 años, la astronauta soviética despegó del cosmódromo de Baikonur a bordo de la nave 'Vostok-6', que completaría 48 vueltas al planeta en 70 horas y 50 minutos. Tras la misión, se graduó como ingeniera espacial en la Academia de la Fuerza Aérea de Zhukovski y recibió su doctorado en 1977.

**Barbara Crawford Johnson**

En 1968 fue nombrada gerente encargada de supervisar los requisitos de la misión y la evaluación en el Programa Apolo. Este fue el puesto más alto jamás alcanzado por una mujer en su departamento. En su trabajo ella representaba a su empresa en reuniones técnicas con la administración y los astronautas de la NASA en el Centro Espacial Johnson en Houston.

**Elizabeth MacGill (1905-1980)**

Fue la primera diseñadora de aeronaves del mundo. Trabajó como ingeniero aeronáutico durante la Segunda Guerra mundial, e hizo mucho para hacer de Canadá una potencia en la construcción de aeronaves durante sus años en Canadian Car and Foundry (CC&F) en Fort William, Ontario. Fue la primera mujer en ganar un título de maestría aeronáutica. Diseñó el avión Maple Leaf Trainer II y también fue la primera mujer en presidir un comité de la ONU.

**Kimberly Bryant (1967)**

Ingeniera eléctrica afroamericana que trabajó en el campo de la biotecnología en Genentech, Novartis Vaccines, Diagnostics y Merck. En 2011, Bryant fundó Black Girls Code, un curso de capacitación que enseña conceptos básicos de programación a niñas negras que están subrepresentadas en carreras tecnológicas.

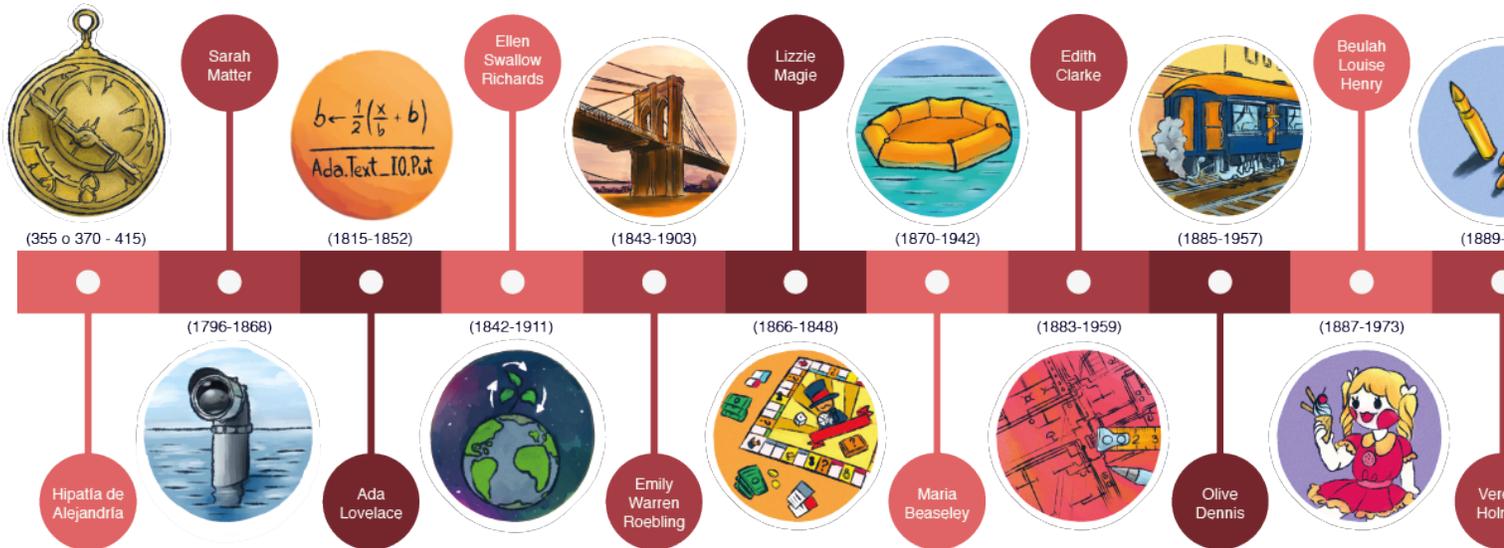
**Grace Murray Hopper (1906-1992)**

Fue la precursora del lenguaje COBOL, un compilador clave en el desarrollo de la computación moderna. Gracias a este sistema, se logró acelerar el tiempo y mejorar el desempeño en programación.

**Stephanie Kwolek (1923-2014)**

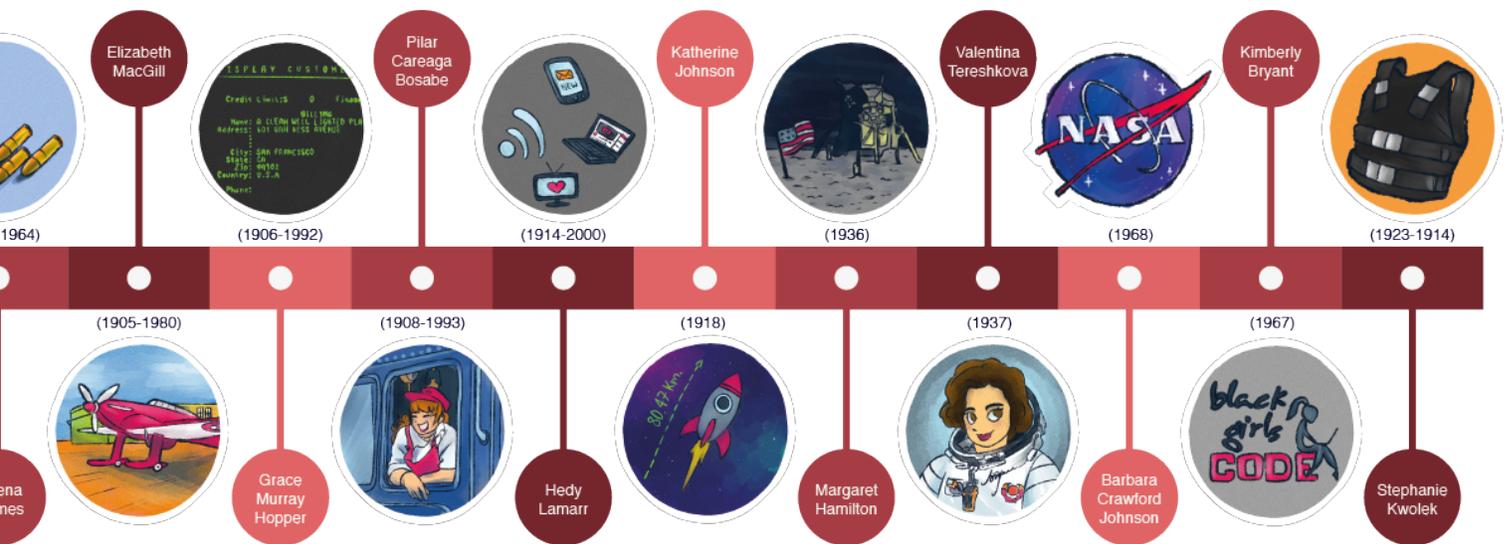
Inventó el material que ha salvado miles de vidas en todo el planeta y una de las fibras más utilizadas en aplicaciones tan distintas como la aeroespacial o la construcción: el Kevlar®, que es usado en los chalecos antibalas y en la fabricación piezas de aeronaves, entre otras cosas.

# Mujeres In



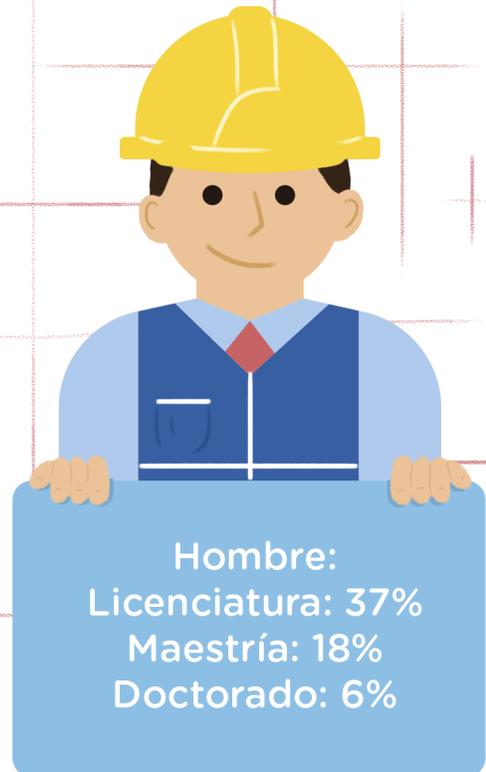
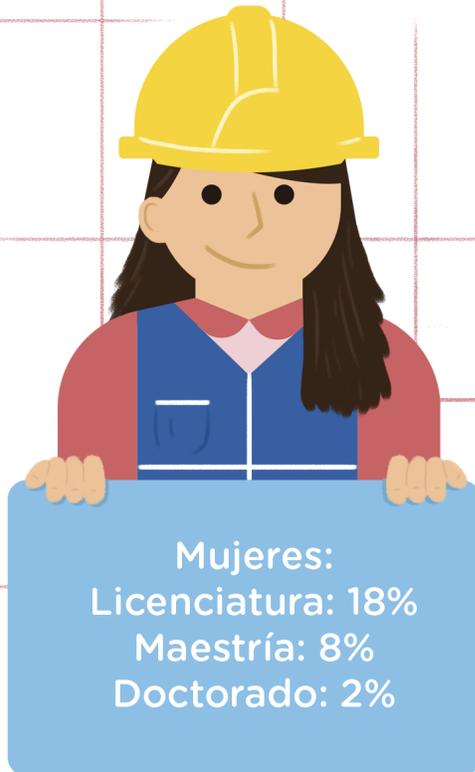
*Ninoska Cruzat Ugalde.*

# Ingenieras



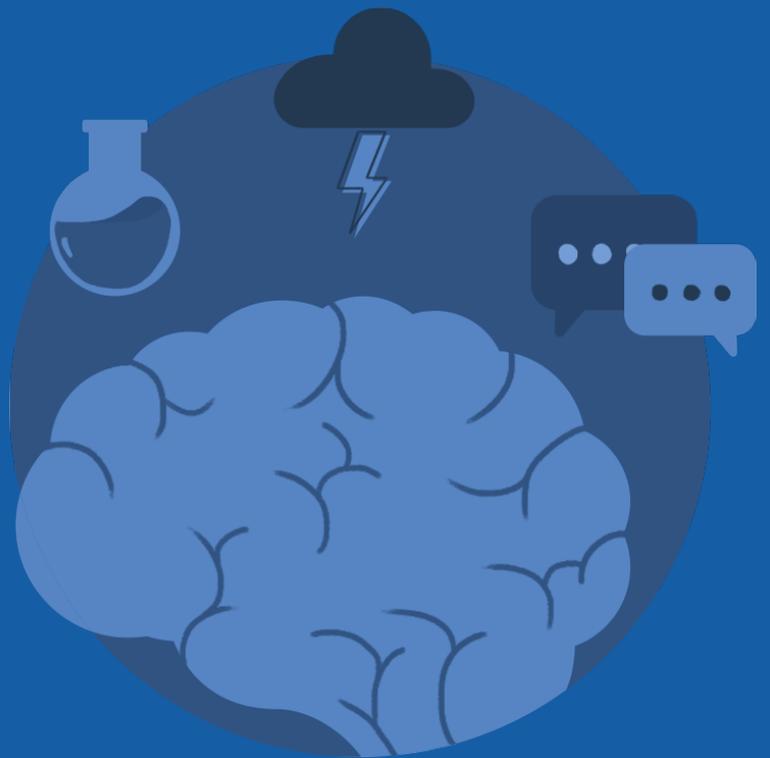
Desigualdad de género en las ciencias. Pereda, C. (2018).

Estudio realizado por Naciones Unidas durante el año 2017, sobre la probabilidad de que estudien o terminen una licenciatura, maestría o doctorado relacionado con ciencias.



Esto evidencia la desigualdad de género en temas científicos y tecnológicos





**LA INGENIERÍA DESDE UNA MIRADA MÁS COMPLEJA**

- REVISTA LEO XXXIII -

# Integración y rol social de la ingeniería en la educación, la cultura y el trabajo

Ética laboral, formación de equipos y reivindicación de las mujeres

En el siguiente reportaje fueron entrevistados dos expositores expertos en liderazgo, y desarrollo de competencias: Laura Petraglia, coach dedicada al área de autocoaching, y Markus Leinonen, embajador finlandés en Chile. Ambos entregaron su visión particular sobre dichas temáticas, que son contingentes en Chile y en el mundo actual e influyen en las relaciones interpersonales dentro de diversas empresas e instituciones particulares, gubernamentales y educativas.

Según Laura Petraglia, la responsabilidad y la ética laboral, el plantear soluciones innovadoras y adecuadas, es parte de la función social que deben cumplir los/as ingenieros /as como profesionales. Así, los proyectos que lleven a cabo serán armónicos con el medio ambiente, sustentables e integradores con las comunidades. La ética es eso, ser responsable y coherente con lo que se dice y con lo que se hace.

Para convertirse en profesionales de alto rendimiento, la entrevistada indica que las ingenieras y los ingenieros, aparte de los conocimientos científicos, técnicos y tecnológicos que reciben en la universidad, necesitan desarrollar habilidades como el autocuidado y la inteligencia social y emocional, para integrarse a la sociedad y funcionar de manera exitosa en diferentes ámbitos, no solo en lo intelectual.

Sobre el trabajo en equipo, Laura Petraglia explica que en gene-



*Laura Petraglia.*

*Consultora, coach de autocoaching, conferencista y escritora.*

ral es un hábito que falta mejorar, y que se debe aprender paulatinamente y poner más atención en este, con el fin de colaborar solidariamente y escuchar a los demás. Saber dar una opinión, respetar a los pares, ser creativo al resolver conflictos y expresarse correctamente no son aspectos que formen parte de la educación común, y por eso es necesario darles más importancia.

Hablando de las reivindicaciones para las mujeres trabajadoras chilenas, la coach se refiere a cifras de la misma Organización Mundial del Trabajo, que revelan que las condiciones laborales y educativas de las mujeres siguen siendo muy desiguales, y las condiciones de evaluación, ascenso y salario en el mundo laboral también lo son. El único país que tiene avances y legislación sobre esto es Suecia, pero en Latinoamérica aún falta mucho por hacer. Para ella, eso sí, el paradigma mecanicista y racionalista que dividía y sesgaba las realidades y opiniones ha ido cambiando poco a poco, no sin dificultades. Entonces ahora el principal objetivo es integrar los géneros y reponer las distintas competencias que se han dejado fuera. Lo positivo, dice, es que se está trazando el camino a través de una discusión abierta, para encontrar soluciones, llegar a acuerdos y construir un modelo que integre las diferencias: lo femenino y lo masculino, oriente y occidente, tecnología y afectividad, entre otras.

Por su parte, Markus Leinonen, embajador finlandés en Chile, aclara que los ingenieros e ingenieras tienen una posición clave para contribuir a los desafíos que Chile como país está enfrentando, como por ejemplo mejorar la productividad y combatir el cambio climático.

Ellos y ellas tienen que estar a la vanguardia para buscar, promover y utilizar nuevas tecnologías e innovaciones que sirvan tanto en el laboratorio como en la vida cotidiana.

Al consultarle por las principales diferencias socioculturales entre Chile y Finlandia, en cuanto a lo que le falta al país para su desarrollo, el entrevistado respondió que se requiere mayor y mejor acceso a la educación, con igualdad de oportunidades. También aumentar la inversión en investigación y desarrollo por parte del estado y de las empresas privadas, que es un requisito fundamental para dar ese salto cualitativo. Agrega que esto lo hizo Finlandia entre 1970 y 2010. Finalmente, refiriéndose a la formación de los profesionales, y para que los estudiantes alcancen un nivel de clase mundial, sería necesario en la opinión de Leinonen mejorar la capacidad de hablar idiomas extranjeros, en especial el inglés. No obstante, los ingenieros e ingenieras chilenos ya son de clase mundial, y esto es reconocido en América Latina y Europa.

Los dos entrevistados, desde su experiencia y preparación individual, contribuyen con ideas y consejos válidos para fortalecer el aporte de los ingenieros en el desarrollo del país, tanto en el campo de las habilidades blandas (trabajo en equipo, solidaridad, creatividad, inteligencia emocional), como en lo concerniente a las estrategias más duras o prácticas (inversión, investigación, innovación, productividad). Al unir ambos puntos de vista, es posible obtener un panorama completo de las necesidades, ventajas y desafíos que existen en Chile para la ingeniería y la ciencia en general.



*Markus Leinonen*

*Embajador de Finlandia en Chile.*

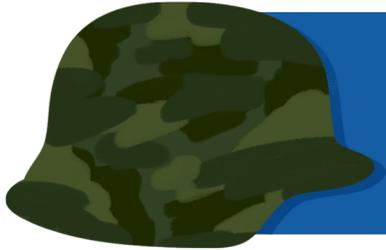


# OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Los **17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** muestran una mirada integral, indivisible y una colaboración internacional renovada. En conjunto, construyen una visión del futuro que queremos.  
(Cepal, s.f., párr 1)

Datos curiosos de la Ingeniería, *Megaestructuras* (2017)



- *La primera disciplina de la ingeniería fue la militar.*

- *La primera escuela de ingeniería en Europa se fundó el 8 de mayo de 1792.*



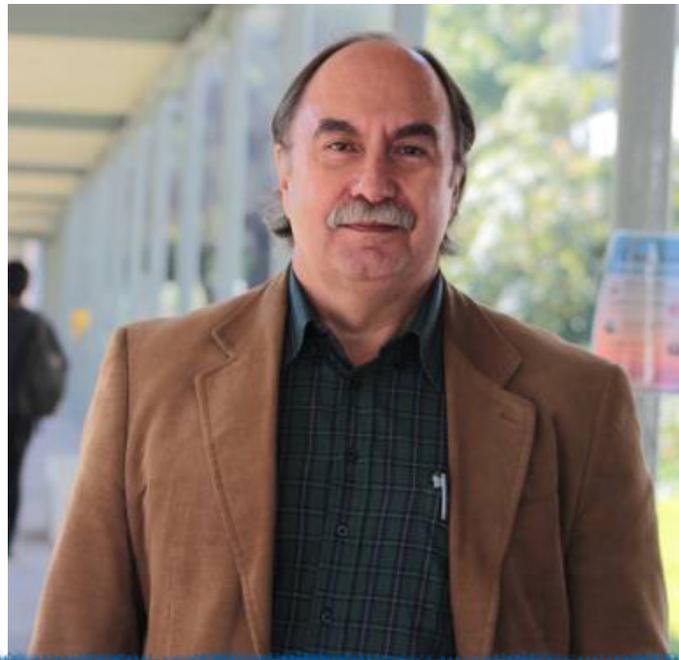
- *La obra civil histórica más reconocida es el Coliseo Romano, debido a las técnicas que se usaron para su construcción, muy avanzadas para su época.*

- *Suiza, Estados Unidos, Estados Árabes Unidos, Australia, Japón, Luxemburgo, Dinamarca, Alemania, Canadá, Noruega son los países con mayor innovación en ingeniería.*



## Historia e ingeniería: Rol social de la ciencia

Tanto para los ingenieros como para todas las personas en general, es necesaria una base de conocimientos sobre historia, filosofía, artes y literatura. Actualmente, el área humanista muchas veces es relegada en favor de una formación más científica, matemática o económica, olvidando el valor y el aporte a la creatividad, sensibilidad e identidad cultural de las personas que entregan las humanidades.



*Julio Pinto, Historiador, especializado en historia social y política; Premio Nacional de Historia 2016.*

## 1. ¿Qué tan importante es la historia dentro de la formación de los ingenieros?

Como profesor de historia, naturalmente pienso que no sólo los ingenieros, sino todas las personas, deben recibir alguna formación histórica. La historia es la memoria colectiva de una sociedad. La que nos dice de dónde venimos, y por tanto, quiénes somos (identidad). La que nos hace tomar conciencia de nuestros aciertos y nuestros errores como colectividad (memoria). La que nos ayuda a situarnos en nuestro tiempo y en nuestro espacio (ubicación). La que nos entrega elementos para pensar hacia dónde debemos caminar (proyección). La que nos recuerda que no somos átomos flotando en el mundo, sino miembros de comunidades que se deben protección mutua, con los derechos y los deberes que ello conlleva (conciencia cívica). Una sociedad que no recuerda su historia es como una persona amnésica, que no sabe dónde está parada, y por lo mismo, no sabe hacia dónde debe ir.

## 2. ¿Se están formando verdaderamente personas?

No puedo responder esa pregunta sin tener un mayor conocimiento de los actuales planes de estudios en las carreras de Ingeniería.

## 3. ¿Qué considera fundamental incluir en la formación profesional de los ingenieros para que éstos generen cambios positivos en el país?

No soy competente para pronunciarme sobre los elementos científicos o técnicos que se requieren para entregar una buena formación ingenieril. Pero en el campo que a mí me compete (las humanidades), estimo que no está de más incluir algunos elementos de ese campo para subrayar la condición de seres sociales que portan los ingenieros, al igual que todas las personas. Eso implica tomar en cuenta algunas nociones, aunque sean muy generales, de actualidad nacional y mundial, algo de historia, alguna capacidad de apreciación artística o literaria, algún refuerzo a la capacidad reflexiva (filosofía). No se trata de recargar el plan de estudios con asignaturas para cada una de esas áreas, pero al menos habría que diseñar algún dispositivo curricular que permitiera dar cuenta de esas líneas formativas. Y repito: no solo para los ingenieros, sino para todas las personas que forman parte de la sociedad en su conjunto.

---

“La historia es la memoria colectiva de una sociedad. La que nos dice de dónde venimos, y por tanto, quiénes somos”

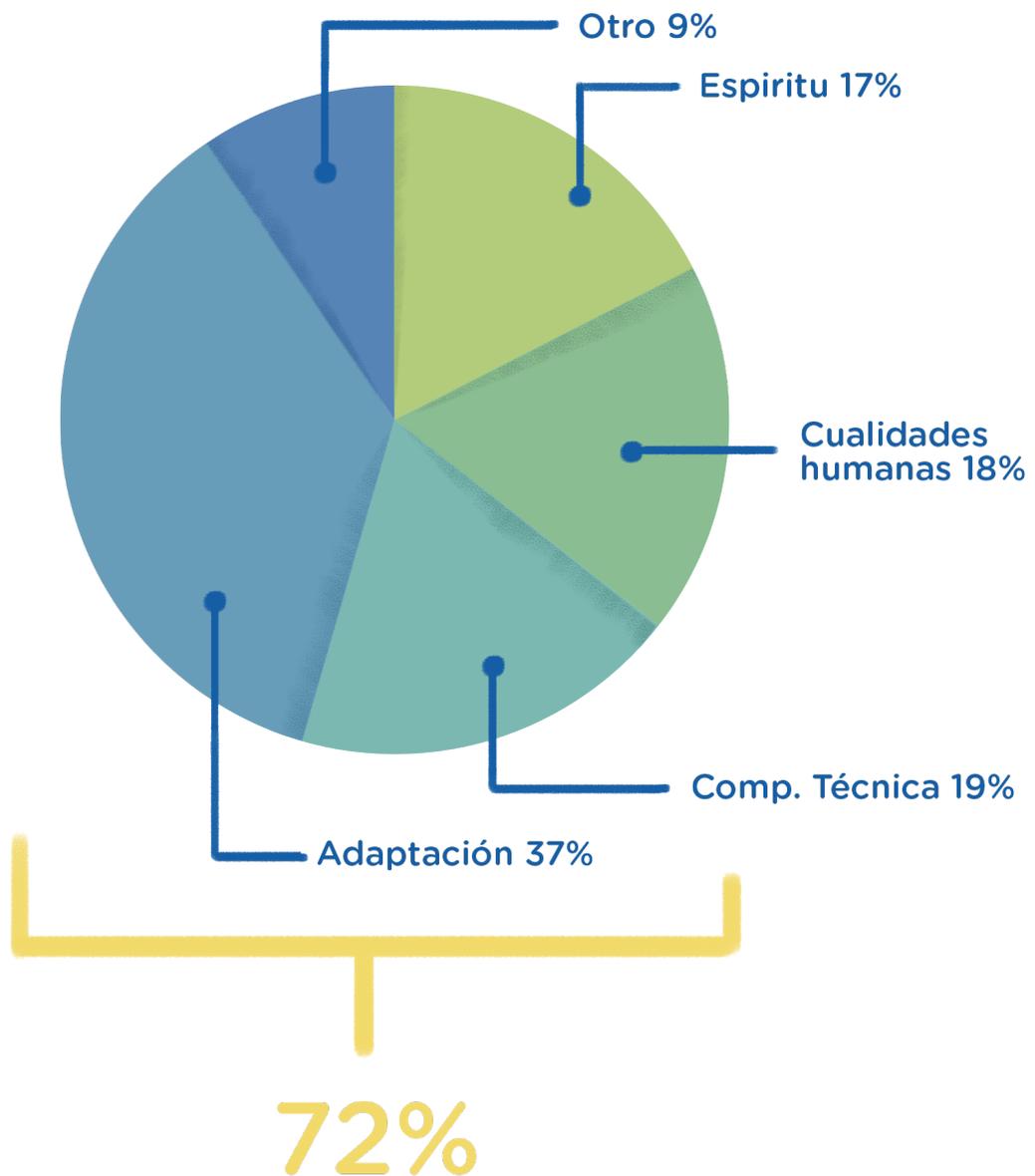
---

## 4. Si tuviera la posibilidad de plantearle un desafío a los futuros ingenieros ¿a dónde se orientaría?

Les invitaría a visualizar su profesión no sólo como un asunto de competencias técnicas, de “saber hacer bien las cosas” (lo que es indudablemente necesario), sino a contextualizarla dentro de las demandas y requerimientos de la vida en sociedad. Eso implica, en el mundo de hoy, y en el Chile de hoy, sensibilizarse frente a problemas como la pobreza, la desigualdad, el subdesarrollo, la degradación medioambiental. O dicho más genéricamente, asumir plenamente su responsabilidad social, como debería hacerlo todo profesional formado en la Usach. **R**

En una encuesta realizada por BG COMMUNICATION, por la Escuela Nacional Superior de Técnicas avanzadas (ENSTA) en Francia sobre:

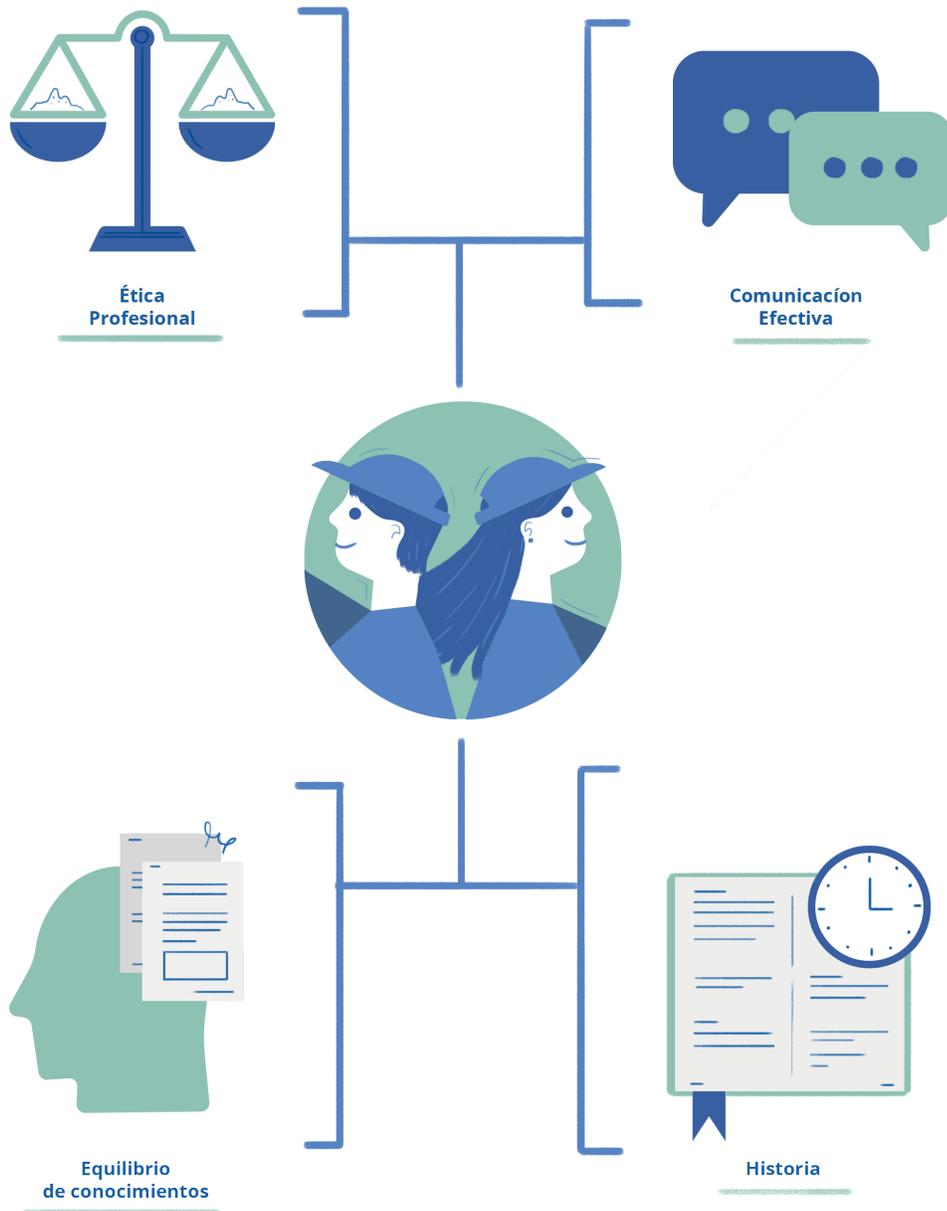
### ¿QUÉ ASPECTOS DEBERÍAN RECALCAR LAS ESCUELAS DE INGENIEROS EN LOS PRÓXIMOS DIEZ AÑOS?

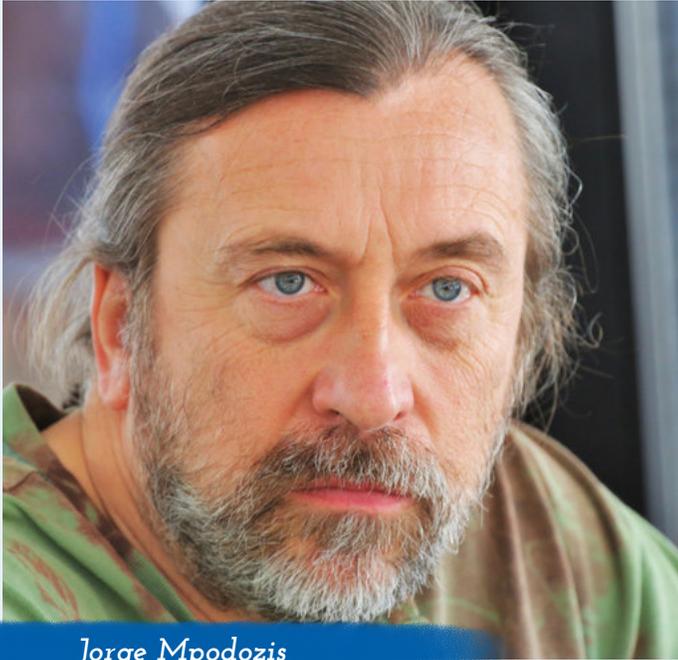


*de los aspectos a  
recalcar son habilidades  
"blandas"*

*Las humanidades también cuentan  
para los ingenieros. Revista AC Prensa. (1993)*

# Puntos claves para la formación de un/a ingeniero/a integral





Jorge Mpodozis

*Licenciado en Ciencias con mención en Biología y Doctor en Ciencias Biológicas con mención en Fisiología y Neurobiología, de la Universidad de Chile.*

## Futuros Ingenieros y formación social

Cuestiones éticas y sentido de humanidad.

### 1. Desde su perspectiva ¿qué desafíos plantearía a los futuros ingenieros e ingenieras, orientándolos en una mejora para la sociedad?

Los compromisos éticos que quieran asumir los jóvenes son cuestiones muy personales, que tienen que ver con la autorreflexión y la manera en que cada uno se para frente al mundo, desde su entendimiento y emocionalidad. Algunas personas tienen preocupaciones éticas muy evidentes y pueden querer imponerlas a otros, eso no es correcto. Por eso yo no doy consejos en ese sentido, los individuos tienen que madurar autónomamente. Sin embargo, la ingeniería sí tiene que ver con el desarrollo tecnológico asociado a la actividad humana, no solamente en el ámbito productivo, sino en un conjunto de saberes y procesos, conocimientos básicos. Eso es lo que los ingenieros hacen, puede ser bueno o malo: ¿es bueno o malo desarrollar una bomba atómica? Preguntas como esa son difíciles de resolver, y hay opiniones variadas. La discusión llegaría al punto de pensar sobre cuál es la conducta ética personal y social que existe en la cultura occidental desde hace 2.500 años, partiendo por Platón. Entonces los cuestionamientos son siempre los mismos, y caemos en una conversación muy larga. Pienso que los profesores no son consejeros, un profesor es el que le ayuda a alguien a entender alguna cosa en la cual tiene competencia y el otro no. Es muy modesto el rol del profesor, es humilde, no está en una tarima, no está para decirle a los demás lo que tienen que hacer o cómo portarse o entender el mundo. Puede tener opiniones y cierta autoridad, pero debe actuar con cautela y criterio, sin imponerse. A un ingeniero se le puede preguntar sobre estructuras, por ejemplo, sobre un puente caído, pero es difícil que entregue respuestas acerca de las problemáticas de la ética y de la vida humana. Tampoco a mí me seduce hacer eso.

## **2. Respecto a la biología del conocimiento, ¿estima que es un ámbito de estudio que debe ser abordado por otras disciplinas como la ingeniería? ¿por qué?**

Pienso que sí, por motivos propios de la disciplina, porque hay aspectos de la biología del conocimiento que tienen que ver con el entendimiento sistémico, y muchas de las situaciones que surgen en diseño son situaciones sistémicas. Entonces lo sistémico, como es parte de esto, parte del quehacer explicativo, si puede ser valioso en la formación de un ingeniero.

## **3. De acuerdo a los planteamientos del Dr. Maturana y desde su experiencia ¿por qué es importante reconocer al otro como un legítimo otro en la convivencia? En términos de las crisis de confianzas que hoy vivimos, ¿cuál podría ser el mensaje que usted enviaría a nuestros futuros ingenieros?**

Es algo que ocurre o no ocurre, mantener buenas o malas relaciones, mantener el respeto. En el ámbito familiar y de crianza es más fácil que se de esa cercanía, esa complicidad, es una cosa humana. Pero en el trabajo puede haberlo o no, y si lo hay todo fluye mejor. Cabe aquí la pregunta ¿qué es lo más importante, el bienestar como ser humano o la productividad de la empresa?. Por ejemplo, un alumno le dice a su profesor que no podrá cumplir con una tarea importante para el laboratorio por dificultades personales y de vida familiar, entonces el profesor puede responder de mala manera, obligando al joven a responsabilizarse,

o comprender la situación y esperar a que el alumno aborde su problema, ofreciéndole ayuda hasta que esté apto para regresar.

Existen dos alternativas, si el profesor responde favorablemente a lo mejor se desintegra el trabajo de laboratorio, si hace lo contrario se desintegra el joven. El punto aquí es la humanidad, el ponerse en el lugar del otro. Si las personas se tratan como seres humanos legítimos unos a otros, el resultado es mayor productividad, pero también aumenta la productividad justamente haciendo lo contrario, con un régimen más estricto. Son necesarias ambas miradas, pero siempre hay un límite, no se puede tratar a los seres humanos como máquinas productivas. Las personas requieren un conjunto de condiciones para poder operar como agentes en un proceso productivo, condiciones que no tienen que ver con la producción, sino con su humanidad. Cuando se atenta contra las condiciones mínimas de dignidad, ahí se desintegra todo, ese es el límite.

El trabajo requiere compromiso y es parte de la identidad de los sujetos, es un espacio para su realización social y personal, y cuando se piensa así se realiza mejor, pero depende de la perspectiva que se tenga: favorecer la identidad y la colectividad o maximizar la productividad. Por ejemplo, actualmente las mujeres se ven obligadas a separarse tempranamente de sus hijos para seguir trabajando. Los dejan al cuidado de otras personas que también están cumpliendo con sus obligaciones y reciben un pago por eso, en jardines infantiles o colegios, pero las propias madres no tienen tiempo para criar a sus hijos. Todo se convierte en un intercambio económico, dejando de lado el cuidado cariñoso y genuino. Por

---

*“El punto aquí es la humanidad, el ponerse en el lugar del otro. Si las personas se tratan como seres humanos legítimos unos a otros, el resultado es mayor productividad”*

---

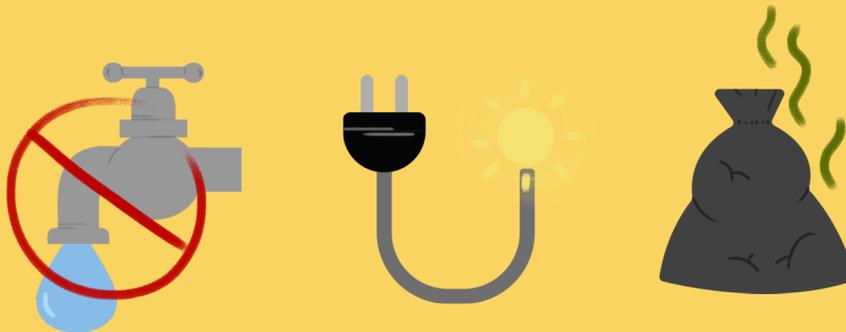
eso ya no quieren tener hijos. Los niños son institucionalizados y se convierten en objetos de un proceso productivo, dentro del sistema educativo. Hay que pensar si esta es una forma válida y adecuada de crianza. Objetivamente creo que es enajenante, se separa a la gente de las cuestiones más elementales que constituyen su humanidad, y nadie lo cuestiona.

## **4. ¿Considera a la ingeniería una de las disciplinas que permiten pasar del mundo de lo inimaginable al mundo de lo posible? ¿por qué?**

La ciencia tiene que ver con explorar, con buscar los límites de lo posible, pero se amplían los límites de lo posible y al mismo tiempo se acotan las ideas. La fantasía no cabe en la ciencia. Tenemos una manera heurística de mirar el universo y otra que es operacional. El universo está formado operacionalmente, y hay cosas que hacemos en él que son palpables. Podemos imaginar cien mil universos, pero realizamos solo uno. La ciencia tiene que ver con eso. **R**

## ¡El Medioambiente nos necesita!

- #1 Más de 700 millones de personas en el mundo no cuentan con agua potable según la ONU.
- #2 En el mundo, cada 20 segundos, un niño muere por falta de agua.
- #3 Se espera que para el 2050 la generación de energía eléctrica en el país sea 100% renovable (según Carlos Finat, director ejecutivo ACERA).
- #4 Los problemas que afectan la calidad de vida son la contaminación atmosférica, el ruido y la gestión de residuos sólidos. En la Región Metropolitana hay más de 700 micro basurales y vertederos que no dan más.
- #5 En el año 2013 el ruido ambiental en Chile representó el 40% de las denuncias ambientales del país, según Christian Gerard (Gerente General de Control Acústico).





 LABORATORIO  
DE EMPRENDIMIENTO  
ORGANIZACIONAL

## Holding LEO XXXIII

*"Hemos aprendido a volar como los pájaros, a nadar como los peces; pero no hemos aprendido el sencillo arte de vivir como hermanos"*

(Martin Luther King)



# Referencias

Admin (2015). *¿Cuál es el principal desafío ambiental que debe enfrentar Chile en los próximos años? Expertos responden*. Codex Verde: información, discusión y análisis para el desarrollo sustentable. 2015, junio 05. Extraído el 03-07-2018 <http://codex-verde.cl/cual-es-el-principal-desafio-ambiental-que-debe-enfrentar-el-pais-en-los-proximos-anos-expertos-respoden/>

Cepal (s/f). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) [Figura]*. Extraído de <https://www.cepal.org/es/temas/agenda-2030-desarrollo-sostenible/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>.

Conicyt (2017). *Equidad de género se posiciona desde la astronomía y la ingeniería*. Conicyt.cl. 2017, octubre 24. Extraído el 10-07-2018 <http://conicyt.cl/gendersummit12/noticias/equidad-de-genero-se-posiciona-desde-la-astronomia-y-la-ingenieria/>

Costanera Center (2018). Extraído el 03-07-2018 <http://mall.costaneracenter.cl/sky>

Cox, P. (2014). *Director de ALMA: Este es el proyecto astronómico más importante del mundo*. Entrevista Diario Emol Tecnología. 2014, junio 17. Extraído el 03-07-2018 <http://www.emol.com/noticias/tecnologia/2014/06/17/665626/director-de-alma-este-es-el-proyecto-astronomico-mas-importante-del-mundo.html>

Echeverría, J.F y Sáez, C. (2017). *Conoce los resultados del Ranking de Universidades Chilenas 2017*. Americaeconomia.com MBA y educación ejecutiva. 2017, octubre 12. Extraído el 12-07-2018 <https://mba.americaeconomia.com/articulos/reportajes/conoce-los-resultados-del-ranking-de-universidades-chilenas-2017>

El Dínamo (2018). *Universidad de Chile alcanza cifra histórica de ingreso de mujeres al Plan Común de Ingeniería y Ciencias*. El Dínamo Educación. 2018, enero 29. Extraído el 10-07-2018 <https://www.eldinamo.cl/educacion/2018/01/29/universidad-de-chile-alcanza-cifra-historica-de-ingreso-de-mujeres-al-plan-comun-de-ingenieria-y-ciencias/>

F.A.A (2015). *Sistema de tratamiento de aguas residuales creado en Chile es éxito en la India*. Diario La Tercera. 2015, enero 09. Extraído el 03-07-2018 <http://www2.latercera.com/noticia/sistema-de-tratamiento-de-aguas-residuales-creado-en-chile-es-exito-en-la-india/>

Fernández, M. (2015) *Tecnología chilena única en el mundo purifica agua en localidades aisladas*. Diario El Definido. 2015, enero 02. Extraído el 03-07-2018 <https://www.eldefinido.cl/actualidad/pais/4467/Tecnologia-chilena-unica-en-el-mundo-purifica-agua-en-localidades-aisladas/>

Las humanidades también cuentan para los ingenieros. Revista AC Prensa. 1993, diciembre 15. Extraído el 02-07-2018 <https://www.aceprensa.com/articles/las-humanidades-tambi-n-cuentan-para-los-ingeniero/>

Megaestructuras (2017). *Datos Curiosos de la Ingeniería Civil*. Blogdiario.com Hispavista. 2017, febrero 22. Extraído el 11-07-2018 <http://megaestructuras.blogspot.es/1487774246/datos-curiosos-de-la-ingenieria-civil/>

Mineduc (2017). *Mifuturo.cl*. 2017, septiembre. Ingeniería Civil Industrial. Extraído el 10-07-2018 <http://www.mifuturo.cl/index.php/futuro-laboral/buscador-por-carrera?tecnico=false&cmbareas=0&cmbinstituciones=3&start=30>

Mineduc (2017). Mifuturo.cl. 2017, septiembre. Ingeniería Industrial. Extraído el 10-07-2018 <http://www.mifuturo.cl/index.php/futuro-laboral/buscador-por-carrera?tecnico=false&cmbareas=0&cmbinstituciones=3&start=60>

Pavissich, J.P (2017). Desigualdad de género y educación. Universidad Adolfo Ibáñez, Facultad de Ingeniería y Ciencias. Diario La Tercera. 2017, diciembre 07. Extraído el 10-07-2018 <http://ingenieria.uai.cl/columnas-de-opinion/desigualdad-de-genero-y-educacion/>

Pereda, C. (2018). Mujeres y ciencia en Chile: el desafío pendiente. Innovación.cl. 2018, marzo 08. Extraído el 04-07-2018 <http://www.innovacion.cl/2018/03/mujeres-y-ciencia-en-chile-el-desafio-pendiente/>

Ranking QS revela cuáles son las mejores universidades de Chile y el mundo, según áreas de estudio. Ahora Noticias. 2018, febrero 28. Extraído el 02-07-2018 <http://www.ahoranoticias.cl/noticias/nacional/217525-ranking-qs-revela-cuales-son-las-mejores-universidades-de-chile-y-el-mundo-segun-areas-de-estudio.html>

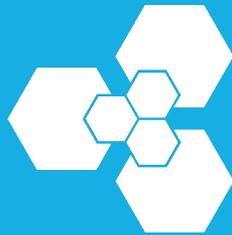
Ranking ubica a universidades chilenas dentro de las mejores de Latinoamérica en cinco áreas Diario Emol. 2018, marzo 01. Extraído el 04-07-2108 <http://www.emol.com/noticias/Nacional/2018/03/01/896998/Ranking-ubica-a-universidades-chilenas-dentro-de-las-mejores-de-Latinoamerica-en-cinco-areas.html>

RSEF/SEDOPTICA/UA (2015). Doce mujeres iluminadas por la luz [Ilustración]. Extraído de <https://www.agenciasinc.es/Multimedia/Ilustraciones/Doce-mujeres-iluminadas-por-la-luz>

Valentín, B. C. G. y Armando, F. H. L. Las humanidades en la formación de los ingenieros (s/f). Instituto Politécnico Nacional, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México D.F. Google académico. Extraído el 21-07-2018 <http://www.tutorias.ipn.mx/memorias/Documents/3er-web/archivos/422.doc>

# Auspicios





**Ingeniería Industrial**

Universidad de Santiago de Chile

Departamento de Ingeniería Industrial

# REVISTA LEO XXXIII



UNIVERSIDAD  
DE SANTIAGO  
DE CHILE



Ingeniería Industrial  
Universidad de Santiago de Chile



**LEO**  
LABORATORIO  
DE EXPERIMENTACIÓN  
ORGANIZACIONAL