

20  
21

# INGENIERÍA

VOLUMEN 11

ALDÍA

## INFLUENCIA DE FIBRA DE CARBONO EN VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO BAJO CARGAS DE FLEXIÓN

(26)

### Microbialitas en el Parque Nacional Torres del Paine

Patrimonio geológico en el sur de Chile, revelador del origen de la vida y su desarrollo frente a condiciones extremas.  
(10)

### La Prueba de Admisión Universitaria China: Gao Kao

¿Qué pensarían si para tener la clave de la red de WIFI de un lugar público, solicitan resolver un problema matemático?  
(16)

### Clasificación de Vinos Chilenos usando Cromatografía Líquida

En los últimos años la industria del vino chileno ha experimentado un notable crecimiento, convirtiéndose en uno de los sectores industriales más dinámicos de su economía  
(32)

### Entrevista a Ricardo Baeza-Yates

Coautor del exitoso libro de texto Modern Information Retrieval, publicado en 1999 por Addison-Wesley con una segunda edición ampliada en 2011, que ganó el premio ASIST 2012 Book of the Year.  
(46)



Universidad  
Central

---

## **DIRECTOR**

**Christian Nicolai**, Decano Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central de Chile.

---

## **EDITOR GENERAL**

**Sergio Cárdenas**, Académico de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

## **COMITÉ EDITORIAL**

**Loreto Muñoz**, Académica investigadora de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

**Alejandro Riveros**, Académico investigador de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

**Juan Luis Palma**, Académico investigador de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

**Cristina Ortega**, Académico investigador de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

**María José Ortega**, Periodista de la Dirección de Comunicaciones Corporativas.

---

**Juan Francisco Fuentealba**, Académico investigador de la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

---

**Sebastián Chandía**, Diseño gráfico.

---

La investigación y su difusión son fundamentales en el quehacer académico y nuestra Escuela de Ingeniería lo tiene presente e incorporado en sus actividades. En efecto, la investigación lleva a crear conocimiento, que se traduce en teorías que explican la naturaleza y por lo tanto nos permiten, con un esfuerzo adicional, aplicar los conocimientos a través de la tecnología. Aplicaciones que nos permiten desde nuestras profesiones mejorar la calidad de vida en forma sustentable.

No es menor la relevancia de la actividad de investigación y su impacto en la docencia, tanto de pregrado como de postgrado, pues entrega a los estudiantes, conocimientos teóricos, aplicaciones y una manera de enfrentar sus labores con pensamiento crítico y científico. Por supuesto, también la actividad de los profesores puede motivar a los estudiantes a incorporarse a la investigación como posibilidad de desarrollo profesional.

En este número de la Revista IAD, se muestra que lo señalado es realidad. Dos estudiantes de pregrado -de Licenciatura en Astronomía-, modelan y analizan diversos arreglos, usando el modelo Ising 2D, cómo la magnetización se ve afectada por la temperatura, el tamaño de redes de espines y parámetros de la simulación. También, un estudiante de Geología nos cuenta, junto con su profesora, sobre el patrimonio geológico en el sur de Chile y cómo nos da pistas sobre el origen de la vida y su evolución en condiciones extremas.

Además de lo señalado, traemos un interesante artículo sobre el uso de fibra de carbono en vigas de hormigón, temática relevante para la construcción en un país sísmico. Materia en la que junto con universidades de España y Colombia, hemos realizado un taller de trabajo internacional.

Continuando con la producción en la línea de investigación en nanomateriales y física de materia condensada, con evidentes aplicaciones tecnológicas, se incluye un artículo sobre la respuesta de materiales magnéticos a señales magnéticas de corta duración, lo que permite generar aparatos que se pueden utilizar en radares, absorber señales de microondas y otras aplicaciones de base en comunicaciones.

Nuestra línea de investigación en alimentos, que nos honró con la organización en la facultad de la III Conferencia Internacional del Grupo la Valse Food-CYTED y VI Simposio Chia-Link 2021", titulada "Valiosas semillas ancestrales para la alimentación del futuro", nos introduce en un aspecto, a lo mejor no conocido de la albahaca, tan común en nuestra mesa en verano e imprescindible en pizzas y pesto; en efecto, las semillas de albahaca, como se explica en el artículo de la revista, también pueden ser consumidas como la chía, con un interesante aporte nutricional y beneficios para la salud.

También, en una demostración de cómo la tecnología avanzada y cuestiones de larga tradición se pueden complementar, se nos presentan los resultados de aplicar clasificadores estadísticos y neuronales a datos extraídos de muestras de vino de diferentes valles, años de cosecha y viñas, para clasificarlos reconociendo su cepa principal en forma automática por un dispositivo.

Como un resultado de la investigación en educación, se realizó el VI Encuentro Nacional de Didáctica de la Física en Chile, en forma virtual, mediante el uso de una plataforma común en las actividades académicas. El aprendizaje derivado de la realización de dicho evento, permite proponer un modelo sobre realización de congresos, seminarios o conferencias,



**Christian Nicolai O.**

Decano

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

que identifica los aspectos claves de la actividad e idea el escenario virtual para el desarrollo de ella, adaptando la metodología a las particularidades del evento. En la misma línea, miramos la prueba de admisión universitaria china: Gao Kao, describiendo sus particularidades en las exigencias y cuestiones culturales que la caracterizan y que aprendizajes podríamos obtener.

En nuestra entrevista, el Profesor Ricardo Baeza-Yates, actual Director de Investigación del Institute for Experiential AI, de la Northeastern University, nos explica el desarrollo de la Inteligencia Artificial y su estado en el mundo y en Chile, haciendo énfasis en lo que debería preocuparnos como país en las políticas públicas y actividades de investigación.

Nuevamente creemos que tenemos un número muy interesante acerca de la actividad de investigación y docencia en la Escuela de Ingeniería de la Universidad Central de Chile, así como de divulgación de la ciencia y tecnología, aplicadas a cuestiones prácticas y con opiniones de un experto chileno, de reconocida trayectoria en el área de las tecnologías de información, especialmente en temas de inteligencia artificial. Ahora les invitamos a seguir adelante y adentrarse en los contenidos descritos.

# ÍNDICE

06

---

## DETECTANDO FRECUENCIAS DE MICROONDAS EN DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS NANOMÉTRICOS

→ *Alejandro Riveros & Juan Luis Palma*

Los dispositivos magnéticos interactúan con señales magnéticas de corta duración (pulsos magnéticos) generando oscilaciones de la información magnética del dispositivo en torno a la dirección del pulso, similar a cómo oscilaría un trompo en torno a su eje de giro.

---

10

## MICROBIALITAS EN EL PARQUE NACIONAL TORRES DEL PAINE

→ *Axel Aguilera Riveros & Cristina Ortega Caurapán*

Patrimonio geológico en el sur de Chile, revelador del origen de la vida y su desarrollo frente a condiciones extremas.

---

14

## SEMILLAS DE ALBAHACA, LA NUEVA CHIA

→ *Loreto A. Muñoz*

Las semillas de *Ocimum basilicum* L., conocida comúnmente como albahaca, no sólo sirven para hacer crecer plantas de albahaca, también se pueden comer.

---

16

## LA PRUEBA DE ADMISIÓN UNIVERSITARIA CHINA: GAO KAO

→ *Regina Toloza Herrera*

Esta prueba de admisión comenzó a implementarse en 1952 en China, para estandarizar el ingreso a las universidades por mérito académico, para que todos y todas, los y las estudiantes tengan la misma oportunidad de ingreso a la universidad.

---

18

## MODELO DE ISING 2D PARA ESPINES QUE PUEDEN APUNTAR EN SOLO DOS DIRECCIONES

→ *Christopher Montalbán & Paulette Layana*

El modelo de Ising es una manera simple de modelar un sistema magnético. Mediante una regla de interacción, entre dipolos magnéticos fijos o espines, predice la transición de fase que ocurre en un ferromagneto real a una temperatura crítica (temperatura de Curie)  $T_c$ .



22

**LA CIENCIA DEL HOMBRE ARAÑA**→ *Juan Francisco Fuentealba & Sebastián Michea*

El hombre araña es uno de los superhéroes más populares del universo de Marvel y probablemente uno de los más famosos a nivel mundial.

---

26

**INFLUENCIA DE FIBRA DE CARBONO EN VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO BAJO CARGAS DE FLEXIÓN**→ *Daniela Alejandra Brizuela Valenzuela*

Estudio del diseño estructural de vigas de hormigón armado reforzadas con fibras de carbono de alta resistencia y módulo de elasticidad con diferentes áreas de reforzamiento, modelando el material compuesto (CRFP) con software computacional.

---

32

**CLASIFICACIÓN DE VINOS CHILENOS USANDO CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA**→ *M.A. Duarte-Mermoud & G. Ceballos-Benavides*

En este trabajo se presentan resultados de aplicar técnicas de extracción de características y clasificadores (estadísticos y neuronales) para determinar la cepa principal de vinos tintos chilenos del valle central.

---

38

**TRANSFORMACIÓN DIGITAL: GESTIÓN DE EVENTOS ONLINE MEDIANTE PLATAFORMAS VIRTUALES**→ *Shary Bichara Valencia & Nelson Sepúlveda Navarro*

Evaluando el caso del I Encuentro Virtual de Enseñanza de la Física, gestión de la participación remota-activa

---

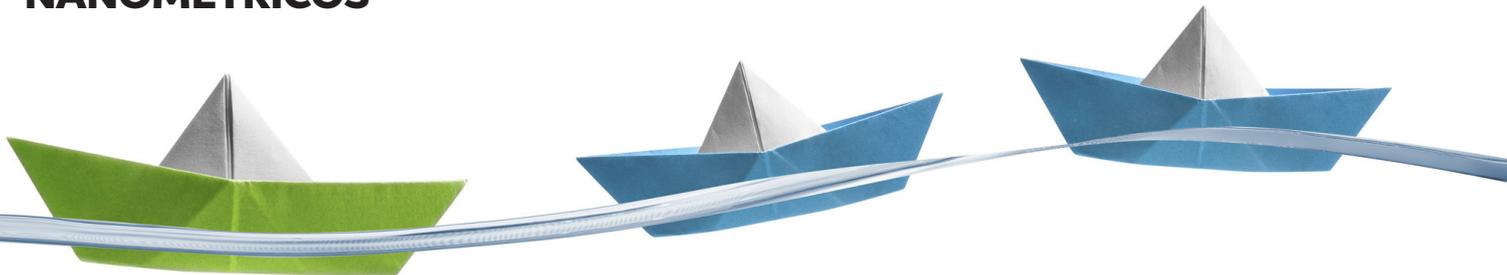
46

**ENTREVISTA A RICARDO BAEZA-YATES**

Coautor del exitoso libro de texto *Modern Information Retrieval*, publicado en 1999 por Addison-Wesley con una segunda edición ampliada en 2011, que ganó el premio ASIST 2012 Book of the Year.

## DETECTANDO FRECUENCIAS DE MICROONDAS EN DISPOSITIVOS MAGNÉTICOS NANOMÉTRICOS

*Efecto de la anisotropía perpendicular uniformemente distribuida en el espectro de resonancia ferromagnética de nanoanillos ferromagnéticos.*



• Alejandro Riveros • Juan Luis Palma

*Doctores en Ciencias con Mención en Física.*

*Los dispositivos magnéticos interactúan con señales magnéticas de corta duración (pulsos magnéticos) generando oscilaciones de la información magnética del dispositivo en torno a la dirección del pulso, similar a cómo oscilaría un trompo en torno a su eje de giro. Interesantemente, se puede conocer la frecuencia de las oscilaciones controlando la forma como se distribuye la información magnética en el dispositivo, generando aparatos magnéticos específicos que respondan a ciertas frecuencias de señales magnéticas lo que podría ser utilizado para radares; absorción de señales de microondas; o aplicaciones de base tecnológica en comunicaciones.*

Una onda que viaja en el espacio, es utilizada actualmente para comunicaciones. Así, las antenas que transmitieron ondas de radio en la década pasada (ondas que miden decenas de metros), fueron fundamentales para las comunicaciones. Las ondas se clasifican por su tamaño de longitud de onda, o bien, por su frecuencia. Mientras más energía tiene la onda, mayor es la frecuencia y es más estable para aplicaciones. Por esto, las microondas (de 300 MHz a 300 GHz) representan un buen candidato para aplicaciones tecnológicas. En nuestros tiempos, la comunicación satelital toma cada vez más relevancia, incluso, con el proyecto Starlink levantado por Elon Musk, que busca poner en órbita los satélites a una altura mucho más baja, para alcanzar mejores señales y tiempos de respuesta. Es en este contexto, que es necesario estudiar la respuesta dinámica de los sistemas que pueden responder a estos pulsos de ondas electromagnéticas.

Precisamente, en este artículo, queremos entender cómo es la respuesta magnética del material frente a perturbaciones de ondas externas (con frecuencia en la banda X, justo bajo los 10 GHz), y queremos enfocarnos en analizar la respuesta de la información magnética frente a una onda de corta duración, lo que se conoce como pulso magnético. Este estudio fue realizado en la referencia E. Saavedra et al [1], en colaboración con el Dr. Eduardo Saavedra de la Universidad de Santiago y con los Doctores Alejandro Riveros y Juan Luis Palma de la Universidad Central, trabajo publicado recientemente en una prestigiosa revista multidisciplinaria de libre acceso, Nature: Scientific Reports. A continuación, mostraremos los principales resultados del trabajo tratando de no entrar en los detalles técnicos. Si el lector está interesado en conocer mayores detalles del trabajo puede ver, sin necesidad de pagar o suscribirse, la Ref. [1].

En dicho trabajo se estudió en detalle el efecto de un pulso sobre un material magnético a escala nanométrica. Se consideró un pulso magnético de corta duración, para perturbar la información del material, pero aplicando un pulso no muy grande (en intensidad), para no “dañar” la información magnética, ya que un campo magnético muy intenso puede destruir la información en

los dispositivos. Por ejemplo, si acercamos nuestra tarjeta bip o tarjetas bancarias a un campo magnético muy intenso se destruirá la información codificada en la banda de nuestras tarjetas y por lo tanto quedarían inutilizables.

Ahora bien, cuando se aplica un pulso a un material magnético, la información del material “siente” el pulso y empieza a oscilar en torno a la dirección en el que fue aplicado el pulso, similar a como lo hace un trompo al oscilar en torno del eje de giro (antes de detenerse). Interesantemente, la oscilación de la información magnética no es igual en todos los puntos del material y oscila a diferentes frecuencias dependiendo de cómo se distribuye la información magnética en el material.

Así, dependiendo de cómo se distribuye la información a lo largo del material y también dependiendo de la forma, diferentes lugares oscilan con mayor intensidad respecto a otras zonas del material magnético y además, oscilando a diferentes frecuencias (dando giros más rápidos o más lentos). Esto es análogo a pensar en cómo oscilarían unos barquitos de papel distribuidos de diferentes formas en un estanque de agua, luego de que se perturbe el agua (por ejemplo, luego de soltar una piedra en el estanque, observamos un patrón circular, que es análogo a una perturbación radial). En esta analogía, los barquitos de papel juegan el rol de la información magnética del material y las oscilaciones generadas por cada barquito debido a las piedras en contacto con el agua, juegan el rol de las oscilaciones de la información magnética generadas debido al pulso (ver Figura 1).

De esta forma se podría tener control de las frecuencias de las oscilaciones de la información magnética frente a pulsos magnéticos, controlando la forma, en cómo se distribuye la información en el material. O dicho de otra manera, si tenemos un dispositivo magnético estable podremos saber a qué frecuencia oscilaría la información magnética del dispositivo ante perturbaciones externas, como por ejemplo pulsos magnéticos. Este control es importante en tecnología en particular en medios de detección como por ejemplo radares. En efecto, si el radar genera un pulso

en la misma frecuencia en la cual la información magnética oscilará, será detectado por el radar. En cambio, si el radar envía un pulso a una frecuencia distinta de la oscilación de la información magnética, el radar no podrá detectar el dispositivo magnético. Una de las formas para conocer las frecuencias en la cual oscila la información magnética, es calculando la susceptibilidad magnética (también llamada afinidad magnética), en función de un espectro de frecuencia (luego de aplicar el pulso) para así detectar peaks de resonancia. En la Ref. [1] se obtuvo dicho espectro de frecuencia de resonancia en nanoimanes con forma de anillo, variando el grosor del anillo y controlando la información magnética en ella mediante anisotropías magnéticas. En la Figura 2, a la izquierda, se muestra el comportamiento de la susceptibilidad magnética en función del espectro de frecuencia para diferentes espesores del anillo el caso a) corresponde a un anillo grueso, b) un anillo más delgado y, c) un anillo muy delgado. Cada uno de los peak en los gráficos de la izquierda de la figura corresponden a las frecuencias en las cuales la información magnética oscila debido al pulso magnético aplicado. Se puede ver que las frecuencias de oscilaciones (cada peak) están en el rango de los GHz, que corresponde al rango de frecuencia en el cual operan los radares. Además, se puede ver que controlando por ejemplo el ancho del anillo cambian las ubicaciones de los peaks junto con el número de peaks en el espectro de frecuencia.

Más aún, no sólo es posible determinar a qué frecuencia oscilará la información magnética frente a un pulso, sino que también es posible determinar en qué zonas del dispositivo magnético se realizan estas oscilaciones. Esto, técnicamente, se puede realizar haciendo un seguimiento en el tiempo de todos los puntos del dispositivo magnético desde que actúa el pulso para cada uno de los peak de resonancia del espectro y de esta forma poder distinguir en qué zonas ocurren las mayores oscilaciones. Esto se muestra explícitamente en la Figura 2, a la derecha, mediante un mapa de colores sobre el anillo, de acuerdo con la escala de colores entre azul y rojo. En cada una de estas figuras las zonas rojas corresponden a los lugares del nanoimán (con forma de anillo) donde las oscilaciones son de mayor amplitud (máxima oscilación), al contrario en las zonas azules no hay oscilaciones de la información magnética del dispositivo. Podemos tratar de entender porque se generan estas zonas rojas de mayor oscilación respecto a las zonas azules sin oscilación a lo largo del nanoanillo volviendo a la analogía del movimiento de los barquitos de papel dispuestos en un estanque (luego de que se sueltan piedras en el estanque). Sabemos, por hechos cotidianos, que al arrojar una piedra a un estanque se genera una onda desde el punto de contacto de la piedra con el agua que se propaga a través del agua. Esta onda posee lugares con máximos (zonas de la superficie del agua que se elevan) y mínimos (zonas de la superficie que bajan) bien definidos a medida que se propaga por la superficie del

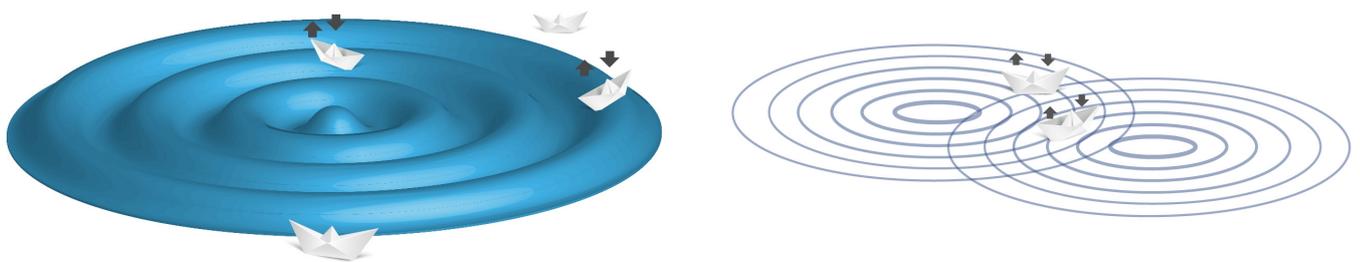


Figura 1

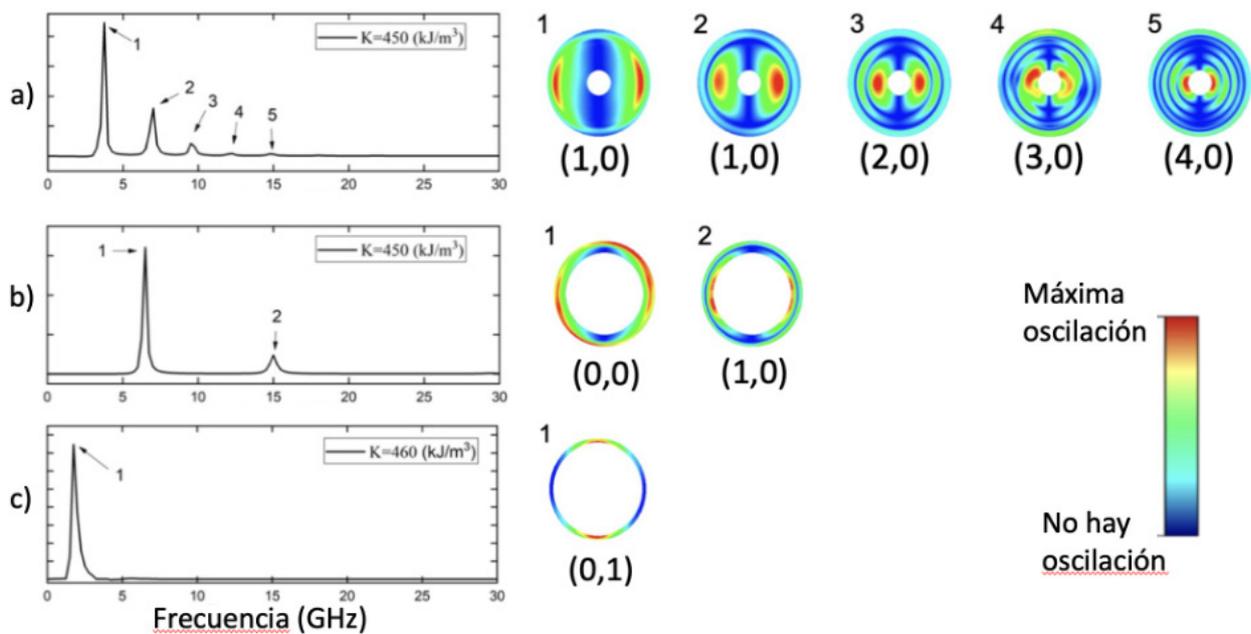


Figura 2

a) En la primera línea arriba, se observa a la izquierda un gráfico de intensidad de oscilaciones. Se puede observar, que los espines oscilan más fuertemente en la zona roja, a una frecuencia bajo los 5 GHz, es lo que llamamos el "peak 1", y su esquema visual se encuentra justo a la derecha del gráfico, lo que hemos llamado el modo (1,0), correspondiente a los modos (radial, diametral), lo que tiene que ver con una distribución de las oscilaciones. Así, si continuamos hacia la derecha encontramos más modos, de menor intensidad, y con diferentes distribuciones espaciales. b) Ahora, si bajamos a la segunda fila, nos encontramos con los cambios que produce en el espectro, el hecho de que adelgacemos el anillo. Donde a la derecha solo nos encontramos con dos modos de vibración. c) Y finalmente, si se adelgaza mucho el anillo, entonces nos encontramos con un único modo de vibración.

agua. De esta forma cuando un máximo de la onda llegue al lugar donde se encuentre un barquito, el barquito subirá levemente y cuando un mínimo de la onda llegue al barquito, el barquito de papel bajará levemente generando un vaivén de arriba-abajo del barquito a medida que la onda se propaga por la superficie del agua.

Más interesante aún es el efecto que se produce sobre los barquitos cuando hay más de una onda propagándose por el agua. Por ejemplo, pensemos esta vez en dos ondas generadas por la caída de dos piedras en diferentes puntos de la superficie del agua del estanque. En tal caso se generarán dos ondas que inician en diferentes puntos propagándose por el agua. Eventualmente, a medida que se propagan las ondas, podrían cruzarse una con la otra generando una interferencia de ondas. Cuando interfieren las ondas si un máximo de una onda se superpone a un máximo de la otra se generará una interferencia constructiva aumentando la elevación en ese punto de encuentro de la onda. En cambio si se superpone un máximo con un mínimo se generará una interferencia destructiva, atenuando la onda en ese punto de encuentro. Por lo tanto, si un barquito está ubicado en un punto donde existe interferencia constructiva de las ondas generadas en el agua aumentará su vaivén (oscilando con mayor amplitud) de arriba-abajo en cambio si un barquito está ubicado en un punto de interferencia destructiva disminuirá el vaivén del

barquito (Figura 1). De acuerdo con esta analogía las zonas rojas del nanoiman (mostradas a la derecha de la Figura 2) representan barquitos ubicados en puntos de interferencia constructiva mientras que las zonas azules representan barquitos ubicados en puntos de interferencia destructiva. Es interesante notar que las zonas rojas y azules de la figura dependen de la frecuencia de resonancia y del espesor del anillo.

Finalmente, como conclusión podemos mencionar que aplicando pulsos a dispositivos magnéticos la información será perturbada y oscilará en diferentes puntos del material y a diferentes frecuencias de oscilación en torno a la dirección del pulso. Además, como las frecuencias de las oscilaciones generadas en el dispositivo magnético pueden ser controladas manejando por ejemplo la forma del dispositivo magnético junto a otros parámetros magnéticos del material, se podría diseñar dispositivos magnéticos específicos y estables que oscilan a determinadas frecuencias y ser usados en aplicaciones tecnológicas como en radares y comunicaciones. En esta línea de investigación, en la Ref [1] se estudió en detalle el efecto del espesor de nanoanillos magnéticos y de anisotropías magnéticas del material sobre la información grabada en el dispositivo y sobre el espectro de frecuencia de resonancia ante pulsos magnéticos.

#### Referencias

[1] Saavedra, E. et.al., Scientific Reports, Vol. 11, 14230 (2021).



Universidad  
Central



## INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Las principales tareas asignadas al Instituto son: promover y desarrollar investigación básica y aplicada relevante en los ámbitos disciplinarios de la FINARQ; estimular el desarrollo de investigación interdisciplinaria, generar redes académicas nacionales e internacionales que potencien la investigación y el postgrado, coordinar la creación de programas de postgrado acreditables de carácter disciplinar y/o interdisciplinar y articular la oferta de postgrados y postítulos en los ámbitos disciplinarios de la Facultad.



UNIVERSIDAD CENTRAL  
**ACREDITADA EN NIVEL AVANZADO**  
EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, DOCENCIA DE PREGRADO,  
VINCULACIÓN CON EL MEDIO HASTA ENERO 2026



Ingresa aquí



# UCEN fue sede de Conferencia Internacional sobre sobre semillas ancestrales

Más de 380 personas de diferentes partes del mundo, se inscribieron y reunieron para ser parte de la "III Conferencia Internacional del Grupo la Valse Food-CYTED y VI Simposio Chia-Link 2021", titulada Valiosas semillas ancestrales para la alimentación del futuro, que se extendió por tres días.



Con una gran convocatoria se llevó a cabo la "III Conferencia Internacional del Grupo la Valse Food-CYTED y VI Simposio Chia-Link 2021", titulada Valiosas semillas ancestrales para la alimentación del futuro, instancia que se celebra cada año en los diferentes países Iberoamericanos que conforman la Red Iberoamericana la ValSe-Food, integrada por 50 grupos conformados por universidades, Centros de investigación, empresas y asociaciones, pertenecientes a diferentes países como Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, Guatemala, México, Paraguay, Perú y Portugal. Este año tuvo como sede a la Universidad Central de Chile, los días 15, 16 y 17 de noviembre.

El objetivo principal de esta iniciativa fue mostrar los avances en materia de investigación en torno a las semillas ancestrales iberoamericanas. En este contexto, se desarrollaron temáticas relacionadas con la agronomía, tecnología, composición, nutrición, salud, futuro y tendencias, con alrededor de 30 expositores y expositoras. Además, en cada una de las temáticas, las y los asistentes pudieron interactuar con los expositores y expositoras. También se llevó a cabo un foro de empresas para exponer los desarrollos más relevantes en este ámbito.

En la inauguración de la actividad, participaron el Rector UCEN, Santiago González; el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Christian Nicolai; la académica

investigadora de la misma Facultad, Dra. Loreto Muñoz y la Dra. Claudia Monika Haros, investigadora del Departamento de Ciencia de Alimentos en el Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos (IATA), España; ambas representantes del comité científico del evento.

En esta instancia, el Rector Santiago González, destacó que "para nuestra Casa de Estudios, es un verdadero orgullo y privilegio ser la sede de esta Conferencia. En los últimos años, la UCEN ha incentivado la investigación en sus académicos. Ejemplo de ello, es la creación de los Institutos de Investigación y Postgrado de las Facultades, donde la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, tiene destacados logros gracias al trabajo de las y los investigadores". Además, agregó que "este evento marca un hito en este aspecto, que sin duda nos permite mostrar los avances en investigación de nuestros académicos y académicas, así como también conocer la de otras instituciones a nivel mundial".

Por parte de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura UCEN, el Decano Christian Nicolai, destacó la importancia de este tipo de encuentros donde se hable sobre "los alimentos en general y la seguridad alimentaria frente a al cambio climático -y en especial en nuestro país por la crisis hídrica. Esta reunión fue muy fructífera, se intercambiaron conocimientos, prácticas, ideas, aprendizajes que incluyen éxitos y fracasos, porque así es el proceso de in-

vestigación, y sin duda esto apoya el desarrollo de nuestros países en Iberoamérica". Mientras que la Dra. Loreto Muñoz, quien además es parte organizadora y coordinadora de la Red Internacional Chia-Link, destacó la participación de investigadores e investigadoras de diferentes países y comentó que esta conferencia fue "una gran oportunidad para divulgar las virtudes de los recursos Iberoamericanos, inculcar el respeto y cuidado a su biodiversidad con énfasis en el recuerdo y agradecimiento a las civilizaciones ancestrales de la región, quienes han cuidado estos recursos para ser el alimento de ahora y del futuro". También agregó que "La Red Chia-Link tiene como objetivo crear un entorno de cooperación con la comunidad científica y la industria a nivel internacional y unir esfuerzos para promover alimentos inocuos, sostenibles, sabrosos, nutritivos y saludables con la semilla de chia".

En tanto, la Dra. Claudia Monika Haros, también del comité científico y Coordinadora de la Red La Valse-CYTED, agradeció a las autoridades de la Universidad Central por el gran trabajo todo el trabajo para que esta actividad se desarrollara.

La actividad se realizó de forma virtual, y ya cuenta con más de mil reproducciones en el canal de YouTube de la Universidad Central. Para quienes no pudieron asistir a las conferencias, pueden ingresar en [bit.ly/semillasancestrales-ucen](https://bit.ly/semillasancestrales-ucen)

Revive el primer día de exposiciones - 15 de noviembre:



Revive el segundo día de exposiciones - 16 de noviembre:



Revive el tercer día de exposiciones - 17 de noviembre:



# MICROBIALITAS EN EL PARQUE NACIONAL TORRES DEL PAINE

*Patrimonio geológico en el sur de Chile, revelador del origen de la vida y su desarrollo frente a condiciones extremas.*

• Axel Aguilera Riveros • Cristina Ortega Caurapán

*Estudiante Geología Universidad Central de Chile / Doctora en ciencias mención Geología*



## Los orígenes de la vida en Tierra

Nuestro planeta se formó hace aproximadamente 4.500 millones de años. La aparición de las primeras partículas de vida se debió a la caída de meteoritos, los cuales traían en su interior lo esencial para comenzar a generarlas [1]. Las primeras partículas de vida fueron comunidades bacterianas que se desarrollaron en las profundidades del océano con altas temperaturas debido a la gran actividad hidrotermal que existía en dicha época. La evidencia clave de esta vida primigenia, la otorgan las comunidades bacterianas fósiles llamadas microbialitas, cuya edad más antigua se estima en 3.400 millones de años [2].



Figura 1

Representación artística de la lluvia de meteoritos durante la etapa temprana del planeta Tierra [3]

### ¿Qué son las microbialitas?

Las microbialitas son depósitos órgano-sedimentarios formados por comunidades de cianobacterias, llamadas también algas azules verdes, que además de hacer fotosíntesis, precipitan calcio generando un esqueleto duro, similar a los corales. Las microbialitas se subdividen en tres tipos: estromatolitos, trombolitos y dendrolitos. En el caso de los estromatolitos, la precipitación genera una estructura interna en láminas, mientras que los trombolitos no tienen este orden interno. Por otro lado, los dendrolitos, tal como dice su nombre, tienen forma de dendros o ramas. [4]

Hoy en día, estas comunidades bacterianas vivas, así como también fosilizadas, las podemos encontrar en algunos mares y lagos salinos cuyas condiciones son tan extremas que solo estos microorganismos pueden sobrevivir.

### La complejidad de la vida primitiva

Si analizamos las condiciones que existían durante el comienzo de la vida en la Tierra, podemos decir que estas eran muy extremas, incluso calificables como infernales ya que las condiciones eran muy hostiles para todo tipo de vida. La atmósfera carecía de oxígeno mientras que la superficie terrestre, constituida en gran parte por un mar de lava, era bombardeada constantemente por una lluvia de meteoritos. Posteriormente, el enfriamiento paulatino de la Tierra dio origen a la aparición de corteza terrestre, a agua líquida junto con una atmósfera que presentaba una temperatura muy elevada conformada principalmente por gases volcánicos tóxicos, condiciones que a pesar de todo fueron fisicoquímicamente favorables para la aparición de las primeras moléculas orgánicas. En estas condiciones las microbialitas se adaptaron a vivir en los márgenes de los océanos, estas comunidades bacterianas fotosintéticas capturaron parte del dióxido de carbono de la atmósfera primitiva, siendo las principales responsables de incrementar el porcentaje de oxígeno en la atmósfera, cambiando de este modo la composición de la atmósfera y los océanos en el tiempo geológico [5]. Gracias a la gran contribución que realizaron estas bacterias fue posible la evolución de las diversas formas de vida que conocemos en el presente.

Luego de todos los procesos geológicos que ha experimentado nuestro planeta durante más de 4 mil millones de años, como por ejemplo, creación y separación de supercontinentes, construcción y erosión de cordilleras, y múltiples glaciaciones y deglaciaciones, en lugares particulares de la Tierra han surgido las condiciones para la formación de microbialitas. Un ejemplo, de ellos son las microbialitas que podemos encontrar en el sur de Chile.

## Microbialitas del Lago Sarmiento y Laguna Amarga

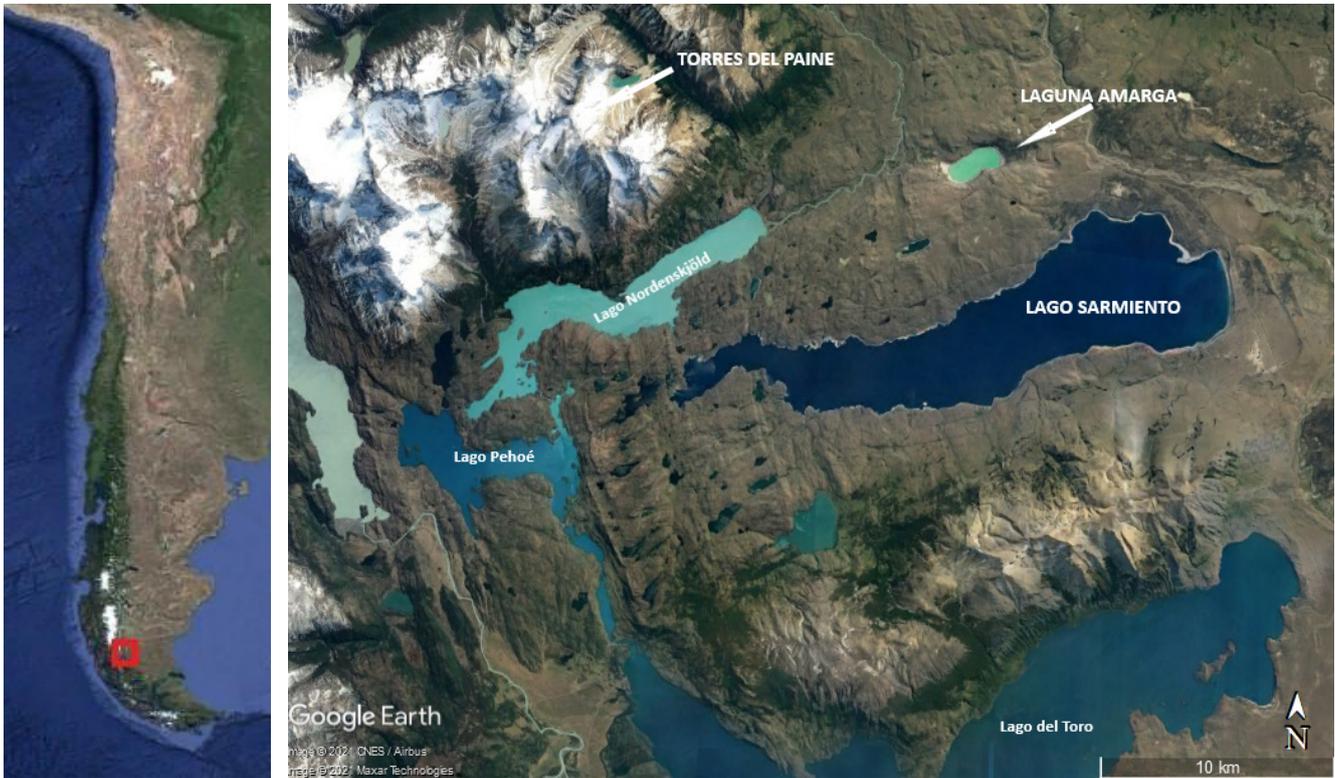
El Lago Sarmiento y la Laguna Amarga, se encuentran dentro del Parque Nacional Torres del Paine. La geomorfología del área, así como estudios de los sedimentos lacustres, indican que durante el Último Máximo Glacial estos cuerpos de agua formaban parte de un gran lago proglacial, es decir, un lago localizado al frente de un gran glaciar. Este lago, denominado Gran Paleolago Tehuelche, se habría alimentado del agua drenada por el glaciar, sin embargo, hace aproximadamente 7 mil años atrás producto del derretimiento de una barrera glaciar que contenía este gran lago, se produjo su desagüe a través del Seno Última Esperanza. Como resultado se formaron los Lago Sarmiento y Laguna Amarga, los cuales son cuerpos de agua relictos de este gran lago y que hoy conforman sistemas endorreicos [6], es decir, que reciben aportes de flujos de agua, pero no tienen ríos que los drenen.

Con el paso del tiempo, producto de la evaporación aumentó la concentración de cationes y aniones en el agua volviéndose las condiciones cada vez más alcalinas (pH cercano 9) y salinas, favoreciendo así la formación de microbialitas: trombolitos en el Lago Sarmiento y estromatolitos en Laguna Amarga.

El Lago Sarmiento es uno de los lagos más grandes del Parque Nacional Torres del Paine, tiene un perímetro de 78 km, una superficie de 86,2 km<sup>2</sup>, y una profundidad máxima de 312 metros. Este lago está rodeado de trombolitos fósiles los cuales conforman un anillo blanco formado por carbonato de calcio con una textura gruesa. Este carbonato masivo y muerto de las microbialitas se exponen hasta 8 m por encima de la superficie actual del lago como resultado del descenso del nivel del agua [7]. Hoy en día, dentro del lago se están formando microbialitas vivas similares.

Laguna Amarga es una pequeña laguna localizada 5 km al norte del Lago Sarmiento, tiene un perímetro de 6,2 km, una superficie de 3,2 km<sup>2</sup> y una profundidad máxima de 4,1 metros. Esta laguna es el hábitat de extensas colonias que conforman estromatolitos, los cuales están adheridos a la grava y arena del fondo de la laguna [8].

Las microbialitas de los Lago Sarmiento y Laguna Amarga representan una de las ocurrencias de microbialitas más espectaculares en contexto moderno y proporcionan una ventana para conocer el pasado, que permite el estudio de la historia de su formación y de las variaciones de las condiciones ambientales.



**Figura 2**

Ubicación de Lago Sarmiento y Laguna Amarga [elaboración propia]



**Figura 3**

Trombolitos fósiles del Lago Sarmiento. [9]



**Figura 4**

Foto de cerca de los trombolitos del Lago Sarmiento [10]



**Figura 5**

Estromatolitos vivos de Laguna Amarga. En la foto se aprecia su estructura interna laminada [autoría propia]

**Referencias**

[1] Turner, S., et al., Science, Vol. 371, 6525 (2021), p164-167.  
 [2] Rotelli, L., et al., Scientific Report, Vol. 6, 38888 (2016) p1-7.  
 [3] NASA's Goddard Space Flight Center Conceptual Image Lab; Bennu's Journey; solarsystem.nasa.gov  
 [4] Gérard, E., et al., The ISME Journal, Vol. 7, (2013), p1997-2009  
 [5] Kasting, J.F., Chemical Geology, Vol. 322, (2013), p13-25.  
 [6] Solari, M., et al., Andean Geology, Vol. 39, 1 (2012), p1-21.  
 [7] Campos, H., et al., Archiv für Hydrobiologie. Supplementband. Monographische Beitrage. Vol. 99, (1994), p217-234  
 [8] Solari, M., et al., Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, Vol. 297, 1 (2010), p70-82.  
 [9] Sociedad Geológica de Chile; www.geositios.cl  
 [10] Corporación Laguna de Los Cisnes; www.cldc.cl

# Con éxito y gran convocatoria virtual se realizó el IV Congreso Chileno de Impermeabilización 2021

*La actividad organizada por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Central, en conjunto con la Asociación Chilena de Impermeabilizadores ASIMP A.G., contó con las presentaciones de importantes expositores del rubro, tanto a nivel nacional como internacional.*

Cientos de personas -entre profesionales, académicos, investigadores, estudiantes y trabajadores del rubro de la Construcción-, fueron parte de las dos jornadas que tuvo el IV Congreso Chileno de Impermeabilización 2021, los días 06 y 07 de octubre.

Desde el año 2015, esta actividad es organizada en conjunto por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura UCEN, específicamente por las carreras de Ingeniería Civil en Obras Civiles e Ingeniería en Construcción, y la Asociación Chilena de Impermeabilizadores ASIMP A.G. Este encuentro se ha convertido en un hito para las carreras organizadoras, cuyo objetivo es discutir temáticas de interés vinculadas a la impermeabilización y compartir nuevos conocimientos que promuevan la importancia de la especialidad de impermeabilización y soluciones a las necesidades del rubro.

El Decano (s) de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Mauricio Castro Jara, destacó que "tanto para la Universidad y para las carreras de Ingeniería Civil en Obras Civiles e Ingeniería en Construcción, es un orgullo desarrollar esta actividad, que da relevancia al quehacer de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura". Y agregó que "esperamos que esta triada del sector público, privado y académico, siga dando frutos y que ha futuro podamos desarrollar investigaciones en conjunto para contribuir al desarrollo del país".

Este año, las temáticas se enfocaron en tres aspectos claves: Impermeabilización y construcción eficiente; Impermeabilización y sustentabilidad; e Impermeabilización y normativa, y cada una contó con una conferencia magistral y charlas técnicas de difusión científica. La primera ponencia "Lean Construction en la Impermeabilización: de la estrategia a la realidad", estuvo a cargo de Miguel Rodolfo Davis Campoy, Doctor en Ingeniería de Proyectos y Director de la carrera de Ingeniería Civil en el Tecnológico de Monte-



rrey. La segunda fue realizada por los académicos e investigadores UCEN, Gabriela Saldías y Javier Figueroa Ortiz, quienes se refirieron a "Los techos verdes promueven la biodiversidad y mitigan el cambio climático". Para finalizar, Claudia Cerda, Jefa de la División de Normal del Instituto Nacional de Normalización de Chile, habló sobre "Los procesos normativos y su rol en el desarrollo de la construcción".

A propósito de los contenidos expuestos en la nueva versión del evento, Héctor Hernández, académico centralino y miembro del comité organizador, destacó que "responden a los actuales intereses del sector construcción. Esto en línea con los objetivos de desarrollo sostenible definidos por la ONU y, específicamente, con las metas propuestas por el programa Construye 2025 que buscan transformar el sector construcción chileno hacia uno de mayor productividad y sustentabilidad".

Por su parte, Marcelo Soto, Jefe Departamento de Tecnologías de la Construcción en MINVU, agradeció la invitación a esta nueva versión del Congreso, destacando el aporte de esta actividad en el rubro, "Hay hartos desafíos de por medio. El mundo de la impermeabilización se ha ido desarrollando cada vez más en

nuestro país, pero sin embargo, aún hay brechas de índole normativo asociado a investigación y desarrollo, que debemos cubrir. Así iremos democratizando el conocimiento".

En tanto, el Presidente de la Asociación Chilena de Impermeabilizadores, Hugo Tapia, se refirió al panorama y quehacer de la industria en Chile "Tenemos la responsabilidad de presentar bases sólidas para que en el futuro podamos entregar un buen resultado que beneficie a las chilenas y chilenos que merecen mejores estándares y para eso estamos trabajando".

Con una nueva versión finalizada, el congreso se ha consolidado como una importante herramienta para difundir la profesionalización de la actividad, demostrando los pasos de participación de normalización, logrando -tanto a nivel público como privado- la meta de la formulación de normas, lo que en definitiva ha sustentado y valorizado el trabajo de la impermeabilización.

Todas las charlas magistrales fueron transmitidas a través del canal de YouTube de la Universidad Central, y se encuentran disponibles en [bit.ly/conferencias-congreso-impermeabilizacion](https://bit.ly/conferencias-congreso-impermeabilizacion).

# SEMILLAS DE ALBAHACA, LA NUEVA CHIA

• Loreto Muñoz

*Doctora en Ciencias e Ingeniería de los alimentos*

Las semillas de *Ocimum basilicum* L., conocida comúnmente como albahaca, no sólo sirven para hacer crecer plantas de albahaca, también se pueden comer.

La planta de albahaca tiene una larga historia que se remonta a unos 3.000 años AC, donde era cultivada en zonas templadas y tropicales de la India, de África y del sur de Asia. Se cree que estas semillas fueron llevadas a Inglaterra, desde la India, a principios del siglo XVI, para luego llegar a las Américas en el siglo XVII [1]. Hoy en día, pueden ser encontradas en cualquier parte del mundo y se cultivan comercialmente en muchos países de clima cálido/templado, incluyendo Francia, Hungría, Grecia y otros países del sur de Europa y América del Norte y del Sur.

El nombre de albahaca proviene de la palabra griega "Basileus" que significa "Real" o "Rey", y a menudo se le llama "Reina de las hierbas" debido a su amplia gama de usos en medicina, cosmética y las industrias farmacéutica y alimentaria [2]. Algunos de los nombres más comunes con los que se conoce esta pequeña semilla son: Tukmaria, Sabja, Tuk malanga, entre otros.

En términos generales, la planta de albahaca cuenta con una gran reputación, y es una de las especias infaltables en muchas comidas; sin embargo, sus semillas poseen características nutricionales y con aportes de beneficios a la salud, que hasta ahora son muy poco conocidos.

La semilla de albahaca es pequeña, de forma ovalada o elipsoidal, de dimensiones que van desde 2,31 a 3,11 mm de largo, 1,30 a 1,82 mm de ancho y 0,99 a 1,34 mm de espesor, pero sus dimensiones pueden variar dependiendo del lugar donde fueron cultivadas, ver Figura 1a (izquierda). Su color puede variar desde café oscuro a negro y la superficie normalmente se observa porosa [3]



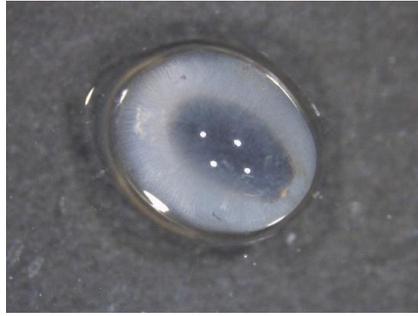


Figura 1

(izquierda) Semilla de albahaca, (derecha) Semilla de albahaca hidratada.

El consumo de la semilla de albahaca es poco común, sin embargo, en algunos países del medio Oriente es frecuentemente usada en alimentos y bebidas. Su consumo aún no se ha extendido por el mundo debido principalmente a que sus características nutricionales y funcionales son desconocidas.

Las semillas de albahaca son una muy buena fuente de carbohidratos, los que varían entre 43,9 y 68,8 g por cada 100 g de semillas. Estos carbohidratos no solo representan el contenido de azúcar, sino que también representan su alto contenido en fibra dietética. Por otra parte, las semillas también se destacan por su contenido en proteínas, el que está en un rango entre 10 a 22,5 g por cada 100 g de semilla, considerándola como buena fuente de proteínas, lo cual puede ser muy interesante desde el punto de vista nutricional y debido a la tendencia mundial por alimentos *plant-based*.

Además, los lípidos contenidos en esta semilla van desde 9,7 a 33 g por cada 100 g de semilla, pero el principal atributo de estos lípidos es que son predominantemente poliinsaturados del tipo Omega 3, los cuales juegan un rol muy importante en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Finalmente, los minerales predominantes en la semilla de albahaca son el hierro, magnesio y zinc los que cumplen una función relevante en el metabolismo celular y prevención de algunas enfermedades [4]. Asimismo, de acuerdo a los valores de Consumo Dietético de Referencia (DRI, en sus siglas en inglés); la semilla de albahaca puede ser considerada como una buena fuente de minerales [5].

#### Propiedades Benéficas de la semilla de albahaca

Son muchas las propiedades beneficiosas a la salud asociadas con el consumo de semilla de albahaca, dentro de las que destacan:

**Actividad antioxidante**, las semillas poseen compuestos fenólicos, los que se asocian a varias funciones fisiológicas y

de protección frente a enfermedades del tipo cardiovasculares.

**Actividad Antimicrobiana**, el aceite obtenido a partir de las semillas, tiene un efecto antimicrobiano sobre bacterias gram-positivas y gram-negativas y se ha comprobado su efectividad contra nueve microorganismos patógenos del tipo *Enterococcus* spp., *Proteus mirabilis*, *Shigella dysenteriae*, *Salmonella* spp, *Klebsiella pneumoniae*, *Serratia marcescens*, y *Pseudomonas aeruginosa* [6].

La evidencia sugiere que 100 gramos de semilla contienen:



43,9 – 68,8 g de carbohidratos  
10 – 22,5 g de proteínas  
9,7 – 33 g de lípidos  
22 g de fibra dietética

Además, el consumo de los ácidos grasos extraídos de la semilla de albahaca, se han asociado a efectos antiinflamatorios, anti-asmáticos y analgésicos, entre muchos otros descritos en la literatura [7, 8]

Por otra parte, las semillas de albahaca han sido usadas en la medicina tradicional desde tiempos antiguos como remedio para la indigestión, úlcera, diarrea, problemas renales y hasta han sido usadas para prevenir los ronquidos. También se han utilizado como diurético, antipirético, afrodisíaco y antiséptico [2]. Tradicionalmente, el consumo de semillas de albahaca hidratadas en agua (Figura 1, derecha) proporciona un alimento refrescante y nutritivo.

Las semillas, lavadas y machacadas, se utilizan en cataplasmas para llagas y problemas de sinusitis y también se utilizan para el tratamiento del estreñimiento crónico y las hemorroides internas [9].

¿Cómo podemos consumir la semilla de albahaca?

Cuando hidratamos las semillas de albahaca se forma una mezcla más bien viscosa, la que puede ser incorporada en jugos, bebidas lácteas, limonada, etc.; pero también puede ser añadida seca a postres, yogures, ensaladas o mezclada con otras semillas o cereales.

Finalmente, las semillas de albahaca poseen numerosas propiedades nutricionales y además nos ofrecen muchos beneficios a la salud y la prevención de enfermedades. Son muy fáciles de incorporar a los alimentos, por lo que se presentan como una muy buena alternativa a consumidores que buscan alimentarse sanamente

Mayor información puede ser leída en: Calderón Bravo, H., Vera Céspedes, N., Zura-Bravo & L. Muñoz, L. A. (2021). Basil Seeds as a Novel Food, Source of Nutrients and Functional Ingredients with Beneficial Properties: A Review. *Foods* (Basel, Switzerland), 10(7), 1467. <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/7/1467>

#### Agradecimientos

Este trabajo se llevó a cabo gracias al apoyo del Proyecto FONDECYT Regular 1201489 de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID), Chile; y Programa CYTED, Proyecto 119RT0567, España.

#### References

1. Nadeem, F., et al., Chapter 4 - Basil, in *Medicinal Plants of South Asia*, M.A. Hanif, et al., Editors. 2020, Elsevier. p. 47-62.
2. Bilal, A., et al., Phytochemical and pharmacological studies on *Ocimum basilicum* Linn-A review. *International Journal of Current Research and Review*, 2012. 4(23): p. 73-83.
3. Kişgeci, J., et al., Evaluation of basil seed (*Ocimum basilicum* L.). *Acta fytotechnica et zootechnica*, 2011. 14(2): p. 41-44.
4. Calderón Bravo, H., et al., Basil Seeds as a Novel Food, Source of Nutrients and Functional Ingredients with Beneficial Properties: A Review. *Foods*, 2021. 10(7): p. 1467.
5. Food and Nutrition Board, Nutrient Recommendations: Dietary Reference Intakes (DRI), in *DRI Table: Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Total Water and Macronutrients*, US Department of Health & Human Services, Editor. 2017, National Institutes of Health - Office of Dietary Supplements: USA.
6. Gajendiran, A., et al., Antimicrobial, antioxidant and anticancer screening of *Ocimum basilicum* seeds. *Bulletin of Pharmaceutical Research*, 2016. 6(3): p. 114-119.
7. Singh, S. and S.S. Agrawal, Anti-Asthmatic and Anti-Inflammatory Activity of *Ocimum sanctum*. *International Journal of Pharmacognosy*, 1991. 29(4): p. 306-310.
8. Singh, S., H.M. Rehan, and D.K. Majumdar, Effect of *Ocimum sanctum* fixed oil on blood pressure, blood clotting time and pentobarbitone-induced sleeping time. *J Ethnopharmacol*, 2001. 78(2-3): p. 139-43.
9. Pushpangadan, P. and V. George, Basil, in *Handbook of Herbs and Spices* (Second Edition), K.V. Peter, Editor. 2012, Woodhead Publishing. p. 55-72.

# LA PRUEBA DE ADMISIÓN UNIVERSITARIA DE CHINA: GAO KAO

$$2^{3x} = 16$$

$$x = ?$$

*¿Qué pensarían si para tener la clave de la red de WIFI de un lugar público, solicitan resolver este problema matemático?*

• **Regina Toloza Herrera**  
Magister en Educación Superior, Geóloga



En China, esto no es novedad, ya que te están preparando para el gran GAO KAO o prueba de admisión universitaria y todos están ayudando.

Esta verdadera PSU, PAA o PTU, como lo quieran llamar, comenzó a implementarse en 1952 en China, para estandarizar el ingreso a las universidades por mérito académico, aunque se suspendió entre 1966 y 1976 durante la revolución de Mao Zedong. Desde entonces es la única manera, que ha encontrado el gobierno chino, para que todos y todas, los y las estudiantes tengan la misma oportunidad de ingreso a la universidad.

En julio del 2020 (y junio 2021), se rindió de igual forma, pese al COVID -19, inclusive en la ciudad de Wuhan, y fue dada por más de 10,7 millones de estudiantes.

Esta prueba busca que uno o una joven de escasos recursos, tanto de la ciudad como en áreas rurales, tenga la misma oportunidad que sus contemporáneos con mejores ingresos familiares, de optar a un mejor futuro.

En cada provincia de China, la prueba incluye las mismas asignaturas: preguntas de Lenguaje (Chino), Matemáticas y un idioma extranjero (casi siempre Inglés). Además, el o la estudiante elige otra asignatura como: historia, física, química, biología geografía o política.

La maratónica Gao Kao dura 9 horas en 2 días seguidos.

Pero ¿qué la hace tan especial? Lo increíble de ello es que, si el o la estudiante no logra el objetivo de alcanzar los 750 puntos -que es lo máximo-, se sentirá avergonzado frente a sus compañeros. Esto es una guerra, ya que inclusive existen arengas en los colegios para ir en "batalla contra el enemigo Gao Kao", al que hay que vencer.

La familia espera lo máximo, con grandes esperanzas, ya que durante los últimos años de enseñanza superior, se han invertido más de 12 o 14 horas diarias en el entrenamiento académico. Los padres renuncian a sus trabajos para acompañar al o la estudiante todo el día, para que no se distraiga del estudio. La familia completa coopera. Si es hijo o hija único(a), la presión es mayor, todas las esperanzas están puestas en él o ella. Existen escuelas privadas, como "pre-universitarios", que ayudan a las y los estudiantes

con las materias, incluso los fines de semana. En resumidas cuentas, no tienen una vida hasta que llegan al Gao Kao.

El Gao Kao busca que lo que se memorizó y aprendió se aplique a la resolución de preguntas mediante ensayos, como la siguiente:

*¿A quién admiras más?: ¿A un investigador de biotecnología? ¿A un ingeniero técnico? o ¿A un fotógrafo?*

Aunque en algunas regiones alejadas la prueba es más sencilla, desde el año 2000, cada zona elige el contenido. Ante esto, algunas familias de la ciudad, prefieren que su hijo o hija se traslade lejos para rendir la prueba.

Si obtienen malos resultados, solo tienen una oportunidad más de rendir esta prueba.

Llegado el día, es tal la confusión y ansiedad, que se apostan ambulancias en torno a los centros de rendición de la prueba. Se desvía el tráfico, se paralizan obras de construcción cercanas, se prohíbe el uso de la bocinas, y hay taxis gratis para los estudiantes y sus familias, todo esto para no distraer a los/las estudiantes. La policía -y hasta el ejército-, colaboran para que en áreas alejadas los y las estudiantes puedan llegar a sus centros de rendición, especialmente en lugares alejados como lo es al Noreste de China, en la región de Mongolia Interior.

No pueden llegar atrasados. El año 2020, 15 días antes de la fecha de la Gao Kao, los y las estudiantes se sometieron al test de PCR.

Con el uso de drones, se supervisa la no copia. En el ingreso a las salas existen dispositivos electromagnéticos, pues se han detectado auriculares implantados tanto en el oído como en lápices. Incluso se ha descubierto suplantamiento de identidad. Cualquiera de estas faltas encontradas se puede pagar con cárcel efectiva, desde el año 2016 es ley.

Si luego de rendir el examen, se está dentro del 0,03% afortunado, pueden elegir la carrera que deseen, de lo contrario están al final de la lista seleccionada. Con todo lo anterior, hay familias con ingresos medios a altos que prefieren que sus hijos o hijas, estudien en países extranjeros, pues tienen opción a otras áreas educativas, y sin estrés.

Es posible preguntarse: si China, con toda su tradición milenaria, claramente no ha encontrado un sistema mejor para el ingreso meritocrático a la educación superior ¿Qué podría esperarse de nuestro joven país Chile?

Sin embargo, plantear que por la tradición habría mejores opciones de encontrar la solución, es caer en la falacia ad-antiquitatem (argumentación falaz que justifica la validez de una afirmación o postura por la antigüedad del autor(a)). Chile podría apoyándose en las experiencias de otros, encontrar un camino menos angustiante y reconocedor del talento que se requiere para los estudios profesionales, técnicos, científicos, humanistas o artísticos, sin desmerecer a ninguno de ellos.



Figura 1

Estudiantes esperan en línea en la escuela secundaria Chongqing N°11, para chequearse, previo al ingreso a rendir el examen de la Prueba Nacional universitaria Gao Kao (en Junio del 2021, foto./Xinhua, fuente, Chinadaily.com)



Universidad Central

# CONOCE NUESTRA ESCUELA DE INGENIERÍA

ADMISIÓN 2022



UNIVERSIDAD CENTRAL  
ACREDITADA EN NIVEL AVANZADO  
EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, DOCENCIA DE PREGRADO,  
VINULACIÓN CON EL MEDIO HASTA ENERO 2026



Facultad de Ingeniería y Arquitectura - Finarq UCEN



@Finarq\_UCEN



@finarq.ucen



Universidad Central



www.ucentral.cl



RADIO  
UCENTRAL  
107.1 FM

# MODELO DE ISING 2D

## PARA ESPINES QUE PUEDEN APUNTAR EN SOLO DOS DIRECCIONES



• Christopher Montalbán • Paulette Layana  
 Estudiantes Licenciatura en Astronomía Universidad Central

• Profesores: Alejandro Riveros y Juan Luis Palma

El modelo de Ising es una manera simple de modelar un sistema magnético. Mediante una regla de interacción, entre dipolos magnéticos fijos o espines, predice la transición de fase que ocurre en un ferromagneto real a una temperatura crítica (temperatura de Curie)  $T_c$ . Además, posee solución analítica para dos dimensiones.

La termodinámica es un tópico de la física que estudia cómo cambian las propiedades macroscópicas (que podemos ver o sentir) de los cuerpos o sistemas tales como temperatura, presión, magnetización y/o volumen, luego de que algún proceso es realizado mediante, por ejemplo, algún trabajo efectuado al sistema y/o calor transferido al sistema. Más aún, las propiedades macroscópicas de los cuerpos, como por ejemplo la temperatura, presión, volumen y magnetización, son efectos promedios de las propiedades microscópicas (que no podemos ver) del cuerpo. Precisamente la mecánica estadística estudia y explica la conexión entre las propiedades microscópicas de los cuerpos con las propiedades macroscópicas de los cuerpos.

En el caso particular de un material magnético, una de las propiedades macroscópicas interesantes de analizar es la magnetización; y de acuerdo con la conexión con lo microscópico, la magnetización corresponde al efecto promedio del ordenamiento de los espines de los átomos del material, respecto de alguna dirección (sentidos que adquieren). Se pueden modelar estos espines como flechas dispuestos en arreglos o redes (unidimensionales, bidimensionales o tridimensionales).

Entre estos modelos, el de Ising es una manera simple de modelar un sistema magnético. Mediante una regla de interacción entre dipolos magnéticos fijos o espines más cercanos, predice la transición de fase que ocurre en un ferromagneto real a una temperatura crítica (temperatura de Curie)  $T_c$ . Además, posee solución analítica incluso para dos dimen-

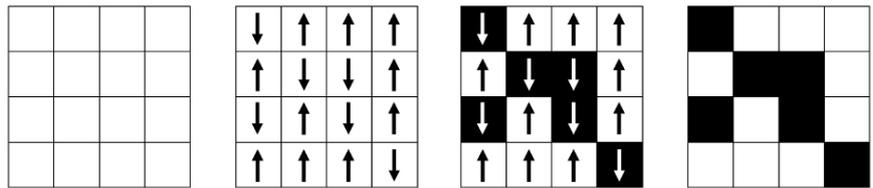


Figura 1  
 Representación esquemática del modelo de Ising en dos dimensiones.

siones, la famosa solución de Onsager. El modelo de Ising fue propuesto para estudiar sistemas magnetizables, prediciendo la fase de transición que ocurre bajo ciertas variables tales como la temperatura o largo, obteniendo la energía del sistema.

Mediante simulaciones computacionales y utilizando algoritmos especiales tal como el algoritmo de Metrópolis, se puede analizar la evolución de los espines frente a perturbaciones externas tales como un campo magnético o bien determinar cuales son las configuraciones de los espines compatibles con alguna propiedad macroscópica como por ejemplo con alguna temperatura del material (conectando lo microscópico con lo macroscópico). En este proyecto se aplicó el algoritmo de Metropolis para simular el modelo de Ising en 2 dimensiones y se obtuvieron las configuraciones de los espines compatibles con diferentes temperaturas junto a la magnetización que fue calculada como un promedio de las configuraciones (sentidos) de espines.

Concretamente, el sistema se compone de un arreglo bidimensional equiespaciado donde cada elemento representa un espín en un estado binario, +1 o -1, física-

mente hablando, si apuntan hacia arriba o hacia abajo, y representándose con colores, blanco o negro. La energía depende de las interacciones entre los espines cercanos, es decir, los primeros vecinos, los cuales corresponden a los elementos más cercanos del espín (ver figura 1). Además, se establecieron condiciones de borde periódicas, de manera que todos los elementos tengan sus primeros vecinos.

Se analizó, como la magnetización se ve afectada por propiedades físicas como: la temperatura, el tamaño de redes de espines y parámetros técnicos de la simulación como el número de pasos en el algoritmo Metrópolis. Tomando en cuenta que cada matriz inicial es generada aleatoriamente, además de comparar diferentes escenarios donde no hay magnetización neta de la red.

El modelo determina la energía producida por la interacción de los espines del material considerando sólo interacciones entre primeros vecinos, es decir, entre los espines más cercanos (según la ecuación 2). Para el caso de 2 dimensiones, al vecino de la derecha, de la izquierda, el de arriba y el de abajo (ecuación 1). Esta energía se conoce como la energía de exchange,

J. H. Hetherington

Compliments  
of the authors



Two-, Three-, and Four-Atom Exchange Effects in bcc <sup>3</sup>He

J. H. Hetherington and F. D. C. Willard  
Physics Department, Michigan State University, East Lansing, Michigan 48824  
(Received 22 September 1975)

We have made mean-field calculations with a Hamiltonian obtained from two-, three-, and four-atom exchange in bcc solid <sup>3</sup>He. We are able to fit the high-temperature experiments as well as the phase diagram of Kummer *et al.* at low temperatures. We find two kinds of antiferromagnetic phases as suggested by Kummer's experiments.



Figura 2

portada de la publicación del gato de Hetherington. ([https://en.wikipedia.org/wiki/F.\\_D.\\_C.\\_Willard](https://en.wikipedia.org/wiki/F._D._C._Willard))

y existen incluso modelos en 3 dimensiones, para calcularla y soluciones analíticas solo hasta en 2 dimensiones. Existe una publicación [1] muy famosa al respecto, famosa no solo por su trasfondo científico, si no que también debido a que un gato es uno de los autores de este artículo. Si, un gato. Aunque suene extraño, en 1975 el profesor Hetherington, de la Universidad Estatal de Michigan, escribió su artículo como si hubiesen sido dos autores, diciendo "nosotros..." a través de todo el artículo. Luego se dio cuenta que era más fácil agregar un autor, que re-escribir todo el artículo (que en esos tiempos se hacía a máquina de escribir). Por lo que se le ocurrió la idea de agregar como autor a su gato. Bueno, en ese artículo, se utiliza la energía de exchange en tres dimensiones para calcular átomos de <sup>3</sup>He en una celda cúbica que tiene un átomo en cada esquina y uno justo al medio del cubo, a esta celda se le conoce como celda cúbica centrada en el cuerpo (Body Centered Cubic cell, BCC). En este trabajo solo trabajaremos en dos dimensiones.

Metodología

A partir de redes (matrices) cuadradas de tamaños 5x5, 10x10, 25x25 y 50x50, generadas aleatoriamente con 1 y -1, se aplicó el algoritmo de Metropolis para encontrar la evolución de cada una de estas redes a diferentes temperaturas: T = 1; 0.1; 0.01 y 0.001. El número de veces (pasos) que se realizó la evolución del sistema fue 50, 100, 500 y 1000 pasos en la simulación.

A través del código se decide la cantidad de pasos para el algoritmo de metrópolis, después se selecciona arbitrariamente un espín del arreglo, y se calcula la energía localizada (se entiende por localizada a los primeros vecinos) del sistema con la ecuación (1), donde 's' representa a la matriz de datos, luego se multiplica por el valor de la constante J = -1, para obtener la energía total del sistema (ec. (2)).

$$(1) \quad \epsilon_{i,j} = -s_{i,j}(s_{i+1,j} + s_{i-1,j} + s_{i,j+1} + s_{i,j-1})$$

$$(2) \quad E\{s_{\nu}\} = -J \sum_{\langle i,j \rangle} s_i s_j$$

Se cambia el valor de ese espín aleatorio y se vuelve a calcular la energía total del sistema, después de tener ambas energías, pre y post cambio de espín, se evaluará si se acepta o no el cambio con la ecuación (3):

$$(3) \quad W = e^{-\frac{\Delta\epsilon}{k_B T}}$$

Donde Δε es la diferencia de la energía del sistema post y pre cambio de espín, 'k<sub>B</sub>' la constante de Boltzmann, donde se tomará igual a 1 y 'T' la temperatura del sistema.

Para decidir si se realizará un cambio de espín en el sistema, se toma un número aleatorio entre 0 y 1, y se comparará con la ecuación (3). Si el número aleatorio es menor a 'W', ocurrirá el cambio de espín, modificando el sistema, en caso contrario, se conservará el sistema pre-volteo de espín. Esto se repetirá las veces que se estime conveniente.

Tras esto, se define la magnetización del sistema en cada paso:

$$(4) \quad M = \sum_{i=1}^{Lx} \sum_{j=1}^{Ly} S_{i,j}$$

Donde 'Lx' y 'Ly' son la cantidad de elementos en las filas y columnas, respectivamente.

Este algoritmo se repite la cantidad de veces necesarias para poder observar distintos cambios en el sistema.

Resultados

A continuación, la tabla 1 muestra los resultados obtenidos para una matriz de 5x5. Se observa que en todos los intentos a diferentes temperaturas y diferentes número de iteraciones, la matriz converge a un estado saturado de la magnetización. Entiéndase como estado saturado, cuando todos los espines apuntan en una misma orientación. A este estado se le ha

llamado, 100%. Si no alcanzó un estado saturado de la magnetización, entonces hay espines apuntando en ambas direcciones, el porcentaje representa la diferencia de espines que apuntan en cierta dirección. Por ejemplo; en la tabla 2, a temperatura 1 y 50 pasos, fila 1 columna 1, se observa un valor de 6%, lo que representa que hay 6 espines más apuntando en una dirección, que en otra. Entonces, para este caso de 10x10, con 100 espines, hay 53 espines apuntando en una dirección y 47 espines apuntando en la otra dirección. Para la magnetización global, se contrarresta un spin apuntando en una dirección junto con otro espín apuntando en la dirección contraria. Entonces en este caso, se contrarrestan 47 espines, y sobran (53-47)=6 espines, o 6% de los espines, apuntando en una dirección. Lo que lleva a un valor de 6% de magnetización de la muestra completa.

A pesar de que se realizaron varios intentos para sacar conclusiones, seleccionamos solo uno para demostrar los cambios observados y coincidencias. Por otro lado en la figura 4 se muestra un típico gráfico de la magnetización (normalizada) en función de los pasos de la simulación (número de iteraciones) para la red de 50 x 50 a baja temperatura, T = 0,001. Sin embargo, cabe señalar que es necesario hacer un estudio estadístico serio para obtener resultados confiables, el cual se podría lograr aumentando el número de pasos del algoritmo (aproximadamente unos 500.000 pasos) e incluyendo mejoras en el algoritmo para que el sistema relaje de manera más rápida a los estados compatibles con la temperatura del sistema, complementando por ejemplo con códigos de "sobre-relajación" usando computadores profesionales con mayor capacidad de cálculo.

Análisis

Se observa que mientras más pequeño sea el arreglo, existe una mayor probabilidad de encontrar un estado saturado de magnetización.

Se observa que a mayor número de iteraciones, existe una mayor probabilidad de encontrar un estado saturado de magnetización.

Se observa que a una temperatura más baja, existe una mayor probabilidad de encontrar un estado saturado de magnetización.

Se deben realizar más simulaciones para poder obtener datos confiables y poder realizar una estadística seria, ya que, las tablas anteriores se confeccionaron con solo un intento, como también de disponer de más potencia computacional si se quieren realizar pruebas macro de redes más grandes o durante más pasos.

También, debido a que la simulación con Metrópolis del modelo de Ising se basa en una realización probabilística, los resultados pueden variar significativamente con un solo intento. A pesar de ello, tanto el tamaño de la matriz como la temperatura seleccionada y la cantidad de pasos afectan pero, al observar las tablas podemos destacar

L1: 5x5	T1:1	T2:1e-1	T3:1e-2	T4:1e-3
N1:50	100%	100%	100%	100%
N2:100	100%	100%	100%	100%
N3:500	100%	100%	100%	100%
N4:1000	100%	100%	100%	100%

**Tabla 1:** Matriz 5x5 con sus respectivas temperaturas y pasos.

L1: 10x10	T1:1	T2:1e-1	T3:1e-2	T4:1e-3
N1:50	6%	40%	100%	100%
N2:100	100%	100%	100%	100%
N3:500	100%	20%	100%	100%
N4:1000	100%	100%	100%	100%

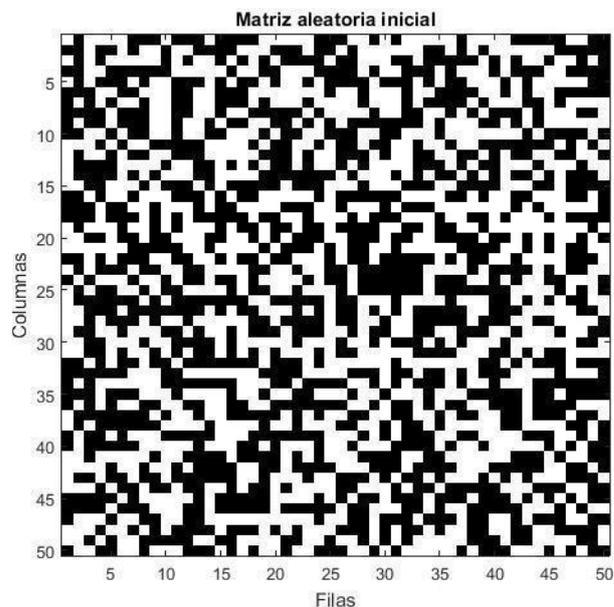
**Tabla 2:** Matriz 10x10 con sus respectivas temperaturas y pasos.

L1: 25x25	T1:1	T2:1e-1	T3:1e-2	T4:1e-3
N1:50	11.68%	95.52%	62.56%	44%
N2:100	31.52%	100%	100%	87.84%
N3:500	100%	100%	100%	100%
N4:1000	100%	100%	100%	100%

**Tabla 3:** Matriz 25x25 con sus respectivas temperaturas y pasos.

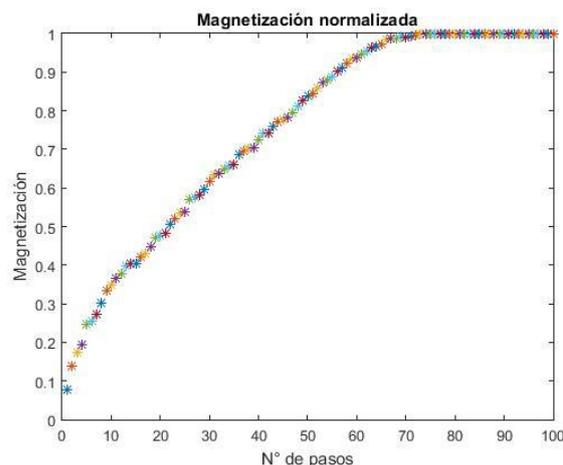
L1: 50x50	T1:1	T2:1e-1	T3:1e-2	T4:1e-3
N1:50	5.28%	27.04%	27.28%	57.28%
N2:100	10.88%	59.68%	70.8%	80.88%
N3:500	42%	100%	23.92%	100%
N4:1000	100%	100%	100%	100%

**Tabla 4:** Matriz 50x50 con sus respectivas temperaturas y pasos.



**Figura 3**

Ejemplo de matriz 50x50, donde los cuadros negros representan espines negativos (-1) mientras que los blancos espines positivos (1).



**Figura 4**

Gráfico de magnetización normalizada de una red 50 x 50 a temperatura  $T = 0,001$  para 100 pasos del algoritmo.

que para las matrices de 5x5, 10x10 y 25x25 afecta considerablemente el tamaño de la red y la temperatura seleccionada, mientras que para la matriz de 50x50, la cantidad de pasos seleccionada para cada temperatura es un factor relevante, llevándonos a concluir que mientras más grande la matriz, se necesita una mayor cantidad de pasos para propiciar la magnetización del sistema a distintas temperaturas o al contrario, a menor tamaño de la red de espines, a temperaturas bajas y con pasos del algoritmo grandes, se propicia la magnetización del sistema.

#### Referencias

[1] Hetherington, J. H.; Willard, F. D. C. (1975), "Two-, Three-, and Four-Atom Exchange Effects in bcc  $^3\text{He}$ ", Physical Review Letters, 35 (21): 1442–1444.

# Directora de Astronomía fue designada asesora del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

*La doctora Paulina Troncoso fue seleccionada para participar en la comisión recientemente creada, en virtud de sus méritos académicos y su trayectoria en el ámbito astronómico.*

La directora de Licenciatura en Astronomía de la Universidad Central Región de Coquimbo, Paulina Troncoso Iribarren, fue seleccionada para integrar la Comisión Asesora Ministerial para temas de Astronomía en la cartera de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, que encabeza Andrés Couve Correa.

La instancia se creó para apoyar el desarrollo del área en Chile con un horizonte de trabajo para los próximos diez años.

De acuerdo a la resolución, publicada en el Diario Oficial el 22 de octubre del 2021, el propósito de la comisión "consiste en prestar una asesoría integral al Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación en los temas relacionados a

la astronomía y otras ciencias afines, y cuyos insumos podrán ser utilizados para el diseño, formulación, coordinación, implementación y evaluación de las políticas, planes y programas destinados a fomentar y fortalecer la ciencia, la tecnología y la innovación derivada de la investigación científico-tecnológica para la observación del Universo".

Los miembros de la instancia fueron seleccionados de acuerdo a las áreas prioritarias de desarrollo, como son la ciencia de datos e instrumentación, y profesionales con trayectoria en el campo. Dentro de los objetivos de esta comisión, se encuentra diseñar un plan de desarrollo estratégico para el desarrollo de la Astrofísica y disciplinas afines en esta década.

Paulina Troncoso es una de los/as dos representantes de la disciplina que integrarán el equipo de trabajo. Doctora en Astrofísica de la Sapienza Università di Roma, Italia, es Licenciada en Física con mención en Astronomía de la Universidad Católica del Norte y Magíster en Astrofísica de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Tiene gran experiencia en docencia y gestión universitaria y en el desarrollo de proyectos. Desde el año 2020 se desempeña como directora de la carrera de Licenciatura en Astronomía.

Una de sus principales inquietudes es encontrar métodos innovadores para enseñar ciencia. Por esto, se ha dedicado a iniciativas que buscan acercar la Astronomía a personas con discapacidad visual, entre otras de divulgación del conocimiento científico.



# LA CIENCIA DE

# SPIDER-MAN



"...La principal arma del hombre araña, no es su super fuerza o super agilidad, si no su telaraña. ¿Sabías que una telaraña puede resistir hasta 6 veces el peso que soporta la misma cantidad de acero?"

• **Juan Francisco Fuentealba**  
Doctor en ciencias con mención Física

• **Sebastián Michea**  
Doctor en ciencias con mención en Física,  
integrante del Grupo Cere (Universidad Autónoma de Chile)  
(Universidad Autónoma de Chile)



### Seda Estructural

Glándula Ampulácea Mayor  
Marco, radio y línea de vida.

### Seda de Captura

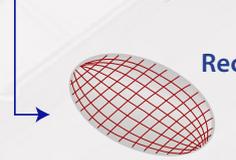
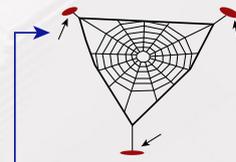
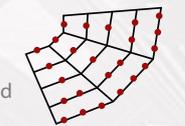
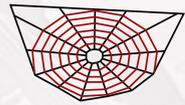
Glándula Flageliforme  
Flexibilidad y captura de presas

### Recubrimiento Acuoso

Glándula Agregada  
Atrapar presas y aportar humedad

### Espiral de Captura

Glándula Ampulácea Menor  
Espiral de captura



### Refuerzo de Juntas

Glándula Piriforme  
Fujación al sustrato y reparto de tensión de la estructura

### Glándula Aciniforme

Momificación de presas y acolchado interior del huevo

### Recubrimiento del huevo

Glándula Cilíndrica  
Estructura de los huevos

Figura 1

Tipos de telarañas según la glándula que las expulsa. Imagen modificada a partir de [1].

El hombre araña es uno de los superhéroes más populares del universo de Marvel y probablemente uno de los más famosos a nivel mundial. La razón por la cual podemos hacer esta afirmación es probablemente porque detrás de su máscara se esconde un tipo con el que nos sentimos de alguna forma identificados. El hombre araña, además de su trabajo de justiciero *ad honorem*, tiene que preocuparse de pagar las cuentas, rendir en sus labores de estudiante y tratar de conquistar a la chica de sus sueños, de alguna forma nos representa a todos en la cotidianidad de la vida. Él está lejos del idealismo de héroes como Superman, el capitán América, o de cruzadas personales como Batman, por lo que no es difícil empatizar con los dolores, dificultades o pérdidas que sufre Peter Parker (*alter ego* del hombre araña). El segundo motivo por el que creemos que la popularidad del hombre araña es tan grande, se debe a que todo su repertorio de habilidades se basa en las de un animal intrigante como son las arañas, al cual todos o la gran mayoría hemos estado expuestos alguna vez en la vida y hemos fantaseado con que ocurriría si nos mordiera una de ellas (sabemos que si esto ocurre se traducirá en una reacción alérgica que puede culminar con resultados no muy gratos para nosotros dependiendo del tipo de araña), pero basados en este último punto resulta bastante interesante realizarnos la siguiente pregunta: asumiendo que si fuésemos mordidos y todas las habilidades físicas de una araña fueran traspasadas a su víctima, ¿cuál sería el alcance de las habilidades de una araña o mejor dicho de un hombre araña de nuestro tamaño?

El hombre araña, según los comics fue mordido accidentalmente por una araña radioactiva, no sabemos efectivamente

que fue lo que causó la transformación de Peter y asumir las características arácnidas, pero dentro del canon comiquero (canon se le denomina a la historia oficial ratificada por los autores), se cree que el veneno radiactivo de esta desconocida araña fue la responsable de esta metamorfosis interna. Después de este incidente, Peter Parker, al igual que la mayoría de las 40.000 especies de existentes de arañas posee una serie de habilidades que van desde la superfuerza (un arácnido puede levantar 170 veces su peso), súper agilidad (pueden dar saltos que corresponden a 50 veces su longitud), super velocidad (una araña con proporciones humanas podría ser hasta 10 veces más rápida que Usain Bolt), sentido arácnido (sexto sentido que le permite detectar amenazas de manera inconsciente) o trepar por las paredes. Sin embargo, a pesar de lo increíble que pueden parecer todas estas habilidades, algunas de estas son compartidas por varias especies dentro del mundo de los insectos, la particularidad del hombre araña y quizás el elemento más extraordinario dentro su arsenal de trucos radica en homologar las impresionantes propiedades de la **telaraña**.

Lo primero es preguntarnos; ¿Qué es una telaraña? En palabras simples, es una estructura construida por una araña a través de una especie de seda proteica que los arácnidos son capaces de liberar a través de sus glándulas. En la mayoría de los cómics Peter Parker fabrica esta seda en su propio laboratorio, aunque en algunas versiones es capaz de generarla desde su mismo cuerpo. El Peter Parker de la trilogía de películas de Sony (Toby Maguire), es capaz de producir naturalmente seda de araña a través de alguna especie de glándulas alojadas en sus muñecas. Sea como sea el resultado es prácticamente el mismo, Peter Parker es capaz de produ-

cir y sintetizar una sustancia que homologa todas las propiedades de la seda producida por las mismas arañas. En las arañas, esta sustancia se produce a través de unos órganos especiales alojados al final de su abdomen que reciben el nombre de espinetas (o hileras). Estas hileras cuentan con muchos orificios de salida al exterior donde se concentra el líquido que solidifica al entrar en contacto con el aire, produciendo así la seda. Esta seda varía sus propiedades, de una especie a otra, e incluso dentro del mismo tipo de araña en función de la finalidad de su uso. De hecho, existen otros animales que son capaces de fabricar seda con mecanismo parecidos al descrito, como los gusanos, pero que solo los utilizan con fines únicamente reproductivos. La seda fabricada por las arañas se puede clasificar según el tipo de hilera que la produce como las glándulas piriformes, flageliformes, ampulosas (mayor y menor), cilíndricas, etc. Cada glándula fabrica un tipo de seda que tiene diferentes aplicaciones (o especializaciones), como resistencia estructural, captura de presas, protección de huevos para reproducción y la inmovilización o momificación de presas entre otras (ver figura 1).

Como podemos ver, la tela de araña (o telaraña) tiene muchas aplicaciones que de alguna forma, el hombre araña utiliza en diferentes acciones al igual que las arañas. Pero, ¿Qué tiene de especial la seda de araña? ¿Por qué replicar el comportamiento de este material? Para responder estas preguntas analizaremos sus propiedades mecánicas desde un punto de vista de ciencia de materiales...

Aunque, como dijimos anteriormente, la seda de telaraña tiene propiedades mecánicas diferentes dependiendo de su funcionalidad y tipo de araña que la sintetiza en la mayoría de los casos estas sedas presentan comportamientos asombrosos desde el punto de vista ingenieril. Todas

las clases de seda tienen una combinación excepcional de resistencia a la rotura en función de su extensibilidad. En ejemplos concretos la telaraña presenta una resistencia a la tracción similar a la del acero, pero considerando las diferencias de densidades entre el acero y la telaraña, esta última es casi 6 veces más resistente que el acero por unidad de masa, dicho de otra manera, **una telaraña puede sostener un peso 6 veces más grande que el acero ¡increíble!** Por otro lado, a pesar de que hay materiales mucho más resistentes que la seda de araña, su extensibilidad admite deformaciones mucho mayores que cualquier material antes de romperse. Desde el punto de vista de un ingeniero, o pensando en aplicaciones, esto es tremendamente interesante.

Antes de dar una explicación técnica consideremos dos casos, el primero, un simple elástico de billetes que estiramos y después de soltarlo retoma su forma original, a este comportamiento le llamamos **deformación elástica**. Supongamos un segundo caso como puede ser un trozo de plastilina la cual estiramos y no puede volver a su forma original, a esto llamamos **deformación plástica**. El primer caso "conserva" la energía, mientras que el segundo no. La curva de esfuerzo y deformación nos permite caracterizar si los materiales tienen una respuesta elástica o hookeana o por el contrario, plástica o no hookeana al ser sometidos a una carga (el adjetivo "hookeana" proviene de la ley de elasticidad de Hooke que habla de la proporcionalidad entre la fuerza o esfuerzo producido por un resorte sobre una masa, la cual es directamente proporcional a su compresión, deformación o elongación con respecto a su posición de equilibrio).

Adicionalmente, existe una propiedad mecánica llamada **resiliencia mecánica** que da cuenta de la energía que puede almacenar un material a medida que el material se va deformando dentro de esta zona elástica de deformaciones reversibles (materiales con respuesta elástica). En otras palabras, la **resiliencia** es la capacidad que tiene un material de recuperar su forma luego de sufrir una deformación. En el caso de la seda de araña su resiliencia es superior a la de cualquier otro material conocido en la naturaleza, y su valor de aproxi-

madamente  $4000 \text{ kJ/m}^3$  es al menos 10 veces más grande que la resiliencia que presenta un cable de acero [2]. Ésta interesante propiedad indica como dijimos anteriormente que **la telaraña podría soportar gigantescas deformaciones debido a que puede "absorber" enormes cantidades de energía** y este comportamiento podría justificar algunas escenas vistas en las diferentes películas del arácnido: **la escena en que Peter Parker (Toby Maguire) detiene el tren en el *Spiderman II* de la primera trilogía<sup>1</sup>, la escena en *Far from home* en que el hombre araña de Tom Holland intenta impedir con su telaraña que un crucero se parta por la mitad**, y varios momentos bien conocidos en los cómics, donde justamente se hace referencia a la gran resistencia y extensibilidad de la telaraña. **De hecho, la telaraña es aún más resistente que la mostrada en las películas del arácnido**. Según cálculos presentados por Nieuwenhuys y De Cooman una telaraña del diámetro de un lápiz y de unos 30 km de longitud sería lo suficiente elástica y resistente para frenar un Boeing 747 que vuela a una velocidad de aproximadamente 900 km/h y permitirle aterrizar (puedes revisar el cálculo en este link)[3]. Spoiler-alert: En el cálculo también estiman cuál debería ser el largo de una telaraña para detener completamente el avión!

Lo complejo (y sorprendente) de este cálculo es que **se necesitan 102.000 millones de arañas** para generar una sola de estas largas hebras de seda! Es importante señalar que la seda de araña que se está considerando en este cálculo es la seda de mayor resistencia que fabrican las arañas (*araneus MA silk*) que es la seda expulsada por las glándulas ampulaceas mayores, existen otras sedas más viscosas que son expulsadas por las glándulas flageliformes y tienen una extensibilidad aún mayor que la *araneus MA silk* pero mucha menor resistencia, esta seda viscosa es utilizada por las arañas para hacer la matriz de una telaraña y para poder atrapar presas. Esta última idea no deja de ser relevante en función de qué tipo de seda elegir en qué tipo de situación. Hay un momento icónico que perturba aún a los fans de Spiderman que se publicó en el número #121 (1973) cuando Peter al tratar de salvar a su enamorada Gwen Stacy, quien está cayendo sobre el puente de Brooklyn, confiado en la resistencia y flexibilidad de una telaraña olvida un parámetro muy importante en la física, el *momentum*, que mide la cantidad de movimiento de un objeto (cantidad resultante de mul-

tiplicar la velocidad por la masa de un objeto). Al momento de detener a Gwen tan bruscamente, el cambio de momentum, produce una fuerza inmensa que se propaga por el cuerpo (de Gwen) generando un efecto látigo en su cuello matándola al instante, esta escena fue adaptada en *the amazing spiderman II* (con Andrew Garfield en el rol de Peter Parker/Spiderman). James Kakalios en su libro "la física de los superhéroes" presentó un cálculo en el que asegura que Gwen experimentó una aceleración de 9g que produjo una fuerza de 5000 N sobre su cuello lo que justifica su deceso inmediato [4], es sensato pensar que el resultado pudo haber sido diferente si *Spidey* hubiese elegido una seda más elástica y menos rígida que la que finalmente usó.

Después de esta pequeña discusión y de una aproximación acerca las impresionantes propiedades de la telaraña surgen bastante preguntas con respecto a sus usos y posibles aplicaciones, siendo un material comparable en resistencia a la del Kevlar por qué no fabricar chalecos antibalas o elastómeros basados en la resiliencia o tenacidad de este material, la respuesta está relacionada con que en realidad es muy difícil criar arañas en cautiverio, de hecho suelen comerse entre ellas. Habrá que esperar a que la ingeniería genética pueda desarrollar materiales parecidos a los que producen las arañas. De todas formas estos últimos años algunos grupos de investigadores han logrado generar sedas proteicas que emulan algunas de las propiedades de la telaraña [5]. A pesar de estos avances todavía queda algún trecho por recorrer en la confección de una seda de araña artificial. Habrá que preguntarle al Peter Parker del universo I y III (según la película *Spiderman: No way home*), con qué medios y materiales logró fabricar una sustancia parecida a la seda de araña y si es posible producirla en masa, aunque quizás sea difícil convencerlo de revelar el secreto de su fabricación, más que mal conocimiento de alguna forma es poder y como bien recita el tío Ben en el cómic #15 de la edición *Amazing Fantasy* "un gran poder conlleva una gran responsabilidad".

#### Referencias

- [1] Eisoldt, L. et al, *Materials Today*, Vol. 14, 3 (2011), p80-86
- [2] Corletti, A., *Manual de la resiliencia*, Universidad Alfonso X el sabio, Madrid, 2020.
- [3] Calle, D., *¿Cuánto pesan las nubes?*, Editorial Plaza & Janes, 2018.
- [4] Kakalios, J., *The Physics of Superheroes*, Gotham Books, Second ed., 2009.
- [5] Andersson, M. et al, *Nature Chemical Biology*, Vol. 13, 3 (2017), p262-264

<sup>1</sup> Revisar el siguiente: link: <https://www.lavanguardia.com/ciencia/20130226/54367168221/la-tela-de-arana-es-suicientemente-fuerte-como-para-detener-un-tren-en-movimiento.html>



# Dr. Juan Luis Palma adjudicó FONDEQUIP de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo

*Con la postulación del proyecto “Microscopio de sonda de barrido de fuerza atómica y de fuerza magnética con celda de temperatura con atmósfera controlada, aplicación de campo magnético externo controlado y sistema de litografía por oxidación anódica”, el académico Finarq fue uno de los adjudicados en el X Concurso de Equipamiento Científico y Tecnológico Mediano FONDEQUIP año 2021.*



Con gran satisfacción, informamos que el académico de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Dr. Juan Luis Palma, se adjudicó su primer FONDEQUIP equipamiento mediano con el proyecto “Microscopio de sonda de barrido de fuerza atómica y de fuerza magnética con celda de temperatura con atmósfera controlada, aplicación de campo magnético externo controlado y sistema de litografía por oxidación anódica”, con un fondo de \$391.433.683 totales.

El investigador postuló su investigación al “X Concurso de Equipamiento Científico y Tecnológico Mediano FONDEQUIP año 2021” a cargo de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo. Esta instancia busca adjudicar recursos para la adquisición y/o actualización de equipamiento científico y tecnológico mediano destinado a actividades de investigación.

Gracias al financiamiento del concurso Fondequip se espera lograr un aumento en productividad científica nacional; generación o incremento de colaboraciones con otras instituciones (académicas, públicas y/o privadas; nacionales o extranjeras); contribución a la formación y entrenamiento de estudiantes de pre y post grado; y fomentar investigación científica y/o tecnológica que contribuya a sectores públicos/privados de la sociedad para el bienestar nacional.

Felicitamos al académico Dr. Juan Luis Palma, y a todo el equipo de investigación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por los destacados resultados de sus trabajos científicos.



# INFLUENCIA DE FIBRA DE CARBONO EN VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO BAJO CARGAS DE FLEXIÓN

*Estudio del diseño estructural de vigas de hormigón armado reforzadas con fibras de carbono de alta resistencia y módulo de elasticidad con diferentes áreas de reforzamiento, modelando el material compuesto (CRFP) con software computacional.*

• **Daniela Alejandra Brizuela Valenzuela**

*Doctora en Innovación Tecnológica en Edificación, Ingeniería Civil en Obras Civiles Universidad Central de Chile.*

---

*En este trabajo se compara el comportamiento de vigas de hormigón armado sometidas a cargas de flexión en cuatro puntos cuando se refuerzan con Fibras de Carbono (CFRP) de alto módulo y de alta resistencia, a través de modelos computacionales basados en el método de elementos finitos. De este modo, los resultados permiten obtener la influencia del CFRP en el comportamiento estructural de los elementos analizados.*

*Los resultados obtenidos muestran un aumento en ductilidad en el comportamiento de las vigas modeladas a flexión cuando se refuerzan con distintos áreas de reforzamiento, lo que sugiere que la variable que condiciona la respuesta mecánica de los elementos reforzados y sometidos a estos tipos de sollicitación es la capacidad mecánica del refuerzo.*

## Introducción

El empleo de materiales compuestos formados por poliésteres reforzados con fibras (FRP) comenzó al finalizar la segunda guerra mundial en aplicaciones como la aeronáutica, y a finales de la década de 1980 su utilización llegó al sector de la construcción y las infraestructuras [1].

En los últimos años esta técnica ha alcanzado una gran difusión tanto a nivel experimental como en aplicaciones prácticas [2]. Entre las principales ventajas que justifican la importante difusión de este tipo de sistemas se encuentran su durabilidad, altísima relación resistencia-peso, bajo costo de mantenimiento y facilidad y rapidez de ejecución que permite su colocación interfiriendo relativamente poco el servicio de la estructura [3].

Los FRP con fibras de carbono (CFRP) son los compuestos más empleados en la práctica y los que despiertan un mayor interés para los investigadores. En función del proceso de fabricación, se pueden obtener fibras de carbono con distintas propiedades mecánicas, siendo el reforzamiento de vigas de hormigón armado mediante FRP una técnica consolidada tanto a nivel de realizaciones prácticas como a nivel de investigación.

Sin embargo, aún existen cuestiones en las que todavía no existe el suficiente consenso, existen diversos procedimientos para incrementar la resistencia y ductilidades de vigas de hormigón armado como, por ejemplo, mediante el aumento de la cuantía de acero o calidad de hormigón, o incremento de la sección resistente y, por tanto, la ductilidad. Mediante el reforzamiento del hormigón armado cuando está sometido a flexión se consigue incrementar la capacidad mecánica y la ductilidad del hormigón existente.

## Desarrollo

Para comprobar el comportamiento de las fibras cuando se emplean como refuerzo de vigas de hormigón armado, se han modelado en el programa computacional SAP2000, seis vigas de 1600 mm de longitud y sección de 180 mm de ancho y 180 mm de altura. El hormigón tiene una tensión media de rotura de 25 MPa. No se han dispuesto estribos. El acero empleado para el armado es de la calidad A630-420H, es decir, límite tensión de fluencia de 420 MPa. Cuatro de las vigas se han modelado considerando un reforzamiento externo de CFRP con distinto ancho de reforzamiento ( $w_r$ ), una de las restantes, se ha modelado considerando como armadura longitudinal  $A_{s,min}$  y la otra  $A_{s,max}$ .

Las vigas se han dispuesto bi-apoyadas y se han ensayado a flexión, siguiendo los requerimientos de la NCh 1038 [4] con dos cargas puntuales de 1800 kg, distanciadas a  $L/3$  una de la otra. Las cargas aplicadas corresponden a la carga en que se produce la falla de la viga por flexión, cuando se encuentra reforzada longitudinalmente con armadura mínima. El diseño se realiza siguiendo las recomendaciones del código ACI 318 [5] y ACI 440 [6], considerando un recubrimiento de 2 cm. En la Figura 1, se muestra un esquema de las vigas modeladas, y de la disposición de la aplicación de cargas.

Se ha modelado el reforzamiento externo (CFRP) con el tejido de fibra de carbono unidireccional de la empresa MAPEI de nombre comercial C-UNI-AX. Las características geométricas y mecánicas del tejido se indican en la Tabla 1.

	e (mm)	$\sigma_r$ (MPa)	E (GPa)	$\epsilon_{fu}$ (%)	$F_r$ (N/mm)	$K_r$ (kN/mm)
C-UNI-AX	0.166	4830	230	2.1	801.8	38.2

**Tabla 1:** Característica geométrica y mecánica del tejido empleado

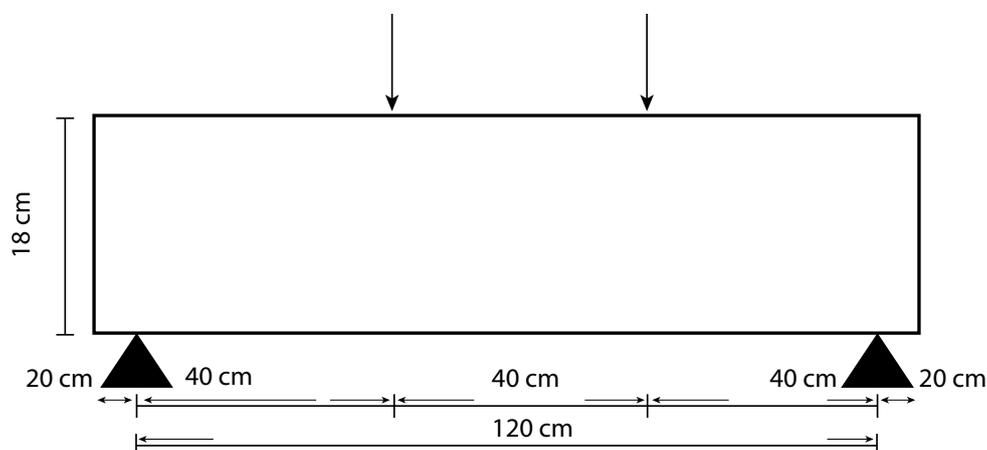
Donde  $e$  es el espesor del tejido,  $\sigma_r$  la tensión de rotura a tracción,  $E$  el módulo de elasticidad longitudinal,  $\epsilon_{fu}$  la deformación última a tracción,  $F_r$  la capacidad mecánica de la fibra a tracción por unidad de longitud y  $K_r$  la rigidez de la fibra a tracción por unidad de longitud.

## Modelo para reforzamiento de vigas de hormigón armado

Uno de los modelos más empleados en la práctica para predecir la tensión de rotura de elementos de hormigón armado reforzado con CFRP es el modelo de ACI440 [5]. Este modelo limita mediante la ecuación 1 la capacidad de deformación de la fibra desde su deformación última  $f_u$  a su deformación de diseño  $f_d$ , para prevenir fallos por arrancamiento o despegue del hormigón en función de la resistencia a compresión del hormigón  $f_c$ , el número de capas de la fibra  $n$ , su módulo de elasticidad  $E_f$  y su espesor. Esta expresión se basa en los trabajos de Teng et al. (2003) [7–8] que analizaron una gran cantidad de ensayos existentes.

[1]

$$\epsilon_{fd} = \sqrt{\frac{f_c}{n \cdot E_f \cdot t_f}} \leq 0.9 \epsilon_{fu}$$

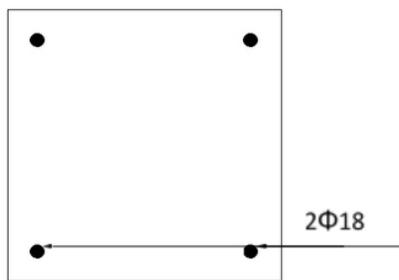


**Figura 1**

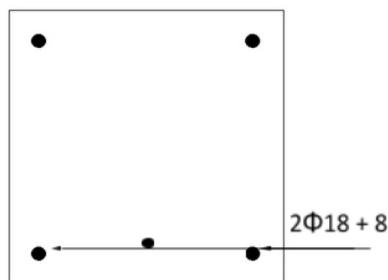
Esquema disposición de aplicación de cargas

La ductilidad se conoce como la característica particular de algún elemento estructural, de soportar deformaciones en su fase inelástica sin llegar a su ruptura. Una de las utilidades de la ductilidad de los elementos de hormigón armado, es predecir la capacidad última del elemento, que es un criterio clave para el diseño estructural. Para calcular la ductilidad se deben considerar las curvaturas asociadas al momento último y al momento plástico de la sección de estudio.

Siguiendo el modelo de diseño del código ACI318, ACI440 y realizando un modelo computacional de las vigas y del CRFP utilizando el programa computacional SAP200, se obtienen las distancias al eje neutro, momentos nominales, tensiones del concreto, acero y curvatura para el caso de estudio. Los casos analizados son los que se observan en las Figura 2 y Figura 3:



a) Sección con acero mínimo



b) Sección con acero máximo

Figura 2

Esquema de vigas de hormigón armado sin reforzamiento externo. a) sección con  $A_{s,min}$ ; b) sección con  $A_{s,máx}$

De todo lo anterior se obtuvo curvaturas (ver Tabla 3) para los tres estados en donde el material compuesto (hormigón armado, más CRFP) pasa de un estado a otro mientras se le aplica las cargas antes señaladas:

En donde los puntos de la curva momento – curvatura de las secciones de estudio los cuales se observan en la Figura N° 4.

#### Análisis

En la Tabla 2 y a partir de los resultados obtenidos se compara porcentualmente las curvaturas y momentos de las vigas reforzadas, con respecto a la sección armada con cuantía de acero mínima.

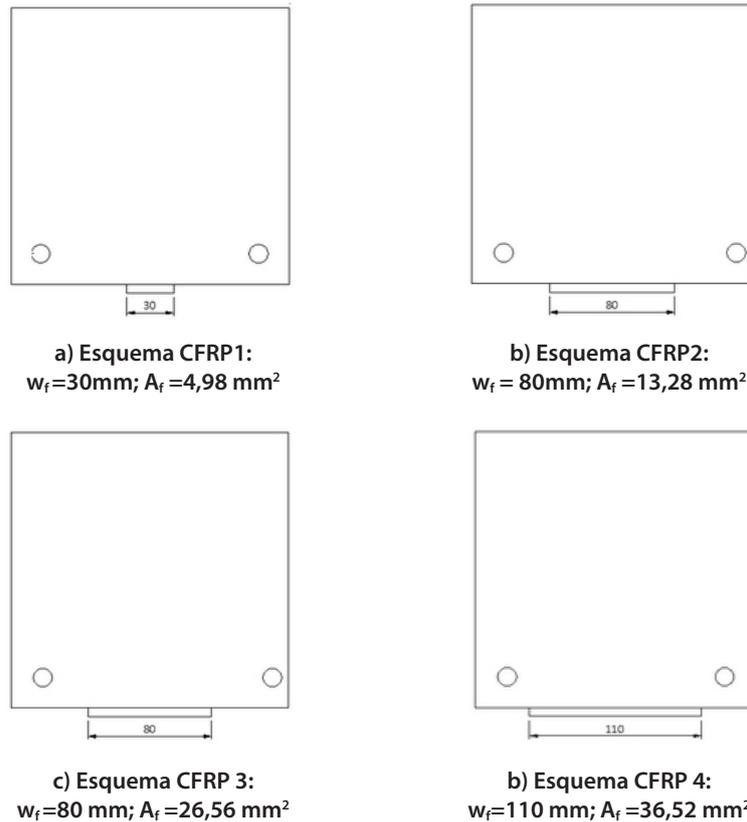


Figura 3

Configuraciones para vigas de hormigón armado reforzadas exteriormente con CRFP.

Con:

Tabla 2: Áreas de acero, espesores, anchos de reforzamiento y áreas de reforzamiento externo.

Sección	df [mm]	As [mm2]	tf [mm]	Wf [mm]	Af[mm2]
CFRP 1	180	100	0,166	30	4,980
CFRP 2	180	100	0,166	80	13,28
CFRP 3	180	100	0,332	80	26,50
CFRP 4	180	100	0,166	110	36,50

Tabla 3: Puntos del diagrama M- f

Sección As,min	Fluencia		Endurecimiento		Ruptura	
	curvatura (1/cm)	Momento (kg-cm)	curvatura (1/cm)	Momento (kg-cm)	curvatura (1/cm)	Momento (kg-cm)
CFRP 1	0,000177	110391	0,00042	120268	0,00231	136881
CFRP 2	0,000128	83011	0,000319	127393	0,000677	140058
CFRP 3	0,000128	87262	0,000319	140780	0,000693	170240
CFRP 4	0,000128	93884	0,000319	161037	0,000574	188894
$A_{s,máx}$	0,000128	98789	0,000319	175575	0,000523	253586
	0,000144	197599	0,000359	278012	0,000513	278220

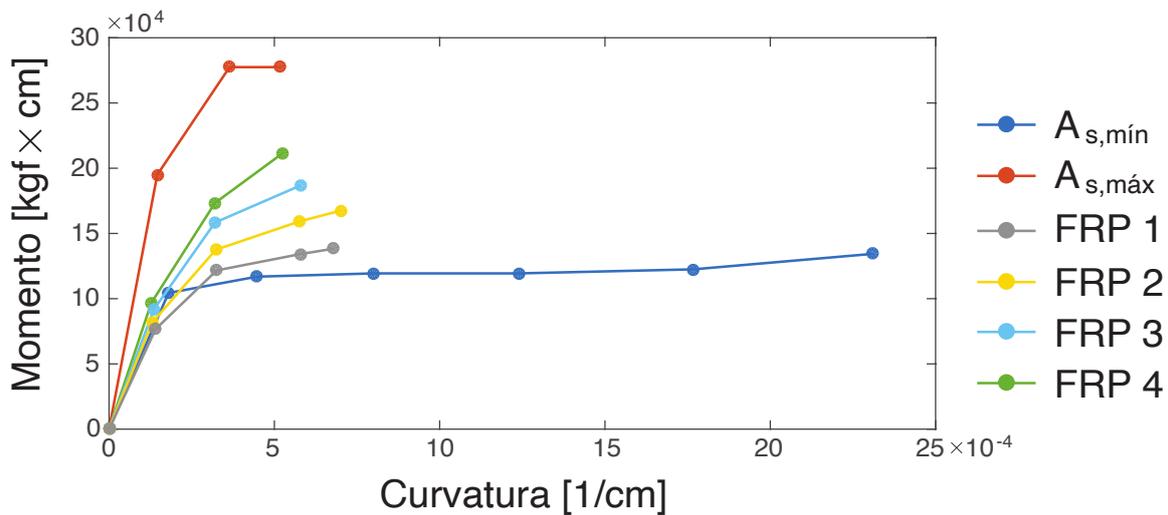


Figura 4

Diagrama Momento - curvatura.

De lo anterior se puede desprender que la curvatura que tienen las vigas reforzadas externamente en el instante que comienzan a fluir, decrece un 28% con respecto a la curvatura que tiene la viga reforzada con  $A_{s,min}$ . La sección que está reforzada con  $A_{s,máx}$  con respecto a la sección de  $A_{s,min}$ , tiene una curvatura 19% más baja en el instante que comienza a fluir. Mientras que el porcentaje de todas estas cuando entran en la fase de ruptura disminuye al aumentar el área de refuerzo de CFRP. Este porcentaje varía entre 70% y 77%.

Finalmente para las vigas con sección transversal con  $A_{s,máx}$  la variación es de 78%, con respecto a la curvatura de la sección reforzada con  $A_{s,min}$ .

Las diferencias que ocurren con las variaciones porcentuales del momento de fluencia entre la viga con  $A_{s,min}$  y las vigas armadas con  $A_{s,máx}$  y reforzadas con CFRP, disminuyen en un 25% cuando están reforzadas externamente en un 12% de total de la cara tracciona, 21% cuando este reforzamiento cubre el 22% de la cara traccionada, disminuye en un 15% cuando se le instalan dos capas de este tejido y baja un 11% cuando el ancho del tejido utilizado aumenta de 80 mm a 110 mm. Sin embargo, para la sección  $A_{s,máx}$ , con respecto a la sección armada con  $A_{s,min}$  el momento incrementa en un 79% en el instante en que la viga comienza a fluir.

Se observa que las variaciones porcentuales del momento de ruptura entre la viga con armadura  $A_{s,min}$  y las vigas con  $A_{s,máx}$  con respecto a las que se les incorpora el refuerzo de CFRP, tienen un incremento de un 2% cuando se refuerzan externamente con un ancho de tejido de 30 mm, un 24% reforzada con un aumento en el área de tejido utilizada en el reforzamiento externo incrementando desde 30 mm a

Tabla 4: Comparación porcentual con respecto a la armadura mínima

Sección $A_{s,min}$	Fluencia		Endurecimiento		Ruptura	
	curvatura (%)	Momento (%)	curvatura (%)	Momento (%)	curvatura (%)	Momento (%)
CFRP 1	-28%	25%	-28%	6%	-71%	2%
CFRP 2	-28%	21%	-28%	17%	-70%	24%
CFRP 3	-28%	15%	-28%	34%	-75%	38%
CFRP 4	-28%	11%	-28%	46%	-77%	85%
$A_{s,máx}$	-19%	79%	-19%	131%	-78%	103%

Tabla 5: Ductilidad con respecto a cuantía mínima.

Sección	Área CFRP [mm <sup>2</sup> ]	Ductilidad	Duc/res. $A_{s,min}$ .
$A_{s,min}$	0	2,1-E-8	0%
CFRP 1	4,98	6,1-E-9	-71%
CFRP 2	13,28	6,3-E-9	-70%
CFRP 3	26,56	5,2-E-9	-75%
CFRP 4	36,52	4,7-E-9	-77%
$A_{s,máx}$	0	4,6-E-9	-78%

80 mm, un 38% cuando se refuerza con un aprovechamiento del tejido de un 2.3 y dos capas de fibra y de un 61% cuando el tejido externo aumenta en un 38%; y en 103% en la sección transversal que está reforzada longitudinalmente con cuantía máxima de acero.

Con respecto a la ductilidad en la Tabla 5, se pueden apreciar las ductilidades de cada una de las secciones analizadas y la comparación de cada una de estas con respecto a las vigas reforzadas con  $A_{s,min}$  sin refuerzo externo en donde se produce una disminución que varía entre un 71% y un 78% con respecto a las vigas patrón.

### Conclusiones

Se logra apreciar que las vigas reforzadas externamente con distintos anchos de tejido de alta resistencia y altísimo módulo de elasticidad de CFRP en la cara más traccionada y que son analizadas de forma analítica utilizando un software computacional de uso tradicional en la ingeniería estructural es una alternativa de diseño, rehabilitación estruc-

tural o incluso una forma de validación del método de cálculo sugerido por código ACI440-17, pudiendo constatar analíticamente que se puede diseñar o rehabilitar una estructura sometida a esfuerzos de flexión, que pueden o no tener distintas condiciones de carga, condiciones climáticas, considerando la durabilidad y serviciabilidad en su vida útil, porque los resultados analizados reflejan un aumento en la ductilidad del elemento analizado y con ende también la resistencia de este.

El porcentaje máximo del incremento de la resistencia en flexión de las vigas analizadas es de un 2%, la cual satisface la demanda de momento generada por las cargas respecto al cortante nominal de la sección. El incremento de área de refuerzo que se asocia al 2% del incremento en su resistencia en flexión es de  $A_f=4.98 \text{ mm}^2$ .

A partir de lo mencionado recientemente, se considera que no es necesario incrementar el área de refuerzo, debido a que la capacidad de la sección transversal de cualquiera de las vigas en estudio se ve superada por las cargas que generan una mayor flexión por tracción.

#### Referencias

[1] Pendhari, S.S.; Kant, T.; Desai, Y.M. Application of polymer composites in civil construction: A general review. Compos

Struct. 2008, 24, 84-114. <https://doi.org/10.1016/j.comps-struct.2007.06.007>.

[2] Zeng, J.J.; Lin, G.; Teng, J.G.; Li, L.J. Behavior of large-scale FRP-confined rectangular RC columns under axial compression. Eng Struct. 2018, 174, 629-645. <https://doi.org/10.1016/j.eng-struct.2018.07.086>.

[3] Chavla, K.K. Composite materials 1980: a report on the 3rd International Conference on composite materials, Paris, August 26-29, 1980. Materials Science and Engineering. 1981, 48, 137-141. [https://doi.org/10.1016/0025-5416\(81\)90073-2](https://doi.org/10.1016/0025-5416(81)90073-2)

[4] Instituto Nacional de Normalización. Norma Chilena 1038:2009 – Hormigones – Ensayo de tracción por flexión.

[5] Comité ACI318. Requisitos de diseño de reglamento para concreto estructural (ACI 318). American Concrete Institute. 2014.

[6] ACI 440.2 R-17. Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures. American Concrete Institute, Farmington Hills, MI 2017. 2017.

[7] Teng, J.G.; Lu, X.Z.; Ye, L.P.; Jiang, J.J. Recent Research on Intermediate Crack Induced Debonding in FRP Strengthening Beams. In Proceeding of the 4th International Conference on Advanced Composite Materials for Bridges and Structures, Calgary, AB, Canada, 2004.

[8] Teng, J.G.; Smith, S.T.; Yao, J.; Chen, J.F. Intermediate crack-induced debonding in RC beams and slabs. Constr Build Mater. 2003, 17, 447-462.

[https://doi.org/10.1016/S0950-0618\(03\)00043-6](https://doi.org/10.1016/S0950-0618(03)00043-6).



Universidad  
Central

# Admisión 2022



## FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

### ESCUELA DE INGENIERÍA

Ingeniería Civil en Obras Civiles (Santiago)

Ingeniería en Construcción (Santiago)

Ingeniería Civil en Minas (Santiago - La Serena)

Geología (Santiago)

Ingeniería Civil Industrial (Santiago- La Serena)

Ingeniería Civil en Computación e Informática (Santiago- La Serena)

Licenciatura en Astronomía (La Serena)

[Ingresa Aquí](#)



UNIVERSIDAD CENTRAL  
ACREDITADA EN NIVEL AVANZADO  
EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, DOCENCIA DE PREGRADO,  
VINCULACIÓN CON EL MEDIO HASTA ENERO 2026

A pasos de estaciones de Metro   
Toesca, Parque Almagro y Moneda

600 582 2222

[admision@ucentral.cl](mailto:admision@ucentral.cl)

# Estudiantes de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura fueron reconocidos por su participación en el Rally Latinoamericano de Innovación 2021

*Fueron 28 horas de trabajo en equipo, entre alumnos de diferentes carreras, quienes pusieron a prueba todas sus capacidades para resolver los desafíos en el área de innovación e impacto social.*



Los días 01 y 02 de octubre, 22 centralinos y centralinas se reunieron de forma virtual para ser parte del Rally Latinoamericano de Innovación 2021, donde también compitieron estudiantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Paraguay y Uruguay.

Durante 28 horas, cientos de estudiantes se congregaron en esta competencia internacional que tuvo como propósito fomentar la innovación abierta en estudiantes universitarios de Latinoamérica. En esta versión de la competencia, se presentaron 10 desafíos enfocados en la innovación y el impacto social. Cada equipo debía elegir un desafío y presentar una propuesta que resolviera problemas reales desde una mirada creativa, no estando limitados únicamente al ámbito tecnológico, pudiendo ser de varios sectores de actividades o temas sociales, ambientales, organizacionales, artísticos, logísticos o de otro tipo.

Es por esto que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, realizó una ceremonia para reconocer a quienes fueron parte de esta actividad, en representación de la Universidad Central. En la instancia participaron el Director de la Escuela de Ingeniería, Gastón Concha; la Directora de la Escuela de Arquitectura y Paisaje, Carola Brito; el Director de las carreras de Arquitectura y Arquitectura del Paisaje, Uwe Rohwedder; el Secretario de Estudios de la Escuela de Ingeniería, Alejandro Torres; y el académico Sergio Cárdenas.



En la sede Universidad Central, el resultado de los participantes fue el siguiente:

## 1er lugar INNOVACIÓN: Equipo Newfront

- Bernardo Berrios, Carolina Macaya y Fabiana Garcés de Ingeniería Civil Industrial.
- Miguel Espinosa de Ingeniería Civil en Obras Civiles.

## 1er lugar IMPACTO SOCIAL: Equipo Alpha Buena Maravilla Onda Dinamita Escuadrón Lobo

- Nicolás Cartagena, Daniela Arévalo y Constanza Cifuentes de Arquitectura.
- María Ignacia Rivera de Arquitectura del Paisaje.
- Pía Meza de Ingeniería en Construcción.

## 2do lugar INNOVACIÓN: Equipo Alpha Team

- Christopher Ferazzoli, Flavio Aguilar, Diego Cárcamo, Valeria Gutiérrez, Catalina Montecinos, Constanza Paredes y Alan Bugueño de Ingeniería Civil Industrial.

## 2do lugar IMPACTO SOCIAL: Equipo NovaFuturo

- Priscilla Díaz, Catalina González, Lukas González, Pascale Santibáñez, Bryan Vega y Matías Zúñiga de Ingeniería Civil Industrial.

Uno de los centralinos que fue parte de esta competencia, Christopher Ferazzoli Marrero, destacó que se interesaron en participar para representar a la Universidad y tener la oportunidad de competir a nivel internacional, además de aportar a un bien mayor con sus propuestas de soluciones "Además del claro beneficio de generar soluciones a distintas problemáticas a nivel mundial, fomentan conocimiento y networking entre compañeros de universidades y profesores, y ayudan a desarrollar habilidades como trabajo en equipo, liderazgo y administración del tiempo entre los participantes".

# CLASIFICACIÓN DE VINOS CHILENOS USANDO CROMATOGRAFÍA LÍQUIDA

• M.A. Duarte-Mermoud

Doctor en Ingeniería Eléctrica, Director Instituto de Investigación y Postgrado FINARQ

• G. Ceballos-Benavides

M. Sc. Ingeniería mención Eléctrica.



En este trabajo se presentan resultados de aplicar técnicas de extracción de características y clasificadores (estadísticos y neuronales) para determinar la cepa principal de vinos tintos chilenos del valle central. Haciendo uso de la información contenida en cromatogramas de compuestos fenólicos provenientes de un HPLC-DAD (High Performance Liquid Chromatograms), convenientemente procesada, se logra identificar la variedad del vino tinto bajo análisis. Se presentan una serie de métodos que permiten clasificar adecuadamente las cepas Cabernet Sauvignon, Merlot y Carmenere, de diferentes valles, años y viñas chilenas. Como primera etapa, con la finalidad de reducir el número de puntos del cromatograma y realizar el procesamiento de la información más rápido, se usan diferentes métodos de extracción de características del cromatograma de la muestra en proceso, tales como Transformada Discreta de Fourier, Transformación de Fischer y Perfiles Tipo por clases. Una vez reducida la cantidad de información inicialmente entregada por el HPLC, se procede a utilizar varios métodos de clasificación de patrones tales como Análisis Discriminante Lineal (LDA), Análisis Discriminante Cuadrático (QDA) y Redes Neuronales Probabilísticas (PNN), los cuales son comparados y combinados entre sí, obteniéndose tasas de clasificación correcta de alrededor del 90 %.

## 1. Introducción

En los últimos años la industria del vino chileno ha experimentado un notable crecimiento, convirtiéndose en uno de los sectores industriales más dinámicos de su economía. Dado el crecimiento del sector surge la necesidad de incorporar tecnología para poder competir de mejor manera en los mercados internacionales.

En este trabajo se presentan resultados de clasificación de la variedad de vinos chilenos de las cepas Cabernet Sauvignon, Merlot y Carmenere a partir de cromatogramas de compuestos fenólicos provenientes de mediciones realizadas por un cromatógrafo de líquidos de alta eficacia con detector de fotodiodos alineados (HPLC-DAD) y procesadas mediante métodos estadísticos y redes neuronales, enfatizando comparaciones de los distintos métodos de extracción de características con fines de clasificación.

La mayoría de los trabajos previos de clasificación de vinos utilizan como variables de clasificación las concentraciones de compuestos específicos obtenidas a partir de cromatografías líquidas HPLC o cromatografía de gases [1-4]. En un cromatograma, la concentración de un compuesto depende del área del máximo (peak) que aparece en el tiempo en que la columna lo libera. Este tiempo depende de factores como el gradiente de temperatura aplicado a la muestra, envejecimiento de la columna, tipo de compuesto, etc. La metodología comúnmente utilizada es fijar las condiciones experimentales y posteriormente asociar al área un compuesto específico utilizando cromatogramas patrones. Este enfoque, además de requerir una identificación previa de los compuestos bajo análisis, necesita identificar cuáles de ellos son los más importantes para caracterizar un tipo de vino, problema que sigue abierto.

En este trabajo se presenta un enfoque distinto que no requiere la identificación previa de los compuestos presentes en el cromatograma, debido a que la clasificación se realiza utilizando toda la información contenida en el cromatograma y no solo las áreas de algunos máximos interesantes. La dificultad de este enfoque es que normalmente la información resultante de las cromatografías se caracteriza por tener un gran volumen de datos, por lo que abordar el problema directamente con técnicas de clasificación como Análisis Discriminante o Redes Neuronales, resulta complejo. Sin embargo, utilizando herramientas de análisis de señales y técnicas de extracción de características para procesar los cromatogramas, se logró realizar clasificación de cepas de vinos tintos chilenos con una certeza del orden del 90%.

Este trabajo está dividido en 6 secciones. En la Sección 2 se describe la información experimental utilizada en el estudio, mientras que la Sección 3 está dedicada a explicar la metodología empleada. En la Sección 4 se entrega una breve descripción de los métodos utilizados y los resultados obtenidos se presentan en la Sección 5. Por último, en la Sección 6 se plantean las principales conclusiones del estudio.

## 2. Información Experimental

En el estudio se utilizaron datos correspondientes a 172 cromatogramas de vinos tintos chilenos correspondientes a 80 vinos Cabernet Sauvignon, 35 vinos Merlot y 57 vinos Carmenere, cultivados en los valles del Maipo, Rapel, Curicó, Maule e Itata de la zona central de Chile, entre los años 2000 y 2001. Los cromatogramas corresponden a la de compuestos fenólicos de pequeño peso molecular, obtenidos mediante un análisis por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) acoplada a un detector de fotodiodos alineados (DAD) [15]. El equipo utilizado es un cromatógrafo de líquidos Merck-Hitachi, modelo L-4200 UV-Vis Detector con bomba y portacolumna Thermostat. La columna utilizada es una Novapack C18, de 300 mm de longitud y 3,9 mm de diámetro interno. Para la separación de los diferentes compuestos fenólicos, en el equipo se utilizaron como solventes las siguientes soluciones: A) 98% H<sub>2</sub>O y 2% ácido acético; B) 78% H<sub>2</sub>O, 20% acetonitrilo y 2% ácido acético; C) 100% acetonitrilo. El gradiente utilizado fue: 0-55 min., 100% de A (flujo de 1 ml/min); 55-57 min., 20% de A y 80% de B (flujo de 1 ml/min); 57-90 min., 10% de A y 90% de B (flujo de 1,2 ml/min). Cada cromatograma consta de 6751 puntos y cada máximo (peak) presente corresponde a un compuesto fenólico específico. Estos compuestos han sido mayoritariamente estudiados e identificados por investigadores químicos y agrónomos activos en el área [15-17].

Cada perfil fenólico es una señal en el tiempo de 90 minutos de duración, muestreada a una tasa de 800 [ms], que corresponden a 6751 puntos en total. En la Figura 1 se presenta un perfil típico normalizado de un vino tinto Merlot entregado por el HPLC-DAD.

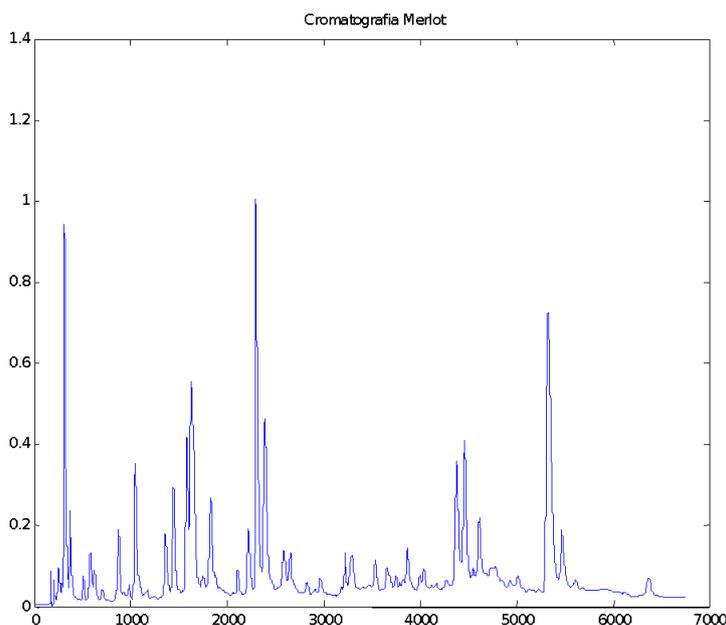


Figura 1

Cromatograma fenólico normalizado típico de un vino chileno Merlot.

La información contenida en los primeros 5 minutos del cromatograma corresponden a efluentes que se usan en el HPLC para obtener la cromatografía de líquidos y no contienen información de compuestos presentes en el vino, de modo que fueron descartados los primeros 375 puntos de cada cromatograma.

Con el propósito de aprovechar eficientemente la información contenida en los cromatogramas y reducir la dimensión de los datos, se les aplicó a éstos técnicas de análisis de señales. Aplicando el Teorema del Muestreo (Teorema de Shannon) [5], se observa que la frecuencia de Nyquist de los datos corresponde a una frecuencia igual a 0,1227 [Hz], con lo que el periodo crítico de muestreo es aproximadamente igual a 4 [s]. Esta primera observación permite concluir que la información original puede ser remuestreada, sin perder información esencial, cada 4 [s]. Como consecuencia de este procesamiento, el largo de los perfiles adquiridos mediante HPLC-DAD se reduce desde 6751 a 1350

puntos, que si bien es significativamente menor a la dimensión original, aún es muy elevada para efectos de análisis multivariable.

Por otra parte, las cromatografías de una misma variedad presentan amplitudes distintas, debido a los distintos volúmenes de vino utilizados al preparar las muestras para inyectarlas al HPLC. Para normalizar la amplitud de las cromatografías resultantes en estas mediciones al intervalo [0;1] se utilizó la siguiente transformación para los datos:

$$\tilde{y} = \frac{y - y_{\min}}{y_{\max} - y_{\min}}$$

donde  $y$  representa la amplitud de la señal original,  $y_{\min}$ ,  $y_{\max}$  representan la amplitud mínima y máxima respectivamente e  $\tilde{y}$  corresponde a la señal mapeada en el intervalo [0, 1]

## 3. Metodología Empleada

En este estudio se utilizaron clasificadores estadísticos y un clasificador neuronal de la clase PNN (Probabilistic Neural Networks). Si bien estos clasificadores no corresponden al estado del arte en clasificación, se utilizaron principalmente debido a su simplicidad y robustez. Además, este estudio correspondió a una etapa inicial de una investigación de más largo plazo, tendiente a determinar la mejor manera de identificar la cepa de los vinos chilenos en base a información de tipo físico, químico y organoléptico.

En el diseño del sistema de clasificación se emplearon dos enfoques.

1. Enfoque paramétrico. En este caso se supone una distribución normal multivariable de las clases, con media y matriz de covarianza desconocidas. Los clasificadores estudiados corresponden a los denominados análisis discriminante lineal (LDA) y análisis discriminante cuadrático (QDA) [7-9, 13].

2. Enfoque no-paramétrico. En este caso se supone que la distribución de las clases es desconocida. El reconocedor utilizado en este estudio corresponde a una red neuronal probabilística (PNN) [9].

Aún cuando el volumen de datos fue reducido empleando el Teorema de Shannon, la dimensión de ellos sigue siendo grande (1350). Por esta razón y en ambos enfoques, se utilizó una etapa de extracción de características previa al reconocedor.

En la Figura 2 se presenta un diagrama en bloques que muestra el procesamiento realizado a la información, previamente a ser ingresada al sistema de clasificación.

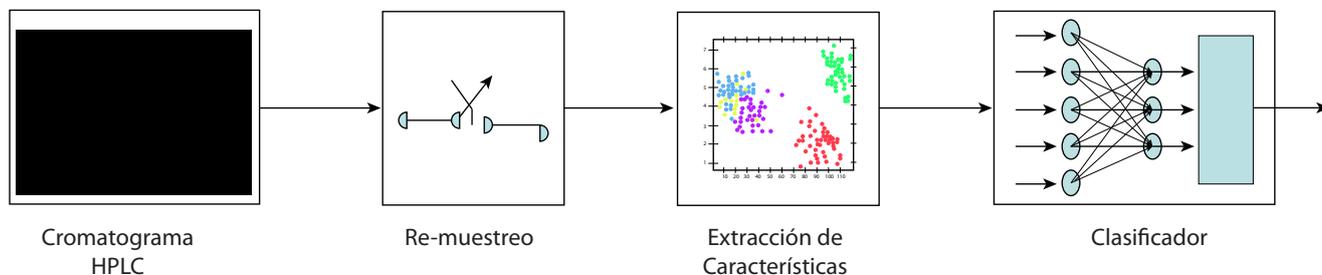


Figura 2

Diagrama en bloques del sistema de clasificación utilizado.

La implementación computacional del clasificador se realizó en MATLAB utilizando las "Discriminant Analysis Toolbox" [11], Neural Network Toolbox y Signal Processing Toolbox.

#### 4.0 Descripción de los Métodos

A continuación, y en beneficio del espacio, se realiza una muy breve descripción de los algoritmos de extracción de características y métodos de clasificación empleados en el estudio.

##### 4.1 Descripción de los Algoritmos de Extracción de Características

El principal objetivo del diseño de un clasificador es lograr clasificar elementos u objetos en relación a referencias o patrones con las que ha sido entrenado. Esta cualidad es conocida como generalización. En los métodos paramétricos, uno de los factores claves para obtener una buena generalización es mantener la complejidad del clasificador lo más baja posible, lo que se traduce en disminuir el número de parámetros del clasificador, como por ejemplo, los pesos entre dos capas de una red neuronal MLP (perceptron multicapa) o el tamaño de las matrices de un clasificador lineal. Esto se logra manteniendo baja la dimensión de los datos, ya que el número de pesos o parámetros del modelo depende directamente de este factor. En el enfoque no-paramétrico se tiene el mismo problema, observándose que para que el clasificador pueda generalizar bien, es necesario que el número de patrones de entrenamiento  $N$  sea mayor que la dimensión del espacio  $d$  de las muestras, de modo de lograr poblar el espacio de manera adecuada. Este último efecto se conoce como la *maldición de la dimensión* [10] y la forma de atacarlo es manteniendo la relación  $d/N$  lo más pequeña posible, lo que se logra nuevamente reduciendo el número de entradas al clasificador.

Debido a que la dimensión de los datos utilizados en este trabajo  $d$ , aún al remuestrear las cromatografías, sigue siendo mayor que  $N$ , es necesario disminuir la dimensionalidad de los datos debido a los problemas que ello genera. Con este fin se utilizaron herramientas que permiten disminuir la dimensión de los patrones y al mismo tiempo no perder información valiosa para la clasificación. Ellas se describen brevemente a continuación. Para mayores detalles el lector puede consultar las referencias citadas.

- **Transformada de Fourier (Tfo)** [5].

La Transformada de Fourier es una transformación matemática que permite representar una función del tiempo  $f(t)$ , en el dominio de la frecuencia, como una función  $F(\omega)$ . En este dominio se pone de manifiesto el contenido armónico de la señal del tiempo y cómo se distribuye en términos de la frecuencia  $\omega$ . Si la variable temporal  $t$  es continua la Transformada de Fourier es continua (TFC) y si  $t$  pertenece a un conjunto discreto de valores (típicamente los números naturales unión cero) se habla de la Transformada de Fourier Discreta (TFD)

Su definición está dada por la siguiente relación para el caso de funciones de tiempo discreto

$$(1) \quad F(k) = \sum_{n=0}^{N-1} f(nT) e^{-\frac{j2\pi nk}{N}}$$

$$(2) \quad f(nT) = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} F(k) e^{\frac{j2\pi nk}{N}}$$

En el ámbito de las comunicaciones (transmisión de señales) es conocida y utilizada la propiedad de compresión de la Transformada de Fourier, ya que es capaz de representar una señal del tiempo por un número reducido de datos (los coeficientes  $f(nT)$  de la serie), sin perder información alguna.

En este estudio se logró determinar que una buena representación en frecuencia de la señal del tiempo remuestreada de 1350 puntos, lo constituía una descomposición que conteniendo 480 coeficientes, considerando el espectro de la señal sólo en lado positivo de las frecuencias.

- **Transformada de Fisher (Tfi)** [7]

El objetivo de la Transformación de Fisher es lograr obtener una representación de los datos en un espacio de menor dimensión, conservando la información útil para la clasificación. La idea es encontrar una transformación lineal de la forma  $Z=MX$ , en donde se busca que las medias de las nuevas variables  $Z$  de cada clase estén lo más separadas posibles y la dispersión de cada clase en torno a su media sea la menor posible. Fukunaga [7,10] propuso la siguiente función de costo o criterio para determinar  $M$  en el caso de elementos  $X$  pertenecientes a una de  $C$  clases.

(9)

$$\max_M J(M) = Tr \{ (MS_w M^T)^{-1} (MS_b M^T) \}$$

donde

$$(10) \quad S_w = \sum_{k=1}^C S_k$$

$$(11) \quad S_k = \sum_{n \in C_k} (X_n - \hat{\mu}_k)(X_n - \hat{\mu}_k)^T$$

$$(12) \quad S_b = \sum_{k=1}^C N_k (\mu_k - \mu)(\mu_k - \mu)^T$$

donde  $\mu_k$  es la media de la clase  $k$ ,  $\mu$  es la media de toda la población,  $S_k$  es la matriz de dispersión intra-clases,  $S_b$  es la matriz de dispersión inter-clases y  $S_w$  es la matriz de dispersión de toda la población.

La solución a este problema está dada por la matriz  $M$  formada por los  $(C-1)$  vectores propios asociados a valores propios distintos de cero de la matriz  $S_W^{-1}S_B$ . Además, los valores propios representan el poder discriminante de las direcciones asociadas a sus vectores propios, llamadas componentes principales.

En este estudio la dimensión de la matriz  $M$  es de  $2 \times 1350$ , lo cual reduce dramáticamente el número de características a analizar en el espacio transformado de Fisher, desde 1350 a sólo 2.

- **Perfiles Tipo**

Además de los métodos anteriores de extracción de características se generaron los denominados Perfiles Tipo, los cuales resultan de minimizar la distancia entre el perfil tipo deseado y los elementos de la clase que representa, pero procurando además que estén lo más lejos posible de los elementos de las clases vecinas. En términos estrictos los perfiles tipo se obtienen mediante la solución de

$$(13) \quad \min J(\omega_1, \dots, \omega_c) = \sum_{k=1}^c \left[ \lambda \sum_{i \in C_k} \|X_i - \omega_k\| - (1-\lambda) \sum_{i \in C_k} \|X_i - \omega_k\| \right]$$

con  $0 < \lambda \leq 1$

Una vez obtenidos los 3 perfiles tipo representativos de cada clase,  $\omega_1, \omega_2$  y  $\omega_3$ , se generan dos conjuntos de 3 características para cada elemento (patrón) nuevo  $X$  que se desea clasificar, los que dominaremos residuos y coeficientes de correlación, calculados como se indica en la Tabla 1.

Residuos (R)	Coefficientes de Correlación (C)
$e_1 = \ \omega_1 - X\ ^2$	$\rho_1 = \frac{E(X\omega_1)}{Var(X)Var(\omega_1)}$
$e_2 = \ \omega_2 - X\ ^2$	$\rho_2 = \frac{E(X\omega_2)}{Var(X)Var(\omega_2)}$
$e_3 = \ \omega_3 - X\ ^2$	$\rho_3 = \frac{E(X\omega_3)}{Var(X)Var(\omega_3)}$

**Tabla1.-** Definición de Residuos y Coeficientes de Correlación con respecto a Perfiles Tipo.

Por ejemplo,  $e_1$  representa la distancia Euclidiana entre el patrón desconocido  $X$  y el perfil tipo de la clase 1,  $\omega_1$ . El índice  $\rho_1$  representa cuán correlacionado está el patrón desconocido  $X$  con el perfil tipo de la clase 1,  $\omega_1$ .

Los residuos y coeficientes de correlación fueron aplicados en los distintos espacios resultantes de las transformaciones descritas anteriormente (tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia), como una etapa de extracción complementaria. Reduciendo el número de características a analizar desde 1350 a 3, en el caso de trabajar en el dominio del tiempo y desde 480 a 3, en el caso de trabajar en el dominio de la frecuencia. Para este estudio se utilizó  $\lambda = 0.75$  y fue determinado empíricamente.

#### 4.2. Descripción de los Algoritmos de Clasificación

En esta Sección se describen brevemente los algoritmos de clasificación usados en el estudio. Para mayores detalles el lector puede consultar las referencias citadas.

- **Análisis Discriminante Cuadrático (QDA) [7] [12]**

En el ambiente de reconocimiento de patrones existe una gran variedad de criterios o reglas para asignar un objeto (patrón) a una de entre  $C$  clases. De todos estos criterios, la regla de mínimo error de Bayes es el óptimo teórico en el sentido que minimi-

za la probabilidad de realizar la asignación de manera incorrecta. Esta consiste en que dado un patrón desconocido  $X$ , se calculan las probabilidades a posteriori de que este patrón pertenezca a cada una de las  $C$  clases,  $P(W_j / X)$  y éste es asignado a la clase con la máxima probabilidad a posteriori. Es decir el patrón  $X$  es asignado a la clase  $j$  si y sólo si

$$(14) \quad P(W_j / X) \geq P(W_k / X) \forall k \neq j$$

En este enfoque, las probabilidades  $P(W_j / X)$  son calculadas utilizando el Teorema de Bayes

$$(15) \quad P(W_j / X) = \frac{p(X / W_j)P(W_j)}{P(X)}$$

donde  $p(X / W_j)$  corresponde a la densidad de probabilidad de la clase  $W_j$  y  $P(X)$  la probabilidad total de  $X$ .

Dado que para todas las clases  $P(X)$  es constante y si se supone que  $P(W_i) = P(W_j) \forall i, j \in \{1, \dots, C\}$ , es decir que todas las clases tienen igual probabilidad a priori, basta comparar las densidades  $p(X / W_j)$ .

Las distribuciones de probabilidades  $p(X / W_j)$  son usualmente desconocidas y deben ser estimadas a partir de las muestras de identificación o entrenamiento. El análisis discriminante cuadrático supone que la distribución de los datos sigue una distribución normal multivariable. Si se sustituye la expresión de una distribución normal multivariable y se toma el logaritmo natural en ambos lados de la regla de Bayes (15) se obtienen los siguientes índices de clasificación.

$$C_k = (X - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1} (X - \mu_k) + \ln(|\Sigma_k|) - 2 \ln(P(W_k))$$

donde  $\Sigma_k$  es la matriz de covarianza de la población de la clase  $W_k$  y  $\mu_k$  corresponde a la media de la clase  $k$ . El método QDA asigna el patrón desconocido a la clase  $i$  que obtenga el menor  $C_k$ . En la práctica la matriz  $\Sigma_k$  y las medias de las clases  $\mu_k$  son desconocidas, por lo que se reemplazan por los siguientes estimadores

$$\hat{\mu}_k = \frac{1}{n_k} \sum_{i=C_k}^{n_k} X_i \quad \hat{\Sigma}_k = \frac{1}{n_k - 1} \sum_{i=C_k}^{n_k} (X_i - \hat{\mu}_k)^2$$

- **Análisis Discriminante Lineal (LDA) [7, 8, 12]**

Al igual que QDA, el método LDA supone que la población sigue una distribución normal multivariable. La diferencia es que LDA realiza una hipótesis extra suponiendo que las matrices de covarianza de las clases son iguales, o sea

$$\Sigma_1 = \Sigma_2 = \dots = \Sigma_C = \Sigma$$

Bajo esta hipótesis los índices de clasificación  $C_k$  se simplifican a:

$$C_k = 2X^T \Sigma^{-1} \mu_k + \mu_k^T \Sigma^{-1} \mu_k - 2 \log(P(W_k))$$

Dado que los términos cuadráticos desaparecen sólo hay que estimar los parámetros de una matriz de covarianza y las medias de cada clase. El método LDA necesita un menor número de patrones de entrenamiento que el esquema QDA.

- **Probabilistic Neural Networks (PNN) [9]**

Las redes neuronales probabilísticas (PNN por sus siglas en inglés) son una clase de redes neuronales que combinan las cualidades

de clasificadores estadísticos y redes neuronales prealimentadas. Las PNN son la implementación neuronal de análisis discriminante mediante estimadores del tipo kernel. Las principales ventajas de las PNN son la rapidez de su algoritmo de aprendizaje y su cualidad de aproximar arbitrariamente bien la regla de Bayes para cualquier densidad de probabilidad que describa las clases, siempre que ésta sea continua y suave y se tengan suficientes patrones de entrenamiento.

La estimación de las densidades de probabilidades de cada clase se realiza utilizando funciones de base radial centradas en cada patrón de entrenamiento.

## 5. Resultados Obtenidos

En este estudio se comparó el desempeño de los tres clasificadores presentados en la Sección 4.2, al utilizar las distintas técnicas

de extracción de características descritas en la Sección 4.1. Los resultados del empleo de los métodos ya descritos, utilizando la base de datos de vinos chilenos de la Sección 2, se encuentran resumidos en la Tabla 2.

Dado que la cantidad de datos utilizados en este estudio es reducida, el proceso de validación se efectuó mediante validación cruzada leave-one-out (LOO). Este procedimiento consiste en ir entrenando el sistema dejando fuera una muestra, la cual es usada luego con fines de validación [6]. Los valores indicados en la Tabla 2 corresponden al valor medio y la varianza de los 172 experimentos de validación realizados en LOO para cada método de extracción/ clasificación.

Método Extracción	Número de características	LDA		QDA		PNN	
		Promedio Clasificación Correcta	Varianza Clasificación Correcta	Promedio Clasificación Correcta	Varianza Clasificación Correcta	Promedio Clasificación Correcta	Varianza Clasificación Correcta
Tfi	2	83,72%	2.69 %	82,56%	2.82 %	84,30%	2.21 %
RT	3	62,21%	0.26 %	64,53%	0.75 %	65,12%	0.16 %
CT	3	81,40%	0.41 %	83,14%	0.94 %	86,05%	0.25 %
Tfo	480	81,98%	2.23 %	84,30%	2.83 %	82,56%	2.25 %
RF	3	64,53%	1.85 %	65,70%	1.45 %	68,02%	1.44 %
CF	3	66,28%	1.17 %	68,60%	1.97 %	73,26%	1.52 %
TFo+RF	483	83,14%	1.58 %	82,56%	1.72 %	83,72%	1.48 %
TFo+CF	483	85,47%	1.27 %	84,88%	1.44 %	85,47%	1.15 %
TFo+RF+CF	486	87,79%	1.43 %	87,21%	1.85 %	86,63%	1.25 %
Tfo+RT	483	80,23%	1.64 %	79,65%	1.42 %	80,81%	1.24 %
TFo+CT	483	79,65%	1.36 %	80,81%	1.51 %	78,49%	1.45 %
TFo+RT+CT	486	89,53%	1.95 %	90,70%	2.45 %	86,05%	1.63 %

TFi: Transformada Fisher.  
RT: Residuos en el tiempo.  
CT: Coef. de Correlación en el tiempo

Tfo: Transformada Discreta de Fourier.  
RF: Residuos en frecuencia.  
CF: Coef. de Correlación en frecuencia.

**Tabla 2.-** Resumen de los resultados de clasificación para los diferentes esquemas estudiados.

La extracción mediante Transformada de Fourier, en conjunto con los coeficientes de correlación y residuos con respecto a los perfiles tipo de cada clase, en el dominio del tiempo, y usando clasificación mediante discriminación cuadrática, resultó ser el esquema más exitoso, según puede apreciarse en la Tabla 2, lográndose porcentajes promedios de clasificación correcta de 90,7 %. Esto se explica ya que Transformada de Fourier resulta ortogonal con la información contenida en los coeficientes de correlación y residuos (en el tiempo) con respecto a los perfiles tipo, por lo que éstos aportan importante información adicional para la clasificación, elevando la tasa de clasificación correcta desde 84,30% (Tfo sola) hasta 90,70% , para el clasificador QDA.

Para comparar la tasa de error de los clasificadores entre ellos, se utilizó el Test de Hipótesis de McNemar [14]. Para esta metodología, si el índice  $t > 3.841$  entonces la probabilidad de que el desempeño de los 2 clasificadores en comparación sea igual, es menor a 0.05.

En la Tabla 3 se observa una diferencia en el desempeño obtenido con QDA al clasificar utilizando los coeficientes de la Transformada Fourier en conjunto con los residuos y coeficientes de correlación en el tiempo (TFo+RT+CT), que es estadísticamente significativa frente a los otros métodos de extracción, exceptuando aquellos que usan CT, TFo+CF y TFo+RF+CF, como métodos de extracción de características.

Es importante destacar aquí que la tasa de clasificación promedio de 90.7% alcanzada por el mejor sistema de clasificación aquí estudiado, significa que sólo 16 de las 172 muestras que conforman la base de estudio fueron mal clasificadas.

## 6. Conclusiones

Los resultados obtenidos en este trabajo son los primeros en clasificar vinos Chilenos utilizando técnicas de extracción y clasificación, en base a información de compuestos fenólicos de bajo peso molecular.

t	Tf	RT	CT	TFo	RF	CF	TFo+RF	TFo+CF	TFo+RF+CF	TFo+RT	TFo+CT	TFo+RT+CT
TFi		3,10	0,00	0,00	2,50	1,82	0,00	0,01	0,14	0,07	0,03	0,48
RT			3,34	3,52	0,01	0,13	3,12	3,73	4,80	2,09	2,43	6,33
CT				0,00	2,66	2,00	0,00	0,00	0,10	0,11	0,05	0,41
TFo					2,85	2,17	0,00	0,00	0,07	0,15	0,07	0,34
RF						0,03	2,55	3,03	4,13	1,59	1,89	5,50
CF							1,85	2,26	3,16	1,07	1,29	4,42
TFo+RF								0,01	0,14	0,07	0,03	0,48
TFo+CF									0,05	0,19	0,10	0,28
TFo+RF+CF										0,50	0,35	0,07
TFo+RT											0,00	1,05
TFo+CT												0,82
TFo+RT+CT												

**Tabla 3.-** Test de Hipótesis de McNemar para el clasificador basado en QDA.

El método de clasificación basado en QDA, utilizado en combinación con técnicas de extracción de características, basadas en la Transformada de Fourier en conjunto con los residuos y coeficientes de correlación con respecto a perfiles tipo, en el dominio del tiempo, muestra un desempeño bastante adecuado, lográndose un promedio de 90,7 % de clasificación correcta del tipo de cepa entre vinos Cabernet Sauvignon, Merlot y Carménère, provenientes de distintos valles de Chile y que se caracterizaron por pertenecer a años de cosecha distintos.

La principal dificultad encontrada en este trabajo se relaciona con la alta dimensionalidad de los datos (6751 puntos en los perfiles de cromatografía) lo que requiere de la aplicación de técnicas para disminuir la dimensión del espacio de entrada al clasificador.

La Transformada Discreta de Fourier resultó ser un buen método de extracción de características, permitiendo aumentar la tasa de clasificación con respecto a métodos en el dominio del tiempo. Además, si esta información se combina con la información proveniente de los perfiles tipo (coeficientes de correlación y residuos) se logra obtener mejoras del orden del 10% con respecto a métodos en el dominio del tiempo.

Los residuos obtenidos con los perfiles tipo (tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia) no resultaron en general adecuados como espacio de clasificación, aunque disminuyen notablemente la dimensión de los datos a sólo 3. No obstante, al combinarlos con la información de la Transformada de Fourier se logró mejorar las tasas de clasificación basadas en Transformada Fourier sola, del orden de un 5%.

Los resultados obtenidos son prometedores considerándose como trabajo futuro, utilizar Support Vector Machines y extracción basada en Kernel Fisher y Wavelets para mejorar el desempeño del clasificador de vinos.

#### Agradecimientos

Los resultados obtenidos en este trabajo fueron financiados por CONICYT-Chile, a través del proyecto FONDEF D01-1016, "Identificación varietal de vinos Chilenos mediante instrumentación Inteligente".

#### Referencias

[1] Cabezudo M.D., M.Herraiz and Gorostiza de E.F., "On the main analytical characteristics for solving enological problems", *Process Biochemistry*, vol. 18, August 1983, pp. 17-23.  
[2] Etievant P. and Schlich P. "Varietal and geographic classifica-

tion of French red wines in terms of Mayor Acids", *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 46, 1989, pp. 421-438.

[3] J. Aires-de-Sousa, "Verifying wine origin: A neural network approach", *American Journal of Enology and Viticulture*, vol. 47, No. 4, 1996, pp. 410-414.

[4] Vasconcelos A.M.P. and das Neves H.J., "Characterization of elementary wines of *Vitis Vinifera* varieties by pattern recognition of Free Amino Acid profiles", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 37, 1989, pp. 931-937.

[5] Middleton R.H. and G.C. Goodwin, *Digital control and estimation. A unified approach*. Prentice Hall Int. Ed, 1990.

[6] Theodoridis S. and Koutroumbas K., *Pattern recognition*, Academic Press, 1999.

[7] Fukunaga K., *Introduction to statistical pattern recognition*. Academic Press Inc, 1990.

[8] Webb A.R., Copsey K.D. *Statistical pattern recognition*. John Wiley & Sons, Third Edition, 2011.

[9] Ripley B.D., *Pattern recognition and neural networks*. Cambridge University Press, 2014.

[10] Fukunaga K. and Hayes R.R., "Effects of sample size in classifier design". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*. vol. 11, No. 8, 1989, pp. 873-885.

[11] Kieft M., *Discriminant analysis toolbox*. University of Alberta Edmonton, Canada, 2000.

[12] Aeberhard S., de Vel O. and Coomans D., "Comparative analysis of statistical pattern recognition methods in high dimensional settings". *Pattern Recognition*, vol. 27, 1994, pp.1065-1077.

[13] Jain A.K., Duin R.P.W. and Mao J., "Statistical pattern recognition: A review". *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 22, No. 1, 2000, pp. 4-37.

[14] Fleiss J. L., *Statistical methods for rates and proportions*. John Wiley, Third Edition. 2003.

[15] Peña-Neira A.I., Hernández T., García-Vallejo C., Estrella I. and Suarez J., "A survey of phenolic compounds in Spanish wines of different geographical origins". *Eur. Food. Res. Technol.*, vol. 210, 2000, pp. 445-448.

[16] Alamo V.S. Caracterización de la composición fenólica de vinos comerciales Merlot y Sauvignon Blanc de la vendimia 2002, provenientes de cinco valles de Chile. Memoria de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2002.

[17] Muñoz L.P. Caracterización de la composición fenólica de vinos comerciales Cabernet Sauvignon y Chardonnay de la vendimia 2002, provenientes de cinco valles de Chile. Memoria de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, 2002.

# TRANSFORMACIÓN DIGITAL: GESTIÓN DE EVENTOS ONLINE MEDIANTE PLATAFORMAS VIRTUALES

*Evaluando el caso del I Encuentro Virtual de Enseñanza de la Física, gestión de la participación remota-activa*

• *Shary Bichara Valencia*  
Ingeniera Civil Industrial

• *Nelson Sepúlveda Navarro*  
Dr. en Ciencias, mención en Física



El año 2020 fue marcado por el COVID-19 acelerando la transformación digital. En este documento se presenta un modelo de gestión de conferencias en línea, basado en las principales plataformas virtuales modalidad pago y freemium como Zoom, Microsoft Teams y Google Meet. Se presenta la propuesta de valor e indicadores de gestión virtual; efectividad, eficiencia, posicionamiento online e indicadores de percepción e interés de participantes. Se presenta el caso del VI Encuentro Nacional de Didáctica de la Física en Chile, realizado en la plataforma Microsoft Teams, contemplando conferencias, seminarios y talleres en salas paralelas durante 5 días. El modelo de gestión se basa en el modelo de negocios CANVAS, donde se debe identificar los insight claves transversales en un seminario, y luego idear el escenario virtual donde se llevará a cabo cada webinar en el congreso, permitiendo adaptar la metodología según requerimientos particulares, y obtener una visión global de requerimientos mínimos para su implementación.

## Introducción

El COVID-19 durante el año 2020 obligó a cancelar todas las actividades presenciales debido a la posibilidad de contagio, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró que la mayoría de los gobiernos del mundo debieron cerrar temporalmente sus instituciones educativas como un intento de frenar el avance de la pandemia [1], y así ocurrió con la suspensión de reuniones masivas, congresos y seminarios. La crisis sanitaria aceleró los procesos de transformación digital, tanto de las empresas para dar continuidad a sus procesos, como de pequeñas y medianas empresas para sobrevivir. Es por esta razón, que la realización de seminarios web o webinarios se volvió la única solución de encuentros masivos, ya que, resulta ser la única solución factible, de permitir encuentros en tiempos de confinamiento.

En este documento *se presenta el análisis al VI Encuentro Nacional de Didáctica de la Física (ENDFi), primer evento virtual en Chile registrado con libro de actas durante la pandemia* [2]. Evento organizado por la Universidad Central de Chile (UCENTRAL)

en conjunto con la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF) [3], el cual había sido programado para mediados del año 2019 en modalidad presencial, sin embargo, debido a la crisis social y posterior crisis sanitaria debió transformarse aceleradamente, en un congreso virtual vía streaming para resguardar la periodicidad de su realización, y poder ser un escenario de compartir prácticas educativas en un panorama incierto.

En este documento, a partir del modelo CANVAS se identifican insight que cooperan en la idea central de cualquier evento online a realizar. Allí se identifica el segmento de asistentes, la propuesta de valor, los canales de comunicación, la relación que se tendrá con los participantes, los recursos y actividades relevantes. Luego, se identifican los principales procesos de gestión en la realización del evento virtual, los cuales se pueden sintetizar como principios de gestión las actividades que corresponden a planificar, organizar y controlar las operaciones, proporcionando dirección y coordinación, dando liderazgo a los esfuerzos humanos [4]. En cada uno de estos puntos se desglosan una serie de actividades que se considerarán críticas, en el desarrollo de cualquier

evento de este tipo, como la elección de la temática, la formación del comité organizador y comité científico, definición del presupuesto, elección de la plataforma respecto al tipo de evento, convocatoria y/o invitación de ponentes y conferencistas, estrategia de comunicación, etc. El modelo de gestión propuesto no se limita a un área en específico, sino que puede ser aplicado en la realización de cualquier evento de alta convocatoria que se lleve a cabo de forma virtual.

## Desarrollo

La realización de conferencias o seminarios se vió fuertemente impulsado por transmisiones en vivo unidireccionales, con un par de personas de interlocutor, presentador o maestro de ceremonias y un conferencista, así se transmiten en vivo y en directo por YouTube, por ejemplo, Instagram por su parte es más dinámico, las conversaciones no son extensas. Un caso diferente es el que se plantea en este documento, un congreso con interacción de al menos 100 usuarios a la vez, por ello la necesidad de una gestión previa al evento, durante y posterior a él.

## Indicadores de Gestión y Desarrollo

Los criterios por considerar para obtener parámetros medibles de gestión se orientan en conocer el funcionamiento de los eventos en distintos escenarios. Resguardando las principales normativas de un congreso, considerando la formalidad y los procesos que se debe realizar para su gestión. Se debe considerar que no todas las actividades que se realicen en una organización, pueden ser consideradas como procesos para los indicadores de gestión, entonces, para determinar si una actividad es un proceso, debe cumplir los aspectos sintetizados por [5]:

- Tener una misión o propósito claro
- Contener entradas y salidas
- Se identifican los clientes, proveedores y el producto final
- Son susceptibles de descomponerse en tareas
- Se pueden asignar responsabilidad del proceso a una persona

Los elementos que conforman un proceso son:

1. Inputs: aquellos recursos para transformar, materiales que se procesarán, personal que se desee formar, conocimientos a elaborar y sistematizar, etc.
2. Recursos o factores que transforman: actúan sobre los inputs a transformar, se distinguen dos tipos básicos: los factores humanos que planifican organizan, dirigen y controlan las operaciones y los factores de apoyo que tienen que ver con la infraestructura tecnológica como los hardware, los programas o softwares, recursos computacionales, etc.
3. Outputs: es el resultado final de la transformación de los inputs, pueden ser de bienes o servicios

En cuanto a la identificación y diseño de los indicadores, es necesario reconocer, clasificar y estructurar las dimensiones del modelo. Luego de identificar los objetivos a los que apuntan estos indicadores, es necesario estructurarlos de tal forma que se pueda entender claramente lo que se desea lograr, para su formulación se utilizó la Guía Metodológica para la Formulación de Indicadores de Bogotá D.C., [6], y para definir los objetivos de estos indicadores se utilizó la metodología SMART [7], acrónimo de Specific, Measurable, Achievable, Realistic y Time bound, ver figura 1.

el alcance de resultados. El hecho de plantear objetivos medibles plantea la necesidad de incluir indicadores con la finalidad de ser un ente fiscalizador interno de hitos. El indicador es el instrumento de medición para valorar el desempeño del proceso [8], aquellos que se consideran



Figura 1

Metodología SMART [7]

para ser aplicados en la formulación de eventos virtuales son la eficacia, la eficiencia y las ventas. El objetivo de los indicadores de eficacia es medir el logro de los resultados propuestos, se concentran en el cómo se hicieron las cosas. Los indicadores de eficacia suelen responder al cociente de los resultados obtenidos y los resultados requeridos. Los indicadores de eficiencia analizan la cantidad de recursos gastados para alcanzar los objetivos propuestos de esta manera una actividad eficiente, se caracteriza por hacer un uso óptimo de recursos implicando un menor costo, estos indicadores se pueden observar en la Tabla 1.

Tabla 1. Indicadores de desempeño

Indicador	¿Qué mide?	¿Cómo se mide?	Fuente datos
Eficacia	Cumplimiento de las tareas planificadas	Tareas ejecutadas / Tareas programadas	Carta Gantt
Eficiencia	Mejora del presupuesto	Recursos utilizados / Recursos presupuestados	Presupuesto y gastos
Ventas	Eficacia en ventas mensuales	Inscripción por mes / Meta de inscritos mensuales	Inscripciones

En el caso de un evento virtual, se deben incorporar métricas surgidas con la proliferación de actividades con convocatorias masivas (más de 100 usuarios), y a la vez indicadores para un evento como conferencia, seminario o congreso virtual. En el caso de la virtualidad, un indicador usado en el desarrollo de actividades virtuales para marketing digital, es la métrica para medir qué tan efectivos es el posicionamiento online, en los indicadores de interacción del usuario con la plataforma o página web [9], ver Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de posicionamiento

Indicador	¿Qué mide?	¿Cómo se mide?	Fuente datos
Visitas	Cantidad de visitas en sitio web	Marcaje en landing-page	Página web oficial
Tiempo en el sitio	Permanencia de las visitas en sitio web	Función para estimar permanencia en página	Página web oficial
Nuevas visitas diarias	Alcance diario de nuevos interesados	Contador de visitas diarias desde IP diferente al registrado	Página web oficial
Seguidores en RRSS	Cantidad de seguidores en las RRSS	Suma de los seguidores de ambas redes sociales	Instagram y Twitter
Contenido compartido en RRSS	Cantidad de contenido compartido en RRSS	Total de compartidos usando hashtag oficial	Instagram, Twitter, Facebook
Menciones en RRSS	Cantidad de menciones en RRSS	Total de menciones con el hashtag oficial en todas las redes	Instagram, Twitter, Facebook

Para medir estos índices de desempeño, existen herramientas digitales de pago y gratuitas, entre las que se encuentran de acceso libre destacan Google Analytics y Clicky. La importancia de medir el desempeño del posicionamiento se debe a que el mercado de los eventos virtuales de alta convocatoria se encuentra en expansión debido a la situación mundial, por la pandemia por COVID-19. Entonces, diagnosticar la percepción del cliente frente al proyecto ayuda a comprender, si el posicionamiento está bien encaminado, cumple con los objetivos previstos, o se deben tomar medidas para mejor y alcanzar las metas. Por último, es necesario plantear indicadores para el evento virtual, independiente si es congreso, seminario o conferencia, por lo cual se proponen 5 indicadores para la evaluación del interés y satisfacción por la actividad online en término de factores, la Tabla 3 muestra los indicadores asociados a la métrica propuesta.

**Tabla 3.** Propuesta de Indicadores para interés y satisfacción de actividad virtual

Indicador	¿Qué mide?	¿Cómo se mide?	Fuente datos
Inscripción	Interés por inscripción en el evento	Número de inscritos / Número de cupos	Inscripciones oficiales
Asistencia	Asistencia diaria	Número de asistentes / Número de inscritos	Ingresos en plataforma
Ponencias y talleres	Interés en tópicos del evento	Número de inscritos / Número de cupos	Ingresos en cada ponencia y/o taller
Satisfacción	Satisfacción de participación y/o asistencia al evento virtual	Escala de satisfacción en porcentaje global de ítems evaluados	Encuesta de satisfacción

En la propuesta de indicador de interés y satisfacción de actividades virtuales, cada indicador es menor o igual a 1, al asignar el valor del 20% a cada uno, es posible tener en términos de porcentaje, el interés, participación y satisfacción de una actividad virtual.

### Plataformas Virtuales

Las plataformas virtuales fueron fortaleciendo los temas de privacidad, cifrado los datos, mejorando la seguridad en el acceso a webinar a medida que avanzó el 2020, se avanzó en cargar las plataformas desde el browser sin instalar un nuevo software y en general, las plataformas aprovecharon el boom lanzando nuevas actualizaciones a competitivas versiones freemium. En la tabla 4 se puede observar los casos de Microsoft Teams [10], Zoom [11], Google Meet [12], Skype [13] y Cisco Webex [14] en capacidad, seguridad y canales paralelos para sus versiones gratuitas. En términos de compatibilidad, las cinco comparten la posibilidad de trabajar en 32 y 64 bits tanto en Windows como en Linux, MacOS (escritorio), Android e iOS.

**Tabla 4.** Plataformas virtuales freemium, actualizaciones a enero 2021.

Factor	Micro-soft Teams	Zoom	Google Meet	Skype	Cisco Webex
Capacidad (usuarios)	300	100	100	50	100
Seguridad en videollamadas	Cifrado	Cifrado	Cifrado	Cifrado (Skype-Skype)	Cifrado
Canales paralelos	200	50	No disponible	No disponible	No disponible
Tiempo	60 min	40 min	60 min	4 horas	50 min

Skype fue una plataforma virtual perteneciente a Microsoft, la cual tuvo un auge no menor previo a la explosión significativa entre propuestas con mejoras considerables durante el año 2020. Desde julio del año 2019, el plan 2 de Skype Empresarial online se retiró de la venta. Los usuarios y organizaciones con esta plataforma pueden continuar haciéndolo hasta que se complete la transición a Microsoft Teams [10]. Las versiones pago de las plataformas virtuales Microsoft Teams, Zoom, Google Meet y Webex, se presentan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Plataformas virtuales pago, actualizaciones a Enero 2021.

Factor	Micro-soft Teams	Zoom	Google Meet	Cisco Webex
Seguridad en video-llamadas	Cifrado	Cifrado	Cifrado	Cifrado
Seguridad en los datos	Cifrado	Cifrado	Cifrado	Cifrado
Estabilidad	Estable	Estable	Estable	Estable
Capacidad (usuarios)	300	100 (Pro) 250 (Business) 500 (Enterprise) 1000 (Enterprise+)	250	150 (Starter) 200 (Business) 100 000 (Enterprise)
Canales paralelos	200	50	No disponible	100
Costo (USD por mes)	5 – 20	15 – 20	10 – 20	15 – 40

## CASO VI Encuentro Nacional de Didáctica de la Física 2020

Desde el año 2013 se llevaron a cabo encuentros nacionales académicos en Chile, sobre la didáctica de la física, reuniendo a profesores de Física, estudiantes de pre y postgrado, y académicos e investigadores de los distintos niveles que contempla la enseñanza de la física. Estos encuentros presenciales tuvieron una dinámica de realización anual, alcanzando convocatorias que bordearon las 100 a 200 personas, rotando las universidades organizadoras entre distintas regiones del país [2]. El año 2019 se organizó el encuentro por parte de la Universidad Central de Chile con el apoyo de la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física (SOCHEF), el cual debió ser trasladado de fecha por el estallido social. Al observar el avance de las plataformas virtuales, desde inicios del 2020 a la par con el avance de la pandemia, se realiza la transformación digital del encuentro presencial a un encuentro totalmente virtual ver Tabla 6.

**Tabla 6.** Transformación Digital del VI Encuentro Nacional de Didáctica de la Física

	Situación original	Transformación Digital
Sede del Encuentro	Universidad Central Sede La Serena	Microsoft Teams
Asistentes	150	230
Conferencias	4	4
Talleres Salas Paralelas	3	3
Duración del Encuentro (días)	3	5
Duración del Encuentro (horas)	24	20
Asistencia Nacional	96%	56%
Asistencia Internacional	4%	44%

## Fuente

Tesis ingeniería industrial [2].

El proceso de transformación digital de los eventos aportó en ampliar la convocatoria de participantes, tanto a nivel de asistentes, como de conferencistas internacionales [3]. El encuentro que inicialmente era exclusivamente nacional a la par con la virtualización se internacionalizó, enriqueciendo el intercambio de experiencias sobre prácticas educativas. El intercambio de percepciones necesariamente se guió hacia el actuar de las prácticas pedagógicas en pandemia, el congreso se realizó en junio del año 2020, cuando el confinamiento total en Chile llevaba recién 3 meses, y las plataformas como la dinámica virtual estaba adaptándose en la mayor parte de la nueva realidad. La virtualización ofrece una oportunidad, pero es también un desafío cuando se involucran elementos prácticos o experimentales, los cuales aún hoy, no están completamente resueltos.

En el caso de los indicadores, el que corresponde a Indicador de desempeño queda fuera de evaluación, esto dado que este indicador se basa en eficiencia (tareas ejecutadas vs tareas programadas), el cual al ser modificado de presencial a virtual se modificaron todas las tareas de la carta Gantt original, dando cumplimiento a este punto, pero en el caso de la eficiencia (recursos utilizados vs recursos presupuestados), fue uno de los cambios

importantes, se optó por no realizar cobro siendo totalmente gratuito previa inscripción, no registró ingresos directamente, y tampoco de patrocinadores, por lo cual el ítem ventas también quedó fuera.

Respecto al Indicador de posicionamiento digital, este se cumple en un 50%, como se ha definido el indicador en la tabla 2, hay 3 subindicadores que apelan a la página web, y 3 que apelan a las redes sociales. El encuentro no tuvo página oficial exclusiva, solo contó con correo institucional y la estrategia comunicacional se basó exclusivamente en redes sociales, siendo las principales: Twitter, Instagram y Facebook.

El único indicador donde se dispone de datos para poder analizar la métrica es el Indicador de interés y satisfacción, donde se considera en general, la cantidad de inscritos o asistentes, y la cantidad de cupos disponibles. Al evaluar cada uno de los cuatro sub-indicadores que ponderan con el mismo peso de porcentaje, en el caso de las inscripciones, éstas alcanzan el valor máximo, ya que hubo totalidad de inscripción de los 230 cupos abiertos. Respecto de la asistencia diaria de los cuatro días de congreso las máximas asistencias se lograron el día de inauguración y de cierre, destacando este último con asistencias completas, como muestra la tabla 7.

**Tabla 7.** Indicador de asistencia diaria ENDFi

	Día 1 (19/06)	Día 2 (20/06)	Día 3 (21/06)	Día 4 (23/06)	Prom
Asistencia diario N° asistentes / N° inscritos	205/230 = 0.89	185/230 = 0.80	130/230 = 0.57	230/230 = 1.00	0.82

## Fuente

Tesis ingeniería industrial [2].

Respecto al subindicador de la participación en ponencias y talleres, estos se pueden observar en la tabla 8, donde aparece cada taller dividido en los días del encuentro.

**Tabla 8.** Indicador de ponencias y talleres ENDFi

	Taller 1	Taller 2	Taller 3	Taller 4	Taller 5	Taller 6	Prom
N° inscritos / N° cupos	56/60 = 0.93	50/60 = 0.83	69/70 = 0.99	79/80 = 0.99	58/60 = 0.97	103/110 = 0.94	0.94

## Fuente

Tesis ingeniería industrial [2].

Al finalizar el ENDFi, se realizó una encuesta de Vinculación con el Medio por medio de formularios de Google, de los 230 asistentes, solo 85 personas respondieron esta encuesta, de acá para el análisis de este documento se consideró el nivel de manejo de tema por parte de los expositores (98.8% considera alto), la evaluación de los contenidos tratados (97.6% considera alto) y la producción de la actividad (89.8% considera alto), entonces en el promedio alcanza 95.4%. Al reemplazar los valores obtenidos para el indicador de interés y satisfacción del evento, se obtiene que este alcanzó un 94%, es decir, si bien fue bastante positivo el interés, al observar en detalle, quien resta en el indicador, son los inscritos que por diversas razones no asisten.

**Tabla 8.** Indicador de Interés y Satisfacción ENDFi 2020

Indicador	índice	Valor
Inscripción	1.00	1.00-0.25=0.25
Asistencia diaria	0.82	0.82-0.25=0.21
Ponencias y talleres	0.94	0.94-0.25=0.24
Satisfacción	0.95	0.95-0.25=0.24
Total		0.94

**Gestión de encuentros virtuales**

Para que un evento virtual tenga alta convocatoria, es fundamental ser exhaustivo tanto con la coordinación de los expositores, ponencias, asistentes como del comité organizador, comité científico y de todos aquellos implicados en la organización del evento. Los aspectos para considerar en la gestión del proceso pueden ser separados en tres macro etapas como muestra la Tabla 7.

**Tabla 7.** Gestión de eventos virtuales

Etapa I Planificación	Etapa II Organización y Evento		Etapa III Post-evento
Temática Presupuesto Plataforma Programa	Circular Diseño e imagen Expositores y Asistentes Estrategia de comunicación Redes Sociales	Asistencia Técnica Ceremonias Conferencias Talleres	Encuesta de cierre Certificados Libro de Actas

Las etapas de gestión; inicio, proceso y fin del evento observadas en la Tabla 7 se plantean para ser secuenciales, es decir, es posible construir cada hito en la realización del evento separándolas en cuatro etapas, ver figura 2 realizada con la herramienta *Bizagi Modeler*.

Por otra parte, el modelo Canvas diseñado por Alex Osterwalder [15], es una herramienta visual y sintética que permite la construcción de un modelo de negocios a través del trabajo colaborativo. Presenta nueve casillas que muestran el negocio desde distintos aspectos y se sugiere un cierto orden para completar este lienzo, cuando ya se tiene una idea de negocio, como lo es el caso de elementos comunes entre un seminario virtual, una conferencia o un congreso temático, ver Tabla 8. Es posible llevar los elementos de gestión de un encuentro de asistencia virtual al modelo de negocios canvas, esto permite identificar claramente la relación entre los nuevos elementos completamente digitales, y las relaciones entre los clientes, actividades claves y aspectos financieros.

**El modelo CANVAS, visto desde la lógica de gestión de procesos, permite la visualización esquemática de cada factor clave al momento de realizar conferencias o congresos virtuales. Ello colabora de manera paralela con los indicadores de desempeño, de posicionamiento y de interés y satisfacción de un encuentro virtual. Se debe medir los tres indicadores, como muestra las figuras 3, 4 y 5**

**Tabla 8.** Modelo canvas [15] aplicado a eventos virtuales.

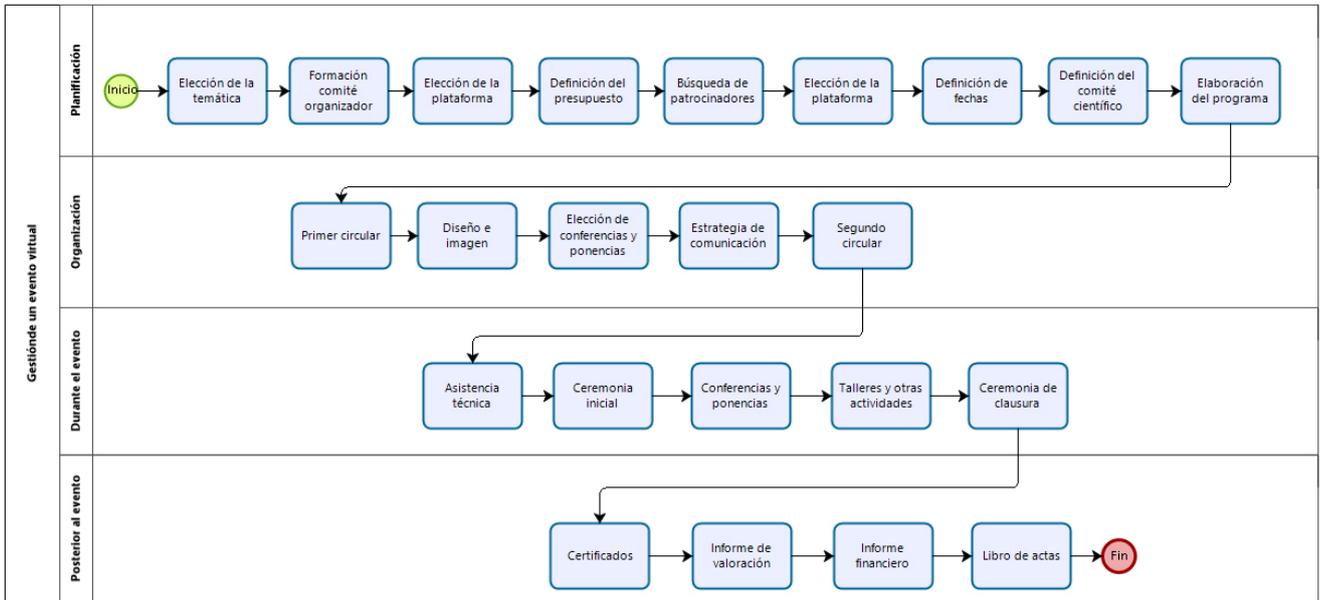
Socios Claves	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relación con el cliente	Segmento de Clientes
Patrocinadores Instituciones. Empresas externas colaboradoras con eventos virtuales. Empresas de servicio de datos.	Planificación Gestión y ejecución Servicio post evento	Ideaación, logística, gestión e implementación de plataforma para el evento. Resguardo y promoción de la marca corporativa durante el evento.	Comunicación directa por medio de los canales oficiales. Servicio de pre y post venta 24/7 durante el evento.	Personas con cargos directivos en empresas y/o con nivel académicos de educación superior. Personas en búsqueda de realización de encuentros académicos o profesionales virtuales de alta convocatoria.
	<b>Recursos Claves</b>  Equipo organizador, equipo técnico, recursos tecnológicos.		<b>Canales</b>  Página Web y correo oficial del encuentro. RRSS (Facebook, Twitter, Instagram y LinkedIn). Servicio de videoconferencias (Zoom, Google Meet, Microsoft Teams).	
<b>Estructura de costos</b> Plataformas Virtual, publicidad, conferencistas.			<b>Fuente de Ingresos</b> Venta de entradas, e-tickets, patrocinadores	

**Conclusiones**

El diagnóstico de eventos presenciales resultó clave para entender el funcionamiento de los eventos de alta convocatoria. Reconocer esta diferencia ayuda a definir el segmento de cliente y el tipo de evento, y por supuesto la plataforma favorable según los requerimientos. Los indicadores son claves para la métrica de la actividad virtual, siendo estos desempeño, posicionamiento e indicador de interés y satisfacción. El modelo propuesto sobre realización de congresos, conferencias o seminarios, puede aplicarse en cualquiera de las plataformas mencionadas, teniendo como base 100 personas en línea de manera paralela, y un máximo en general de 250 personas. Esto queda sujeto a la actividad a realizar, ya que de ser necesario múltiples salas paralelas, podrían existir ciertas limitaciones dependiendo de la plataforma virtual.

**Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Sociedad Chilena de Enseñanza de la Física y a la Universidad Central de Chile, por haber podido ser parte del comité organizador del Primer Encuentro Virtual de Enseñanza de la Física. Así también agradecer las enriquecedoras discusiones de los académicos Katherine Muñoz y Omar Carrasco, de Ingeniería Civil Industrial, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Central de Chile.



**Figura 2**

Secuenciación de hitos para la generación de eventos virtuales.



**Figura 3**

Indicador de Desempeño, sub-indicadores y métricas.



**Figura 4**

Indicador de Posicionamiento digital, sub-indicadores y métricas.



**Figura 5**

Indicador de Interés y satisfacción, subindicadores y métrica.

**Referencias**

[1] UNESCO Report, COVID-19 Educational Disruption and Response [en línea]. UNESCO.org, 2021 [consulta: 1 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://en.unesco.org/covid19/educationresponse/>

[2] Bichara Valencia, S. Modelo de Gestión para el Desarrollo de Eventos por Medio de Plataformas Virtuales. Caso: Organización del Primer Encuentro Virtual de Enseñanza de la Física en Chile, durante el Año 2020. Tesis ingeniería industrial inédita. N. Sepulveda Navarro. Universidad Central de Chile, 2020.

[3] I Encuentro Nacional de Enseñanza de la Física finaliza sus cuatro jornadas con exitosa convocatoria [en línea]. UCENTRAL.cl, 2020 [consulta: 1 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.ucentral.cl/noticias/fac-ingenieria-y-arquitectura/esc-ingenieria/i-encuentro-nacional-virtual-de-ensenanza-de-la-fisica-finaliza-sus>

[4] Fayol, H. General and Industrial Management. United Kingdom: Rossendale, LANCS, 1949. ISBN: 978-16-1427-459-9 1614274592.

[5] Mallar, M. A. La Gestión por Procesos: Un enfoque de gestión eficiente. Revista Científica "Visión de Futuro". Argentina: Universidad Nacional de Misiones. 2010. 13(1). ISSN 1669-7634.

[6] Guía Metodológica para la formulación de Indicadores. [En línea]. Departamento Nacional de Planeación, 2009. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Inversiones%20y%20finanzas%20pbllicas/Guia%20Metodologica%20Formulacion%20-%202010.pdf>

[7] Doran, G.T. There's a S.M.A.R.T. way to write management's goals and objectives. Management Review. New York: American Management Association FORUM. 1981. 70(11), pp. 35-36.

[8] Medina, A., Nogueira, D., Hernández-Nariño A. & Comas, R. Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería. Arica: Universidad de Tarapacá. 2019. 27 (2), pp. 328-342. ISBN 0718-3305. doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052019000200328>

[9] Métricas para medir la efectividad de tu plan de posicionamiento online. En: Como posicionar tu empresa online. [En línea]. VTR negocios: los que están en todas, 2021. [consulta: 4 de febrero 2021]. Disponible en: <https://www.losqueestantodas.cl/pp-gu%C3%ADa-como-posicionar-tu-empresa-online>

[10] Microsoft Teams: Reúnete, chatea y colabora en un solo lugar. [En línea]. Microsoft.com, 2021a [consulta: 5 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://www.microsoft.com/es-cl/microsoft-teams/group-chat-software>

[11] Reuniones de Zoom y Chat: Videoconferencias para empresas con mensajería en tiempo real e intercambio de contenido. [En línea]. Zoom.us, 2021 [consulta: 5 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://zoom.us/es-es/meetings.html>

[12] Introducción a cómo gestionar Google Meet para los usuarios. [En línea]. Google.com, 2021 [consulta: 5 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://support.google.com/answer/7303775?hl=es>

[13] Descripción del servicio Skype Empresarial Online. [En línea]. Microsoft.com, 2021b [consulta: 5 de febrero de 2021]. Disponible en: <https://docs.microsoft.com/es-es/office365/services-descriptions/skype-for-business-online-service-description/skype-for-business-online-service-description>

[14] Todo sucede gracias a Webex. [En línea]. Webex.com, 2021 [consulta: 5 de febrero 2021]. Disponible en: <https://www.webex.com/es/index.html>

[15] Osterwalder, A. & Pigneur Y. Business Model Generation. Chichester, Reino Unido: John Wiley & Sons Limited. 2010. ISBN: 978-04-7087-641-1.



Universidad Central



Ven y transforma tu futuro

Admisión Marzo 2022

- **Ingeniería Comercial** (Online- Santiago- La Serena)
- **Ingeniería Civil Industrial** (Online- Santiago- La Serena)
- **Ingeniería en Construcción** (Santiago)
- **Ingeniería en Adm. de Empresas** (Online- Santiago)

Consulta por tu beca en arancel y matrícula.

[ucentral.cl/advance](http://ucentral.cl/advance)

600 582 2222



UNIVERSIDAD CENTRAL  
**ACREDITADA EN NIVEL AVANZADO**  
EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, DOCENCIA DE PREGRADO,  
VINCULACIÓN CON EL MEDIO HASTA ENERO 2026

# Investigadores Finarq realizaron “Ciclo de charlas ión3: Divulgación, diversión & investigación”

Cinco investigadores de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, se congregaron desde el lunes 25 al viernes 29 de octubre, para presentar y divulgar los diferentes trabajos en lo que han estado trabajando.



Desde el lunes 25 al viernes 29 de octubre, se llevó a cabo el “Ciclo de charlas ión3: Divulgación, diversión & investigación”. Una actividad realizada en modalidad híbrida, que fue transmitida todos los días desde las 12.00 horas en el Facebook de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

El académico investigador y organizador de esta actividad, Dr. Cristián Erices comentó que este “Primer ciclo de charlas ión3 fue una instancia para acercar a la comunidad las disciplinas de investigación que se desarrollan en la Escuela de Ingeniería. Estas siendo de carácter abierto fueron concebidas en un lenguaje no técnico, suficientemente informal para abarcar un amplio espectro de público”.

También agregó que “La idea es que este encuentro se realice al menos una vez por año, donde podamos no solo mostrar a la comunidad lo que estamos haciendo, sino que además enseñar tópicos de in-

terés desde nuestras áreas de experticia. Dada la contingencia, esperamos que el segundo ciclo se realice en condiciones más favorables”.

Los expositores fueron los siguientes:

**Charla: “Skyrmions magnéticos para una futura tecnología en computadores”**

A cargo del académico investigador, Alejandro Riveros, Dr. en Ciencias con mención en Física.

**Charla: “Nanoimanes”**

A cargo del académico investigador, Juan Luis Palma, Ingeniero Físico, Dr. en Ciencias Mención Física USACH.

**Charla: “La ley de inducción de Faraday aplicada a moléculas”**

A cargo del académico investigador, Luis Álvarez, Profesor Matemática y Física, Mg. en Física, Dr. en Físicoquímica Molecular.

**Charla: “Rasgado en láminas delgadas”**

A cargo del académico investigador, Juan Francisco Fuentealba, Dr. en Ciencias c/m en Física USACH, investigador asociado del SMAT-C.

**Charla: “Agujeros negros: cuando la realidad supera a la ficción”**

A cargo del académico investigador, Cristián Erices, Dr. en Ciencias Físicas UDEC, Mg. en Física Teórica PUC, Licenciado en Ciencias mención Física, UChile.



Enlace Noticia

Entrevista a

# RICARDO BAEZA-YATES

Experto en *Inteligencia Artificial*

*“La ética siempre va corriendo detrás de la tecnología.”*



Recién llegado de visita a nuestro país, conversamos -de forma virtual- con una de las voces expertas y más capacitadas para hablar de tecnología, ciencia de datos e Inteligencia Artificial, el investigador chileno, Ricardo Baeza-Yates.

Actualmente, el Ph.D. en Computer Science de la University of Waterloo en Canadá e Ingeniero Eléctrico de la Universidad de Chile, es Director de Investigación en el Institute for Experiential IA de Northeastern University. Además, en su exitosa carrera destaca su trabajo como coautor del exitoso libro “Modern Information Retrieval”, publicado en 1999, texto que ganó el premio ASIST 2012 Book of the Year en su segunda edición. También es coautor de la segunda edición del “Handbook of Algorithms and Data Structures”; y coeditor de “Information Retrieval: Algorithms and Data Structures, Prentice-Hall”, entre más de otras 500 publicaciones.

Su investigación ha obtenido significativos reconocimientos, como el premio de la Organización de los Estados Americanos para jóvenes investigadores en ciencias exactas (1993); la Medalla Graham a la innovación en computación otorgada por la Universidad de Waterloo a exalumnos distinguidos (2007); la distinción Latino Americana otorgada por CLEI por contribuciones a la informática en la región (2009); el Premio Nacional de la

Asociación de Ingenieros de Chile (2010); y un Premio Nacional de Investigación Española en Informática Aplicada (2018), entre otras distinciones.

## Su trabajo en Inteligencia Artificial

El año 2020, Ricardo Baeza-Yates, junto a otros expertos, fueron elegidos para integrar el Consejo Asesor de Inteligencia Artificial del Estado Español. Nos dice que para él ha sido “un honor” participar de esta instancia y comenta que en el Consejo de expertos “recibimos una estrategia y la tuvimos que revisar en detalle. Lo que hicimos fue cambiarla bastante, eliminando cosas que pensamos que no debían estar, agregando otras que sí pensamos que debían estar, y mejorando aspectos que se mantuvieron”.

## Aterrizando este tema a la realidad chilena ¿Qué lugar cree que ocupa la Inteligencia Artificial en nuestro país? ¿Y qué impacto tendrá a futuro?

No es una pregunta fácil, yo creo que eso depende de cada persona. Yo creo que a partir de que haya una Política Nacional de Inteligencia Artificial, pasa a ser un elemento importante dentro del futuro de Chile. Hasta ese momento no había nada específico de Inteligencia Artificial, en ninguna ley, en ninguna otra cosa, así que yo creo que por lo menos pasa a estar en el mapa. Y ahora ¿Cuán importante va a ser?, dependerá de lo que se haga en función de esa estrategia.

En cuanto al impacto, creo que en Chile no será muy distinto al resto del mundo, que ya está muy globalizado. Chile no es un país que genera mucha tecnología, somos principalmente usuarios de ella, pero creo que sí se pueden utilizar contextos donde nuestro país tiene una ventaja competitiva. Por ejemplo, en la astronomía, minería o el clima húmedo del sur, tenemos ventajas para aportar al mundo en formas de usar la tecnología que pueden ser nuevas. Por ejemplo el radio telescopio Alma o lo que está desarrollando Lemu en el contexto del cambio climático. Una de las cosas que sí ha cambiado en los últimos años, es que ahora cualquier persona con una buena idea puede lograr ser un emprendedor -es más difícil que en otros países-, pero se puede. Se necesita un ambiente para motivar a esas personas, pero hay una diferencia en la educación más Latina, donde se castiga al estudiante por no hacerlo bien, y cuando veo ejemplos de Estados Unidos, donde se les dice “no te preocupes, tu lo vas a hacer mejor”. El tipo de retroalimentación que tienen es positivo, en vez de ser negativo, y eso ayuda. Hay muchas cosas que hay que cambiar culturalmente para que esto ocurra.

*“En la astronomía, minería o el clima húmedo del sur, tenemos ventajas para aportar al mundo en formas de usar la tecnología que son nuevas”*

**La Política de Inteligencia Artificial que presentó Chile, se fundamenta en cuatro principios fundamentales: Inteligencia Artificial con centro en las personas; para el desarrollo sostenible del país; Inclusiva; Globalizada y en evolución ¿Cree que se podrán superar brechas de sesgos en su implementación?**

Me parece que los principios fundamentales son bastante razonables. Pero sí, la pregunta es muy importante, en todo lo que tiene que ver con sesgos de género, de clase y otros. Ahora, el problema es que la mayor parte de esos sesgos están en los datos. Pero también hay sesgos que vienen de los algoritmos mismos y de la interacción de los algoritmos con las personas. Yo tengo un artículo sobre el tema de los sesgos en la Web -que tienen todos los sistemas de computación-, y yo creo que ahí, muchas veces lo que hay que hacer es, casi comenzar de nuevo. No basta con usar los datos que tenemos hoy en día para resolver problemas, porque vamos a estar replicando el pasado. Tenemos que cambiar el futuro, y para eso tenemos que crear datos nuevos, inventar sistemas que partan de estos principios éticos. Por ejemplo, que sean realmente inclusivos. Si queremos hacer eso, por ejemplo, tendríamos que tener paridad de género, un ejemplo es la asamblea constitucional. Pero tenemos que hacer más de lo que se llaman "acciones afirmativas", para que las cosas cambien y que los datos que obtengamos sirvan para cambiar futuro, mitigando los problemas del pasado. En el tema de género uno sabe que hacer, pero por ejemplo el caso de los sesgos de clase que hay en Chile, son muy difíciles, dependen mucho de donde vive uno: "dime donde vives y te diré por quién votas". Habría que empezar por hacer sistemas sin sesgos, pero para eso necesitamos cambiar muchas cosas.

**Además de esta Política Nacional de Inteligencia Artificial, existe una Ley de Transformación Digital del Estado, ¿cómo cree usted que debe funcionar en cuanto a la ciberseguridad?**

Hay todo un tema de la digitalización del Estado. Por ejemplo en Uruguay, todo lo que hay de Inteligencia Artificial, se hizo en un contexto de un Gobierno Digital. Por supuesto, la Inteligencia Artificial es una herramienta para lograr eso, considerando la ciberseguridad, protección de datos, etc. Son muchos los elementos que deben estar coordinados para que funcione bien. Te doy un ejemplo, tener un repositorio único de datos en Chile -de datos que tiene el

Estado-, y que por supuesto tenga muy buena seguridad, muy buena protección de la privacidad de los datos, pero que permita con los mecanismos y protocolos correctos, que ningún Ministerio pida un papel que tenga otro Ministerio. O sea, lo que se llama interoperabilidad -que se ha planteado-, pero que aún no se logra. Todavía te piden certificados de nacimiento en algunos lugares del Estado, cuando el Registro Civil los tiene, o te piden que muestres tu cédula de identidad, cuando eso debiera ser una forma de validar la identidad, pero no ser algo que realmente limita lo que puedas hacer.

**¿Cree que dada la estructura de nuestras instituciones, la burocracia será un problema?**

A mí me preocupa más otro problema, la accesibilidad. Hay que considerar que un 20% de las personas en Chile no tienen acceso a Internet. Si haces una transformación digital, estás dejando a mucha gente atrás. Por ejemplo, para poder acceder a hacer algún trámite, usamos diferentes plataformas, algunos lo hacen por correo electrónico (aunque es digital); Twitter; Whatsapp, entonces uno tiene que tener todas los medios de comunicación. Es decir, me obligan a estar dando mis datos en todas las plataformas para poder sobrevivir. Entonces, ese es el tipo de cosas que a mí me preocupa más, el hecho de que la tecnología se usa mal, por ejemplo para conseguir datos. Te fuerzan a dar datos, tienes que poner tu RUN, dirección, teléfono, y otras cosas, para poder conseguir lo que necesitas hacer. Y tienes que dar datos, con la esperanza de lograr algo que muchas veces tampoco consigues. Así que el problema es cómo se usa la tecnología y cuáles son sus fines. Los fines deberían ser el bienestar de los chilenos, pero muchas veces se usa para el beneficio de algunos. Hay que recordar que todas estas tecnologías las disfrutaban los ricos y las sufren los pobres.

**Siguiendo en la línea sobre el buen uso de la tecnología, hace un tiempo hubo una huelga de trabajadores de retail, por la implementación de cajeros automáticos para poder pagar, lo que generaría desempleo**

Ese es un tema que se habla mucho en Inteligencia Artificial, todos los trabajos que van a desaparecer. Cuando bajas costos, deberías bajar los precios, pero en el fondo lo único que están haciendo es eliminar gastos, sin bajar precios y hay personas que sufren, que dejan de trabajar, lo que genera un tema ético.

*"Hay que recordar que todas estas tecnologías las disfrutaban los ricos y las sufren los pobres"*



Esas personas deberían ser contratadas en otras funciones, si quisieran hacerlo éticamente. Ahí hay un tema general de cómo el mundo laboral va a ser impactado por la Inteligencia Artificial. Yo soy optimista, mi utopía sería un mundo donde todos trabajan en lo que les gusta, donde el Estado paga un salario mínimo, que sería como un salario universal -por supuesto que mejor que el mínimo de ahora-, digno, para que la gente pueda vivir ¿Te imaginas a todas las personas de Chile trabajando en algo que los motiva? Eso es un país completamente distinto. ¿Y qué estarían haciendo las máquinas? Las máquinas estarían haciendo todos los trabajos repetitivos, aburridos, que necesitan fuerza física, sin distracciones, sin necesitar dormir o alimentarse, etc. Todas las cosas que nadie quiere hacer. Ese mundo sería maravilloso, y en el hay un trabajo muy importante, que es ser profesor de estos “entes digitales”, porque las máquinas no aprenden solas, deben ser entrenadas con datos, que deben ser preparados por humanos. Es decir, el famoso modelo maestro-aprendiz. Así que necesitamos tener todos esos profesores de robots -eso es un trabajo nuevo-, y también vamos a tener muchos más artistas; escritores; poetas; músicos, todas las cosas que a mucha gente les gustaría mucho más hacer, pero no puede porque debe subsistir. Ese sería un poco mi futuro. Ahora, si se puede dar ese futuro, dependerá mucho de si vemos esto como una forma de que todos estén bien, o de que algunos se hagan más ricos. Y lo último es lo que está pasando lamentablemente en el mundo de hoy.

### Una mirada a sus publicaciones destacadas

Además de ser un destacado investigador, es -como dijimos en un inicio-, una de las voces más reconocidas en torno a la tecnología, tanto en Chile como a nivel internacional. Sus publicaciones son material imperdible tanto a nivel académico, como también para el lector común.

**El año 2018, realizó la publicación de “[Bias on the Web](#)”, el que se convirtió en el documento de su autoría más descargado ¿Por qué cree que tuvo tanto éxito?**

Creo que es uno de mis mejores artículos, en el sentido que yo venía trabajando hace casi diez años en sesgos, pero solamente en el año 2016 me di cuenta del hilo central de ese trabajo. Es decir, yo no me había dado cuenta que muchos de mis trabajos eran del mismo tema. Entonces, lo que hice fue poner todo junto y así tener una visión global, que es muchas veces lo que falta. Yo creo que la visión global es la que ha hecho al artículo tan popular, porque explico el contexto completo, que los sesgos están en los datos, pero que también hay sesgos en los modelos, algoritmos, y también en la interacción de las personas con los algoritmos, y muestro ejemplos para cada uno de esos casos. En la Web se genera un círculo vicioso, porque básicamente los sesgos de los datos llegan a la Web y estos se amplifican. Si el algoritmo amplifica el sesgo, no podemos culpar a los datos, tenemos que culpar al algoritmo porque alguien lo hizo así. Un tema que me preocupa mucho es el comercio electrónico (aunque es digital), porque tiene muchas injusticias. Los que venden más se hacen más ricos y los que venden menos se hacen más pobres y no todos tienen la oportunidad de vender algo en las plataformas de comercio digital, como *Amazon*, *Aliexpress*, *Shoppify* y otras. Es decir, cómo hacemos que todos tengan acceso a ofrecer sus productos, con el tiempo adecuado de exposición, para que el mercado digital sea justo. Ese es un tema que tampoco la tecnología ha podido resolver y muchas veces yo creo que los políticos piensan que la tecnología es la solución a los problemas, pero esto no es cierto, lo único que de hace es cambiarlos de contexto, pero los problemas siguen ahí.

**Entonces, los algoritmos tienen problemas y por ende también los modelos que se entrenan con estos algoritmos. Como dijo George E. P. Box e “en esencia, todos los modelos están equivocados, pero algunos son útiles”**

Sí, ese es un famoso estadístico que dijo que todos los modelos están errados, pero algunos son útiles. El estaba hablando de modelos estadísticos pero se puede decir lo mismo de la Inteligencia Artificial. Es decir, todos los modelos son simplificaciones de la realidad, pero algunos son útiles, no hacen daño. El problema es que hay modelos que sí hacen daño y tenemos que entender la parte ética de eso. De hecho, hace poco publiqué un artículo en el Foro Tecnológico de *Forbes* “[Las 10 preguntas que una empresa tiene que hacerse antes de ocupar Inteligencia Artificial](#)”. Muchas veces hay preguntas que no se hacen y el problema aparece cuando ya es muy tarde. Por ejemplo, cuando un auto autónomo de Uber, de los que se conducen solos, atropella a una mujer en Arizona, ahí uno se pregunta por qué tuvo que morir una persona. De hecho, por eso Uber vendió su división de autos autónomos, porque seguramente pensó “no quiero seguir resolviendo este problema, parece que es más difícil de lo que yo pensaba”. Esto es un evento que no

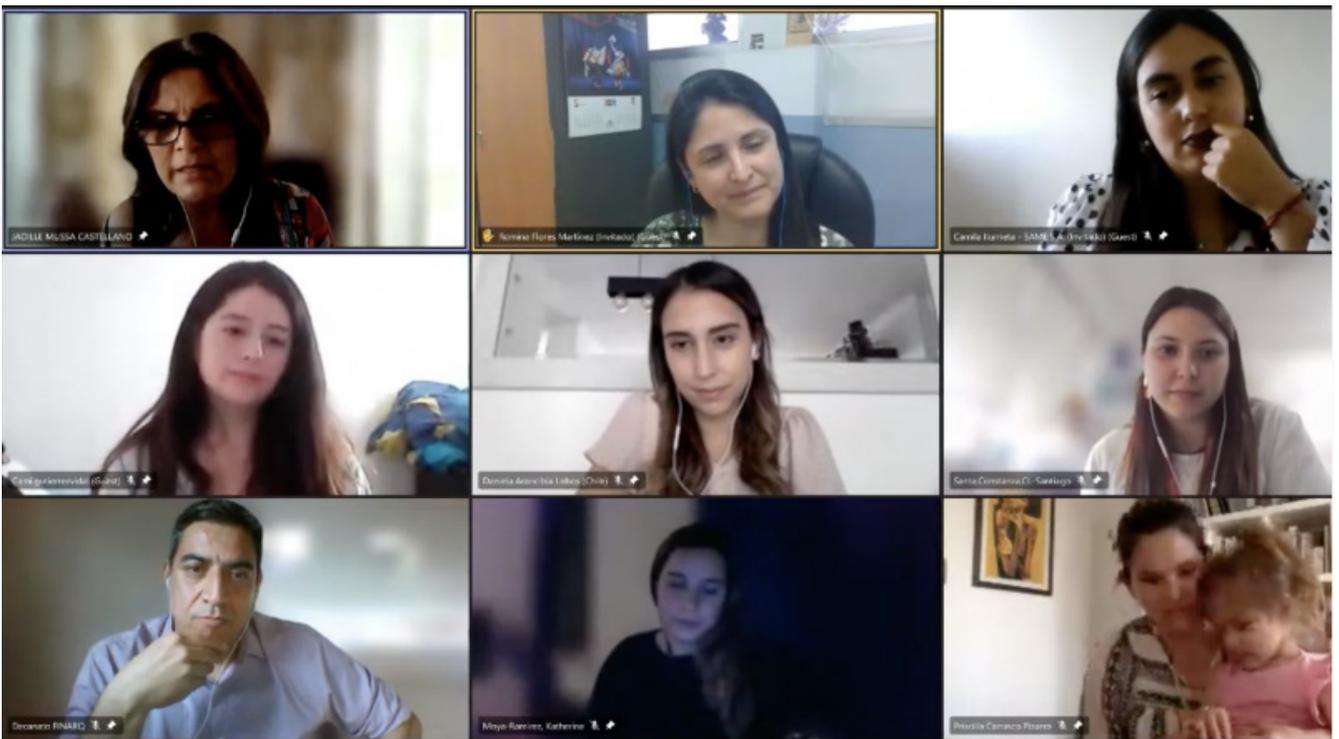
es nuevo, la ética siempre va corriendo detrás de la tecnología, pasó con las armas químicas en la primera guerra mundial; con las nucleares en la segunda guerra mundial y está pasando ahora con la inteligencia artificial, que es como una bomba de racimo pues afecta a muchas personas en muchos lugares distintos. Lo que pasa es que ahora el desarrollo de la tecnología es cada vez más rápido y eso es parte del problema, pues si algo crece muy rápido, los problemas asociados a ello crecen igual de rápido.

**En marzo del año 2021, escribió un artículo en CIPER respecto a las muertes por COVID-19 el año 2020. Actualmente, ¿Usted tiene alguna predicción de cómo podría funcionar el tema de las urgencias considerando lo que está pasando con la variante Ómicron?**

Este es el virus más contagioso que se ha conocido, más que el sarampión. Primero, yo nunca he hecho modelos complicados, porque no sirven de mucho. Hay demasiados factores, de modo que lo que dijo George Box, será aún más cierto, el modelo ni siquiera se va a parecer a la realidad. Lo que yo hago son proyecciones simples, como estimar el número real de infectados usando el número de personas que han fallecido y tasa de letalidad estimada de la infección. Cuando dije que, si se infecta todo Chile, iban a morir 70 mil personas, todos me tildaron de exagerado, que eso no iba a pasar. Pero siempre se olvidan que yo dije “Si se infectan todos los chilenos”. Ahora estamos contando los casos sospechosos, que yo creo que son reales, porque son gente que no se hizo un PCR, y por ende la mayoría murieron por COVID, y en el [análisis de causas de muerte en el 2020](#) que hice para CIPER, muestro que hay un aumento de todas las enfermedades con comorbilidad con el Covid, lo que es muy sospechoso, no creo que sean sólo problemas hospitalarios. Ya tenemos más 50 mil fallecidos y no todo Chile se ha infectado (estimo que 1 de cada 4 personas en Chile ha tenido el virus), así que el número de fallecidos puede ser mucho mayor al que yo proyectaba inicialmente. Hay una tasa de mortalidad que es por el virus y otra del efecto del virus en el sistema hospitalario, eso no se conoce, es un análisis muy difícil de hacer. Lo que sí creo es que, con el tema de la vacunación, disminuyen las personas que acuden al hospital, pero la Omicron va a significar que el tema de la infección aumente muchísimo, es muy probable que muchas personas se infecten si no extremamos las medidas para evitar el contagio. Ahora, Omicron ha tenido mucho éxito porque es más contagiosa y menos letal. Pero como crece tan rápido igual puede saturar el sistema hospitalario y además aumentamos la probabilidad de que el virus mute en una variante más dañina. Hay que seguir cuidándose.

# Con éxito se realizó el conversatorio “Miradas UCEN: Liderazgo de las mujeres desde la Arquitectura, Paisaje e Ingeniería”

*Egresadas de todas las carreras de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura se reunieron para conversar sobre su experiencia en el mundo laboral, junto a Priscilla Carrasco, Jefa de la Unidad de Género y Diversidad UCEN, y los académicos Jadille Mussa y Alejandro Torres.*



Como un enriquecedor encuentro, fue catalogado el primer Conversatorio “Miradas UCEN: Liderazgo de las mujeres desde la Arquitectura, Paisaje e Ingeniería”, que se realizó este martes 09 de noviembre a las 18.00 horas y fue transmitida a través de Youtube y Facebook.

La actividad organizada por la Unidad de Egresados/as de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, contó con participación de las egresadas: Romina Flores Martínez, Arquitecta del Paisaje; Katherine Moya-Ramírez, Arquitecta; Darma Gaete Avilés, Ingeniera Civil en Obras Civiles; Daniela Arancibia Lobos, Ingeniera Constructora; Camila Gutiérrez Vidal, Geóloga; Camila Iturrieta Vivallos, Ingeniera Civil en Minas; y Constanza Santa Cruz Pedrazzini, Ingeniera Civil Industrial. Quienes estuvieron acompañadas por la Jefa de la Unidad de Género y Diversidad UCEN, Priscilla Carrasco y los docentes Finarq, Jadille Mussa Castellano y Alejandro Torres Flores.

El profesor Alejandro Torres, destacó que “para nosotros como Facultad de Ingeniería y Arquitectura es un verdadero gusto poder entablar este tipo de diálogos con egresadas de las distintas carreras y generaciones, en este primer conversatorio. Queremos conocer su visión desde el desempeño laboral y como ven ellas el futuro. Cómo alimentar nuestros planes de estudio, para que los próximos egresados y egresadas, salgan con mejores herramientas para enfrentar el mundo”

Por su parte, la Jefa de la Unidad de Género y Diversidad, Priscilla Carrasco, destacó que “es muy interesante tener este tipo de espacios, porque es un ámbito en el que hemos avanzado, y estamos haciendo un recorrido para que se vayan acortando las brechas sobretodo en las carreras que mencionan del ámbito de la Ingeniería, Construcción, Arquitectura, y por cierto en los espacios de toma de decisiones”.

Para finalizar, la profesora Jadille Mussa agradeció la instancia “es increíble lo que hemos vivido, es muy sano hablar del tema. Conversar de detalles de esos micro elementos machistas que van mermando nuestras posiciones como mujer. Cómo convertimos y explicamos esto en la academia, de que pueden tener estos problemas, pero también tenemos herramientas para enfrentarlos, mejorando la relaciones entres, mujeres y disidencias”.



## EVOLUCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS A TRAVÉS DE LOS SIGLOS



• Por Juan Luis Palma Solorza  
Doctor en Ciencias con Mención en Física.

Reconocemos a las primeras herramientas cómo rústicas, rudimentarias, pero fueron lo más "top" en su momento. La evolución de estos elementos demuestra el crecimiento de nuestro intelecto colectivo. Tanto así, que las herramientas definieron nuestras edades, que definen lo que somos como lo que creamos y utilizamos. Así, la edad de piedra nos duró hasta que empezamos a elaborar herramientas con metales, entre el 6000 y el 3300 a.C. La siguiente época, también la marcó una herramienta, que también marcó nuestro intelecto; el lápiz (no como lo conocemos hoy, pero si el concepto) fue la herramienta con la que se plasmó la escritura que marcó la edad antigua. Las siguientes edades, dejaron de estar definidas por las herramientas, o, mejor dicho, el intelecto, y fueron definidas en términos políticos, sociales y económicos. Así, en la edad media, detuvimos el progreso científico opacado por el sistema feudal y la iglesia. Mil años nos costó, y los pensadores estuvieron escondidos, hasta que, cerca del 1600 Galileo Galilei deja de pensar en la pregunta planteada por Aristóteles; ¿Por qué se mueven las cosas? Y sin abandonar el pensamiento Aristotélico, se pregunta ¿Cómo se mueven las cosas?, para así echar a andar nuevamente la maquinaria intelectual de la humanidad, que nos lleva a la creación de nuevas herramientas. Así en la edad Moderna, nace la ciencia moderna, dónde se sentaron las bases de la Física, Astronomía, Química, Biología, Matemáticas, etc. Tratando de observar los cielos, se construyó una herramienta muy útil, atractiva y lúdica hasta el día de

hoy: el telescopio, que llevó a la invención de observatorios, financiados incluso por las coronas para investigar Astronomía, con el fin de impulsar la navegación y el comercio. A pesar de que la navegación ya contaba con una herramienta fundamental; la brújula, inventada 2000 a. C. por los chinos, que consistía en una cuchara de magnetita que apuntaba hacia el sur, algo que es bastante distinto a la "aguja apuntando hacia el norte" que conocemos. Una nueva herramienta de medición nace de la mano con los observatorios; el reloj de péndulo de Huygens, que nos permite medir el tiempo. No cabe duda de que esta fue una gran época, dónde las primeras mentes brillantes intentaban comprender cómo funcionaba el mundo y el Universo.

Luego, las herramientas, o mejor, las máquinas, tuvieron su mayor evolución en la época de la utilización del vapor ('steam'), una época que llevó a diseñar y construir máquinas para cada industria, y llevó a pensar en la automatización hasta el punto de la ciencia ficción basada en maquinaria de vapor (steampunk). Esto originó la producción en masa y una aceleración económica, que empoderó a los burgueses a demandar el poder político, que trajo consigo problemas sociales ¿Por qué nunca puede ir de la mano lo económico y político con lo intelectual? Parece ser que estamos condenados a repetir esto época tras época.

En ese entonces, la industria agrícola, siderúrgica, transporte, minera y la expansión comercial, demandaban procesos más eficientes. Esto situó a la ciencia de la Termodinámica como un estudio esencial para la época. Estudiando cómo los cuerpos calientes irradian energía, Max Planck descubre la cuantización de la energía. Ningún modelo encajaba en sus observaciones, así que tomó una constante muy pequeña (con 34 ceros a la izquierda) que le ayudaba a encajar sus observaciones a los modelos. Tiempo después, notó lo que significaba ese número: la energía no era continua, si no que se disipaba en pequeñas porciones, que llamó 'cuantos', que le dan el nombre a la mecánica cuántica. Todos se resistieron a la idea. Pero fue adoptada por varios científicos, el primero fue Einstein, que generó las mayores contribuciones y críticas a la teoría cuántica. Como sea, esta teoría evoluciona en increíbles aplicaciones, desde tubos fluorescentes, láseres, electrónica, pane-

les solares, entre las muchas que podemos nombrar. La mecánica cuántica nos permitió diseñar procesadores, que es el corazón de esta herramienta que ocupamos día a día llamada computador. En nuestros días ¿Quién podría negar que un computador es una herramienta? Es más, podríamos decir que un computador es una caja llena de herramientas. Y el avance de la miniaturización, dada por efectos como 'la magnetorresistencia gigante', que les valió el premio nobel a los profesores Albert Fert y Peter Grünberg el 2007, nos permiten llevar hoy en día un Smartphone, que no es otra cosa que un computador portátil, y que es, a mi parecer, una herramienta esencial hoy en día. La mecánica cuántica, nos ayudó a entender el efecto túnel, y a diseñar herramientas con este efecto. Ya hablamos del computador y de los teléfonos celulares, que usan este efecto, pero existe un microscopio basado en este efecto, el microscopio STM (Scanning Tunneling Microscope). Este microscopio, les valió el Nobel a Rohrer y Binnig en 1986, y es la base de la microscopía por barrido que se ha estado utilizando por 40 años. Los invito a ver un documental, preparado por mis colaboradores, acerca de este hallazgo.



Este microscopio, es una de las herramientas, a mi gusto, más fascinantes de las últimas décadas, y consiste en una punta de unos pocos nanómetros que va palpando una superficie, como si fuésemos tocando una superficie con la punta de nuestro índice, y luego reconstruimos una imagen con este tacto. Claro, con el microscopio de fuerzas atómicas (AFM) podemos hacerlo en la escala de nanómetros, incluso viendo átomos, incluso manipulando átomos. Es un orgullo contar, que nos hemos adjudicado uno de estos microscopios "top de línea" en la UCEN.

Sin duda, las herramientas han evolucionado mucho, incluso a una escala que no imaginábamos hace 100 años, lo que nos hace pensar; ¿Qué herramientas fascinantes habrá en los próximos 100 años?



<https://afm.uvinnst.com/assets/componente/ghghumbol/cache/super.a980d93a59f4d2bec304042eb411e.jpg>

# Carrera de Geología realizó Workshop: “Terremotos de Subducción y Fallas Corticales”

*En la actividad participaron nueve destacados expositores y expositoras, quienes conversaron y respondieron inquietudes de los participantes. La moderación estuvo a cargo del Director de la carrera, Héctor Véliz.*




**Universidad Central**  
**Facultad de Ingeniería y Arquitectura**

**Workshop**  
**“TERREMOTOS DE SUBDUCCIÓN Y FALLAS CORTICALES”**

**Tópico 1: Terremotos de subducción**  
**Tópico 2: Fallas corticales**

El martes 19 de octubre, desde las 08.00 de la mañana y hasta las 18.30 horas, se llevó a cabo el **Workshop: “Terremotos de Subducción y Fallas Corticales”**, actividad organizada por la carrera de Geología de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura UCEN.

En la instancia participaron nueve expositores y expositoras, con la moderación del Director de la carrera, Héctor Véliz. Este último agradeció la participación de este encuentro “Para nosotros, como carrera de Geología, es un agrado recibir a las y los expositores. Es un agrado la contribución que hacen sobre una temática tan sensible como son los terremotos y tsunamis en nuestro país, y todas las implicancias sociales que estos eventos generan”.

La charla inaugural estuvo a cargo de la **Dra. Isabel Santibáñez**, quien expuso sobre el “**Contexto Geodinámico de Chile y Peligro Sísmico**”, y agradeció la posibilidad de estar presente en esta actividad.

Durante el resto de la jornada, se realizaron las charlas divididas en dos grandes tópicos:

## Tópico 1: Terremotos de subducción

**Tema:** Caracterización friccional a lo largo del margen de subducción chileno  
Diego Molina Ormazábal. Geofísico Universidad de Concepción.

**Tema:** Caracterizando rupturas complejas de grandes terremotos con el método back-projection  
Felipe Vera. Geofísico Universidad de Concepción

**Tema:** Patrones de falla estocásticos: una aproximación de la complejidad de ruptura de terremotos tsunamigénicos  
Juan González Carrasco. Licenciado en Oceanografía Pontificia Universidad Católica de Chile y Doctor en Ciencias m. Geología Universidad Católica del Norte

**Tema:** Depósitos de tsunami para determinar el tamaño relativo de los predecesores históricos del terremoto del 2010 en Chile central  
Bladimir Valdés. Geólogo Universidad Católica del Norte

## Tópico 2: Fallas corticales

**Tema:** Fallas corticales en los Andes chilenos  
Isabel Santibáñez. Geóloga Universidad de Chile, Doctora en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile

**Tema:** Actividad cuaternaria tardía de trazas del sistema de fallas Liquiñe-Ofqui y fallas oblicuas al arco entre los 38°S y los 40.5°S  
Luis Astudillo. Geólogo Universidad Católica del Norte

**Tema:** Actividad Cenozoica Tardía en el antearco Andino del norte de Chile: evidencia geomórfica de fallamiento activo y perturbación tectónica del drenaje del Valle Longitudinal entre los 19° y 19.5° S  
Ambrosio Vega. Geólogo y Magíster Universidad de Concepción

**Tema:** Tasas de desplazamiento e interacciones cinemáticas en la red de fallas corticales del antearco del suroeste del margen Helénico, islas de Kythira y Antikythira  
Violeta Véliz. Geólogo Universidad Católica del Norte



Universidad  
Central



# CONOCE NUESTROS POSTGRADOS

Tan flexibles como tú necesitas

ADMISIÓN 2022  
INICIO DE CLASES ABRIL

## MAGÍSTER ONLINE

- Magíster en Derecho Procesal
- Magíster en Dirección y Gestión Pública
- Magíster en Ingeniería Industrial
- Magíster en Gestión y Liderazgo Educativo
- Magíster en Educación Inclusiva
- Magíster en Docencia para la Educación Superior

## MAGÍSTER PRESENCIAL

### DERECHO

- Magíster en Derecho Público (Santiago)
- Magíster en Derecho Procesal (Santiago)
- Magíster en Derecho Inmobiliario y Registral (Santiago)
- Magíster en Mediación: Gestión Colaborativa de Conflictos (Santiago)
- Magíster en Derecho Corporativo (Santiago)
- Magíster en Sistema Penal (Santiago)
- Magíster en Derechos Humanos y Ciudadanía (Santiago)

### GOBIERNO Y ASUNTOS PÚBLICOS

- Magíster en Gestión de Personas en el Sector Público (Santiago)
- Magíster en Dirección y Gestión Pública (Santiago- La Serena)

### ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

- Magíster en Control y Gestión de Riesgo Corporativo (Santiago)
- Magíster en Finanzas (Santiago)

### INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

- Magíster en Ingeniería Industrial (Santiago- La Serena)
- Magíster en Análisis de datos para la Inteligencia de Negocios (Santiago)
- Magíster en Dirección de Proyectos Informáticos (Santiago)
- Magíster en Ingeniería y Tecnologías de la Información, Comunicación y Automatización (Santiago)

### MBA

- MBA en Gestión de Negocios (Santiago- La Serena)

### EDUCACIÓN

- Magíster en Gestión y Liderazgo Educativo (Santiago- La Serena)
- Magíster en Educación Inclusiva (Santiago- La Serena)
- Magíster en Docencia para la Educación Superior (La Serena)
- Magíster en Arte y Educación (Santiago)

### PSICOLOGÍA

- Magíster en Psicología Clínica: Terapia Sistémica Dialógica (Santiago)
- Magíster en Psicología Educativa y Gestión de la Convivencia Escolar (Santiago)

### CIENCIAS SOCIALES

- Magíster en Estudios de Género e Intervención Psicosocial (Santiago- La Serena)
- Magíster en Intervención Social y Desarrollo Humano (Santiago- La Serena)
- Magíster en Estudios Coreanos (Santiago)

### CIENCIAS DE LA SALUD

- Magíster en Bioética y Salud Pública (Santiago)
- Magíster en Abordaje de Personas Mayores y Envejecimiento (Santiago)
- Magíster en Intervención en drogodependencias (Santiago)

Salidas intermedias con: 3 diplomados/ Duración de los programas: 5 trimestres

ENCUENTRA TODA NUESTRA OFERTA ACADÉMICA 2022 EN [www.postgradosucen.cl](http://www.postgradosucen.cl)



UNIVERSIDAD CENTRAL  
ACREDITADA EN NIVEL AVANZADO  
EN LAS ÁREAS DE GESTIÓN INSTITUCIONAL, DOCENCIA DE PREGRADO,  
VINCULACIÓN CON EL MEDIO HASTA ENERO 2026

[postgrados@ucen.cl](mailto:postgrados@ucen.cl)

600 582 2222