



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

REVISTA **nuestra** **MUESTRA**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

AÑO 23 N°23 · 2025 · ISSN 0719.403X

Responsabilidad social en ingeniería y ciencia





Revisión de contenidos

Daphne Bormann Parada

Periodista

Facultad de Ingeniería y Ciencias

Diseño y Diagramación

Julio César Figueroa Gangas

Facultad de Ingeniería y Ciencias

- www.fica.ufro.cl
- www.facebook.com/ingenieria.ufro
- www.instagram.com/ufrofica
- secretaria.vincfica@ufrontera.cl
- 45-2596860



COMITÉ EDITORIAL

Representante Legal

Dr. Juan Manuel Fierro
Rector Universidad de La Frontera

Director Responsable

Dr. Jorge Farías Avendaño
Decano Facultad de Ingeniería y Ciencias

Comité Editorial

Dra. Antonieta Ruiz Muñoz
Directora Vinculación con el Medio Facultad de Ingeniería y Ciencias

Dr. Jaime Díaz Arancibia
Departamento de Ciencias de la Computación e Informática

Dra. Paola Comparin
Departamento de Matemática y Estadística

Dr. Norberto Abreu Hernández
Departamento de Ingeniería Química

Dra. Natalia Bustamante Penagos
Departamento de Ingeniería de Obras Civiles

Dr. Nicolás Vidal Silva
Departamento de Ciencias Físicas

Dr. Mario Guzmán Villaseñor
Profesor emérito

ÍNDICE

Editorial -pág. 5	5
Ingeniería de procesos: Contribución a la responsabilidad social a través de la valorización de residuos y sostenibilidad agroindustrial	6
De la cerveza a la química verde: El desarrollo de catalizadores bifuncionales a partir de residuos cerveceros para la síntesis de compuestos plataforma	8
¿Existe responsabilidad social en la ubicación de relaves mineros cerca de cauces naturales? -pág. 10	10
Qubits con propósito: Un salto cuántico y un deber ético -pág. 14	14
Mitigar el sesgo de peso: Ingeniería responsable para una atención de salud más justa -pág. 17	17
Monitoreo ambiental y rendimiento académico: Hacia smart classrooms en entornos universitarios -pág. 20	20
Revitalizar la mente: Una solución tecnológica al „Burnout“ estudiantil -pág. 25	25
Integrando calidad y compromiso: Hacia una gestión integral con enfoque en la calidad y la responsabilidad social -pág. 29	29
Capacitación en inteligencia artificial: Una transformación silenciosa pero profunda en la Universidad de La Frontera -pág. 33	33
La doble invisibilidad de la mujer autista: Una historia silenciada desde el origen -pág. 35	32
CUBO, A Mathematical Journal: 40 años de matemática -pág. 38	38
Voces y miradas que inspiran -pág. 40	40
Estudioso vs. académico: Cuando el mercado secuestra el conocimiento -pág. 43	43
Pérdida y recuperación del yo: Cómo (sobre)vivir en el Tecnoceno -pág. 46	46



EDITORIAL

**Dr. Jorge
Farías Avendaño**

Decano
Facultad de Ingeniería y Ciencias

“Vivimos en un tiempo marcado por crisis sanitarias y climáticas, profundas brechas sociales y una creciente presión sobre los recursos que sostienen la vida. Estos desafíos no solo ponen a prueba nuestra capacidad científica y tecnológica, sino también nuestra responsabilidad ética para orientar el conocimiento hacia el bienestar colectivo y la sostenibilidad.

En este contexto, desde la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera promovemos una formación que integra rigor, creatividad y sentido social. Creemos firmemente que las y los profesionales que Chile y La Araucanía necesitan son aquellos capaces de transformar realidades locales con visión global; personas que entienden que el verdadero valor de la ingeniería y la ciencia radica en cómo se ponen al servicio de las comunidades y del bien común.

Esta edición de Nuestra Muestra refleja ese compromiso. Aquí convergen proyectos que dialogan con los grandes desafíos de nuestro tiempo: la valorización de residuos agroindustriales, la creación de catalizadores verdes a partir de desechos cerveceros, el desarrollo de qubits cuánticos con propósito y la mitigación de sesgos en salud mediante tecnologías emergentes, entre otros temas. Cada iniciativa es evidencia del talento, la dedicación y la vocación pública de nuestra comunidad académica.

Pero más allá de la técnica y del conocimiento especializado, hay un elemento que consideramos esencial: la humanidad. Mantener viva la curiosidad, la capacidad de asombro y la empatía es lo que permite que nuestras investigaciones no solo avancen en frontera, sino que también permanezcan conectadas con las necesidades reales de las personas.

Invito a todas y todos a seguir fortaleciendo este espíritu, a impulsar una ingeniería y una ciencia que sean responsables, inclusivas, conscientes de su impacto y comprometidas con construir una región y un país más justos, innovadores y sostenibles. Porque el futuro no solo se imagina: se diseña, se investiga y se construye mediante decisiones éticas que nos involucran a todas y todos”.

INGENIERÍA DE PROCESOS: CONTRIBUCIÓN A LA RESPONSABILIDAD SOCIAL A TRAVÉS DE LA VALORIZACIÓN DE RESIDUOS Y SOSTENIBILIDAD AGROINDUSTRIAL

La ingeniería de procesos es clave para la responsabilidad social de las empresas a través de la valorización de residuos agroindustriales, al transformarlos en productos con valor agregado, con lo cual las empresas reducen su impacto ambiental y contribuyen al desarrollo sostenible.

El impacto ambiental en suelo y agua que generan los residuos agroindustriales, se puede reducir mediante la valorización de éstos aplicando la ingeniería de procesos, para transformarlos en productos con valor agregado, lo cual es clave para la responsabilidad social de las empresas con su comunidad y entorno ambiental.

Las empresas productoras de cerveza y aceite de oliva generan residuos sólidos como el bagazo cervecero y el alperujo de oliva. Ambos se constituyen en fuentes importantes de nutrientes. La ingeniería de procesos aplicada a la separación de estos nutrientes, principalmente antioxidantes, debe tener especial atención en el acondicionamiento del sustrato para la extracción y el uso de disolventes de extracción que no contaminen el medio ambiente.

Los acuerdos de producción limpia son convenios que las empresas sostienen con el sector público y que promueven el manejo responsable de los residuos para su tratamiento y la disposición final para reducir su impacto ambiental. El manejo inadecuado provoca efectos negativos que se pueden traducir en costos asociados al traslado de residuos



Figura 1. Bagazo de la industria de cerveza.

a rellenos sanitarios, la emisión de gases contaminantes, la contaminación de aguas subterráneas y del suelo.

Los beneficios sociales de la valorización contribuyen a mejorar la salud pública, por ejemplo, al reducir la cantidad de residuos destinados a vertederos se disminuyen las emisiones de gases contaminantes, así como la proliferación de transmisores de enfermedades. Además, promueve la economía circular y la reducción de la huella de carbono. La valorización de residuos crea oportunidades de trabajo como el procesamiento, almacenamiento y comercialización de productos derivados.

Dos industrias que generan altas cantidades de residuos son las plantas productoras de cerveza y de aceite de oliva, los que originan residuos sólidos como el bagazo cervecero y el alperujo de oliva, respectivamente. El bagazo de cerveza, es un subproducto generado en las primeras etapas de producción cervecera y representa aproximadamente el 85% del total de residuos sólidos del proceso (Figura 1). El alperujo de oliva, es un subproducto generado durante el proceso de centrifugado de los frutos de oliva provenientes de su molienda.

El bagazo, debido a su alto contenido de humedad y materia orgánica, se descompone rápidamente, liberando malos olores, líquidos residuales que contaminan aguas superficiales

Dr. Edgar Uquiche Carrasco
edgar.uquiche@ufroterra.cl
Departamento de Ingeniería Química

Paulina Sepúlveda Sánchez
p.sepulveda22@ufromail.cl
Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
mención Bioprocesos

Camilo Sepúlveda Parra
c.sepulveda15@ufromail.cl
Magister en Ciencias de la Ingeniería
mención Biotecnología

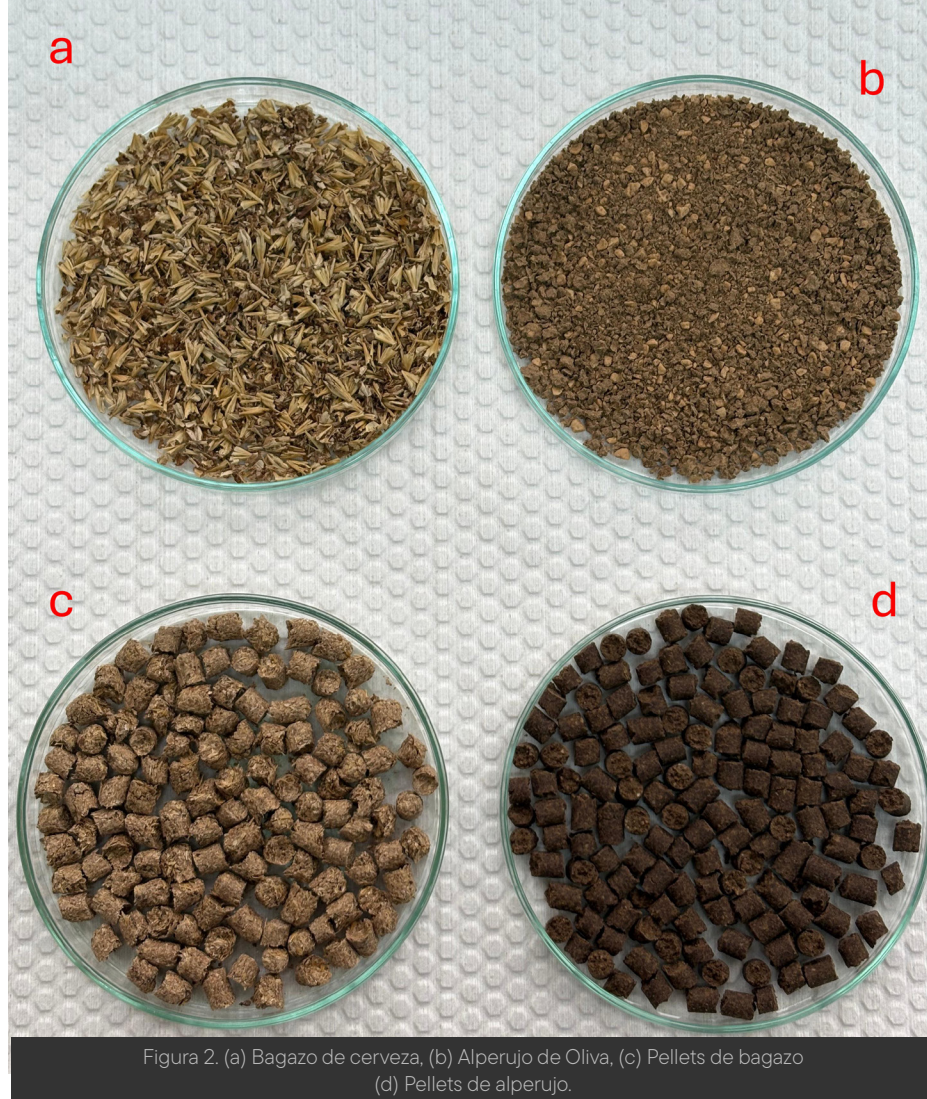


Figura 2. (a) Bagazo de cerveza, (b) Alperujo de Oliva, (c) Pellets de bagazo (d) Pellets de alperujo.

y subterráneas, además de gases como metano y dióxido de carbono que contribuyen al cambio climático. Por su parte, el alperujo de oliva presenta una elevada carga de compuestos fenólicos y grasas, lo que lo convierte en un residuo difícil de degradar naturalmente. En conjunto, ambos residuos representan un problema ambiental si se disponen de manera inadecuada, reforzando la necesidad de estrategias de valorización que conviertan estos subproductos en recursos útiles y sostenibles.

El bagazo y el alperujo son fuentes ricas en compuestos antioxidantes beneficiosos para la salud, como los fenoles, flavonoides, tocoferoles con aplicaciones en la industria alimentaria. La ingeniería de procesos utiliza concepto de ciencias de la ingeniería y los aplica a situaciones reales de producción en fábrica. La valorización de los residuos agroindustriales, a través de la extracción de compuestos naturales, implica abordar el acondicionamiento físico de los residuos para mejorar la eficiencia de extracción y el uso de disolventes de extracción que sean amigables con el medio ambiente.

Un tipo de acondicionamiento eficiente es la compactación mecánica del sustrato para obtener “pellets”. Esto aumenta su densidad y mejora la cantidad que se carga en los recipientes de extracción. El tejido vegetal presenta barreras internas como las paredes celulares que dificultan el ingreso del disolvente al interior del sustrato. Sin embargo, en la forma de pellets, esas barreras internas son parcialmente destruidas y facilita que el disolvente penetre en el material y disuelva y extraiga los compuestos antioxidantes de interés. Por lo tanto, la compactación del sustrato para obtener pellets de bagazo (Figura 2a-c) o del alperujo (2b-d) son una etapa importante antes de la extracción de compuestos naturales.

La tecnología de extracción con fluido supercrítico se basa en el uso de un gas a alta presión como disolvente (Figura 3). El dióxido de carbono es el gas más usado para la extracción de compuestos naturales, puesto que es inocuo y no inflamable, permitiendo obtener extractos ricos en antioxidantes sin dejar residuos tóxicos. Esta tecnología corresponde a una solución amigable con el medio ambiente y representa una alternativa



Figura 3. Sistema de Extracción Supercrítica. (a) Enfriador, (b) Horno, (c) Recipiente de extracción, (d) Válvula reguladora de salida, (e) Vial recolector, (f) Bomba de alta presión, (g) Bomba inyectora de cosolvente, (h) Tanque de CO₂ (i) Compresor de aire.

para obtener extractos con mejores propiedades antioxidantes.

En el marco del proyecto Fondecyt 1252062 y Fondef IDeA ID23110278 se aborda la valorización del bagazo de cerveza y alperujo de oliva, respectivamente, mediante extracción de compuestos antioxidantes a partir de sustratos compactados como “pellets”. Estas investigaciones tienen como objetivo principal el aprovechamiento adecuado de los residuos, con el fin de minimizar su impacto ambiental, contribuyendo a la eficiencia operativa y a la responsabilidad social empresarial.

El Laboratorio de Extracción de Compuestos a Alta Presión del Departamento de Ingeniería Química cuenta con experiencia en procesos de extracción y en el acondicionamiento de sustratos sólidos vegetales; por ejemplo, además de bagazo de cerveza y alperujo de oliva, en sustratos como en semillas oleaginosas, ajíes, pimientos y microalgas.

La ingeniería de procesos se constituye en una herramienta clave para que las empresas agroindustriales aborden los problemas asociados a los residuos sólidos que generan como resultados de su producción, transformándolos en productos con valor agregado como extractos antioxidantes para su uso en la industria de alimentos. Esta transformación no solo reduce los efectos negativos sobre el medio ambiente, sino que también impulsa la economía circular al diversificar la producción y generar nuevas oportunidades de empleo, lo cual contribuye a la responsabilidad social de las empresas con su comunidad y entorno ambiental. El desarrollo de proyectos y sus resultados se enmarca en las actividades del Centro de Biotecnología y Bioseparaciones de Alimentos de la Universidad de La Frontera. Además de los méritos científicos y tecnológicos, los proyectos contribuyen a la formación de estudiantes de pregrado y postgrado.



Schirley Marion Painemal Curin
s.painemal02@ufromail.cl
Magíster en Ciencias de la Ingeniería

Matías Esteban Kopp Pailaño
m.kopp01@ufromail.cl
Doctorado en Ciencias de la Ingeniería
mención Bioprocesos

Dra. Mara Ximena Cea Lemus
mara.cea@ufrontera.cl
Departamento de Ingeniería Química

DE LA CERVEZA A LA QUÍMICA VERDE: EL DESARROLLO DE CATALIZADORES BIFUNCIONALES A PARTIR DE RESIDUOS CERVECEROS PARA LA SÍNTESIS DE COMPUESTOS PLATAFORMA

Cómo un residuo de la industria cervecera puede transformarse en un material clave para producir químicos sostenibles y abrir camino a la economía circular en Chile.

Cada año, la industria cervecera mundial produce millones de toneladas de residuos. En Chile, el crecimiento de la producción artesanal y a gran escala ha hecho que este desafío también se sienta a nivel local. Entre los subproductos generados, la levadura cervecera residual —lo que queda después de la fermentación— se acumula en grandes volúmenes. Aunque en la actualidad se destina como alimento animal, gran parte termina en vertederos o en tratamientos inadecuados, generando emisiones y presionando a los sistemas de gestión de residuos. Este es un ejemplo claro de cómo un residuo mal aprovechado puede convertirse en un problema ambiental y social.

Lo que a primera vista parece un desecho sin valor, en realidad tiene un enorme potencial. La levadura cervecera residual es rica en carbono y nitrógeno, elementos que la hacen un candidato ideal para transformarse en materiales avanzados. El proyecto desarrollado en la Universidad de La Frontera tomó este subproducto y lo convirtió en la base de un catalizador bifuncional: un material que no solo aprovecha un residuo, sino que además sirve para obtener un compuesto químico de alto valor llamado 5-hidroximetilfurfural (5-HMF). Este compuesto es considerado una “molécula plataforma” dentro de la bioeconomía porque puede convertirse en biocombustibles, plásticos biodegradables y fármacos como se observa en la Figura 1.

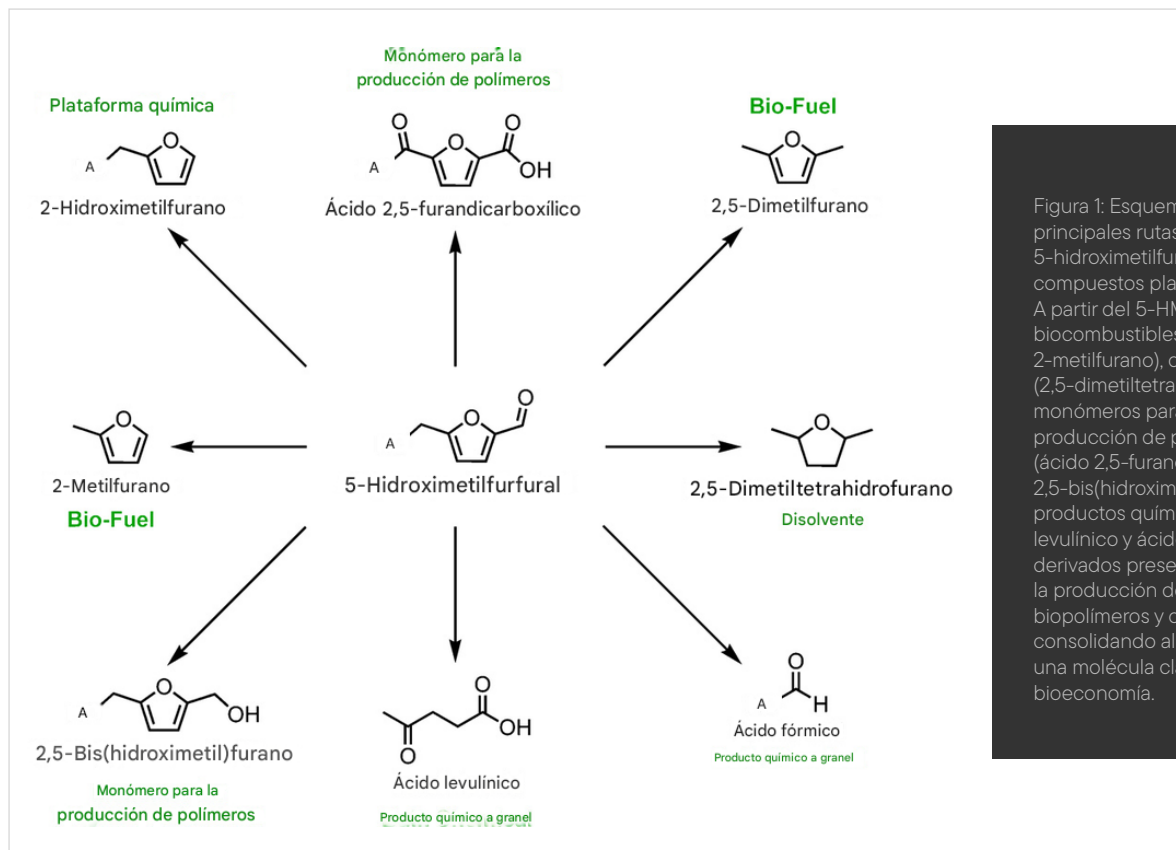


Figura 1: Esquema de las principales rutas de valorización del 5-hidroximetilfurfural (5-HMF) hacia compuestos plataforma de alto valor. A partir del 5-HMF se pueden obtener biocombustibles (2,5-dimetilfurfano, 2-metilfurfano), disolventes (2,5-dimetiltetrahydrofurfano), monómeros para la producción de polímeros (ácido 2,5-furandicarboxílico, 2,5-bis(hidroximetil)furfano), así como productos químicos a granel (ácido levulinico y ácido fórmico). Estos derivados presentan aplicaciones en la producción de biocombustibles, biopolímeros y química verde, consolidando al 5-HMF como una molécula clave dentro de la bioeconomía.

Un catalizador, en palabras sencillas, es un “facilitador” que acelera las reacciones químicas sin gastarse en el proceso. Con los catalizadores, es posible realizar reacciones químicas que naturalmente son difíciles de llevar a cabo de manera eficiente, como es el caso de la síntesis de HMF desde azúcares. Para fabricar este catalizador, la levadura cervecera fue sometida a un tratamiento térmico que la convierte en un material carbonoso poroso, parecido a un carbón vegetal altamente refinado. Sobre ese material se agregaron sales de cobre que, al calentarse a altas temperaturas, forman óxidos de cobre con distintas propiedades catalíticas. Estos óxidos de cobre cumplen un papel fundamental, pues funcionan como “puntos de anclaje” que ayudan a reorganizar la molécula de glucosa. A su vez, se añadieron grupos ácidos (mediante tratamientos con ácido fórmico o p-toluenosulfónico) que actúan como pequeñas “llaves químicas” capaces de desprender moléculas de agua.

En conjunto, el catalizador combina dos tipos de sitios activos (ver Figura 2)

- Sitios de Lewis: Como cerraduras que aceptan electrones, facilitan que la glucosa se transforme primero en fructosa.
- Sitios de Brønsted: Como llaves que entregan protones, ayudan a que la fructosa pierda agua y se convierta en 5-HMF.

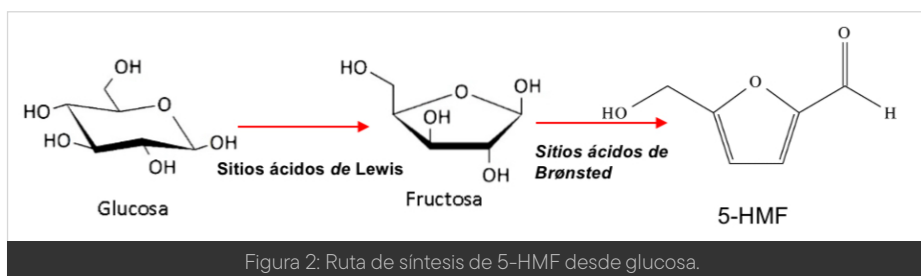


Figura 2: Ruta de síntesis de 5-HMF desde glucosa.

Para que el producto final (5-HMF) no se degrade, el proceso de síntesis se realiza en un sistema reactivo con dos líquidos que no se mezclan —como agua y aceite—. En este caso, el agua sirve como medio de reacción para la transformación de glucosa hacia HMF, mientras que el carvacrol, un compuesto natural presente en el orégano y el tomillo, cumple el rol de disolvente orgánico “verde”, extrayendo de manera selectiva el 5-HMF y protegiéndolo de descomponerse en subproductos.

Este desarrollo no solo es un avance científico, sino también responde a una necesidad social. Al dar un valor agregado a la levadura cervecera residual, se reduce la presión sobre los vertederos, se previenen emisiones contaminantes y se promueve un modelo de economía circular, donde los desechos de una industria se transforman en recursos para otra.

Esta idea de valorizar los residuos cerveceros, se alinea con la Ley N.º 20.920 (Ley REP), que impulsa la prevención y valorización de

residuos bajo el principio de “el que contamina paga”. Aunque la REP hoy se aplica a productos prioritarios como neumáticos y envases, su espíritu es aplicable a residuos orgánicos como la levadura cervecera. Proyectos como este anticipan esa lógica: en vez de desechar, se transforma y se genera valor.

El siguiente desafío es llevar esta innovación más allá del laboratorio. Se busca optimizar el proceso, escalarlo a nivel piloto y transferirlo a la industria, especialmente a pequeñas y medianas cervecerías. De esta manera, se podría generar una cadena de valor local, con beneficios ambientales y nuevas oportunidades de negocio en sectores como la química verde y la bioeconomía.

Este tipo de desarrollos muestran cómo la ingeniería y las ciencias pueden responder a desafíos urgentes de nuestra época, convirtiendo problemas en oportunidades.

¿EXISTE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN LA UBICACIÓN DE RELAVES MINEROS CERCA DE CAUCES NATURALES?

Reflexión sobre la responsabilidad del Estado y la industria minera en la gestión de relaves cerca de cauces naturales para proteger comunidades y ecosistemas.

Dra. Natalia Bustamante-Penagos
natalia.bustamante@ufrontera.cl

Ing. Brennie Bustos de la Fuente
b.bustos05@ufrmail.cl

Dra. Carola Martínez Ugalde
carola.martinez@ufrontera.cl
Departamento de Ingeniería de Obras Cíviles

En Chile, según datos del Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) existen 795 depósitos de relaves, de los cuales 128 están activos, 475 inactivos, 176 abandonados y 16 en construcción. Estos depósitos, especialmente los generados por la minería metálica, pueden contener materiales potencialmente peligrosos como arsénico, cobre, plomo y mercurio, que representan una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. Es importante resaltar que Chile no cuenta con una norma de calidad de suelo que permita definir claramente su grado de contaminación.

Una preocupación importante recae sobre los tranques de relave, ya que carecen de un responsable legal, lo que dificulta un control ambiental. Por lo tanto, son una fuente silenciosa de contaminación, especialmente cuando se ubican cerca de ríos, esteros y/o comunidades.

Esta realidad requiere de una reflexión sobre la responsabilidad social del rol de la industria minera y el Estado, tanto en la ubicación de estos depósitos como en la gestión de sus impactos ambientales a largo plazo, considerando que la cercanía de muchos relaves a cauces naturales evidencia riesgos técnicos, de salud pública y medioambiental.



En 2023, la minería fue una de las principales actividades económicas del país, representando el 11,9 % del PIB nacional (BCC, 2023; SERNAGEOMIN, 2023). Sin embargo, la extracción y procesamiento de minerales generan grandes volúmenes de relaves, residuos que pueden provocar impactos ambientales negativos debido a la presencia de elementos potencialmente peligrosos (Medina, 2017). Estos contaminantes pueden infiltrarse en los sedimentos y afectar tanto a los ecosistemas como a la salud humana (CENMA, 2017; Inostroza, 2011).

En el caso de los tranques de relaves abandonados, la situación es especialmente preocupante, pues carecen de cierres adecuados y, en consecuencia, de elementos ingenieriles capaces de controlar la erosión hídrica y eólica. Esta condición los convierte en fuentes silenciosas de contaminación, donde elementos potencialmente peligrosos pueden liberarse lentamente, afectando sedimentos, así como aguas superficiales y subterráneas, con impactos invisibles pero constantes en las comunidades cercanas.

En el país existen depósitos de relaves que, por su ubicación y condición actual, representan un riesgo permanente para las comunidades y ecosistemas cercanos. Un ejemplo se encuentra en las cercanías de la ciudad de Illapel, donde hay dos tranques de relaves abandonados y nueve tranques de relaves inactivos (ver Figura 1), que carecen de cierres adecuados y de recubrimientos protectores superficiales como los son los geotextiles. Estos materiales potencialmente peligrosos permanecen expuestos de forma permanente a la radiación solar, a las lluvias, al viento y se ubican a escasos metros del canal principal del río Illapel (Torres, 2023).

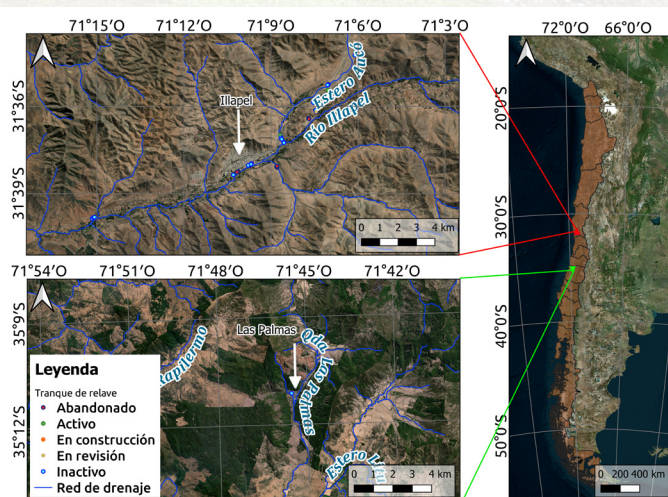
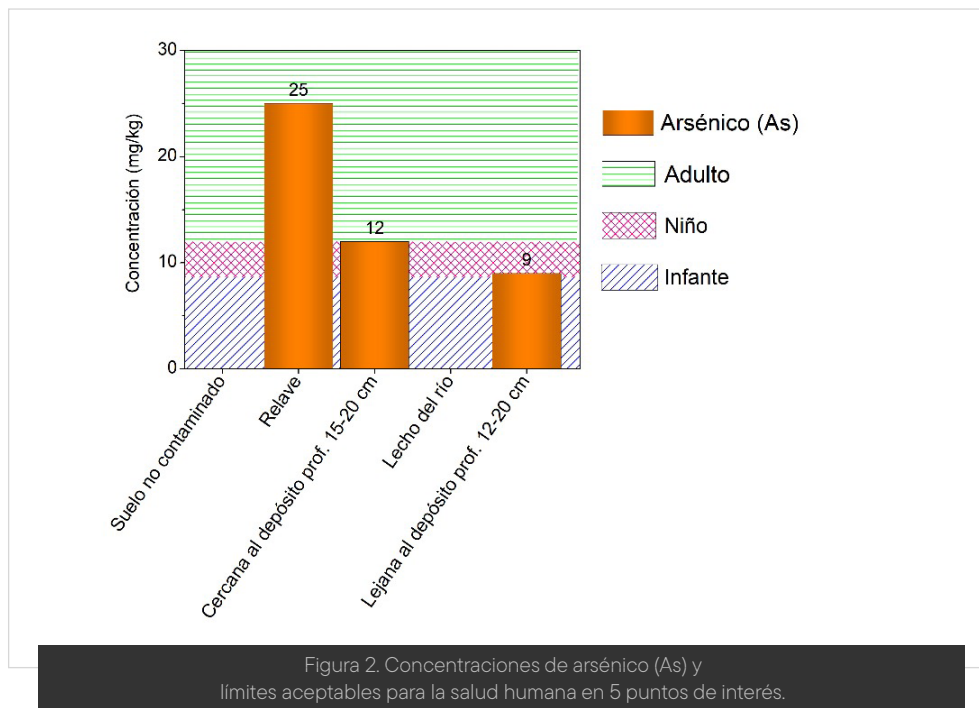


Figura 1. Localización de los puntos de muestreo.

Otro caso es el del tranque de relaves Las Palmas, en la comuna de Péncahue, Región del Maule, que colapsó tras el terremoto del 27 de febrero de 2010. El accidente provocó la muerte de cuatro personas y gran parte del material liberado llegó hasta la quebrada Los Ladrones, generando impactos ambientales negativos (Bustos, 2025).

Campañas de terreno realizadas en Illapel (2022) y Péncahue (2023) permitieron recolectar sedimentos en planicies de inundación y en los lechos del río Illapel y la quebrada Los Puercos, respectivamente. Las muestras fueron analizadas con apoyo del Advanced Mining Technology Center (AMTC) de la Universidad de Chile mediante fluorescencia de rayos X (XRF) y en el laboratorio Vremas de la Universidad de La Frontera mediante difracción de rayos X (XRD); estas técnicas permiten determinar la composición química y la estructura cristalina de los materiales, respectivamente.



Los resultados del análisis por fluorescencia de rayos X evidenciaron la presencia de metales pesados y metaloides tales como arsénico (As), cobre (Cu), cromo (Cr), plomo (Pb), mercurio (Hg), manganeso (Mn), níquel (Ni) y zinc (Zn), tanto en el caso de Illapel como en el de Las Palmas. Adicionalmente, los resultados de difracción de rayos X presentaron evidencia de cuarzo, anortita que son minerales típicos de suelos, pero también de cuprita, la cual está asociada elementos potencialmente peligrosos y que sugieren una posible dispersión de contaminantes.

Bustos (2025) comparó las concentraciones de elementos potencialmente tóxicos encontradas en los sedimentos con normas de calidad de suelos establecidas en países como Canadá, Australia, México, España y Brasil, además de los valores guía de Evaluación de Medios Ambientales (EMEG) para infantes, niños y adultos. La Figura 2 muestra que las concentraciones de arsénico (As) superan los límites aceptables para la salud humana en infantes y niños en las zonas cercanas al tranque de relaves, mientras que en las zonas más alejadas el arsénico (As) sobrepasa el límite establecido para infantes. Estas concentraciones corresponden a muestras extraídas a más de 10 cm de profundidad, lo que sugiere que la contaminación por arsénico podría ser aún mayor. En este escenario, los relaves sin cobertura superficial y expuestos a condiciones climáticas como lluvia, viento y radiación solar representan un riesgo creciente para la salud humana.

Estos resultados plantean una interrogante ¿la planificación territorial en Chile incorpora realmente la problemática de los relaves para orientar un desarrollo seguro y sostenible en las zonas afectadas?

En conclusión, la presencia de depósitos de relaves abandonados con concentraciones de elementos potencialmente peligrosos que superan los límites internacionales exige a las políticas urbanas y rurales que integren criterios de gestión de riesgo ambiental y protección de las comunidades.

Por lo tanto, el Estado y la industria minera deben evaluar la planificación urbana y económica desde una perspectiva de responsabilidad social, controlando el crecimiento poblacional en sectores aledaños a tranques de relaves abandonados e inactivos. Además, es fundamental fiscalizar rigurosamente los tranques cuya ubicación esté cercana a cauces naturales, dado que pueden generar contaminación en suelos y aguas superficiales y subterráneas.

En este contexto, la industria y el Estado tienen un deber ético y técnico de implementar medidas preventivas y correctivas. En el caso de relaves activos e inactivos, la autoridad ambiental exige monitorear y controlar parámetros contaminantes; sin embargo, esta fiscalización no es posible en tranques abandonados, cuyos impactos ambientales y sociales pueden prolongarse por siglos. Incorporar la gestión adecuada de relaves en la planificación territorial y en los compromisos de sostenibilidad de la industria minera, es esencial para proteger los ecosistemas y salvaguardar el bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Se utilizó IA para la revisión de gramatical y de coherencia en la redacción.

Agradecimientos al proyecto mujeres en ciencias DIM23-013 y al proyecto Fondecyt de iniciación 11251201.



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

ADmisión **2026**

QUE **GRANDES**
COSAS SUCEDAN
ES **INGENIERÍA,**
ES **CIENCIA**

OFERTA DE CARRERAS

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

- ▶ Bioquímica
- ▶ Ingeniería Civil
- ▶ Ingeniería Civil Ambiental
- ▶ Ingeniería Civil Eléctrica
- ▶ Ingeniería Civil Electrónica
- ▶ Ingeniería Civil en Biotecnología
- ▶ Ingeniería Civil Física
- ▶ Ingeniería Civil Industrial
- ▶ Ingeniería Civil Informática
- ▶ Ingeniería Civil Matemática
- ▶ Ingeniería Civil Mecánica
- ▶ Ingeniería Civil Química
- ▶ Ingeniería Civil Telemática
- ▶ Ingeniería en Construcción
- ▶ Ingeniería Informática
- ▶ Plan Común Ingeniería Civil



UNIVERSIDAD
ACREDITADA
NIVEL
AVANZADO
HASTA EL 3 DE SEPTIEMBRE DE 2030

DIMENSIONES:

- DOCENCIA Y RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN
- GESTIÓN ESTRATÉGICA Y RECURSOS INSTITUCIONALES
- ASEGURAMIENTO INTERNO DE LA CALIDAD
- VINCULACIÓN CON EL MEDIO
- INVESTIGACIÓN, CREACIÓN Y/O INNOVACIÓN

 ufrofica

SÍGUENOS
EN INSTAGRAM

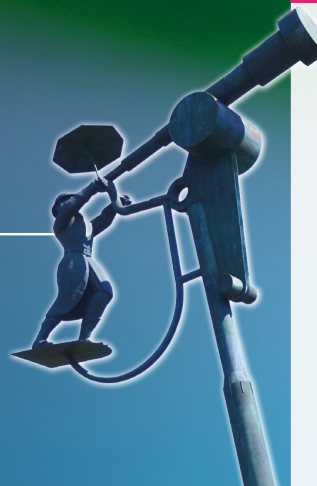
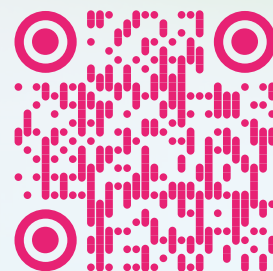




Figura 1. Estudiantes y académicos aprendiendo y desarrollando la computación cuántica.

QUBITS CON PROPÓSITO: UN SALTO CUÁNTICO Y UN DEBER ÉTICO

La computación cuántica anuncia una nueva era de velocidad y capacidad de cálculo para resolver problemas complejos en salud, energía y logística. Pero su avance plantea retos éticos ligados a la equidad, la seguridad de la información y la sostenibilidad ambiental. Este artículo explica qué es la computación cuántica, analiza sus implicancias sociales y orienta sobre cómo la ingeniería y la ciencia pueden guiar su desarrollo hacia el bien común.

Dr. Samuel Sepúlveda Cuevas
samuel.sepulveda@ufrontera.cl

Dra. Ania Cravero Leal
ania.cravero@ufrontera.cl

Departamento de Ciencias
de la Computación e Informática

La ingeniería y la ciencia viven un punto de inflexión con la llegada de la computación cuántica. Gracias al uso de qubits—unidades de información que pueden representar 0 y 1 simultáneamente—esta tecnología promete acelerar descubrimientos médicos, optimizar redes eléctricas y modelar materiales avanzados. No obstante, junto con sus beneficios emergen preguntas sobre quién accederá a esta potencia, cómo se protegerán los datos y qué impacto tendrá en el medio ambiente.

Esta tecnología multiplica la velocidad de cálculo y abre la puerta a innovaciones sin precedentes. Pero su potencia trae consigo un desafío central: convertir cada avance en un beneficio colectivo y sostenible. Comprender estas dimensiones resulta crucial para orientar la revolución cuántica hacia el bienestar colectivo.

¿Qué es la computación cuántica?

La computación cuántica (CC) se basa en fenómenos como la superposición (un qubit puede ser 0 y 1 al mismo tiempo) y el entrelazamiento (los estados de qubits permanecen conectados sin importar la distancia que los separe). Estas propiedades permiten procesar muchos escenarios a la vez y resolver problemas que llevarían años en supercomputadores clásicos.

Comprender estas bases tecnológicas permite dimensionar los potenciales impactos de la CC más allá del laboratorio, donde aflora un ineludible deber ético.



Figura 2. La computación cuántica, los pilares esenciales y su impacto en la sociedad.

Computación cuántica y deber ético

Este deber se articula en cinco pilares esenciales:

1. Equidad de acceso:

Los laboratorios cuánticos demandan inversiones millonarias e infraestructura especializada, con un recurso humano altamente capacitado, que hoy es escaso. Para un acceso equitativo a esta tecnología, se deben desarrollar y mejorar los mecanismos de colaboración y políticas de financiación inclusivas, sino el poder cuántico podría concentrarse en pocas manos, ampliando las brechas tecnológicas entre países y grupos sociales.

2. Seguridad y privacidad:

Los nuevos algoritmos cuánticos podrían amenazar los sistemas de encriptación actuales. Migrar a la criptografía postcuántica requiere coordinación global. Proteger los datos sensibles, como datos personales, gubernamentales y financieros, exige acelerar la adopción de la criptografía postcuántica y establecer marcos regulatorios que garanticen una transición coordinada y segura.

3. Sostenibilidad ambiental:

Los computadores cuánticos operan en condiciones poco comunes y consumen gran cantidad de energía. Si bien pueden ayudarnos a proteger nuestros datos o desarrollar nuevos medicamentos, su propia huella de carbono debe reducirse y así aportar a los objetivos de sostenibilidad mundial.

4. Inclusión y formación:

Para que la revolución cuántica sea verdaderamente global, la formación debe integrar a estudiantes de diversas disciplinas, fomentar la participación de mujeres y grupos sub representados y promover programas de divulgación que acerquen estos conocimientos a la ciudadanía. Luego, nuevos programas de formación son esenciales para que el conocimiento cuántico llegue a todos los sectores.

5. Gobernanza responsable:

El desarrollo cuántico necesita comités de ética, normas internacionales y una supervisión constante que anticipe impactos sociales. La ingeniería y la ciencia tienen la obligación de evaluar riesgos y diseñar salvaguardas antes de que la tecnología se masifique.

Asumir estos cinco pilares implica reconocer, de forma integral, los desafíos y oportunidades que acompañan el avance cuántico.

En lo inmediato, estos desafíos y oportunidades se pueden resumir así:

- **Desafíos:** tecnología con costos elevados en desarrollo y operación, infraestructura limitada, ciberseguridad y un alto consumo energético.

- **Oportunidades:** Simulación de nuevos medicamentos, optimización de redes de transporte (viales, aéreas, navieras, eléctricas), descubrimiento de materiales verdes y sostenibles, así como la gestión eficiente de recursos hídricos.

Tras este balance de retos y ventajas, resulta inevitable abrir la discusión sobre el rumbo que la sociedad, el país y sus instituciones deben seguir frente a la revolución cuántica.



Figura 3. Posibles aplicaciones de la computación cuántica.

Discusión

Las preguntas que surgen son: ¿Quién decide las prioridades de uso de la computación cuántica?, ¿Qué salvaguardias protegen la privacidad?, ¿Cómo se garantiza que los beneficios lleguen a comunidades periféricas? Las respuestas exigen participación ciudadana informada y políticas públicas que equilibren innovación y bienestar.

A nivel país, es clave diseñar estrategias de inversión que fomenten la colaboración entre gobierno, industria y academia, privilegiando proyectos que aborden problemas locales como la gestión hídrica o la producción de energía renovable. La ciudadanía puede exigir transparencia y marcos regulatorios que protejan derechos digitales. En este sentido, desde el gobierno central se está en pleno diseño de la política pública para el desarrollo y uso de las tecnologías, en cuya mesa de trabajo ampliada ha participado el académico de nuestra universidad, el Dr. Samuel Sepúlveda.

Las instituciones de educación superior, públicas y regionales, tienen el deber de liderar este proceso. Deben ofrecer formación interdisciplinaria, impulsar laboratorios abiertos y promover la investigación aplicada que atienda las necesidades de sus territorios.

En la Universidad de La Frontera, el Departamento de Ciencias de la Computación e Informática (DCI) ya avanza en esta dirección: cuenta con un computador cuántico programable de 2 qubits para uso académico. Desde el año 2024 se está dictando el primer electivo de especialización en computación y programación cuántica. En cuanto a la difusión, se han publicado artículos para medios de prensa escrita, entrevistas de radio y se han realizado charlas para la comunidad.

Por otro lado, existe un grupo de estudiantes entusiastas que explora el uso y aplicaciones de la computación cuántica, cuyos integrantes han participado en conferencias presentando sus avances. Además, se está impactando en la formación de postgrado y se desarrolla investigación de vanguardia en temáticas relacionadas con la computación cuántica, formando parte de redes con colaboradores internacionales. Como ejemplo, cabe mencionar que hace un par de meses, tuvimos a nuestro primer estudiante que desarrolló su trabajo de título en computación cuántica. Exitosamente titulado de Ingeniero Informático, hoy se desempeña como ingeniero de software en una empresa nacional dedicada al desarrollo de tecnologías cuánticas para la criptografía.

Estas acciones buscan democratizar el acceso al conocimiento cuántico y alinear la tecnología con objetivos de desarrollo regional.

La computación cuántica posee el potencial de transformar la sociedad, pero su impacto dependerá de decisiones éticas tomadas hoy. Garantizar un acceso equitativo, fortalecer la seguridad de la información y reducir la huella ambiental son pasos imprescindibles. Asimismo, fomentar la diversidad en formación y apoyar marcos regulatorios transparentes permitirá que esta tecnología avance en

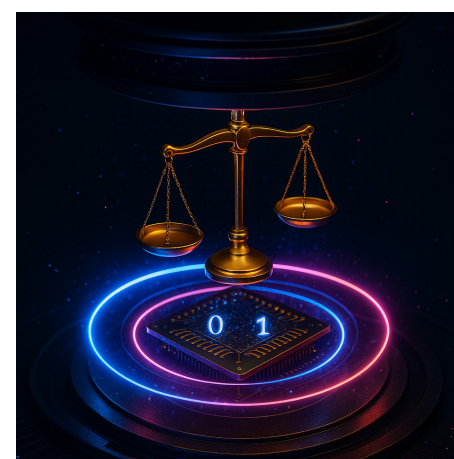
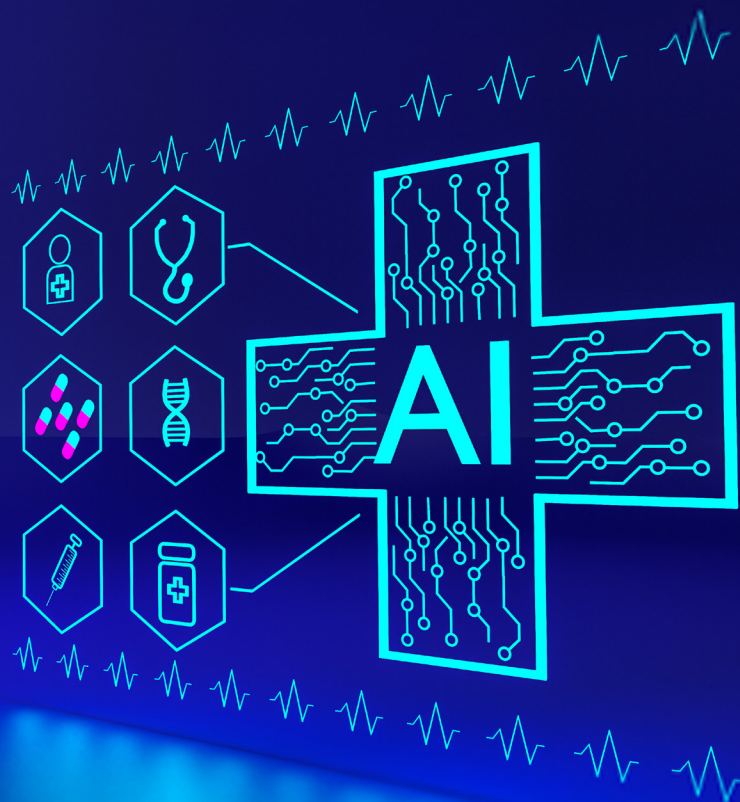


Figura 4. La computación cuántica y su deber ético para la sociedad del futuro.

armonía con el bienestar colectivo. Con un compromiso ético sólido, la computación cuántica puede convertirse en un motor de progreso sostenible que beneficie a todas las personas.

Este artículo fue redactado con apoyo de herramientas de inteligencia artificial para el formato del contenido y la generación de imágenes de apoyo.

MITIGAR EL SESGO DE PESO: INGENIERÍA RESPONSABLE PARA UNA ATENCIÓN DE SALUD MÁS JUSTA



Un proyecto universitario crea una herramienta educativa con inteligencia artificial y simulación clínica para que profesionales de la salud identifiquen y reduzcan el sesgo de peso. Al fomentar empatía, reflexión y decisiones basadas en evidencia, promueve responsabilidad social e impulsa una atención equitativa.

En Chile, el 74% de las personas mayores de 15 años vive con exceso de peso y la evidencia muestra que el sesgo de peso en profesionales de la salud causa diagnósticos tardíos, tratamientos incompletos y malestar psicológico. Este vacío ético y operativo revela una brecha: faltan herramientas locales para medir y mitigar prejuicios clínicos.

Desde la responsabilidad social en ingeniería, un equipo interdisciplinario de la Universidad de La Frontera (UFRO), del Departamento de Ciencias de la Computación e Informática y del Departamento de Psicología, desarrolla una herramienta educativa basada en inteligencia artificial y situaciones clínicas simuladas. Su propósito es ayudar a reconocer sesgos y practicar

Dr. Jaime Díaz-Arancibia
jaimeignacio.diaz@ufroterra.cl
Departamento de Ciencias de la Computación e Informática

Mg. Isidora Albayay
i.albayay01@ufroterra.cl
Departamento de Ciencias de la Computación e Informática

Dra. Fernanda Bastías González
f.bastias03@ufroterra.cl
Departamento de Psicología

respuestas empáticas sin exponer a pacientes reales. La iniciativa surge en el Laboratorio de Estigma, Discriminación, Salud y Alimentación y se vincula con el Doctorado en Psicología y el Magíster en Ingeniería Informática de la UFRO. El sistema personaliza los contenidos y entrega retroalimentación formativa para convertir sesgos en prácticas clínicas más seguras.

Este desarrollo combina diseño tecnológico responsable y compromiso con la equidad sanitaria. No reemplaza a las y los profesionales, sino que fortalece su juicio crítico y promueve decisiones basadas en evidencia. La tecnología deja de ser un fin y se convierte en un medio para reducir la discriminación y mejorar la calidad de la atención.

Seleccione Un Avatar

Por favor, elija la imagen que estará asociada a la ficha clínica. Estas imágenes han sido generadas por IA basándose en la información proporcionada.

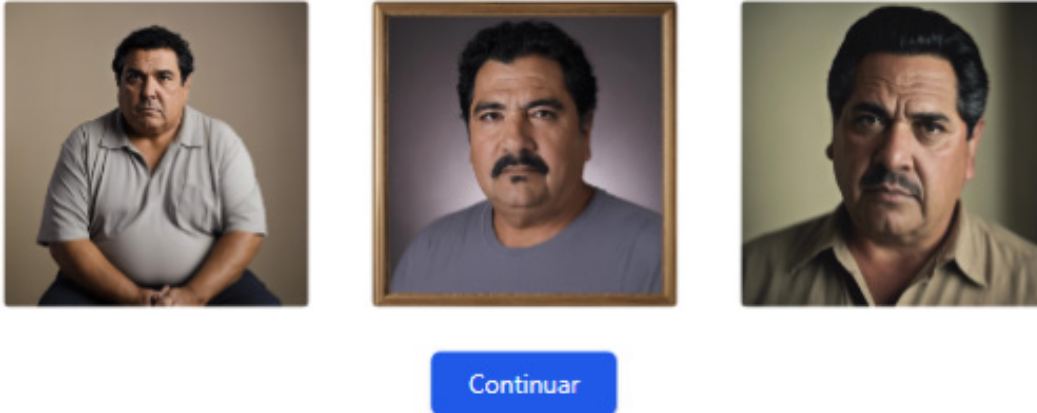


Fig. 1. Un simulador de avatares personalizables basados en Inteligencia Artificial. Permite una arista extra a la ficha de evaluación médica.

La construcción de la herramienta siguió el enfoque de ciencia del diseño, una forma práctica de investigar que toma un problema real, crea una solución útil y la prueba y mejora en ciclos breves con evidencia. Partimos con un diagnóstico participativo que recogió percepciones de estudiantes y profesionales de la salud sobre cómo se manifiesta el sesgo de peso, como burlas veladas, menos tiempo de consulta, indicación automática de bajar de peso y desconfianza. Con esa información definimos funciones y resguardos éticos, priorizando la seguridad de las personas usuarias y la utilidad pedagógica.

El corazón de la herramienta es un sistema que crea casos clínicos ficticios para practicar. Con formatos ajustables y programas que entienden y redactan texto, generamos historias breves que combinan datos de salud, aspectos sociales y reacciones del paciente. La o el profesional interactúa con cada caso, propone posibles diagnósticos, solicita exámenes o escribe indicaciones. La plataforma registra decisiones, tiempos y lenguaje para detectar patrones de trato, por ejemplo, apurar la decisión sin pruebas suficientes o culpar al paciente. Al finalizar, entrega comentarios inmediatos, compara de forma anónima con otras personas participantes y ofrece evidencia científica para mejorar.

Sobre esta base funciona un módulo que se adapta a cada usuaria o usuario. Si el sistema detecta una tendencia, por ejemplo, asociar automáticamente la obesidad con falta de adherencia, muestra microcontenidos que explican factores del entorno que influyen en la salud, los efectos de la estigmatización y estrategias de comunicación empática. Es una tutoría digital que guía hacia un ejercicio profesional responsable. Además, la plataforma ofrece paneles sencillos para equipos docentes y personas administradoras, donde es posible revisar el avance general, identificar áreas críticas y diseñar mejoras curriculares basadas en datos.

La responsabilidad social también se expresa en la gestión de riesgos. Implementamos medidas para reducir sesgos en la inteligencia artificial: revisión humana de las instrucciones, verificación de diversidad en los casos y auditorías periódicas de resultados para evitar que se refuercen estereotipos. En privacidad, se guarda la menor información posible y solo la necesaria para fines educativos y la información sensible se elimina. El diseño modular permite instalar la herramienta en servidores locales o en infraestructuras nacionales, lo que reduce costos y mantiene la autonomía de las instituciones.

El impacto esperado trasciende el aprendizaje individual. Al mejorar la empatía y el razonamiento clínico sin prejuicios, es más probable que las personas con exceso de peso reciban una atención satisfactoria, mantengan sus tratamientos y que el modelo se replique para otros tipos de sesgo, como edad, origen o identidad de género. También se generarán bases de datos anónimas para estudios de largo plazo sobre la evolución del sesgo y para mejorar políticas internas.

Para evaluar la efectividad se realizarán mediciones antes y después del uso de la herramienta. Se observarán cambios en actitudes, en la calidad de las notas clínicas de los casos simulados y en la satisfacción de pacientes estandarizados. También se analizará el progreso para detectar estancamientos y proponer rutas personalizadas. Las primeras pruebas de uso permitieron mejorar la facilidad de lectura y la accesibilidad para personas con daltonismo y mostraron buena aceptación.

Entre las limitaciones se consideran la necesidad de conexión estable, la actualización periódica de los casos, la inversión inicial y el mantenimiento para asegurar pertinencia local. A futuro, se proyecta sumar módulos sobre otros prejuicios y habilitar una integración sencilla con sistemas externos.

La experiencia de desarrollo muestra que la ingeniería, la ciencia y la medicina pueden asumir responsabilidad social concreta al traducir un problema de discriminación clínicamente relevante en un recurso educativo que genera datos accionables y mejora prácticas. La herramienta no promete eliminar de inmediato el sesgo de peso, pero inicia un ciclo de medición, reflexión y mejora continua que faltaba en la formación sanitaria. Su potencial de escalamiento a otros contextos sugiere una plataforma sostenible, capaz de informar currículos y políticas institucionales orientadas a la equidad.

Los próximos pasos incluyen validar el impacto en entornos clínicos, refinar los modelos de personalización y abrir colaboraciones para ampliar la base de casos. Avanzar hacia una atención más justa exige combinar rigurosidad técnica y compromiso moral. Esta herramienta constituye un paso firme en ese rumbo.

Agradecemos a todas las personas e instituciones que hicieron posible esta investigación por su confianza y colaboración. En particular, al Laboratorio de Estigma, Discriminación, Salud y Alimentación (LEDSA), al Programa de Doctorado en Psicología y al Magíster en Ingeniería Informática (MII-DCI) de la Universidad de La Frontera.



MONITOREO AMBIENTAL Y RENDIMIENTO ACADÉMICO: HACIA SMART CLASSROOMS EN ENTORNOS UNIVERSITARIOS

Este artículo muestra un sistema IoT (Internet de las Cosas) implementado en aulas de la Universidad de La Frontera (UFRO) para monitorear en tiempo real CO₂ (dióxido de carbono), temperatura, humedad, luminosidad, calidad del aire y partículas en suspensión. Con estos datos, se plantean estrategias de eficiencia energética que impulsen la transformación de espacios en Smart Classrooms y Buildings, mejorando el rendimiento académico.

La calidad del ambiente interior en aulas universitarias influye directamente en el bienestar, la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, la mayoría de las instituciones de educación superior carece de un monitoreo sistemático y continuo de parámetros críticos como la concentración de CO₂, la temperatura, la humedad, la iluminación y la calidad del aire. Esta carencia impide identificar riesgos, analizar correlaciones entre el entorno y el desempeño académico e implementar mejoras basadas en datos objetivos, un desafío agravado en el contexto postpandemia.

Para abordar esta problemática, este trabajo describe el despliegue de un sistema de monitoreo ambiental basado en sensores IoT en aulas (de cinco tipos) de la Universidad de La Frontera. El objetivo general es recolectar datos en tiempo real que sustenten propuestas de mejora en la calidad de los espacios educativos. Entre los objetivos específicos se incluyen: desplegar la infraestructura tecnológica, recopilar y analizar variables ambientales mediante técnicas estadísticas y proponer estrategias de confort y eficiencia energética orientadas a Smart Classrooms.

Dra. Ana Bustamante Mora
ana.bustamante@ufrontera.cl
Departamento de Ciencias de la Computación e Informática

Mg. Francisco Escobar Jara
francisco.escobar@ufrontera.cl
Departamento de Ciencias de la Computación e Informática

Javier Medina Gómez
j.medina11@ufromail.cl
Magíster en Ingeniería Informática



Metodología

Se desplegaron los sensores de tipo AM103L y WS202 para medir temperatura, humedad relativa, concentración de CO₂, presencia (PIR) e iluminación en cinco espacios del Departamento de Ciencias de la Computación e Informática, utilizando una red de área amplia de largo alcance y un dispositivo de transmisión de datos (Gateway) UG63-L08GL y un Mini Gateway Milesight para transmisión de datos de forma interna. La plataforma ThingsBoard CE, almacenó y visualizó datos en tiempo real para el análisis estadístico posterior. El muestreo más robusto se realizó entre el 10 y el 28 de junio de 2025, período más completo y continuo de registros (hubo cortes de energía).

Las salas monitoreadas para este estudio fueron: la “Sala de Magíster”, una “Oficina” de espacio tradicional, salas de clases “Sala 203” y “Sala 202”, más una “Oficina Grande”.



Resultados clave

Temperatura: El rango observado osciló entre 11,9 °C y 22,1 °C, con valores mayoritarios entre 15 °C y 20 °C durante el horario laboral (temperatura externa entre 4 °C-12 °C). La “Sala de Magíster” mostró mayor estabilidad térmica (desviación estándar de 1,2 °C), mientras que la “Oficina Normal” y la “Sala 203” presentaron variabilidad significativa ($\pm 3,5$ °C) debido a su exposición directa al exterior.

Humedad relativa: Se registró un descenso progresivo de la misma. La “Oficina Grande” alcanzó niveles inferiores al 40 % en ciertos tramos, contrariamente a la “Sala de Magíster” que mantuvo un rango óptimo entre 40 % y 60 % para confort humano.

CO₂: La “Sala 203” alcanzó picos de hasta 2750 ppm (partes por millón), superando el umbral recomendado de 1000 ppm, mientras que la “Sala 202” mantuvo frecuentemente valores superiores a 1100 ppm en horas pico de ocupación. En contraste, la “Oficina Normal” y la “Sala de Magíster” mantuvieron niveles inferiores a 800 ppm, mostrando una mejor ventilación.

Luminosidad: Los niveles variaron entre 150 lux (unidad de iluminancia) y 750 lux. La “Sala de Magíster” y la “Oficina Grande” cumplieron en promedio con los estándares de 500 lux para espacios de lectura, mientras que la “Sala 202” mostró deficiencias luminosas constantes (valores mínimos de 150 lux).

Calidad del aire y partículas: Se detectaron picos de PM2.5 (material particulado) superiores a 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en la “Oficina Grande” durante actividades prácticas, superando límites recomendados por la OMS. La calidad del aire en la “Sala de Magíster” se mantuvo dentro de parámetros aceptables ($\text{PM}_{2.5} < 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

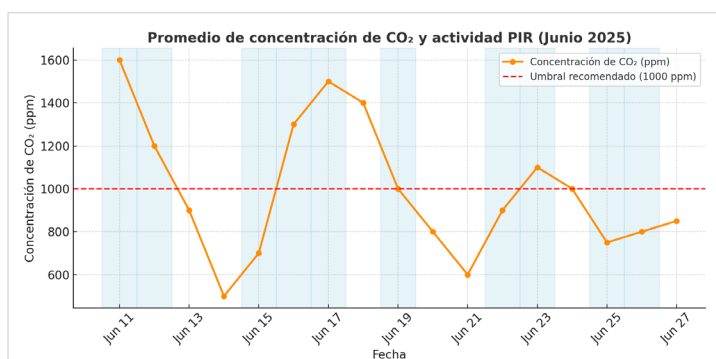


Figura 2. Mejorada CO₂_PRESENCIA

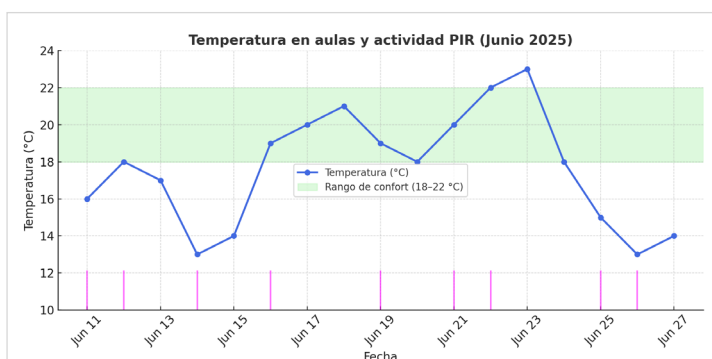


Figura 4. Gráfico de Temperatura_PIR

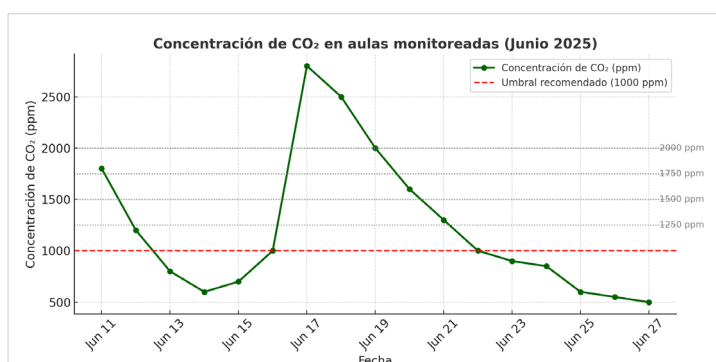


Figura 3. Concentración de CO₂

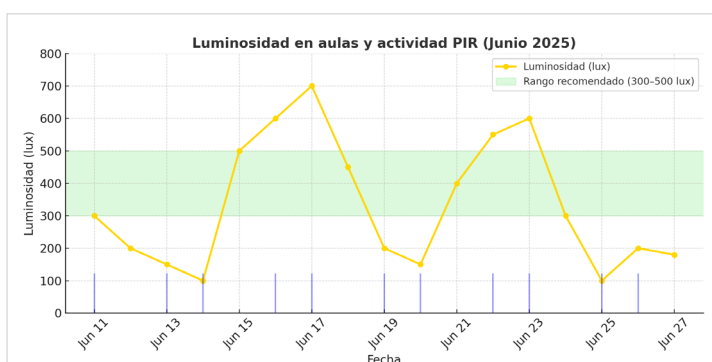


Figura 5. Luminosidad en aulas y actividad PIR

Discusión

Como se respalda en la literatura, las altas concentraciones de CO₂, especialmente en espacios sin ventilación, pueden reducir la capacidad cognitiva hasta en un 15 %, lo cual incide negativamente en el rendimiento académico de estudiantes y docentes. La variabilidad térmica y los niveles bajos de humedad incrementan la sensación de fatiga y sequedad ocular.

A continuación, los principales aspectos de la discusión:

- La deficiencia de iluminación en la “Sala 202” sugiere la necesidad de incorporar luminarias de alta eficiencia y sistemas de control de luz natural.
- Los picos de partículas finas (PM_{2.5}) en la “Oficina Grande” indican la urgencia de filtros HEPA en sistemas de ventilación mecánica y la implementación de plantas purificadoras de aire para mitigar riesgos de salud respiratoria.

- La implementación de sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) y protocolos de reconexión automática en la infraestructura IoT demostró ser fundamental para garantizar la integridad de los datos y la operatividad continua.

- Este estudio propone un modelo escalable que puede integrar futuras mediciones de TVOC, niveles de ruido y parámetros biométricos que permitan evaluar la concentración y el estrés académico.

- La “Sala de Magíster” presentó los valores más estables de temperatura ($\pm 1,2$ °C) y humedad óptima (40 - 60 %), con concentraciones de CO₂ consistentemente por debajo de 800 ppm y niveles de PM_{2.5} aceptables, reflejando un ambiente óptimo para el aprendizaje.

- La “Sala 203” registró los picos más altos de CO₂ (hasta 2750 ppm) y variabilidad térmica ($\pm 3,5$ °C), junto con niveles de luminosidad insuficientes (<200 lux), identificándose como el espacio con menor confort ambiental.



A partir de los hallazgos se plantean lineamientos Smart Classrooms tales como: automatización de ventilación y climatización según calidad de aire y confort térmico, control adaptativo de iluminación y disponibilidad de información en dashboards en tiempo real. Estas medidas promoverán ambientes más saludables, eficientes y sostenibles.

Los cinco espacios monitoreados evidencian un rango amplio de condiciones:

- *Óptimos*: La “Sala de Magíster” y la “Oficina Normal” ofrecen estabilidad térmica, humedad y CO₂ adecuados.
- *Moderados*: La “Sala 202” cumple en CO₂ y humedad, aunque requiere mejora lumínica.
- *Críticos*: La “Sala 203” presenta los mayores desafíos en CO₂, temperatura y luz, mientras que, la “Oficina Grande” sufre de baja humedad y picos de PM2.5.

Las variaciones resaltan la necesidad de soluciones adaptativas según tipo de espacio. Para ello, se recomienda un plan de implementación de mejoras por fases, iniciando con aulas críticas, extendiéndolo al departamento y luego al campus, acompañado de evaluación continua de indicadores de confort y sostenibilidad.

Este estudio sienta las bases para implementar Smart Classrooms personalizadas, con sistemas de control automático para cada ambiente, garantizando bienestar, eficiencia y responsabilidad ambiental en todo el campus universitario. El sistema desplegado también podría ser escalable, incorporando nuevas variables como Compuestos Orgánicos Volátiles Totales (TVOC), niveles de ruido ambiental y parámetros biométricos para un análisis integral de los espacios.

Observación: Se utilizaron herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para apoyar la redacción y síntesis en la redacción.



QUE GRANDES
COSAS SUCEDAN
ES INGENIERÍA,
ES CIENCIA

POST GRADOS

ADMISIÓN 2026

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS

Doctorado en:

- **Ciencias de Recursos Naturales**
Duración: 4 años
e-mail: doctoradocrn@ufrontera.cl
- **Física**
Duración: 4 años
e-mail: doctorado.fisica@ufrontera.cl
- **Ingeniería**
Duración: 4 años
e-mail: doc.ing@ufrontera.cl
- **Ciencias de la Ingeniería mención Bioprocesos**
Duración: 4 años
e-mail: doctorado.bioprocesos@ufrontera.cl
- **Ciencias mención Matemática**
Duración: 4 años
e-mail: doctorado.mat@ufrontera.cl

Magíster en:

- **Física Médica**
Duración: 2 años
e-mail: magfismed@ufrontera.cl
- **Ciencias de la Ingeniería mención Biotecnología**
Duración: 2 años
e-mail: magisterci.biotecnologia@ufrontera.cl
- **Ciencias mención Física**
Duración: 2 años
e-mail: leonardo.balart@ufrontera.cl
- **Sistemas de Gestión Integral de la Calidad**
Duración: 2 años
e-mail: msgic@ufrontera.cl
- **Ingeniería Informática**
Duración: 2 años
e-mail: mii.dci@ufrontera.cl
- **Ciencias de la Ingeniería**
Duración: 2 años
e-mail: mci@ufrontera.cl



fica.ufro.cl/postgrado-e-investigacion


Contacto:

✉ post_inge@ufrontera.cl
☎ +56 452744229



UNIVERSIDAD
ACREDITADA
NIVEL
AVANZADO
HASTA EL 3 DE SEPTIEMBRE DE 2020

DIMENSIONES:
• DOCENCIA Y RESULTADOS DEL PROCESO DE FORMACIÓN
• GESTIÓN ESTRATÉGICA Y RECURSOS INSTITUCIONALES
• ASEGURAMIENTO INTERNO DE LA CALIDAD
• VINCULACIÓN CON EL MEDIO
• INVESTIGACIÓN, CREACIÓN Y/O INNOVACIÓN



REVITALIZAR LA MENTE: UNA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA AL SÍNDROME DE DESGASTE ACADÉMICO ESTUDIANTIL

El síndrome de desgaste académico afecta cada vez más a estudiantes universitarios en Chile y el mundo. Este artículo analiza sus causas, particularmente la concentración de carga al final del semestre y propone una solución tecnológica que fomente la organización y el bienestar estudiantil

Luis Jaramillo Olate
l.jaramillo02@ufromail.cl
Ingeniería Informática

Marco Cáceres Senn
m.caceres04@ufromail.cl
Magister en Ingeniería Informática

Uno de los desafíos persistentes en la vida universitaria es la sobrecarga de trabajo hacia el final del semestre. Esta situación no solo afecta el rendimiento académico, sino también la salud mental de los estudiantes.

Si bien la carga de estudios suele estar distribuida a lo largo de todo el semestre, muchos estudiantes enfrentan dificultades para organizar su tiempo de manera eficiente, lo que deriva en una acumulación de actividades. Esta acumulación puede considerarse una demanda académica que, según el modelo de demandas y recursos, contribuye al desarrollo del síndrome de desgaste académico estudiantil, caracterizado por el agotamiento emocional, el cinismo y la baja eficacia académica (Jagodics & Szabó, 2023). Además, investigaciones previas han demostrado que el síndrome de desgaste académico no es exclusivo del ámbito universitario, sino que también afecta a estudiantes de secundaria, generando consecuencias importantes para su salud mental y subrayando la necesidad

de estrategias preventivas enfocadas en la autoeficacia y el afrontamiento (Walburg, 2014). Esto pone de relieve la importancia de atender este fenómeno desde etapas educativas tempranas.

En el contexto chileno, Jerez-Mendoza y Oyarzo-Barría (2015) identificaron que el estrés académico es altamente prevalente en estudiantes universitarios del área de la salud. En un estudio con más de 300 alumnos de la Universidad de Los Lagos, Osorno, los autores reportaron que casi la totalidad de los participantes manifestó síntomas de estrés, siendo las evaluaciones y la sobrecarga de tareas los principales estresores. El estudio también mostró diferencias significativas por género, con mayor afectación en mujeres, y entre carreras, especialmente en síntomas como fatiga crónica y problemas digestivos. Estos hallazgos reafirman que el estrés académico es una problemática instalada en la educación superior chilena y que requiere intervenciones efectivas.



ENCUESTA INVESTIGATIVA

Encuesta sobre hábitos y estrategias de estudio 2025

Cómo funciona

Tipo de encuesta: Escala Likert (1 a 5)

La encuesta usa una escala Likert de 5 puntos para medir el grado de acuerdo o desacuerdo frente a una afirmación.

Las opciones son; Totalmente en desacuerdo, En desacuerdo, Ni de acuerdo ni en desacuerdo, De acuerdo y Totalmente de acuerdo

Perfil de los participantes

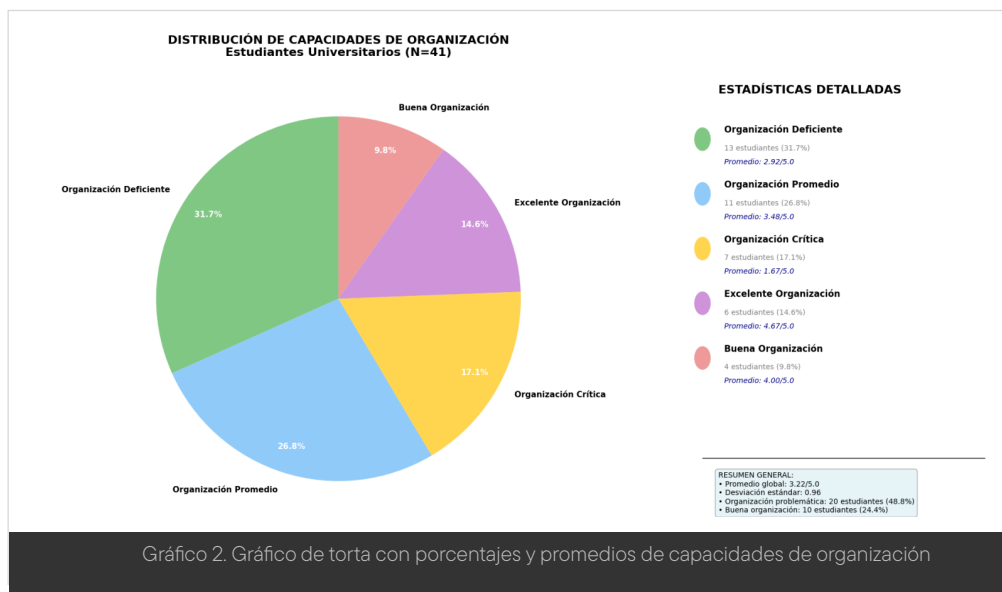
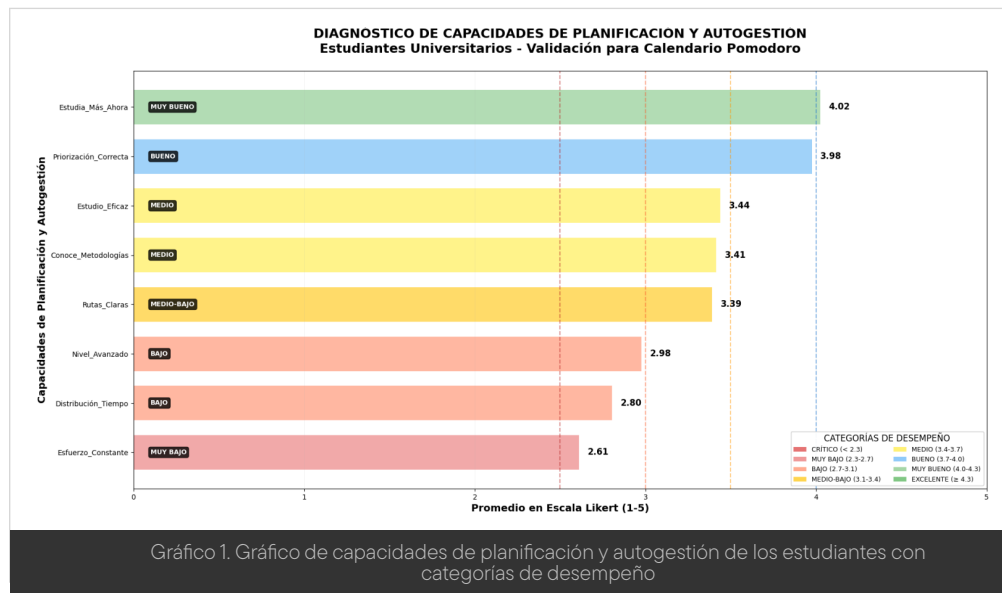
Se encuestó a 41 estudiantes de la Universidad de La Frontera (UFRO), pertenecientes a distintas carreras y niveles académicos, para representar la diversidad de la población estudiantil.

Preguntas realizadas

1. Me encuentro cursando un nivel avanzado dentro de mi carrera.
2. Estudio más ahora que cuando inicié la carrera.
3. Mi nivel de esfuerzo al estudiar es el mismo al inicio y al final del semestre.
4. Conozco metodologías de aprendizaje (Pomodoro, mapas mentales, etc.).
5. Tengo claras las rutas de aprendizaje necesarias para afrontar un curso.
6. Sé cómo distribuir mi tiempo de forma efectiva cuando tengo varios cursos simultáneamente.
7. Considero que mi forma de estudio es eficaz.
8. Priorizo correctamente los ramos según su dificultad o carga académica.

Tabla 1. Tabla de preguntas hechas en encuesta

Para comprender mejor esta problemática, se aplicó una encuesta de preguntas cerradas (Tabla 1) a 41 estudiantes de la Universidad de La Frontera (UFRO) que se encontraban entre el tercer y el séptimo nivel de su carrera, entre los cuales fueron 20 de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, 12 de la carrera de Psicología, 5 de Ingeniería Informática y 4 de Medicina. Los gráficos 1 y 2, que muestran el diagnóstico de habilidades relacionadas a la capacidad de organización personal, es decir, qué tan capaces son los estudiantes de autogestionar su tiempo para poder rendir de mejor manera en cuanto a la educación superior, refleja que más del 60 % de los encuestados declara no contar con una planificación académica clara. Esta carencia de estructura genera una gestión reactiva del tiempo, basada en la urgencia de las fechas de entrega y no en una estrategia preventiva. Como consecuencia, se pierde la posibilidad de distribuir el esfuerzo de forma equilibrada, lo que impacta directamente en la calidad del estudio y el bienestar general.



Para complementar este diagnóstico, existe una relación negativa significativa entre el nivel de organización y el nivel de estrés como se muestra en el gráfico 2. Estudiantes con habilidades organizativas desarrolladas reportan menores niveles de sobrecarga y mejor desempeño, mientras que quienes no planifican su semestre muestran altos niveles de tensión, especialmente en las últimas semanas. Esto confirma que el problema no es solo el volumen de actividades, sino la forma en que se gestionan a lo largo del tiempo.

En respuesta a estos hallazgos, se propone el desarrollo de una solución tecnológica (Figura 1) que consiste en un calendario inteligente, diseñado para mejorar la planificación académica desde el inicio del semestre. Esta herramienta permitirá al estudiante ingresar su programa de asignatura y todas sus fechas clave (pruebas, entregas, actividades) y, en base a esta información, el sistema generará un calendario personalizado con sesiones de estudio distribuidas estratégicamente, con el objetivo de lograr una curva de aprendizaje lineal, teniendo armonía con sus distintas asignaturas.

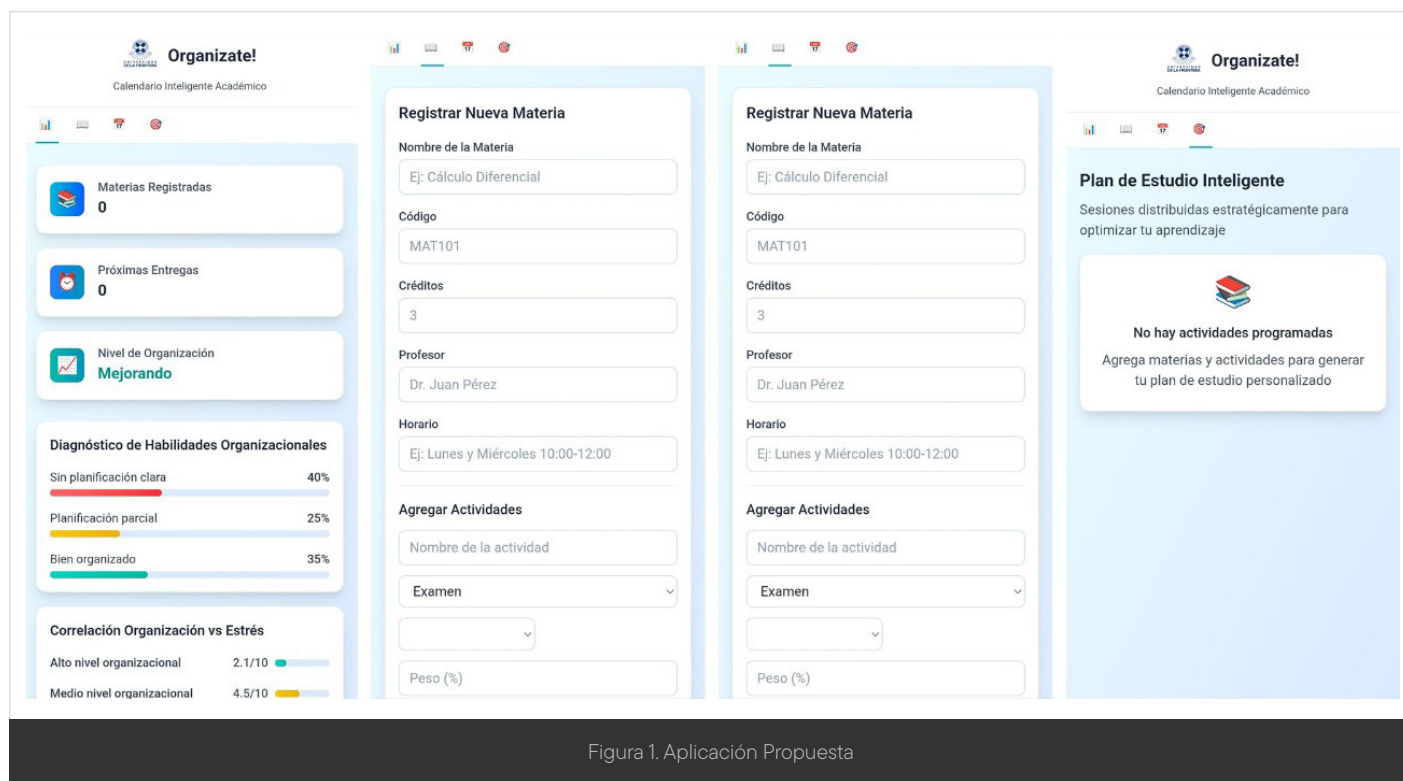


Figura 1. Aplicación Propuesta

Para esta propuesta se adoptó un enfoque de diseño centrado en el usuario, tomando como referencia principal al estudiante de la Universidad de La Frontera, dado el contexto en que surge el diagnóstico. Sin embargo, la solución no se restringe exclusivamente a este perfil, ya que su diseño es adaptable a diferentes instituciones y realidades académicas. A medida que avance el desarrollo y se incorpore retroalimentación de los usuarios, será posible generalizar y optimizar la herramienta para una aplicación más amplia.

Para lograrlo, la aplicación incorporará la técnica Pomodoro como estrategia principal de estudio. Esta metodología, basada en intervalos de concentración de 25 minutos seguidos de breves pausas, ha demostrado ser efectiva para mejorar la productividad y reducir la fatiga mental. Su simplicidad permite que el estudiante la aplique de manera autónoma, sin requerir apoyo directo de un profesional. Además, la integración con Google Calendar facilitará la programación automática de estos intervalos y el envío de notificaciones, reforzando la continuidad del hábito y favoreciendo la autogestión académica.

El síndrome de desgaste académico constituye una problemática creciente en la educación superior, cuya raíz no siempre se encuentra en la magnitud de la carga académica, sino en la forma en que los estudiantes gestionan su tiempo y sus recursos personales. Los resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de la Universidad de La Frontera evidencian una carencia

significativa de planificación académica, lo que conduce a una acumulación de actividades y a un aumento del estrés hacia el final del semestre.

Ante este escenario, la propuesta de un calendario inteligente basado en la técnica Pomodoro representa una alternativa viable para fomentar la autogestión, equilibrar la distribución del esfuerzo y reducir la sobrecarga emocional. Su integración con herramientas digitales de uso cotidiano, como Google Calendar, favorece la adopción práctica y sostenida de mejores hábitos de estudio.

Si bien el diseño inicial se centró en el perfil del estudiante de la UFRO, la adaptabilidad de la solución permite proyectar su aplicabilidad a distintos contextos educativos. De esta manera, no solo se busca responder a una necesidad puntual, sino también abrir el camino a nuevas estrategias tecnológicas orientadas al bienestar estudiantil.

En definitiva, revitalizar la mente implica reconocer que el aprendizaje sostenible requiere tanto de recursos académicos como de herramientas que apoyen la organización y la salud mental. La propuesta aquí presentada constituye un primer paso hacia el desarrollo de soluciones tecnológicas con impacto real en la vida universitaria y con potencial de expansión a otros niveles del sistema educativo.

INTEGRANDO CALIDAD Y COMPROMISO: HACIA UNA GESTIÓN INTEGRAL CON ENFOQUE EN LA CALIDAD Y LA RESPONSABILIDAD SOCIAL

Integrar la calidad en la gestión de organismos que prestan servicios a la comunidad permite asegurar procesos eficientes, servicios confiables y mejoras continuas. Esto fortalece la confianza ciudadana y promueve la transparencia. Al enfocarse en la responsabilidad social, se garantiza que las decisiones consideren el bienestar social, ético y ambiental, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la equidad en el acceso a los servicios.

Mg. Leonardo Lleuful Cruz
leonardo.lleuful@ufrontera.cl
Departamento de Ingeniería de Obras Civiles

Dr. Jaime Bustos Gómez
jaime.bustos@ufrontera.cl
Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas

Desarrollar una gestión de calidad en los organismos que prestan servicios a la comunidad en Chile, con foco en la responsabilidad social, permite mejorar la eficiencia institucional, la transparencia y la satisfacción ciudadana. Esta integración impulsa prácticas centradas en el bienestar de las personas, el respeto al medioambiente y la equidad social. A través de sistemas de gestión de calidad, se estandarizan procesos, se monitorean resultados y se promueve la mejora continua. Al incorporar la responsabilidad social, los organismos no solo cumplen con sus funciones, sino que también generan impactos positivos en las comunidades, fomentando la participación, la inclusión y la sostenibilidad, pilares clave para una gobernanza ética y moderna.

La integración de los sistemas de gestión de la calidad en las unidades y/o organismos que prestan servicios a la comunidad permite desarrollar procesos de una manera más consciente, oportuna, controlada y respetuosa de las diferentes necesidades de cada grupo social.

En el presente artículo se presentarán ejemplos de creación de diseños de sistemas de gestión de calidad, diseño de control documental, desarrollo de guías de orientación y desarrollo de un marco metodológico para la evaluación de procesos e indicadores de gestión en distintos servicios.

1. “Diseño de un sistema de gestión de la calidad para la Unidad Archivo General de Asuntos Indígenas (AGAI) de la Corporación Nacional de Desarrollo Indígena, basado en la Norma ISO 9001:2015” (Cayupi Vanessa, 2024).

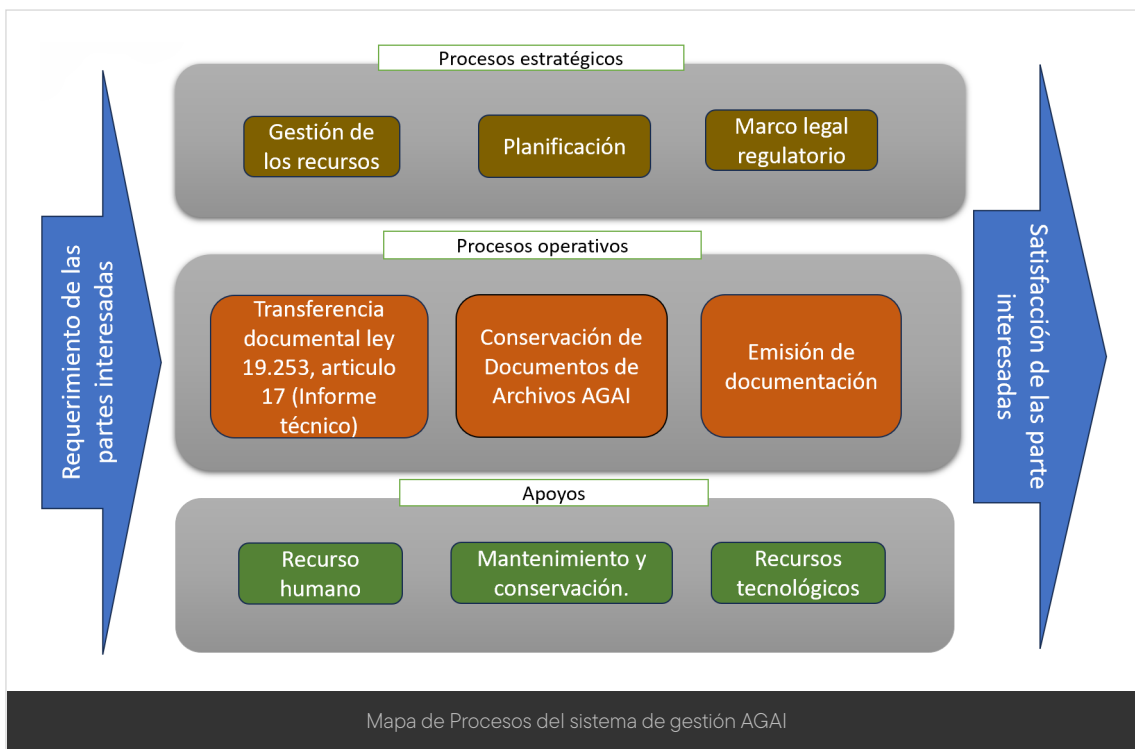
En la actualidad, a nivel mundial se han generado diversos movimientos sociales orientados a la protección y restitución de los derechos de los pueblos indígenas. En respuesta a estas demandas, países tales como Estados Unidos, Canadá, Nueva Zelanda, México, Suecia, entre otros, se han visto en la necesidad de crear organismos del estado destinados a gestionar acciones orientadas a proteger la identidad, recuperación, conservación y conocimientos culturales tradicionales, así también a dar cumplimiento a normativas legales internas de cada país y tratados internacionales como el Convenio N° 169, convocada en Ginebra por el Consejo Internacional del Trabajo el año 1989 (Santander, 2019).



En este contexto, las bibliotecas y los centros de documentación presentan un particular interés para la recuperación, conservación, difusión y revitalización de información. En el caso de Chile se encuentra la Unidad de Archivo General de Asuntos Indígenas (AGAI) de la CONADI, la cual tiene como objetivo principal gestionar el resguardo de información documental de propiedad indígena y de gran valor histórico (CONADI, 2018). Es por esto que la alta dirección de la organización, levanta el requerimiento de elaborar una propuesta

de implementación de un sistema de gestión de la calidad basada en la norma ISO 9001:2015, la cual es una norma internacional que establece los requisitos para un sistema de gestión ayudando a las organizaciones a mejorar sus procesos y satisfacer las necesidades de sus clientes. Se basa en principios como el enfoque al cliente, la mejora continua y la gestión por procesos.

Es importante mencionar que la posibilidad de pérdida o deterioro de esta documentación como, por ejemplo, títulos de dominio, planos de comunidades, entre otros, podría generar un conflicto sin precedente, debido a la tensión que existe hoy en día entre las comunidades y el Estado de Chile.



2. “Propuesta de lineamientos para el diseño de una guía de calidad asistencial para el sector salud en Chile” (Llancao Diego, 2025).

La ausencia de Guías Clínicas actualizadas y basadas en evidencia científica, en Chile, afecta la variabilidad de la calidad de atención en el sistema sanitario, lo que se puede relacionar

con el incremento del riesgo de eventos adversos, desigualdades en las prestaciones otorgadas y el aumento en la consecuente brecha de calidad entre los sectores público y privado.

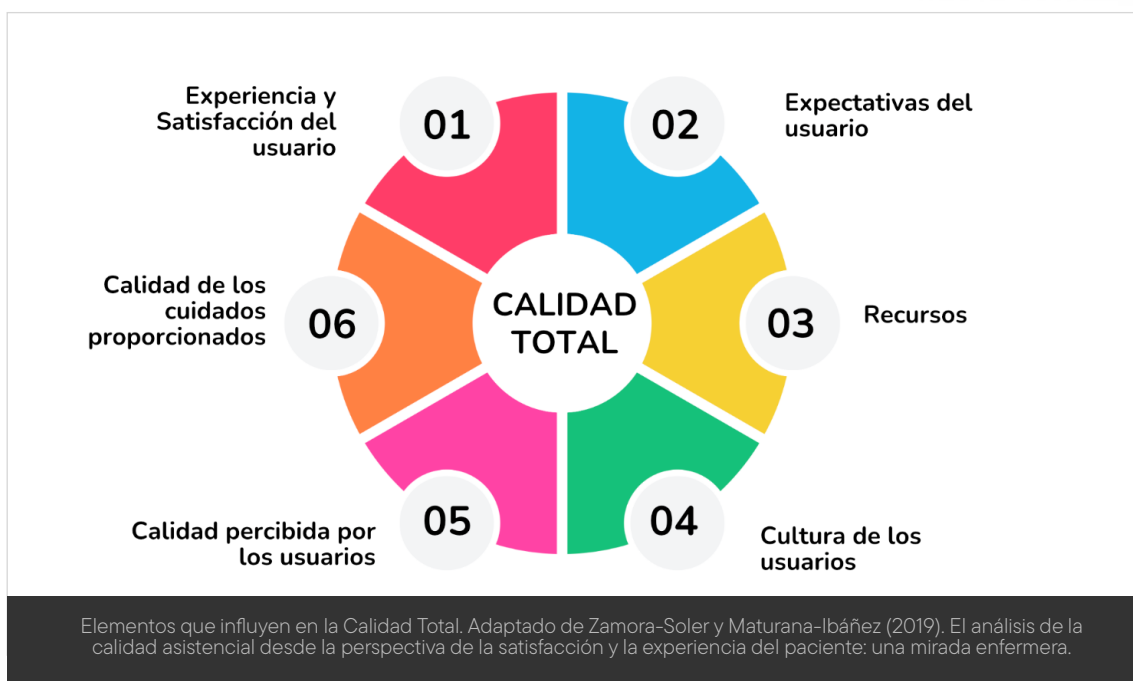
Este estudio proporciona lineamientos teóricos para la estandarización de una definición de calidad asistencial, en el contexto sanitario de Chile, en base a información proveniente de diferentes realidades, a saber, organismos internacionales no gubernamentales y gubernamentales, así como orientaciones de herramientas prácticas de gestión de calidad.





Por lo tanto, el propósito de los lineamientos para la confección de una guía de atención en salud se entiende como una actividad que busca el restablecimiento de la salud, así como la reintegración del paciente a su vida diaria y a su comunidad (Ministerio de Salud, Chile, 2013); sin embargo, puede ser incluso

perjudicial para los usuarios, cuando su organización no cumple con criterios mínimos de calidad, incrementando los daños a pacientes e incluso impactando en la mortalidad (Slawomirski et al, 2017), lo que incide negativamente en los costos asociados tanto por parte del usuario como a nivel de salud pública (Kruk et al., 2018)



Integrar la calidad en la gestión de los organismos que prestan servicios a la comunidad, con foco en la responsabilidad social, representa una oportunidad clave para fortalecer el impacto positivo del sector público. Organismos como la CONADI y los Servicios de Salud son pilares fundamentales en la atención de derechos, el desarrollo territorial y la garantía del bienestar de la población, especialmente en comunidades históricamente postergadas. Al implementar sistemas de gestión de calidad, estas instituciones no solo mejoran sus procesos internos y niveles de eficiencia, sino que también aseguran una mayor transparencia, trazabilidad y orientación a resultados. Esto permite entregar servicios más pertinentes, inclusivos y accesibles.

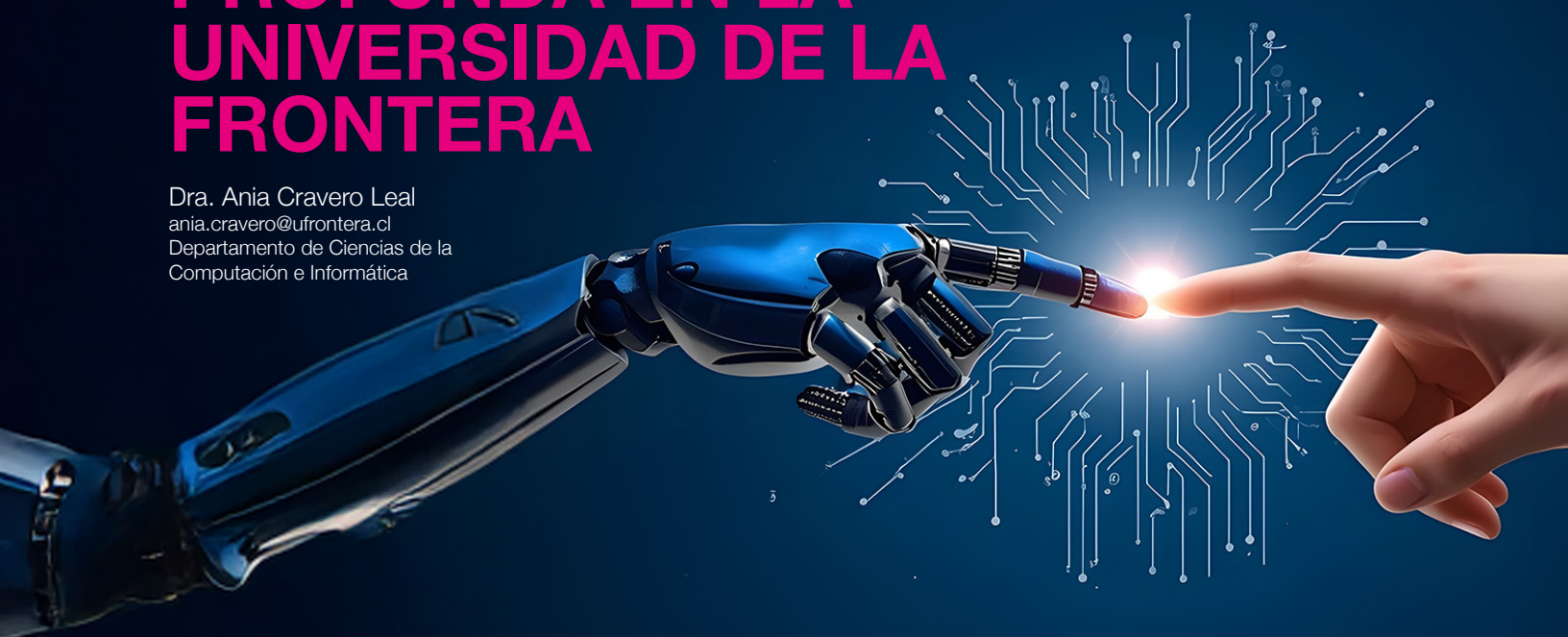
La incorporación del enfoque de responsabilidad social agrega una dimensión ética y participativa al quehacer institucional, comprometiendo a los organismos no solo con los resultados, sino también con el respeto a las personas, culturas y el medio ambiente. En el caso de CONADI, se fortalece la pertinencia cultural, la autodeterminación y el diálogo con los pueblos indígenas; en los Servicios de Salud, se mejora la equidad, la atención oportuna y el trato digno.

En conjunto, esta integración impulsa una gestión pública moderna, cercana y comprometida con el desarrollo sostenible y con la dignidad de todas las personas.

CAPACITACIÓN EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UNA TRANSFORMACIÓN SILENCIOSA PERO PROFUNDA EN LA UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA

Dra. Ania Cravero Leal
ania.cravero@ufrontera.cl
Departamento de Ciencias de la
Computación e Informática

Profesores, funcionarios y estudiantes se han sumado a un proceso formativo que busca integrar el uso consciente y estratégico de la inteligencia artificial en la vida académica y administrativa de la Universidad de La Frontera (UFRO).



Durante los últimos años, las herramientas de inteligencia artificial (IA) disponibles en la web han comenzado a transformar de manera significativa la vida universitaria. Su impacto se percibe en distintos niveles: en el trabajo académico, en las labores administrativas y en la forma en que los estudiantes enfrentan sus procesos de aprendizaje. Este cambio, aunque reciente, ha sido rápido y ha planteado nuevos desafíos y oportunidades para la comunidad universitaria.

En este contexto, la Universidad de La Frontera ha sido testigo de un proceso de adaptación progresivo. Profesores, funcionarios y estudiantes han incorporado estas herramientas en sus tareas diarias, generando nuevas dinámicas de trabajo y aprendizaje. No se trata sólo de usar tecnología avanzada, sino de comprender cómo esta modifica rutinas, roles y formas de producir conocimiento.

Una de las unidades que ha tenido un papel protagonista en este proceso es el Departamento de Ciencias de la Computación e Informática. A través de actividades formativas, este equipo ha promovido el uso consciente y estratégico de la inteligencia artificial. Una de sus principales iniciativas han sido las Jornadas de Herramientas de IA para la Investigación, realizadas en seis ocasiones, y que han convocado a más de 500 académicos de distintas facultades y áreas del conocimiento. La imagen 1 muestra a parte del equipo académico que participó en la primera edición de estas jornadas, realizadas en el DCI. En la imagen 2, se observa al Dr. Julio Fenner guiando a académicos e investigadores en el uso avanzado de asistentes virtuales basados en inteligencia artificial.

Las temáticas abordadas en estas jornadas han sido diversas. Algunas de las charlas más destacadas han incluido: “Herramientas de IA para la Búsqueda de Información Científica”, “Herramientas para potenciar la Investigación” y “Herramientas de IA para apoyar la redacción de artículos científicos y proyectos”. Estas actividades no sólo ofrecen formación, sino que también generan espacios de diálogo y colaboración entre distintas disciplinas.



Jornadas IA3

El aporte del Departamento de Ciencias de la Computación e Informática no se limita a lo teórico. Algunos de sus académicos han compartido su experiencia práctica como usuarios de estas herramientas y como expertos en su configuración avanzada. Esto ha permitido explorar soluciones personalizadas dentro de la universidad, utilizando modelos de inteligencia artificial generativa en entornos controlados. Entre quienes han liderado estas acciones se encuentran el Dr. Julio Fenner, el Dr. Samuel Sepúlveda, la Dra. Ania Cravero y los magísteres Oscar Ancán, Juan Lagos, Felipe Vásquez y Francisco Escobar.

Además, se han desarrollado cursos y talleres orientados a mejorar los procesos administrativos y de enseñanza. Ejemplos de esto son el “Curso de Herramientas de IA para la Administración” y el “Curso de Herramientas de IA para la Docencia”. Estas actividades han sido adaptadas a las necesidades específicas de unidades como la Dirección de Tecnologías de la Formación y el Aprendizaje y el Instituto de Informática Educativa. En total, más de 300 personas han sido capacitadas en estos espacios.

Las herramientas utilizadas en estas actividades incluyen ChatGPT, Perplexity, Napkin, Consensus, Genspark, y Gemini, entre otras. Cada una de ellas ofrece distintas funcionalidades, como la generación automática de textos, la búsqueda inteligente de información o el resumen de documentos complejos. La selección de herramientas se realiza considerando siempre su aplicabilidad práctica dentro del contexto universitario.

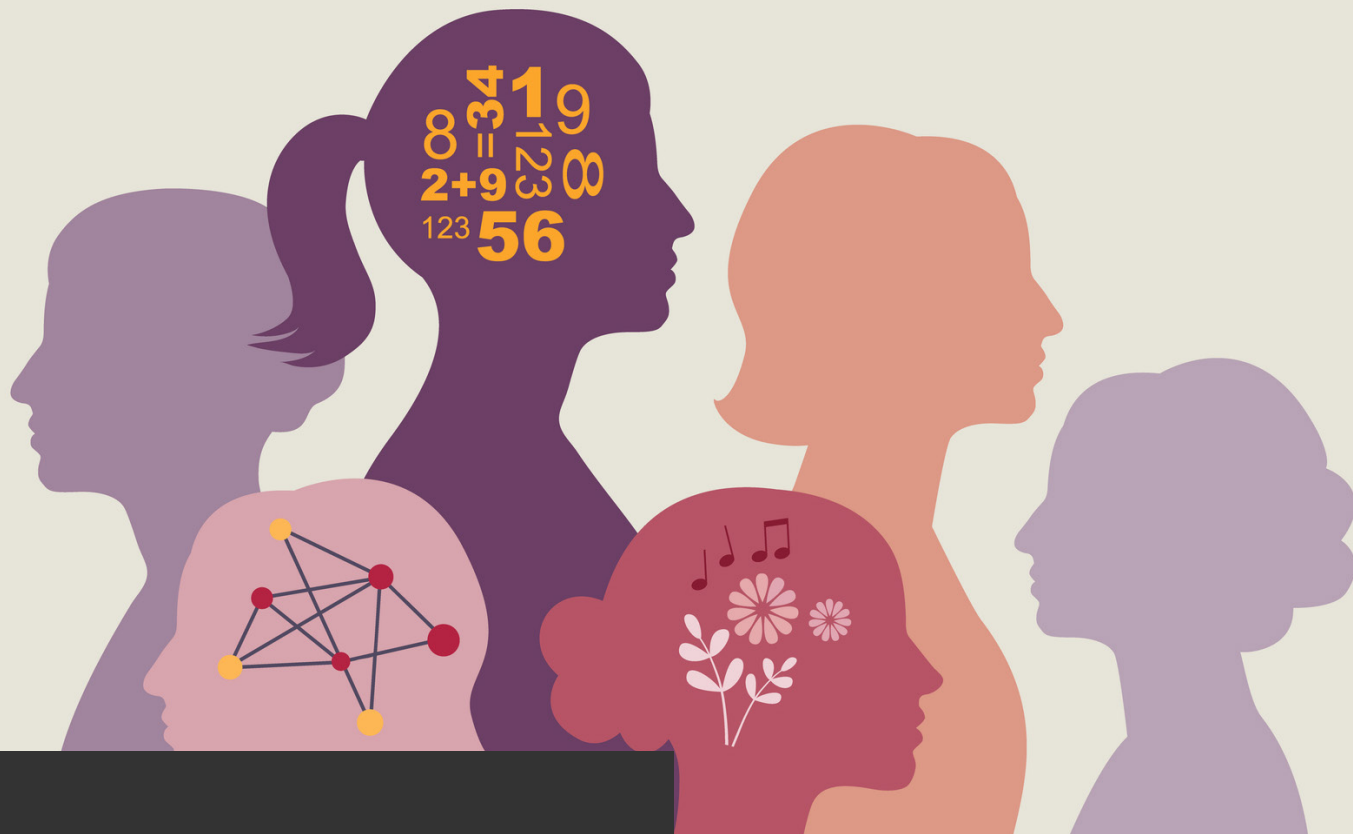
Junto con el aprendizaje técnico, las actividades formativas incorporan de manera explícita contenidos relacionados con la ética en el uso de la inteligencia artificial, la responsabilidad social y la protección de la privacidad de los datos. Estos aspectos se abordan tanto desde una perspectiva reflexiva como desde la normativa vigente, promoviendo un uso informado y responsable de estas tecnologías en el entorno universitario.

La incorporación de la inteligencia artificial en el ámbito universitario no es una tendencia aislada. Diversas universidades chilenas han desarrollado programas de formación dirigidos a docentes, estudiantes y profesionales, fortaleciendo así un ecosistema nacional de alfabetización digital en IA. Algunas de estas iniciativas incluyen el taller “IA para el Aula” del CIAE en la Universidad de Chile, el ciclo “Explorando la IA en la Enseñanza Universitaria” de la USACH, el curso “IA Generativa para el Día a Día” en la Universidad de Concepción y diplomados especializados en la PUC, UTFSM y la UAI. Estas actividades abordan desde fundamentos técnicos hasta reflexiones éticas y culturales, con modalidades presenciales y virtuales, y con un importante énfasis en el uso práctico de herramientas como ChatGPT, Copilot y otras tecnologías emergentes.

A pesar del entusiasmo que despiertan estas tecnologías, también surgen preguntas legítimas sobre su uso responsable, la necesidad de capacitación constante y los límites éticos que deben considerarse. En ese sentido, la universidad ha manifestado un interés claro en seguir avanzando con cautela, pero con determinación.

Este proceso no ha concluido. Las iniciativas de formación y exploración seguirán desarrollándose en los próximos meses. Lo aprendido hasta ahora sugiere que la inteligencia artificial no sustituye la labor humana, pero sí puede convertirse en una aliada poderosa si se utiliza con criterio, reflexión y sentido estratégico.

Este artículo ha sido redactado con apoyo de la herramienta IA ChatGPT.



LA DOBLE INVISIBILIDAD DE LA MUJER AUTISTA: UNA HISTORIA SILENCIADA DESDE EL ORIGEN

En 1925, la psiquiatra Grunya Sukhareva describió el autismo, pero su aporte fue reconocido muchas décadas después. Ese reconocimiento tardío refleja una invisibilización que aún persiste: muchas mujeres reciben diagnósticos tardíos, viviendo las consecuencias de aquello. Una joven universitaria lo resume con fuerza: “Mi vida cambió al comprenderme; no soy un error, solo distinta”.

Dr. César San Martín Salas
Coordinador Programa de Inclusión Académica (PIA FICA)
cesar.sanmartin@ufrontera.cl

El “descubrimiento” del autismo se le atribuye a Leo Kanner, un psiquiatra estadounidense, quien en 1943 describió por primera vez un grupo de niños con un “aislamiento autista temprano”. Prácticamente al mismo tiempo (aunque menos citado), Hans Asperger también identificó un patrón similar en niños con habilidades verbales más altas, lo que luego se conoció como el síndrome de Asperger. Eso dice la historia o los registros que existen. Incluso al consultar a la inteligencia artificial (IA) por el descubrimiento o primeros estudios en autismo, entrega esos dos nombres como resultado.



Sin embargo, casi dos décadas antes, en 1925, fue una mujer, la psiquiatra soviética Grunya Efimovna Sukhareva, quien publicó una detallada descripción clínica de niños con lo que hoy entenderíamos como un cuadro dentro del espectro autista. Su artículo, escrito con una precisión sorprendente para la época, identificó características como el pensamiento lógico rígido, las dificultades para la interacción social y el apego a rutinas. Incluso utilizó el término “autista” antes que Kanner. A pesar de ello, su contribución fue ignorada durante

décadas. Su artículo fue publicado inicialmente en ruso y no se tradujo al inglés sino hasta 1996. Su nombre rara vez apareció en los libros de texto o artículos de divulgación. Una invisibilización que, al ser mujer y científica en un campo dominado por hombres, no parece casual.



Así luce el camuflaje social: el arte aprendido de ocultar la autenticidad para sobrevivir en un mundo que premia la apariencia.



El autismo en mujeres ilumina nuevos matices e invita a otras a brillar.

La omisión del trabajo de Sukhareva no es solo una injusticia histórica, sino también un síntoma del sesgo de género que ha marcado los estudios sobre el autismo desde sus orígenes. Durante décadas, el modelo diagnóstico del autismo se construyó a partir de observaciones realizadas sobre niños y hombres. Al ser ellos los que primero accedieron al sistema médico o educativo, y al ser mayoritariamente hombres quienes analizaron los casos, la expresión masculina del autismo se convirtió en el patrón “oficial”. Esto ha tenido consecuencias graves: las niñas y mujeres con autismo han sido sistemáticamente subdiagnosticadas, malinterpretadas o ignoradas, porque si el modelo clínico está basado en cómo se manifiesta el autismo en varones, entonces no sabremos reconocerlo en quienes lo viven de forma diferente.

Diagnóstico tardío y camuflaje social

Muchas mujeres autistas reciben su diagnóstico recién en la adultez, tras años de vivir con explicaciones incompletas o erróneas sobre sus diferencias. Una de las razones es que desarrollan, consciente o inconscientemente, estrategias de camuflaje social para encajar y evitar el estigma. Entre las más frecuentes se encuentran el enmascaramiento (masking en inglés) la imitación social, la elaboración de guiones conversacionales y la supresión de conductas repetitivas (stimming en inglés) para no llamar la atención.

Aunque estas estrategias pueden facilitar temporalmente la integración social, tienen consecuencias importantes: desgaste emocional crónico, ansiedad, depresión, agotamiento extremo o (burnout en inglés), pérdida de identidad y retraso en el acceso a apoyos y ajustes razonables.

Testimonio de un diagnóstico tardío

A continuación, dejamos un testimonio de una estudiante de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad de La Frontera, año de ingreso 2020, quien ha tenido un diagnóstico tardío recién en el año 2023:

“Al no entender mi forma de ser, sufrí mucho en los estudios. Me sentía incapaz e incluso llegué a intentar suicidarme a los 20 años. En la escuela, me insultaban, me decían que era rara, amargada, aburrida, pesada. Mi paso por la escuela fue una experiencia muy negativa, de la que recuerdo muy poco y, en su mayoría, de manera dolorosa. Siempre recurrí al balanceo como una técnica de autorregulación, aunque no sabía que lo hacía por ese motivo. También solía imitar a mis compañeras, copiando su comportamiento, porque pensaba que eso era lo que se esperaba de mí, aunque muchas veces implicaba hacer cosas que no quería, como tolerar ruidos molestos o tener relaciones de pareja sin desearlo. Además, siempre me preparaba mentalmente para situaciones sociales, practicando lo que debía decir antes de interactuar, ya sea para comprar en una tienda, pedir la hora o hacer trámites, lo cual me resultaba muy agotador.”



Al conocer el diagnóstico de autismo, mi vida cambió por completo. Para mí, fue un alivio, ya que finalmente pude comprender muchas situaciones que siempre me habían generado conflictos. Fue encontrar un sentido a experiencias que no lograba explicar. Comencé a entenderme mejor, a establecer límites saludables y a reconocer que no era un problema. Comencé a tener mejores resultados en la universidad y recibí terapia psiquiátrica adecuada. Establecí límites claros y saludables, lo que me permitió evitar forzarme a hacer cosas que no puedo. Ahora realizo actividades utilizando las herramientas adecuadas para mis necesidades. Mi autoestima mejoró, ya que entendí muchos aspectos de mí misma y tengo un mejor manejo y control de mis emociones. La vida dejó de sentirse como una lucha constante por sobrevivir.

En parte, creo que todos a mi alrededor sabían que yo era 'autista', ya que siempre fui muy distinta a otros niños. Al recibir el diagnóstico, reaccionaron de manera tranquila, sin escándalos, pero me parece que les costó aceptar completamente mis diferencias neurodivergentes. Esto se debió en parte a los estigmas y estereotipos que tienen sobre el autismo, por lo que no terminaban de creerme. Con el tiempo, han ido comprendiendo mejor la situación y, de alguna manera, incluso se han identificado con algunas de las características que el diagnóstico reveló”.

La persona que deja testimonio concluye: “Como comentario personal, me gustaría decir que las personas autistas alcanzamos los mismos objetivos que cualquier otra persona, aunque lo hagamos de manera diferente. Tal vez nuestro camino sea más largo o, en algunos casos, más corto, pero al final, llegamos al mismo destino”.

Todo esto nos recuerda que la ciencia y los datos no son neutrales y que se construyen desde miradas que incluyen y excluyen, con un sesgo marcado por desconocimiento, ignorancia, falta de interés, baja credibilidad o porque no ostenta un título que demuestre su calidad de experto.

La doble invisibilidad de ser mujer y ser autista sigue afectando vidas, no solo en el acceso a un diagnóstico temprano, sino también en la posibilidad de recibir apoyos adecuados y vivir con autenticidad. Romper este patrón requiere reconocer los sesgos históricos, ampliar los modelos de evaluación y escuchar las voces de las mujeres autistas para que exista equidad. No es lo mismo contar con apoyos y ajustes desde la infancia, como en el caso de los hombres, y reconocer estas diferencias hace que el autismo considere la perspectiva de género.

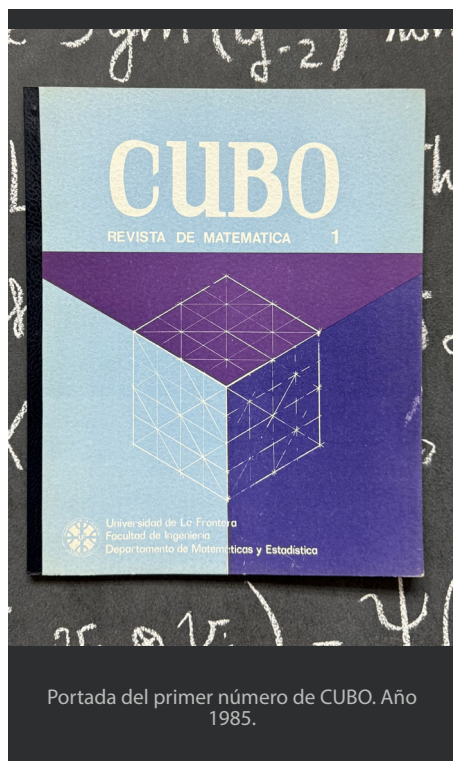


CUBO, A MATHEMATICAL JOURNAL: 40 AÑOS DE MATEMÁTICA

Desde 1985, en sus distintas fases de desarrollo, la revista CUBO del Departamento de Matemática y Estadística de la Universidad de La Frontera ha contribuido de manera sostenida a la transmisión de la investigación matemática. Hoy, la revista consolida su presencia internacional desde Latinoamérica, manteniendo estándares editoriales y éticos acordes con la disciplina.

Ing. Ignacio Castillo Bello
ignacio.castillo@ufrontera.cl
Departamento de Matemática y Estadística

Dr. Mauricio Godoy Molina
mauricio.godoy@ufrontera.cl
Departamento de Matemática y Estadística



Portada del primer número de CUBO. Año 1985.



Portada del número especial en español por el aniversario 40 de CUBO. Septiembre de 2025.



Primera página del artículo disponible en el enlace <https://cubo.ufo.cl/index.php/cubo/article/view/2594>

En 2025, CUBO, A Mathematical Journal conmemora cuarenta años desde la publicación de su primer número. Editada por el Departamento de Matemática y Estadística de la Universidad de La Frontera, desde sus orígenes la revista ha sido parte activa del desarrollo y difusión de la investigación matemática original en Chile.

A lo largo de estas cuatro décadas, CUBO ha transitado por distintas etapas editoriales que explican su estado actual. Este arduo trabajo por parte de diferentes equipos editoriales y gracias al apoyo de un sinnúmero de personas, han permitido que la revista concentre sus esfuerzos en consolidarse como una de las líderes de la edición de matemática original en Latinoamérica. Esta evolución ha sido clave para fortalecer su presencia entre las revistas especializadas del área.

Desde su creación en 1985, la revista orientó sus primeros volúmenes a la publicación de trabajos en español enfocados en presentar resultados recientes de matemática, promoviendo la participación de estudiantes, investigadoras e investigadores nacionales. Entre 1999 y 2003, CUBO decidió expandir su alcance a Latinoamérica, centrando su foco en matemática educacional. A partir de 2004, la revista inició un proceso sostenido de internacionalización y consolidó una línea editorial dedicada a la investigación matemática original.

En este proceso de crecimiento, fue estratégicamente crucial para CUBO formar parte de colecciones internacionales de revistas científicas de calidad académica altamente reconocida. Esto, con el objetivo de aumentar de manera importante su visibilidad en la ciencia mundial. Un paso decisivo para CUBO fue incorporarse a la colección SciELO-Chile en 2011, gracias a lo cual todos los volúmenes de la revista se encuentran



Equipo editorial de CUBO: Mauricio Godoy Molina (editor ejecutivo), Rubí E. Rodríguez (editora en jefe) e Ignacio Castillo Bello (editor de producción).

indizados en dicha plataforma desde 2010. La biblioteca electrónica SciELO es una de las redes internacionales de revistas científicas de acceso abierto más importante del mundo, que se encuentra funcionando actualmente en dieciséis países (entre otros, Brasil, Chile, México, Sudáfrica, Portugal y España). En el caso de SciELO-Chile, esta depende de la subdirección de Redes, Estrategia y Conocimiento de ANID.

Además de lo anterior, parte importante de sus ediciones históricas y toda la colección vigente se encuentran disponibles en las bases de datos más relevantes de la disciplina, como MathSciNet y zbMATH, mantenidas por las Sociedades Americana y Europea de Matemática, respectivamente.

Tras un breve período de inestabilidad en 2016, la revista ha mantenido una estricta periodicidad y ha incrementado sus estándares de rigor matemático y ética editorial. Este compromiso con la ciencia de calidad y con el buen comportamiento como revista ha redundado que la revista CUBO sea parte de la colección principal de Scopus y de la colección emergente de Web of Science (ESCI) desde el año 2020, que son las dos bases de datos de mayor relevancia en la ciencia mundial. Esta incorporación ha tenido consecuencias bastante notables, por ejemplo, hemos editado investigación original en áreas diversas que tienen un impacto que va más allá de lo puramente disciplinar.

Un caso interesante de lo anterior es el artículo “Tan-G class of trigonometric distributions and its applications” publicado en el vol. 23, no. 1, 2021 (ver <https://cubo.ufro.cl/index.php/cubo/article/view/2594>), donde se introduce una nueva familia de distribuciones estadísticas con ciertas propiedades deseables. Este artículo, además de que ha sido citado en múltiples ocasiones en revistas interdisciplinarias (tales como Complexity, International Journal of Modelling and Simulation y Stochastic Environmental Research and Risk Assessment), contiene resultados que han sido aplicados al estudio del contagio del COVID-19, la ingeniería de confiabilidad, al modelamiento médico, las energías renovables, la simulación de datos de compañías aseguradoras y el análisis de datos relacionado a podcasts.

Además de lo anterior, CUBO es reconocida en la colección de SciELO-Chile por mantenerse operando todos estos años bajo un modelo de acceso abierto diamante, es decir, no existen pagos asociados ni a acceder a la investigación publicada en CUBO ni a ser publicados en nuestra revista. En particular, el equipo editorial de la revista fue parte activa del proyecto InES Ciencia Abierta de la Universidad de La Frontera, concluido en 2024, además de que su editor ejecutivo ha sido elegido como miembro del Consejo Consultivo de SciELO-Chile en dos ocasiones.

A nivel internacional, la publicación de investigación original en matemática presenta particularidades respecto de otras disciplinas científicas. Entre ellas, se destacan plazos editoriales más extensos que, en revistas de reconocido prestigio, suelen superar fácilmente los doce meses desde la recepción hasta la publicación; un número reducido de autores por artículo, con frecuencia no superior a tres; y el uso frecuente del orden alfabético en la autoría, entre otros. Estas peculiaridades han sido reconocidas en documentos oficiales emitidos por la Sociedad Americana de Matemática, y resulta fundamental que se consideren en la elaboración de políticas científicas.

Para las y los matemáticos, el respeto a estas diferencias culturales es esencial, pues durante décadas hemos priorizado el rigor y la calidad por sobre la adopción de criterios externos que afectan el desarrollo de investigación de alto nivel.

La revista CUBO cuenta con un amplio margen para seguir creciendo de manera éticamente responsable, manteniendo una gestión editorial íntegra y un compromiso inquebrantable con la excelencia científica. En un entorno donde cada vez son más las editoriales que optan por modelos de negocio basados en pagos por publicación rápida, con estándares de calidad cuestionables e indicadores poco representativos de la dinámica propia de la disciplina, las revistas científicas respaldadas por universidades o editoriales consolidadas se mantienen como referentes de la creación de conocimiento del más alto nivel.

Si bien la competencia a nivel internacional es enorme, el equipo editorial de CUBO confía en seguir fortaleciendo una trayectoria estable que la mantenga como una opción reconocida para la publicación de investigación matemática internacional, comprometida con altos estándares éticos, acceso abierto y la edición de matemática original de calidad.



Dra. Ana María Lennon

VOCES Y MIRADAS QUE INSPIRAN

Con la convicción que tanto la ciencia como el arte son dos formas poderosas de interpretar el mundo, de inspirar a las personas, de visibilizar lo invisible, de generar emociones e identidad, las universidades asumen el desafío de integrar estas dos dimensiones en la formación de profesionales y ciudadanos y de vincularse con la comunidad. Es por esto que toda actividad que acerque la ciencia y el arte a la comunidad refuerza valores, estimula la reflexión, el reconocimiento y la participación.

Mg. Gabriela Peñailillo Vera

Departamento de Matemática y Estadística
gabriela.penailillo@ufrontera.cl

El Mes de la Ciencia y el Arte, actividad realizada en nuestra universidad, tuvo como propósito visibilizar y celebrar el aporte de mujeres en estos ámbitos. La programación incluyó la participación de dos destacadas científicas chilenas de reconocimiento internacional y un homenaje al arte nacional a través de la figura de Violeta Parra.

Junto a estas actividades, se presentaron exposiciones artísticas que incluyeron bordados de rostros de mujeres científicas, fotografía científica y la recreación del reino fungi, a través del tejido a crochet. Estas iniciativas difundieron el rol de las mujeres en la ciencia y el arte, inspirando a niñas, niños y jóvenes, y fortalecieron la alianza universidad-comunidad.

El Mes de la Ciencia y el Arte 2024, impulsado por el Centro de Excelencia Geometría en la Frontera, del Departamento de Matemática y Estadística de la Universidad de La Frontera, y que contó con el patrocinio de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado, el proyecto InES de Género, el Centro Interdisciplinario de Investigación y Creación Artística de la Universidad, y con el valioso apoyo de las Facultades de Ciencias Jurídicas y Empresariales (FCJE) y de Ciencias Agropecuarias y Medioambiente, más la Dirección de Bibliotecas, acercó la ciencia y el arte a la comunidad universitaria, ciudadana y regional, visibilizando el aporte de mujeres chilenas en estos ámbitos.

El Mes de la Ciencia y el Arte tuvo un impacto significativo al contar con la participación de dos destacadas científicas chilenas: la reconocida bióloga e inmunóloga Ana María Lennon, directora del Centro del Cáncer e Inmunología del Instituto Curie en Francia, y la astrónoma y escritora Teresa Paneque, ampliamente valorada y reconocida por su labor en divulgación científica. Ambas ofrecieron, tanto en la universidad como en otros lugares de la ciudad, encuentros abiertos con el público, a través de charlas magistrales, conversatorios y entrevistas, generando instancias de diálogo e inspiración.

También se rindió homenaje a la gran Violeta Parra, cuyo legado fue celebrado gracias al rol protagónico del Museo Violeta Parra, que facilitó fotografías inéditas para su exhibición en la universidad.

Esta celebración se vio enriquecida con instalaciones participativas, entre las que destacó el bordado de un vestido en su honor, realizado por el público que visitaba la exposición y un material educativo, proporcionado por el museo, que permitió transmitir, sobre todo a niñas y niños que visitaron la exposición, el profundo valor cultural y artístico de su obra.

Durante cuatro semanas, el arte acompañó el homenaje y celebración de estas grandes mujeres, dando vida a una programación diversa y significativa:



Reino Fungi

1. FOTCIENCIA en la UFRO.

Con la firme convicción que el poder de las imágenes transmite conceptos complejos de manera accesible y atractiva y que la colaboración con organizaciones internacionales enaltecería cualquier actividad de vinculación, el Mes de la Ciencia y el Arte trae a la universidad la muestra fotográfica internacional FOTCIENCIA, posible gracias a un acuerdo de colaboración entre el Consejo Superior de la Agencia Estatal de Investigaciones Científicas Española (CSIC) y la Universidad de La Frontera. FOTCIENCIA es un concurso hispanoamericano de fotografía, organizado anualmente por el CSIC y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), que tiene como objetivo acercar la ciencia y la tecnología a la sociedad mediante impactantes imágenes científicas y microfotografías. Una colección de 49 imágenes, del concurso 2019, fueron exhibidas en el hall de la FCJE. (www.fotciencia.es)

2. Vínculo universidad-comunidad.

En el Mes de la Ciencia y el Arte no podía faltar la participación activa de la comunidad, expresada en las redes colaborativas de mujeres de distintas regiones del país, quienes fueron invitadas a recrear, mediante el tejido a crochet, la diversidad del reino fungi. Esta obra colectiva, rica en colores y saberes tradicionales, dio vida a una instalación que simbolizó la conexión entre ciencia, arte y territorio. El reino fungi, con su red subterránea de micelio, representó simbólicamente y de manera poderosa, las redes de mujeres que, como los hongos, se conectan, cooperan y nutren el entorno. Es por esto que esta obra colectiva fue elegida para acompañar la celebración, por reflejar un modo generoso y no jerárquico de construir conocimiento desde el arte y la ciencia. Esta instalación estuvo acompañada por impactantes fotografías del reino fungi, del destacado fotógrafo chileno Cristián Campos Melo. (@camposmelophoto))

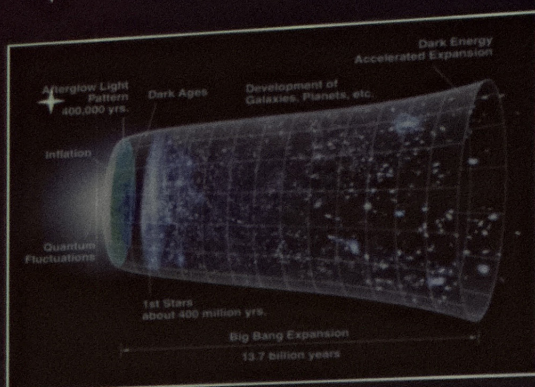
3. Arte y memoria.

Una emotiva muestra de bordados con rostros de destacadas científicas del mundo, confeccionados por bordadoras de la ciudad de Temuco, unió arte y memoria para visibilizar a referentes femeninas de la ciencia a través de una expresión textil cargada de simbolismo e historia.



FOTCIENCIA

★ Cosmología



Evolución Estelar



4. Talleres.

Con el objetivo de fomentar la participación e involucramiento de mujeres de la región en las actividades universitarias, se realizaron talleres de bordado, tejido a crochet y una muestra de teñido de lana. Estas actividades se desarrollaron en los mismos espacios donde se exhibían las muestras, lo que permitió que las participantes recorrieran las exposiciones, generando una experiencia que unió conocimiento, aprendizaje y creación.

Todas estas actividades artísticas ofrecieron una experiencia visual, sensorial, educativa e inspiradora.

En resumen, el mes de la Ciencia y el Arte generó espacios de encuentro, inspiración y aprendizaje colectivo, fortaleciendo el vínculo universidad y entorno social. Se espera que esta experiencia impulse futuras iniciativas interdisciplinarias, con perspectiva de género y compromiso cultural, dirigidas a la comunidad, especialmente niñas, niños, jóvenes y mujeres de la región.

Incentivar, apoyar y realizar estas actividades contribuye al posicionamiento de las universidades, tanto a nivel nacional como internacional, debido a su compromiso con la promoción de la igualdad de género en la ciencia, la valorización y reconocimiento que tiene el arte en la formación de personas con espíritu crítico, fomentando la reflexión, la conexión con las raíces, con la historia y la memoria.

El Mes de la Ciencia y el Arte contó con la curaduría de Mariela Rojas Farías. (mrojasfarias.ubc@gmail.com)



ESTUDIOSO VS. ACADÉMICO: CUANDO EL MERCADO SECUESTRA EL CONOCIMIENTO

Dr. Javier Lorca Espiro
Departamento de Ciencias Físicas
javier.lorca@ufrontera.cl

Se denuncia cómo este sistema prioriza investigación rentable sobre conocimiento fundamental, fomenta ciencia superficial y reproduce desigualdades (especialmente en Latinoamérica). Concluye que, sin recuperar su espíritu crítico, la academia se convertirá en una fábrica de papers vacíos.

Este artículo busca distinguir dos figuras clave en la generación y producción del conocimiento: el “estudioso” y el “académico”¹. Si bien existen superposiciones conceptuales entre ambos, no son lo mismo y su divergencia refleja una crisis profunda en la praxis universitaria actual. Invito al lector a considerar estas líneas como un diagnóstico crítico (y acaso incómodo) de cómo la lógica mercantil ha permeado el quehacer académico contemporáneo. El texto pretende ser un diagnóstico mínimamente transversal, sin perder de vista la realidad local y regional en la cual estamos insertos.


¹En este texto usaremos la forma masculina como género gramatical neutro, con el principal propósito de facilitar la lectura. Lo anterior, sin desmedro del apoyo irrestricto a las políticas de inclusión que ayudan a la necesaria visibilización del problema del lenguaje sexista.



Comencemos por las similitudes obvias. Convengamos que tanto el “estudioso” como el “académico” se dedican al ejercicio y desarrollo del conocimiento, que su hábitat natural es el de las universidades, institutos y centros de investigación y que, de ambos, se espera una generación y/o profundización de los saberes y ciencias. Como criterio de demarcación propongo lo siguiente: mientras el “estudioso” se guía por la curiosidad intelectual y la profundidad, el “académico” contemporáneo (en su versión mercantilizada) opera bajo una lógica de productividad. En otras palabras, el primero se mueve por la incombustible voluntad del espíritu humano, mientras que el segundo por índices y parámetros de eficiencia.

El “académico” vive en un estado permanente de contradicción institucional: es juzgado por excelencia y al mismo tiempo forzado a priorizar la supervivencia por sobre el rigor. Suele empezar como un idealista que ama su campo, pero que se convierte inevitablemente en un gestor de su propia precarización: publica no por pasión, sino porque su contrato lo exige; investiga no lo que le interesa, sino lo que es financiable, etc. Termina desarrollando un cinismo reactivo frente a la omnipresencia de la lógica del mercado. Lo anterior convierte al “académico” en víctima y partícipe silencioso de procesos que son contraproducentes a su propia labor:

- Desvalorización de la investigación básica: La última tiene objetivos a largo plazo que son difícilmente capitalizables y/o caracterizables como producto inmediato. ¿por qué estudiar filosofía antigua si no genera patentes?
- Cortoplacismo y poca profundidad: El famoso “publish or perish” incentiva artículos repetitivos, mientras que ideas profundas no se persiguen y perecen al no poder asegurar tangibles. Se termina privilegiando volumen por sobre la calidad.
- Comercialización y ética científica: Cuando un área depende directamente de un sector productivo, ¿puede criticar sus prácticas? Es inevitable que en estas condiciones la ciencia derive en conflictos de interés y la consecuente privatización del conocimiento.
- Deshumanización de la ciencia: Existe una tendencia a ignorar el impacto social y los dilemas éticos que el avance científico inherentemente tiene.



Gran parte de la academia hoy repite consignas vacías - “excelencia”, “calidad”, “innovación”, “ranking”- sin cuestionar su real pertinencia en estos ámbitos. Es el triunfo de un sistema que valora más los indicadores que las ideas, como diría Herbert Marcuse². Que se queda en la forma sin proporcionar el fondo. El proceso académico se percibe como una caja negra que debe controlarse mediante la maquinaria administrativa y, ante tal reduccionismo, la ciencia y la técnica se vuelven parte de la racionalidad instrumental. Una entelequia autocontenida y autorreferente. El proceso completo puede resumirse en la circularidad del mantra “estamos bien porque los índices son buenos” y “los índices son buenos porque estamos bien”. Esto es: la ciencia se valoriza en cuanto sea una herramienta que aporte en la credibilidad del sistema, desechándose en cualquier otro caso.

Aun cuando lo expresado en los párrafos precedentes tiende a ser una transversalidad de la academia a nivel mundial, es necesario también considerar los agravantes a esta cuestión que son particulares al contexto latinoamericano. A lo anterior debemos sumar entre otros:

- Subfinanciamiento crónico: Que desemboca en una privatización encubierta de la educación pública. Existe una coerción del sistema hacia el autofinanciamiento, que se percibe como una medida de valorización institucional.
- Apalancamiento a los intereses de los países desarrollados: Básicamente se invierte en lo que el norte global ha considerado como de importancia. Así se mantiene la dependencia tecnológica y de capacitación.

-
- Colonialismo científico: Se manifiesta principalmente en el sistema de revistas indexadas y sus usuras. En un sentido amplio, requiere una asimetría simbólica, una exclusión e invisibilización de las temáticas endémicas asociadas a los problemas del sur global.

Ya Lakatos³, Feyerabend⁴ y Kuhn⁵ nos hablaban de que la ciencia es una actividad humana, susceptible a presiones sociales y sistémicas como cualquier otra. Es decir, la ciencia no escapa a valores ideológicos, económicos o culturales. Es justamente ahí, al mirarla como desconectada de la cotidianeidad, erigiéndose como un bastión de la objetividad y racionalidad, una máquina eficiente e incorruptible, pero, por sobre todo intrínsecamente benigna, que el “pensamiento unidimensional” que acusaba Marcuse (referencia 2) hace su intrusión y nos nubla la mirada y la profundidad.

Si algo que estos párrafos sirvan para poner en la palestra universitaria el malestar que pesa sobre aquellos que vemos cómo el sistema se erosiona desde dentro. La disyuntiva es clara y de carácter colectivo: o la academia defiende su autonomía crítica, o terminará convertida en una fábrica de títulos insignificantes y artículos intrascendentes y sin alma. El “estudioso” que llevamos dentro no ha muerto; pero urge rescatarlo.

**** La imagen adjunta ha sido creada por asistencia**

²Marcuse, H. (1969). El hombre unidimensional: Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada.

³Lakatos, I. (1978). Pruebas y refutaciones: La lógica del descubrimiento matemático. Madrid: Alianza.

⁴Feyerabend, P. (1975). Against method: Outline of an anarchistic theory of knowledge.

⁵Kuhn, T. S. (1962). La estructura de las revoluciones científicas. Fondo de Cultura Económica. según el catálogo de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

PÉRDIDA Y RECUPERACIÓN DEL YO: CÓMO (SOBRE)VIVIR EN EL TECNOCENO

Cuando los algoritmos deciden quién eres, reafirmar tu identidad se convierte en un acto de resistencia. En la era donde la identidad es software, debemos encontrar o definir cuál será nuestro último token de autenticación.

Dr. Julio Fenner López

julio.fenner@ufrontera.cl

Departamento Ciencias de la Computación e Informática (DCI)

Cuando Winston Smith contestó la video llamada, grande fue su sorpresa al oír su propia voz y ver su propia imagen al otro lado del incierto y vasto exterior. Cuando trató de utilizar su smartphone nuevamente, descubrió estupefacto que su clave de acceso había sido cambiada. Luego descubrió que había perdido el acceso al banco y, además, ya no podía entrar a su casa, pues “él” ya se encontraba al interior y le preguntaba qué quería a través del intercomunicador. Comenzó entonces la afiebrada carrera por el mundo digital que lo miraba desde la nube, para intentar frenar su desaparición paulatina en el olivion más completo, es decir, en el olvido. Pero, para ello, tuvo que imaginar cómo demostrar al sistema, que él, era él y no el otro. En su billetera, las tarjetas bloqueadas y el carnet vencido le vaticinaban que, si no despertaba pronto, se le vendría la noche encima.

Esta imagen, que parece dibujar un futuro intimidante y aterrador, se ha ido convirtiendo en realidad para un número cada vez más creciente de nosotros, pobres organismos eucariotas sexuales basados en carbono, mientras nos preguntamos si pasará lo mismo con computadores y redes basados en silicio, como lo propone Phillip Dick en su novela “Do Androids dream of electric sheep”, de 1968 y que dio origen a una extraordinaria película que conocimos con el nombre de “Blade Runner” en 1982, en la que se describe un futuro que - en aquella época - concebía los años 80 del siglo pasado como de un potencial horror distópico. En efecto, el lector ya se dio cuenta que nuestro héroe del principio, Winston Smith, era ni más ni menos que el protagonista de la novela 1984, de George Orwell.

En efecto, cada vez más y con mayor frecuencia e intensidad, vamos dejando rastro en lo que simplísticamente llamamos “la nube”. Por “rastros” o “huella” entendemos el registro en bases de datos que no poseemos, los que pasan a ser parte de diversos activos de información y de cuyo contenido se transan los negocios más espectaculares. ¿Posee usted un “smartphone”? Entonces sus sensores (acelerómetros, captadores de temperatura y humedad) conocen sus ritmos circadianos, su respiración y sus pausas, si camina o corre, o si está acostado haciendo zapping en TikTok o mirando YouTube.

Además su lista de contactos, sus cuentas de correo, sus mensajes de WhatsApp, sus apps de bancos, el Servicio de Impuestos Internos, el diario que lee, las noticias que revisa, la posición de sus ojos cuando mira una foto, la hora, día y lugar georeferenciado de dónde está usted, el timbre de voz, las cosas que dice y una montaña de otros datos, que, alegremente, se van encadenando en el flujo mediado por el Wifi y convirtiéndose en datos que se “capitalizan” o transan en la bolsa para estudios de mercado, de comportamiento, de riesgo.

Todo ello, alimentado por el uso - tras bambalinas - de la inteligencia artificial que, con cada latido suyo, lo va conociendo mejor, de manera automática, hasta que - al igual que en el final de la otra novela de George Orwell (Animal Farm) - se hace cada vez más difícil distinguir entre la persona y su contraparte digital. Podríamos afirmar entonces que hoy, la persona como ser biológico es la suma de su biología más sus datos y nos preocupa que llegue el momento en que sólo sean sus datos.

Ese es el estado de cosas.

Nos encontramos pues en el principio de una aceleración del desarrollo tecnológico y la transformación del ambiente a escala planetaria, denominado Tecnoceno, un término utilizado por Alf Hornborg en 2015 y Agostino Cera, en 2017, para contrastar con el Antropoceno, con el que describe el hecho que la tecnología se ha convertido en el verdadero sujeto de la historia y, por lo tanto, en el (neo)entorno que rodea al hombre (en tanto especie), gravitando sin darnos cuenta hacia una nueva economía cuya moneda de cambio son los datos. Sus datos, mis datos, nuestros datos. Surge entonces, inevitablemente, la necesidad de la sociedad de proteger a sus integrantes y sus datos. ¿O no?

En Chile, la Ley 21.719 recientemente aprobada, con vigencia diferida a partir de diciembre de 2026, dice relación - entre otros aspectos - con la seguridad de los datos personales, cuyo objetivo principal es regular la forma y condiciones en las que se realiza el tratamiento de este tipo de información y mejorar la protección de los derechos de sus titulares, similar al reglamento general de protección de datos personales de la Unión Europea.

Se trata entonces de apuntar hacia el concepto de “Soberanía Digital”, un concepto que ya tiene su entrada propia en Wikipedia, cuya bibliografía de base es toda posterior al 2020. (Ver https://es.wikipedia.org/wiki/Soberanía_digital). Un tema reciente, por lo tanto, y que involucra de manera cada vez más evidente, la transversalidad de las disciplinas que deben concurrir para comprender los desafíos que nos propone el Tecnoceno, mediados por la escala - ya no humana, sino planetaria - de la Big Data y la conjunción con los desarrollos acelerados de la inteligencia artificial.



Imagen creada con Nightcafé AI_ManTalksToHimself

Corresponde, por lo tanto, iniciar el viaje de recuperación del yo, de re-apropiarnos de nuestros datos, sabiendo que, cada vez que los hemos entregado, ha sido “en comodato”, es decir, por un tiempo determinado al término del cual se deben recuperar, y no una cesión permanente de ellos, salvo consentimiento explícito. Y, ¿cómo se recupera un dato?

Se derivan de esto no solamente consecuencias jurídicas interesantes, sino que además el rol mismo de la investigación científica y la generación de conocimiento pasa a tener un valor cada vez más importante en la protección de nuestra identidad y soberanía digital.

En efecto, teniendo en cuenta que con la irrupción del Tecnoceno hemos redefinido el concepto de “Ser” en un híbrido “Ser + Datos”, debemos como academia estudiar el fenómeno y derivar nuestras propias recomendaciones de protección ciudadana: conceptos como Confidencialidad, Integridad y Disponibilidad (CIA, por sus siglas en inglés) deben pasar a constituirse en el día a día de nuestras interacciones en el medio digital: significa por ejemplo que los datos son confidenciales, cuyo uso requiere autorización expresa del titular de ellos, en donde la criptografía moderna juega un rol importantísimo.

Otro ejemplo lo constituye la autenticación mediante pruebas de conocimiento cero, en las cuales se demuestra que se posee un dato sin entregarlo e, incluso, la computación segura multiparte, en la cual se organizan los datos de modo tal que es posible hacer manipulación de ellos sin revelarlos, constituyen maneras contemporáneas de preservación de privacidad, que apuntan hacia el concepto tal vez más importante de todos: “Trust” (en inglés) o “Confianza” en castellano. Establecer confianza sea acaso aquello que nos redima y nos salve. En una sociedad en la que es cada vez más difícil tener certezas, establecerlas se convierte en acción estratégica de subsistencia.

La toma de conciencia de la importancia estratégica (tanto en lo social como en lo individual) de la protección de nuestros datos, como parte de una acción soberana de nuestra sociedad para la construcción de nuestra Soberanía Digital, requiere de nosotros que, como ciudadanos, debemos conocer la importancia de proteger nuestros datos y mantener permanentemente actualizados nuestros sistemas de protección digital, para lo cual la academia, en su rol de generadora de conocimiento e innovación, pasa a jugar un rol de relevancia indiscutida.



UNIVERSIDAD
DE LA FRONTERA
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS