

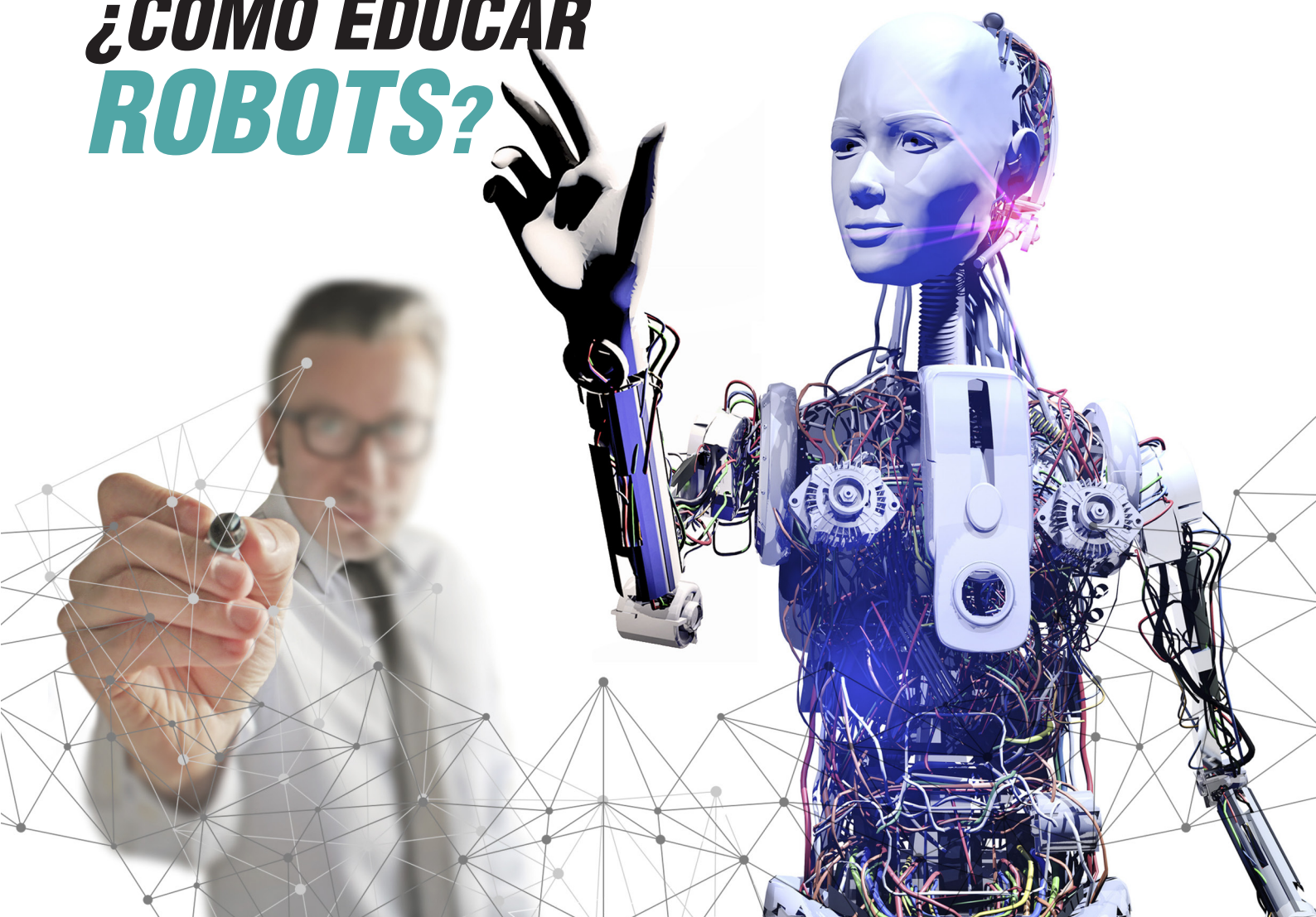
20
18

VOLUMEN 5

INGENIERÍA

ALDÍA

¿CÓMO EDUCAR ROBOTS?



Estudio de formación de un cráter, producto del impacto sobre superficies granulares controladas

El proyecto busca entender las relaciones funcionales entre los parámetros de caída de proyectil y la forma y tamaño del cráter. (01)

Horas que hacen la diferencia: logística aérea de emergencia ante desastres naturales

El tiempo de repuesta se convierte en la variable más importante a considerar al momento de asignar un vehículo aéreo para llevar las provisiones demandadas. (05)

Defectos en un material; ¿porqué son importantes para el magnetismo?

Atrapar la magnetización resulta importante para la grabación magnética (discos duros, memorias RAM), para los procesadores, para medicina y para sensores. (25)

Simulaciones para el muestreo minero

Ejemplos que nos muestran cómo las simulaciones pueden ayudar a los mineros en la obtención de muestras representativas. (34)



UNIVERSIDAD
CENTRAL

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIRECTORA

Karen Kanzúa, Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

EDITOR GENERAL

Sergio Cárdenas, Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

COMITÉ EDITORIAL

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

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

Katherine Flores, Periodista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Chile.

Sebastián Chandía, Diseñador de la Revista de Ingeniería.





Karen Kanzúa A.

Decana
Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Chile

Satisfacción, orgullo y compromiso. Esas son las principales emociones que siento como directora de esta publicación, al saber que consolidamos una nueva entrega llena de contenidos atingentes al mundo científico, tecnológico y especialmente de la ingeniería. Todo esto en un contexto país que afianza sus pasos hacia un sistema de apoyo más robusto a la investigación, ciencia e innovación, a través de la reciente aprobación del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y su esperada entrada en funcionamiento, momento que vale decir, tiene a la comunidad académica y científica con especial expectación, tras largos años de espera ante esta importante deuda.

Como Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central, soy testigo presencial de la labor rigurosa desarrollada por los autores de los trabajos que aquí se plasman, desde la perspectiva de distintas vertientes que ofrece la ingeniería.

Un conjunto de profesionales del más alto nivel de la Universidad Central, comprometidos con la generación de saberes y la difusión del mismo, se han dado a la tarea nuevamente de recopilar lo más relevante de sus trabajos para armar este ejemplar que usted tiene en sus manos.

Los ámbitos de la Revista Ingeniería al Día, son tan dinámicos como nuestra propia realidad universitaria. Se adaptan, evolucionan, buscan expandirse y agregar valor a través del trabajo colaborativo. En esta edición, encontrará 9 artículos de diferentes naturalezas, además de 5 noticias del quehacer de nuestra facultad.

A través de estas líneas, me permito agradecer al equipo editorial y especialmente a cada uno de los autores que han destinado tiempo para poner sus trabajos a disposición de la comunidad y así, compartir su conocimiento en el ámbito de la ciencia y tecnología. Cada página, cada letra, tiene consigo semanas de trabajo y revisión constante. Esperamos pueda disfrutar de la revista, tanto como nosotros disfrutamos de hacerla.

Este ha sido un año muy movido en la academia. Ha sido promulgada la ley que crea el nuevo Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación y la nueva Ley de Educación, donde se resalta que las universidades tienen la misión de crear, preservar y transmitir el conocimiento y deben articular su accionar con los requerimientos del país y en particular, de la zona donde se emplazan. Todo lo anterior, implica un mayor enfoque hacia el desarrollo de ciencia y tecnología en Chile, y el impulso hacia el desarrollo de proyectos de investigación, innovación y transferencia tecnológica que potencie áreas estratégicas del país.

Tradicionalmente, la investigación básica y aplicada en nuestro país, se ha distanciado de la transferencia tecnológica y de la innovación, lo que resultaba evidente en la separación de fondos para investigación por Conicyt y Ministerio de Educación, y los fondos para innovación y tecnología aplicada a áreas de desarrollo del país, como fondos regionales (FIC) y los de Corfo, bajo el Ministerio de Economía o los de FIA del Ministerio de Agricultura. Esto evidencia la separación entre lo que se investigaba en laboratorios y los problemas reales en el país en las diversas áreas, lo que generó gran capacidad científica en el país, algo alejada de las necesidades del entorno. Este nuevo ministerio, tiene gran posibilidad de resolver este problema.

Lamentablemente, en Chile y principalmente a nivel académico, se ha evaluado ciencia y tecnología -en particular investigación- por la cantidad de publicaciones indexadas generadas y no del impacto social y ambiental que logre un proyecto.

En la academia, un proyecto y la calidad de un investigador, se reconoce por el número de publicaciones y el índice de impacto de estas, pero nadie evalúa la potencialidad del proyecto o dicha investigación para resolver problemas del entorno. Esto implicó, que se empezara a desarrollar un grupo importante de científicos, separados de las necesidades reales del país, que no logran conectar sus investigaciones a solución de problemáticas del entorno y, por otro lado, empezó a disminuir la masa de innovadores que buscaban resolver problemas complejos con ciencia y tecnología. Esto redundó en que cada vez que el país debe enfrentar problemas difíciles, convoca a extranjeros para asesoría.

A pesar de lo difícil que ha resultado desarrollar proyectos en innovación o desde la academia discutir temas país, existen todavía varios académicos en este esfuerzo y la evidencia de ello son los artículos presentados en esta revista y en particular en este ejemplar. Este número, muestra en sus páginas trabajos en diversas áreas de la ingeniería realizado por los académicos de la Universidad Central, presentando trabajos técnicos, de divulgación y análisis académicos de diferentes temáticas.

Como editor, espero que estos artículos puedan ser útiles para divulgar el conocimiento, pero más aún, para generar vínculos y convenios que puedan dar soluciones a problemas ingenieriles a nivel nacional e internacional.



Sergio Cárdenas

Editor

Académico de la Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Chile

ÍNDICE

01

ESTUDIO DE FORMACIÓN DE UN CRÁTER, PRODUCTO DEL IMPACTO SOBRE SUPERFICIES GRANULARES CONTROLADAS

→ *Nelson Sepúlveda, Juan Fuentealba*

Se presenta uno de los estudios que actualmente se lleva a cabo en los laboratorios de Física de la Universidad Central de Chile, el estudio de formación de cráteres producto de caída libre de esferas sólidas, sobre medios granulares de 1.0mm y 2.0mm.

05

HORAS QUE HACEN LA DIFERENCIA: LOGÍSTICA AÉREA DE EMERGENCIA ANTE DESASTRES NATURALES

→ *Juan Urzúa*

Chile, el país con la economía más dinámica de América Latina padece una debilidad crucial que reside en los desastres naturales que ha sufrido en su historia.

13

GRANOS ANCESTRALES LATINOAMERICANOS PARA UNA ALIMENTACIÓN SALUDABLE

→ *Loreto Muñoz*

Desde hace algunos años, el interés por parte de los consumidores por las semillas como quinoa, chia y amaranto ha ido en aumento.

17

APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS PARA MEJORAR LOS APRENDIZAJES Y PARA EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS DEL RAMO TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

→ *Sergio Cárdenas*

La asignatura tecnología de los materiales de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, es un ramo técnico-científico que tiene como objetivo el estudio de los diversos materiales utilizados en la ingeniería.

25

DEFECTOS EN UN MATERIAL; ¿PORQUÉ SON IMPORTANTES PARA EL MAGNETISMO?

→ *Juan Luis Palma*

Atrapar la magnetización resulta importante para la grabación magnética (discos duros, memorias RAM), para los procesadores, para medicina y para sensores.

30

¿CÓMO EDUCAR ROBOTS?

→ *Francisco Cruz*

Se proponen interfaces de control en robótica, las cuales habitualmente son limitadas y no consideran múltiples modalidades

34

SIMULACIONES PARA EL MUESTREO MINERO

→ *Marco Alfaro, Rolando Carrasco*

En este trabajo se presentan varias simulaciones de muestreo correspondientes a proyectos y operaciones mineras. Que en nuestras minas y plantas estamos plagados de especímenes, es decir, ejemplares no representativos.

39

DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA SIMPLE Y ECONÓMICO PARA LA OBTENCIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

→ *Jael Reyes*

Diseño de un sistema simple y económico capaz de generar NO₂.

46

INGENIERÍA Y RELACIONES INTERNACIONALES

→ *José Maganza*

Las relaciones internacionales son el vínculo, el nexo, la asociación y el diálogo que se establece entre dos o más países, estados, naciones.

ESTUDIO DE
FORMACIÓN
DE UN CRÁTER,
PRODUCTO DEL IMPACTO
SOBRE SUPERFICIES
GRANULARES
CONTROLADAS

Nelson Sepúlveda

Doctor en Ciencias, Mención Física

Juan Fuentealba

Doctor en Ciencias, Mención Física

RESUMEN Se presenta el estudio de formación de cráteres producto de caída libre de esferas sólidas, sobre medios granulares de 1.0 mm y 2.0 mm. El objetivo principal de este estudio es identificar relaciones funcionales entre los parámetros de caída, y discutir algunas leyes de potencia encontradas en otros trabajos, bajo condiciones granulares muy controladas. En este trabajo se utilizó un medio granular real compuesto de múltiples facetas, encontrando una dependencia entre la energía y el diámetro del cráter como $D \sim E^{1/4}$.

INTRODUCCIÓN

Cráteres se han encontrado en todos los satélites naturales y planetas del sistema solar, con excepción de Júpiter debido al no contar con estructura sólida en su contorno, el caso general de los cuerpos celestes ha sido materia de estudio desde la aparición del Sidereus nuncius de Galilei (1610), siendo este el primer tratado científico basado en observaciones experimentales con el uso del telescopio. Particularmente esto llamó la atención de los científicos de la época en el Siglo XVII, porque contradecía las sagradas escrituras. Galileo, buscando formas de explicarlos mencionó los cráteres como *“alrededor de una especie de mancha que ocupa la región de la Luna más alta y septentrional, se levantan algunas prominencias enormes, tanto sobre ella, cuanto por debajo”* ver Figura 1, quedando declarado en el primer tratado de astronomía, la existencia de montañas de origen desconocido. El desarrollo del

telescopio, permitió rápidamente observar montañas en distintos cuerpos celestes, los cuales encontraron su explicación producto del impacto de otros cuerpos sobre sus superficies, y no solo fuera de la atmósfera, sino que en la superficie terrestre hay socavones que se han asignado su origen, producto de material celeste que ha logrado sobrevivir al ingresar a la atmósfera, y terminado impactando en la superficie de la Tierra. Se destacan algunos encontrados como el cráter meteorito Barringer en Arizona, Estados Unidos (diámetro y profundidad: $D=1.2\text{km}$ y $P=170\text{m}$), cráter Wolfe Creek en Australia ($D=870\text{m}$ y $P=60\text{m}$), o cráter Roter Kamm, en el desierto de Namibia en África ($D=2.5\text{km}$ y $P=130\text{m}$).

Trabajos recientes como el de De Newhall et al, (2003) o de De Vet, (2007), se han centrado en investigar relaciones entre la energía del impacto, la profundidad y diámetro que dan forma al cráter en un medio granular, Zheng et al, (2004) han observado la dependencia directa en la formación del cráter y el ángulo de impacto del proyectil, mientras Umbanhowar et al, (2010), determinó la dependencia del cráter con el empaquetamiento del sistema previo al impacto. Por otra parte Clark et al, (2014), han desarrollado modelos colisionales para el impacto en medios granulares, basados en partículas foto elásticas, estudiando la rápida atenuación de las cadenas de esfuerzo, en la propagación del material granular.

En el trabajo de Uehara et al, (2003), se reporta el estudio de penetración de proyectiles esféricos caídos desde el reposo sobre superficies secas a bajas velocidades, el proyectil responde a una ley de potencia para el diámetro del cráter (D_c), y la relación con la altura (H) de caída del proyectil (directamente proporcional a la energía potencial), con exponente 1/4.

$$D_c = 0.90 [\rho_b / (\rho_g \mu^2)]^{1/4} D_b^{3/4} H^{1/4}$$

donde ρ_b es la densidad de la esfera, ρ_g es la densidad del medio granular, μ es el coeficiente de fricción de los granos, definido como $\mu = \tan \theta_r$, donde θ_r es el ángulo de avalancha del material, y D_b es el diámetro de la bola.

En el caso de la profundidad de penetración, Uehara et al, (2003), encuentran una dependencia con exponente 1/3 de la altura H de impacto.

$$d = 0.14 [\rho_b / (\rho_g \mu^2)]^{1/2} D_b^{2/3} H^{1/3}$$

El objetivo del experimento planteado en este documento sobre impacto en medios granulares, es identificar la validez de trabajos en condiciones ideales, realizando las experiencias en materiales reales, en este caso particular ripio; lavado y tamizado para 1 y 2 milímetros, el material granular deja de ser esférico y se deben considerar múltiples facetas entre los granos.

Instrumentos y materiales

Al interior de una caja de acrílico de 30cm x 30cm de base, se depositó 12 kg de material granular correspondiente a ripio previamente tamizado, lavado y secado de 2.0 ± 0.2 mm y 1.0 ± 0.2 mm de diámetro respectivamente. Sobre este material se dejó caer verticalmente y desde el reposo, cuatro bolas de acero de diferentes diámetros; 15mm, 20mm, 26mm y 36mm, para diez alturas entre 0.25 a 0.70 metros cada una, ver Figura 2.

El sistema de soporte de las esferas de acero, se diseñó basado en el principio de un electroimán, controlado por medio de botoneras que permitieron la sujeción y soltura de la esfera en posiciones controladas, para cuidar la reproducibilidad del experimento.

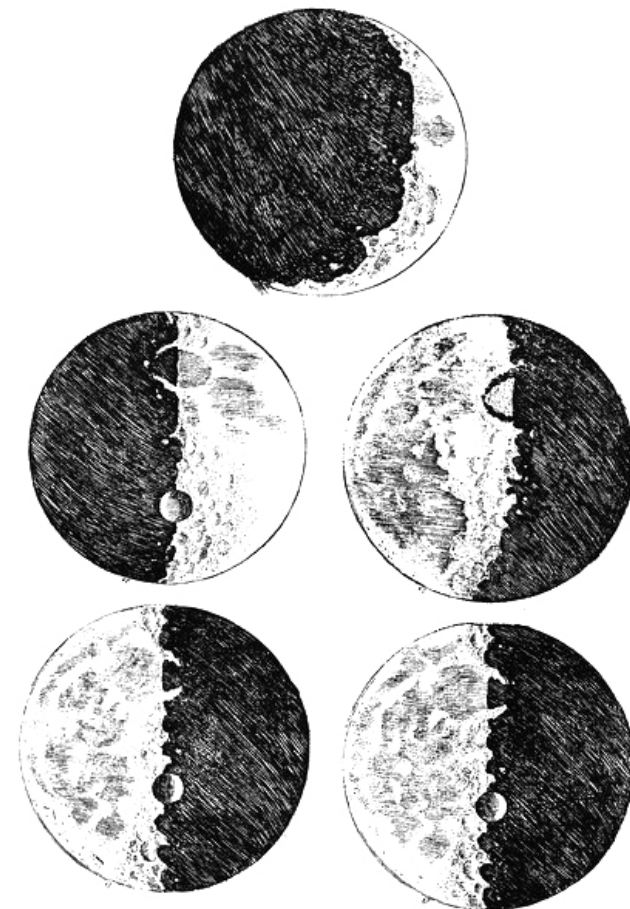
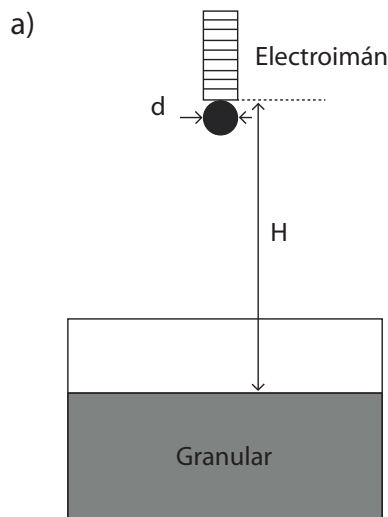


FIGURA 1

Observaciones de Galileo, correspondientes al Sidereus nuncius, el primer tratado astronómico con observaciones por medio del telescopio.



$$E(y)=(\rho_b V_b)g\Delta y=1/6 \rho_b \pi d^3 g\Delta y$$

siendo ρ_b la densidad de la bola, V_b el volumen de la esfera, g la aceleración de gravedad, d el diámetro de la bola, y Δy la altura entre la posición inicial de la esfera y la superficie granular.

RESULTADOS

De acuerdo a Clark et al, (2014), el impacto sobre superficies granulares es altamente disipativo, al trabajar con polímeros fotoelásticos y observarlos a través de polarizadores cruzados, permite la visualización directa de cadenas de esfuerzo, las cuales por medio de ramificaciones se disipan un rango pequeño de penetración, y cuyo trabajo permitió encontrar un modelo colisional para la dinámica del impacto sobre medios granulares.

En la Figura 4, se observa que a medida que se incrementa la Energía potencial del proyectil (aumenta la altura de lanzamiento), el cráter asociado al impacto también aumenta de tamaño, mismo comportamiento se observa al aumentar la masa del proyectil. Al mismo tiempo se aprecia un aparente comportamiento asintótico relacionado con un valor crítico del tamaño máximo de un cráter debido probablemente al desplazamiento de granos donde se produce el impacto. Otro aspecto importante es que a pesar de usar 2 diferentes agregados (1 mm y 2 mm) el tamaño del cráter para niveles similares de energía no varía significativamente, salvo para el caso particular del proyectil más pequeño de 15 mm en donde el tamaño de los cráteres disminuye para un agregado mayor de 2 mm. La causa de este comportamiento posiblemente esté dada porque mientras más pequeño sea el proyectil, ocurre un posible fenómeno no estudiado en este trabajo, y estaría dado por la dependencia de la razón entre, el diámetro del proyectil en caída libre a bajas energías y el diámetro promedio de las partículas que conforman el medio granular.

La Figura 5 corresponde a la representación logarítmica de los datos de la Figura 4, la figura muestra que, a pesar de que las energías involucradas en cada uno de los experimentos con diferentes proyectiles son distintas, las cuatro curvas satisfacen la ley de potencia entre el diámetro del cráter y la energía asociada a cada esfera como $D \sim E^{1/4}$. Actualmente se trabaja en determinar si otros parámetros interfieren en la relación de diámetros del cráter Vs la energía a bajas velocidades.

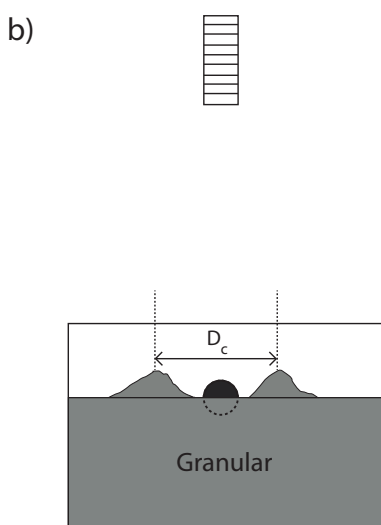


FIGURA 2

Montaje Experimental. a) Sistema inicial, medio granular dilatado y esfera de acero sostenida por medio de un electroimán. b) Medio granular, con cráter de diámetro D_c .

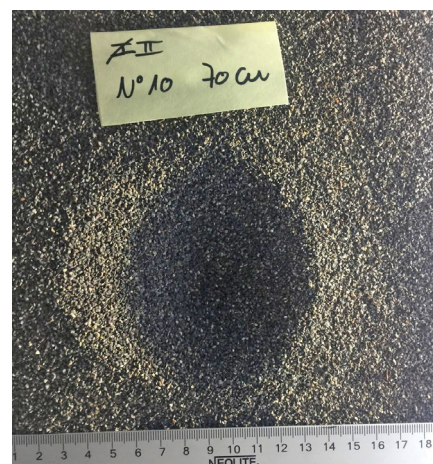
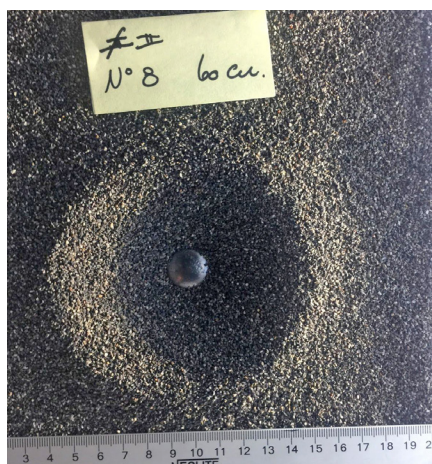
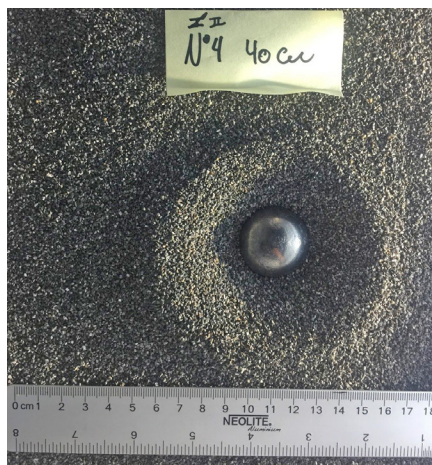
Al caer la bola sobre el medio granular, ver Figura 3, se registró el diámetro D del orificio dejado por el cráter, en función del desplazamiento de partículas alrededor del proyectil.

Metodología

Cada bola de igual densidad ρ , y distinto diámetro d , se dejó caer desde una altura controlada. El experimento se realizó diez veces por cada altura, desde el electroimán hasta la superficie granular. Para cada nuevo evento, se dispersó la arena para evitar la compactación del sistema, se consideró el promedio de 10 repeticiones para cada altura, pudiendo determinar la energía potencial en cada caso, como:

FIGURA 3

Cráter producto de impacto de bola de acero $d=36\text{mm}$, sobre medios granulares de 2.0mm . a) $H=40\text{cm}$, b) $H=50\text{cm}$, c) $H=60\text{cm}$ y d) $H=70\text{cm}$.



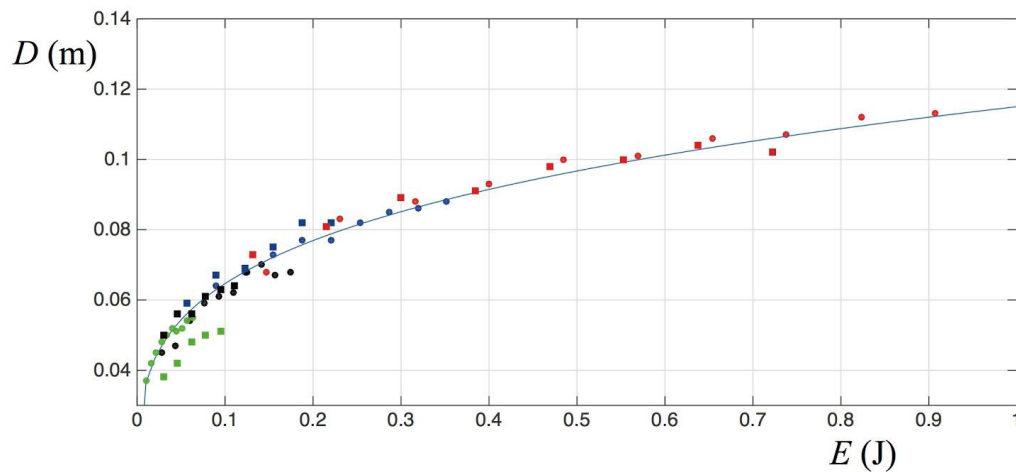


FIGURA 4

Gráfico Energía asociada al impacto vs Diámetro promedio de cráteres para granos de 1.0 mm (círculos) y de 2.0 mm (cuadrados), para cada diámetro de proyectil (verde = 15 mm, negro = 20 mm, azul = 26 mm y rojo = 36 mm).

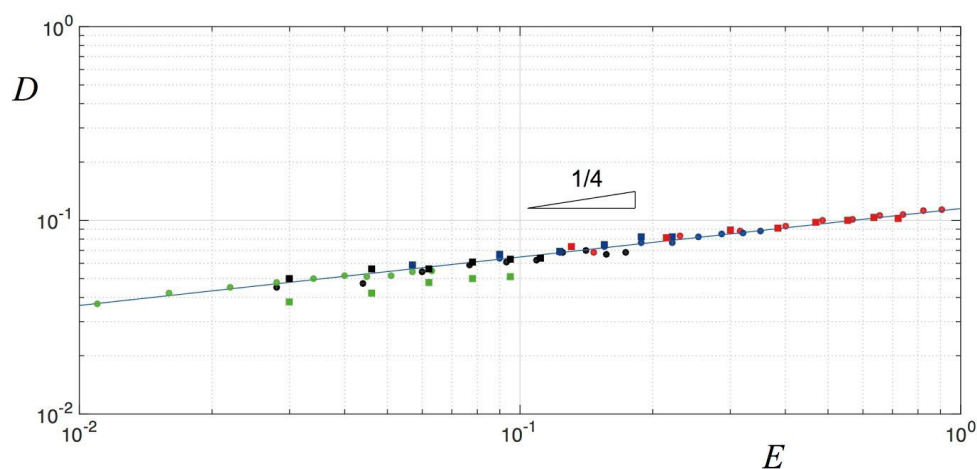


FIGURA 5

Representación log-log de gráfico Energía vs Diámetro de cráteres para granos de 1.0 mm (círculos) y de 2.0 mm (cuadrados), para cada diámetro de proyectil (verde = 15 mm, negro = 20 mm, azul = 26 mm y rojo = 36 mm).

CONCLUSIONES

En síntesis podemos concluir dos puntos importantes; el primero está relacionado con que a pesar de usar proyectiles de diferentes tamaños la ley de potencia que relaciona el tamaño del cráter en función de la energía liberada en el impacto, según nuestros experimentos con partículas reales, es concordante con el exponente $\frac{1}{4}$. Un segundo punto aún más interesante es que a pesar de modificar el tamaño de grano del agregado, el exponente continúa siendo el mismo. Esto quiere decir, o confirma que el impacto de proyectiles a baja velocidad en condiciones de laboratorio sigue siendo dominado solo por la altura desde la cual se arroja el proyectil por sobre la geometría o facetas del granular.

BIBLIOGRAFÍA

- Clark A. H., Petersen A. J. and Behringer R. P. 2014. Collisional model for granular impact dynamics. *PHYSICAL REVIEW E* 89, 012201. DOI 10.1103/PhysRevE.89.012201.
- De Vet S. J. and De Bruyn J. R. 2007. Shape of impact craters in granular media. *PHYSICAL REVIEW E* 76, 041306. DOI 10.1103/PhysRevE.76.041306.
- Galilei G. 1610. *Sidereus nuncius*. Tomás Baglioni, Venecia.
- Uehara J. S., Ambroso M. A., Ojha R. P. and Durian D. J. 2003. Low-Speed Impact Craters in Loose Granular Media. *PHYSICAL REVIEW L* 90, 194301.
- Erratum *Phys. Rev. Lett.* 91, 149902 (2003)
- Umbanhowar P., Goldman D. I. 2010. Granular impact and the critical packing state. *PHYSICAL REVIEW E* 82, 010301R. DOI 10.1103/PhysRevE.82.010301.
- Zheng X. J., Wanga Z. T. and Qiu Z. G. 2004. Impact craters in loose granular media. *Eur. Phys. J. E* 13, 321–324. DOI 10.1140/epje/i2004-10002-8.



HORAS QUE HACEN LA DIFERENCIA: LOGÍSTICA AÉREA DE EMERGENCIA ANTE DESASTRES NATURALES

Juan Urzúa

Ingeniero Civil Industrial

27F CHILE 2010

Chile, el país con la economía más dinámica de América Latina padece una debilidad crucial que reside en los desastres naturales que ha sufrido en su historia. El accionar de un suceso se divide en 3 etapas, la primera corresponde a la urgencia de rescate de vidas humanas, la segunda se sitúa en el abastecimiento de distintos tipos de insumos, partiendo con los básicos como agua y medicamentos y llegando a alimentos, ropa, etc. Finalmente la última etapa se centra en la reconstrucción de la infraestructura dañada por el acontecimiento. Si bien los desastres no se pueden predecir o eliminar, sí es importante contar con una muy buena capacidad de respuesta que logre minimizar el daño e impacto provocado por las catástrofes. Según palabras del Coronel de Aviación (A) Víctor Drake de la Fuerza Aérea de Chile, los últimos siniestros han tenido un denominador común, que radica en logística deficiente con la cual se ha enfrentado el abastecimiento de los insumos básicos en los lugares afectados. Es en este punto donde se buscará dar con una solución aceptable que mejore la operación en la distribución. En el proceso de acción posterior a una catástrofe, la ONEMI es el organismo técnico del Estado de Chile encargado de la coordinación del Sistema Nacional de Protección Civil y que a su vez mide el impacto generado por el suceso, para evaluar y recurrir a las medidas respectivas. Si el acontecimiento es de gran envergadura el protocolo llama a declarar Estado de Catástrofe y si es necesario Estado de Excepción Constitucional. Ocurrido lo último, el mando de las maniobras operativas en sus tres etapas mencionadas en párrafos anteriores es asumido por el Estado Mayor Conjunto, que por medio de la Fuerza Aérea deberá asumir el rol de abastecer a través de vehículos aéreos todas las localidades afectadas. Puntualmente, es esta responsabilidad la que se busca mejorar, se desea obtener un modelo de ruteo de vehículos aéreos para planificación de operaciones de ayuda humanitaria después de un desastre natural.

Reflexionar sobre uno de los tantos problemas en logística de emergencia es necesario, nos referimos al ruteo y asignación de vehículos aéreos en caso de desastre natural para dar respuesta rápida a las demandas de localidades afectadas. En el momento en que se produce un desastre, distintas localidades tendrán demandas de insumos de primera necesidad, por lo que el tiempo de respuesta se convierte en la variable más importante a considerar al momento de asignar un vehículo aéreo para llevar las provisiones demandadas. Además, se debe considerar que en muchos casos las rutas no estarán disponibles para todos los tipos de vehículos y existen localidades que tendrán prioridad debido al nivel de desabastecimiento y la variación de las condiciones climáticas.

Según lo declarado anteriormente, este trabajo tiene como objetivo diseñar un modelo matemático que dé respuesta a la asignación de ruteo de vehículos aéreos, según las condiciones que ofrecen las localidades afectadas, los vehículos disponibles y optimizando el tiempo de respuesta de la asignación de aeronaves para la ayuda humanitaria.

METODOLOGÍA

Modelamiento de Optimización

El modelamiento permite resolver problemas de optimización. Cuando se habla de optimización se refiere a maximizar o minimizar encontrando puntos de equilibrio, por ejemplo: se puede maximizar las utilidades de una empresa o minimizar sus costos.

Esto se conoce como programación lineal ya que la relación entre las distintas variables es de carácter lineal.

Dicho lo anterior, se presenta entonces un problema de ruteo de vehículos aéreos, simétrico (las distancias para ir de i a j son iguales a las distancias para ir de j a i) donde la flota considera las variables

asociadas a la operación de una aeronave, tales como, velocidad, autonomía de vuelo, capacidad del vehículo, y otras. Existiendo un conjunto $T = \{1, \dots, n\}$ de tipos de vehículos, donde se permite que la misma localidad pueda ser atendida por diferentes vehículos siempre y cuando se minimice el tiempo total de respuesta.

Técnicas de solución del VRP (Problema de Ruta de Vehículos)

El problema de ruteo de vehículos es de alta complejidad matemática, lo que sumado a la gran cantidad de variantes que existen, se presenta un escenario bastante complicado para poder obtener una solución adecuada.

Las técnicas de solución se dividen en: Procedimientos, Heurísticas y Meta-heurísticas.

El problema propuesto se resolverá por medio de Heurísticas. Las heurísticas, son procedimientos simples que realizan una exploración limitada del espacio de búsqueda y dan soluciones de calidad aceptable (no necesariamente óptimas) en tiempos de cálculo moderados. Son la forma más usada para resolver problemas de ruteo de vehículos, ya que la mayoría de estos son NP-Complejos, lo que deriva en grandes tiempos de resolución cuando se usan métodos exactos.

REFERENCIAS INTERNACIONALES

Yi y Ozdamar (2007) propusieron un modelo integral para la entrega de suministros y evacuación de heridos en las actividades de respuesta a desastres. Estableciendo las instalaciones de emergencia en la zona de desastre para atender las necesidades médicas de las víctimas inmediatamente después del desastre. Ellos usaron la **capacidad de los vehículos** para trasladar a las personas heridas, así como los productos básicos de socorro. Su modelo resultó en una formulación más compacta, pero no se considera el enrutamiento de los vehículos y los plazos de entrega.

Zhu y Cao (2011) exponen que **la respuesta rápida y precisa a la demanda de socorro es vital para una red logística de emergencia evite que el desastre se extienda**. En su trabajo caracterizan el proceso de difusión de desastre para pronosticar la demanda en el tiempo de socorro, mediante el uso de un modelo de epidemia para analizar las relaciones entre los tres grupos de individuos afectados. Presentan además un nuevo modelo de equilibrio de la red logística de emergencia de tres niveles formulado para satisfacer la demanda prevista urgente con el costo de alivio menor, en particular, el costo de tiempo. Llevaron a cabo la simulación numérica para demostrar la eficacia del modelo, y discutir el impacto de los parámetros importantes.

Qiang y Zezhu (2010) plantean que la programación logística en desastres naturales implica el envío de productos a los centros de distribución en zonas **tan pronto como sea posible** para que las operaciones de socorro se aceleren. En este estudio, los tres modelos de planificación han de integrarse en un sistema de apoyo a las decisiones de logística de desastre natural. El sistema fácilmente puede descomponerse en tres problemas: el primero es los grados de desastre, el segundo muestra la distinción de los grados de nuevas zonas de desastre basada en la discriminación por la Función de Fisher, la última que da el plan que incorporan materias primas y equipos de distribución en la secuencia apropiada de ayuda en zonas de desastre. Los modelos matemáticos planteados por los autores, describen que el entorno es considerablemente diferente a otros problemas de enrutamiento clásico de vehículos; En este sentido, sugieren que es necesario un ajuste macro en la logística de emergencia en los desastres naturales, y de más atención a este campo en un futuro próximo.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Salvaguardar la vida de las personas afectadas por la catástrofe es lo primordial, luego de ello, preocuparse por quienes se encuentran viviendo el día a día de esa situación pasa a ser un punto crítico dentro de la cadena de abastecimiento, pues suministrar los insumos básicos y suplir la demanda por alimentos en condiciones adversas, provoca descoordinaciones, tiempos muertos y re-trabajos en quienes tienen a cargo esa labor, por lo menos así se reflejó transcurridas las primeras horas de ocurrido el terremoto de 2010.

Se enfrentará el problema en las actividades operadas en las 24 horas posteriores al acontecimiento, donde el protagonismo y realización de las operaciones está a cargo de la Fuerza Aérea de Chile. Se pretende resolver la asignación eficiente de los vehículos aéreos disponibles para el traslado de los insumos básicos y el ruteo de estos mismos, por lo que se está frente a una variación del problema con flota heterogénea (Fleet Size and Mix VRP o abreviado FSMVRP).

UNA MIRADA AL 27F

Una vez ocurrida la catástrofe del 27 de febrero, el gobierno de turno realizó el respectivo levantamiento de información para obtener el recuento de daños y consecuencias de los eventos. Esta recopilación de antecedentes fue maniobrada por la Oficina Nacional de Emergencia, la cual solicitó la colaboración a todas las instituciones participantes de las actividades relacionadas

ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Datos de principales terremotos de Chile

Características	1939 (24 de enero)	1960 (21 y 22 de mayo)	1985 (3 de marzo)	2010 (27 de febrero)
Magnitud (° Richter)	8,3	9,6	7,7	8,8
Epicentro	Chillán	Valdivia y Concepción	San Antonio	Cobquecura
Área afectada	Regiones VII a IX	Regiones VII a X	Regiones V, VII, Metropolitana	Regiones V a IX
Víctimas fatales	30.000	60.001	177	521
Damnificados	N/A	2.000.000	979.792	2.000.000
Viviendas destruidas	95% de las viviendas de Chillán	45.000	142.489	200.000
Superficie afectada (km2)	99.207	166.220	48.186	131.006
Superficie afectada (%)	4,90%	8,30%	2,40%	6,50%
Habitantes zona terremoto	1.261.623	2.780.213	6.114.846	12.800.000
Población total de Chile	4.930.000	7.374.115	12.102.174	17.094.275
Población afectada	26%	38%	50%	75%

FUENTE

Ministerio de Desarrollo Social Chile

con la catástrofe. Se recurrió a instituciones públicas y privadas, como gobiernos regionales, municipios, cruz roja, fundaciones, bomberos, fuerzas armadas, carabineros, etc.

Efectos terremoto y posterior tsunami del 27F:

Los efectos se resumen en 9 aeropuertos inutilizados, 28 caletas pesqueras destruidas, 31 personas desaparecidas, 40 hospitales en el suelo o con daños estructurales, 155 kms. de caminos destruidos, 221 puentes destruidos o dañados, 524 personas muertas, 1000 escuelas con daño considerable, 147.392 kms2 de superficie afectada, 220.000 viviendas con daño severo,12.880.000 personas afectadas, entre otros efectos.

La emergencia inmediata trajo pánico en la población, colapso generalizado de las comunicaciones, corte de suministros básicos, cierre del comercio y una aguda crisis de orden y seguridad en la ciudadanía.

Pasadas 24 horas de la tragedia, el trastorno ciudadano llevó al gobierno a establecer toque de queda en las regiones del Maule y Bío Bío. Más de 11.000 militares ocuparon las calles a partir de las 18 horas.

Operación del Estado Mayor Conjunto

La operación de las Fuerzas Armadas se dividió en tres fases:

- 1. Primera Fase: Desde ocurrido el sismo, hasta decretado el Estado de Excepción Constitucional de Catástrofe.

2. Desde el inicio del Estado de Excepción Constitucional hasta el inicio del proceso reconstrucción nacional.
3. Desde el inicio del proceso de reconstrucción hasta el despliegue militar.

Durante la segunda fase se llevó a cabo el despliegue del Centro de Coordinación Logística, que se encargó de la coordinación del funcionamiento de 17 puntos de acopio, donde se distribuyó ayuda a las regiones afectadas (desde Valparaíso a La Araucanía).

El Centro de Coordinación Logística en su operación aérea registró: 83 vuelos internacionales, 1.800 vuelos militares, 13.500 pasajeros trasladados, 2.400 toneladas transportadas.

Operación Fuerza Aérea de Chile

- Despliega un puente de ayuda aérea desde Santiago hacia Talca y Concepción.
- Despliega un puente de ayuda aérea en el Centro de Apoyo y • Distribución (II Brig. Aérea).
- Despliega un puente de ayuda aérea en el aeropuerto Carriel Sur (Concepción).
- Despliega un Hospital Militar de Campaña en Curanilahue, con capacidad de 20 camas y un módulo quirúrgico.

SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Para realizar la operación de traslado por medio de vehículos aéreos es necesario en primera instancia, contar con una demanda que justifique el desplazamiento y más aún que el trayecto requiera gestión aérea, ya sea por distancia del trayecto, rapidez de respuesta o complejidad de este. De tal forma las variables de análisis para el funcionamiento operacional del caso se recopilaban según las referencias enunciadas en apartados anteriores, llegar a definir estas en:

- Demanda
- Flota
- Lugar de despegue
- Lugar de aterrizaje
- Carga
- Distancia

Descripción población afectada

Para realizar una mejor descripción de la población afectada se debe considerar los datos de hechos históricos para calcular una estimación de la demanda requerida a abastecer. Para este caso se tomarán los datos de los terremotos de 1985 y 2010. Considerando que los factores de infraestructura y zona geográfica son similares. Y existe una menor desigualdad socioeconómica.

Tabla Población afectada en catástrofes anteriores en Chile

Características	1985 (3 de marzo)	2010 (27 de febrero)
Damnificados	979.792	2.000.000
Habitantes zona terremoto	6.114.846	12.800.000
% de Damnificados	16%	16%

FUENTE

Elaboración Propia

El porcentaje de damnificados en las zonas afectadas corresponde a un 16%. Por consiguiente la demanda a abastecer corresponderá a este porcentaje, en cada una de las localidades que demanden insumos de primera necesidad.

Flota de vehículos aéreos disponible para carga de suministros

No todos los vehículos pueden ser utilizados para carga de suministros. Esto dependerá de la finalidad con la que fueron diseñados. Existen aviones de carga, de transporte de pasajeros, de acrobacias, de combate, entre otras funciones específicas. Para ello se evaluará según la descripción de cada vehículo, la funcionalidad a la cual está orientado.

El modelo propuesto buscará mejorar la distribución de insumos básicos, requiriendo como vehículos sólo aquellos que fueron fabricados con el propósito de transportar carga, y por ende su espacio físico permite trasladar mayor cantidad de unidades. Se calificará de manera binaria la utilidad de estos, siendo 1 disponible para carga de suministros y 0 no óptimo para carga de suministros. Para todos los vehículos óptimos, es necesario conocer la información relevante que permite el traslado de carga de un lugar a otro. Siendo los principales factores:

Restricción de aterrizaje, restricción de autonomía de vuelo, restricción de peso máximo y restricción de velocidad

Lugar de despegue y aterrizaje

Para abastecer un vehículo se requiere tener un lugar de acopio de suministros. Este lugar debe cumplir con una serie de características para la operación de vehículos aéreos. Es necesario que el lugar cuente al menos con:

- Pista de aterrizaje y despegue de vehículos aéreos.
- Equipo de mantención de vehículos aéreos.
- Personal calificado en toda la operación de vehículos aéreos.
- Espacio para generar lugares de acopio.
- Estacionamiento de vehículos aéreos.

Estación de abastecimiento de combustible para vehículos aéreos. Los lugares que cumplen con todos estos requerimientos corresponden a las bases aéreas de la Fuerza Aérea. Además se encuentran ubicadas en puntos estratégicos del país que les permite abarcar todo el territorio nacional.

Distancia

Para el trayecto que deben realizar los vehículos aéreos con el fin de abastecer la demanda en las localidades afectadas se considerará la distancia directa entre el punto de partida y llegada.

MODELO MATEMÁTICO

Algunas distinciones a considerar radican en el problema clásico de FSMVRP, la función objetivo minimiza el costo total de la solución incluyendo costos fijos y variables, mientras que en el problema se pretende minimizar el tiempo que tardan en surtir las diferentes localidades considerando la prioridad que puedan tener estas.

En el caso expuesto con anterioridad, podemos observar un problema de flota heterogénea donde los costos, la velocidad, la autonomía de vuelo y la capacidad de los vehículos varían. Existiendo un conjunto $T = \{1, \dots, n\}$ de tipos de vehículos, donde:

- Ca: Capacidad de vehículo a
- Aa: Autonomía de vuelo de vehículo a
- Va: Velocidad promedio del vehículo a
- Wa: Cantidad de Vehículos disponibles tipo a
- Dij: Distancia entre ciudades i, j
- Xa,i,j: Variable binaria que asigna vehículo a al tramo i, j (0 no se asigna, 1 se asigna)
- Yi,j: Variable binaria que muestra si el tramo i, j está habilitado (0 no está habilitado, 1 está habilitado)
- Bi: Demanda del nodo i
- Ki,a: Cantidad de la demanda del cliente i entregada por el vehículo a
- Pi: Prioridad de la ciudad i

Función objetivo:

Min ∑a ∑i ∑j (Di,j / Va) * Xa,i,j * ∑a ∑i ∑j 1 / Pi * Ya,i,j (0)

Restricciones:

1. De cada ciudad sale a lo menos 1 vehículo

∑a ∑j Xa,i,j ≥ 1 para todo i (1)

2. Todas las ciudades deben ser visitadas por a lo menos 1 vehículo

∑a ∑i Xa,i,j ≥ 1 para todo j (2)

3. Suma de las horas de vuelo asignadas no deben superar las horas de autonomía de vuelo.

∑i,j (Di,j / Va) * Xa,i,j ≤ Aa para cada a (3)

4. Suma de asignaciones al vehículo deben ser igual a los tramos habilitados.

∑i,j Xa,i,j = ∑i,j Yi,j * Xa,i,j Para todo a (4)

SIMULACIÓN DEL MODELO

Mapa de la Zona Afectada



FUENTE
Elaboración Propia

5. Cantidad de vuelos asignados por tipo debe ser menor o igual a la cantidad existente de cada tipo de vehículos.

∑j X0,j,a ≤ Wa para todo a (5)

6. Asegura que la demanda completa de cada cliente es satisfecha en su totalidad.

∑a Ki,a = Bi para todo i (6)

7. Impone que la cantidad entregada en cada viaje no exceda la capacidad del vehículo.

∑i Ki,a ≤ Ca para todo a (7)

8. Otros

Xa,i,j ∈ {0,1}

Ki,a ≥ 0

Las localidades afectadas son: Maullín, Ancud, Castro, Quellón y Melinka, las primeras cuatro ubicadas en la Región de los Lagos y la última en la Región de Aysén.

Distancia entre localidades.

En KM.	Puerto Montt	Ancud	Castro	Quellón	Melinka	Maullín
Puerto Montt	0	85	132	193	277	59
Ancud	85	0	47	135	220	34
Castro	132	47	0	72	155	95
Quellón	193	135	72	0	83	165
Melinka	277	220	155	83	0	250
Maullín	59	34	95	165	250	0

FUENTE
Carta Aeronáutica (CA-4) Los Ángeles - Puerto Montt. Escala 1:1.000.000.
Servicio Aero fotogramétrico de la Fuerza Aérea de Chile (S.A.F.)

Vehículos Aéreos.

Descripción Aeronaves	UH-1h	Casa 212	Twin Otter
Velocidad	230 KM / Hora	390 Km/ Hora	297 km/ Hora
Autonomía de vuelo en Horas	2 horas 30 min	3 horas	4 horas
Autonomía de vuelo en Km	575 Km.	1170 Km.	1188Km.
Peso máximo	4000.0	7500.0	4763.0
Peso de carga	1493.2 Kg.	2800 Kg.	1778.0279 Kg.
Cantidad de aeronaves disponibles	3	1	4

FUENTE
Fuerza Aérea de Chile

Descripción población afectada.

Para la descripción de la población afectada se considera que el 16% de la población de las localidades dañadas. La prioridad es definida por ONEMI según los antecedentes entregados por los gobiernos locales.

Tabla Descripción Población Afectada

Ciudades	Habitantes según INE 2020	Población Afectada	1 litros de agua	Kilos totales	Demanda en Kilos	PRIORIDAD
Ancud	42.028	6.724	1	1	6.724	1
Castro	64.276	10.284	1	1	10.284	5
Quellón	43.407	6.945	1	1	6.945	2
Melinka	2.115	338	1	1	338	3
Maullín	11.624	1.860	1	1	1.860	4

FUENTE

INE. * Censo del 2002 y Proyección Censo 2020

Lugar de aterrizaje disponible según el tipo de vehículo aéreo.

Uno indica que el aeródromo o aeropuerto está disponible para recibir a las siguientes aeronaves, cero indica lo contrario.

Aeropuerto y/o aeródromos habilitados por tipo de aeronave

Habilitación de Aeropuertos	Puerto Montt	Ancud	Castro	Quellón	Melinka	Maullín
UH-1h	1	1	1	1	1	1
Casa 212	1	1	1	0	0	0
Twin Otter	1	1	1	1	0	0

FUENTE

Fuerza Aérea de Chile.

Resultados

Con la finalidad de establecer si el modelo matemático está correcto y considerando la complejidad de este tipo de problemas para ser resueltos de forma exacta, se realizó un modelamiento del proceso heurístico y posteriormente el desarrollo del problema. La heurística nos llevará a un resultado aceptable cercano al óptimo.

Vehículo	Ruta	Tiempo (horas)
Uh-1h	Base - melinka - quellon - base	2,40
Uh-1h	Base - maullin - quellon - base	1,81
Uh-1h	Base - castro - maullin - base	1,24
Casa 212	Base - castro - base - ancud - base - ancud - base	1,55
Twin otter	Base - castro - base - quellon - base	2,19
Twin otter	Base - castro - base - quellon - base	2,19
Twin otter	Base - castro - base - quellon - ancud - base	2,28
Twin otter	Base - castro - base - ancud - base	1,46

FUENTE

Elaboración Propia

Resumen de rutas y tiempos recorridos por cada aeronave

En el escenario de prueba establecido, el abastecimiento de la totalidad de las ciudades toma un tiempo de 2.4 horas, duración que corresponde al mayor periodo de operación de los vehículos, en este caso de un helicóptero UH-1h.

DISCUSIÓN

Esta solución se centró en la etapa de abastecimiento de insumos básicos transcurridas las primeras 12 horas de siniestro, puntualmente en un modelo de ruteo de vehículos aéreos para planificación de operaciones en caso de catástrofes, que contribuye a reducir los tiempos de respuesta con que los damnificados requieren insumos de primera necesidad. En situaciones como estas una hora puede significar una vida, como se observó en la propuesta generada y aplicada por medio de una heurística algo que en el 27F no existió, en 2.4 horas con los recursos disponibles se tenía abastecido 5 localidades encontradas a más de 250 kilómetros de distancia entre si.



El modelo en si puede ser mejorado y por sobre todo su simulación, en este trabajo fue realizado por medio de una heurística que si bien es una solución aceptable no es lo óptimo, por lo que considerar su análisis bajo el enfoque de mejora continua, le otorga la posibilidad de realizar mejoramientos partiendo desde esta base. Luego de realizar el seguimiento del problema surgen algunas inquietudes respecto a la ponderación de importancia que se asignará a las variables involucradas en la función objetivo, debido a que se debe establecer si se considerará más relevante la prioridad de la ciudad o la disminución del tiempo para abastecer a cada una de las ciudades.

Cabe destacar que actualmente la prioridad de las ciudades se asigna en forma aleatoria para fines académicos, pero en base a consulta a expertos se debe resolver cómo se calcula la prioridad real de cada ciudad. Como así también la demanda de cada ciudad, pudiendo llegar a un modelamiento específico que genere la sinergia entre las variables de localización del siniestro, el grado de impacto e intensidad como otras variables significantes.

Existe un sin número de variables a considerar dentro de una situación de catástrofe, por lo mismo, es importante poder enfocar el problema de forma acotada y tener claro que es lo que se pretende obtener, esto pues la complejidad de su desarrollo asociado a una heurística como a resolverlo en un software de programación lineal presenta una formulación sofisticada y, por lo tanto, a la mano del error humano.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Federal para el Manejo de Emergencias y Cruz Roja Americana (2004). Agua y alimentos en una emergencia [en línea] Jessup. MD. FEMA. Recuperado el 04 de septiembre del 2015 de / http://www.fema.gov/pdf/library/spa_f&web477.pdf.
- Álvarez García A.J et. al (1995). Asistencia sanitaria en desastres. Disaster health care [en línea] Oviedo. Universidad de Oviero. Unidad de Investigación en Emergencias y Desastres. Recuperado el 07 de junio del 2015 de / <http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/libros/asistenciadesastres.pdf>.
- Baas, Stephan et al. (2009) Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres. Una Guía. [en línea]. Roma. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación División de Medio Ambiente, Cambio Climático y Bioenergía. Recuperado el 11 de agosto del 2015 de / <http://www.fao.org/3/a-i0304s.pdf>.
- Bertorelli, Paul (2010). Cirrus Rolls Out a New Turbocharged Model. [en línea]. Norwalk. AVweb. Recuperado el 18 de enero del 2016 de / http://www.avweb.com/avwebflash/news/Cirrus_SR22T_202743-1.html.
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2010). Qué es el Estado de Catástrofe. [en línea] Santiago. BCN. Recuperado el 15 de abril del 2016 de / <http://www.bcn.cl/de-que-se-habla/estados-excepcion-constitucional>.
- Centro Sismológico Nacional. Universidad de Chile. Glosario. Términos habituales. [en línea]. Santiago. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Recuperado el 12 de marzo del 2016 de / <http://www.sismologia.cl/links/glosario.html>.
- Chant, C. Y. (1982). Enciclopedia Ilustrada de la Aviación: Vol.1. Barcelona. Editorial Delta.
- Chile. Ejército de Chile. Estado Mayor Conjunto. Gestión de Emergencias [en línea] Santiago. EMCO. Recuperado el 07 de enero del 2016 de / http://www.emco.mil.cl/?page_id=106/.
- Chile. Fuerza Aérea de Chile. Misión [en línea]. Santiago. Fuerza Aérea de Chile. Recuperado el 28 de marzo del 2016 de / <http://www.fach.cl/mision.html>.

'FINGchester United' ganadores del campeonato de fútbol sala Ucentral

*El equipo consiguió coronarse **campeón invicto** de la competición que enfrentó a conjuntos de funcionarios de la Universidad Central.*

Vivir un campeonato, es vivir el compañerismo. Es enfrentar tus miedos, y darte cuenta que no puedes hacerlo solo, debes sacar a todo tu equipo junto contigo. Esa frase resume lo que vivió el equipo de la Facultad de Ingeniería en el campeonato de funcionarios de la Universidad Central de Chile. Fingchester United, fue un equipo con garra y corazón. Las victorias acumuladas fueron el boost de energía para seguir presionando con arrojo; lo único que podía detener esa sensación era el pitazo final de cada partido. Ese impulso constante fue lo que los llevó invictos a la final del campeonato.



« Fuimos el equipo con mayor participación, que fue el resultado de nuestra unión y compañerismo »

• Juan Guillermo, goleador del campeonato

Eran las 6:30 de la tarde de aquel 8 de junio. Los alrededores de la cancha del segundo piso del gimnasio se empezaban a llenar de gente, como en ningún otro partido. Este encuentro era distinto a cualquier otro, era la final. En el camarín, el capitán bajaba los niveles de ansiedad con música, la 'sopa de caracol' no paraba de sonar desde su celular. Los compañeros de equipo se alentaban unos a otros, todos reían ansiosos, todos querían que esto empezara.

Seis equipos conformados por funcionarios de la Universidad Central, soñaban con llegar a este instante, solo dos podían lograrlo. Fingchester United fue uno de ellos, debían enfrentar a los Diablos Rojos del departamento de Recursos Humanos.

Sin duda, el choque deportivo tuvo lo que tiene que tener una final: fuerza, agresividad, pasión, buen fútbol y por supuesto lluvia de goles. Tras el cierre de un empatado primer tiempo, los equipos se empezaban a agotar. Sin embargo, tal como fue la costumbre, con coraje y corazón, el Fingchester United no paró de presionar. El resultado fue un 7 - 4 en el marcador que les dejó la gloria.

El equipo, comandado por el capitán Claudio Henríquez, está conformado por docentes y funcionarios que hacen vida en la Facultad de Ingeniería. A nadie le extrañó, que el mejor jugador del campeonato saliera electo de esta plantilla, se trata de Diego Parraguez. Por su parte, las expectativas respecto al goleador del campeonato tampoco fueron erradas, pues Juan Urzúa, obtuvo dicho mérito.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de Chile, agradece a su capitán Claudio Henríquez y a todo su equipo conformado por Alejandro Sanhueza, Omar Carrasco, Juan Luis Palma, Rubén Villalobos, Igor Rodrigues, Diego Parraguez y Juan Urzúa.

Fingchester United será siempre recordado por este grupo, porque alcanzó la grandeza, y la grandeza por muy corta que sea se queda para toda la vida.



« Fue una gran experiencia, que fortaleció los lazos de amistad y compañerismo »

• Diego Parraguez, mejor jugador del campeonato.



Granos

.....
ancestrales
latinoamericanos
para una
alimentación
saludable
.....

Loreto Muñoz

Doctora en Ciencias e Ingeniería de los alimentos

Desde hace algunos años, el interés por parte de los consumidores por las semillas como quinoa, chia y amaranto ha ido en aumento. La tendencia por consumir alimentos sanos y seguros, ha puesto nuevamente a estas semillas ancestrales como protagonistas en lo que se refiere a alimentación saludable. El redescubrimiento de estas semillas ancestrales con enorme potencial agronómico y tecnológico, alto valor nutricional y reconocidas propiedades funcionales ha despertado el interés científico e industrial y hoy en día las podemos encontrar en un sinnúmero de alimentos que ciertamente pueden contribuir a la prevención de enfermedades que aquejan al mundo moderno.

Esta oleaginosa (chia) y pseudo-cereales (quinoa y amaranto), son de interés no solo por sus características nutricionales, si no por muchos atributos asociados a la salud.

« Semillas de quinoa, chia y amaranto, ricas en omega 3, proteínas y antioxidantes »

La Salvia hispánica L., comúnmente conocida como semilla de chia y *Amaranthus hypochondriacus*, *Amaranthus cruentus* y *Amaranthus caudatus* popularmente llamada amaranto, fueron uno de los principales componentes de la dieta pre-colombina siendo parte de la alimentación básica de las culturas maya y azteca (Muñoz, Cobos et al. 2013). Por otra parte, *Chenopodium quinoa willd.*, conocida como quinoa es una semilla originaria de la Región Andina de Perú y Bolivia y ha sido cultivada en esta zona desde hace 5000-7000 años (Vega-Gálvez, Miranda et al. 2010). Las semillas de chia, quinoa y amaranto, entre otras, fueron los principales componentes de la dieta de pueblos ancestrales de América; estas dietas, comparadas con las vigentes, satisfacían los requerimientos dietéticos establecidos hoy por la Food and Agriculture Organization y la World Health Organization. Estas semillas, además de contribuir a la diversificación de las dietas y ser de gran interés para la gastronomía, poseen proteínas y compuestos bioactivos que proveen beneficios a la salud y bienestar.

CHIA

La Salvia hispánica L., se cultiva desde la época precolombina. La planta produce semillas blancas y semillas que van desde café a negras (black-spotted). Esta pequeña semilla contiene altas proporciones de ácidos grasos esenciales (Tabla 1) como α -linolénico [ALA; 18:3(n-3)] asociado con algunas funciones fisiológicas del ser humano (Muñoz, Cobos et al. 2012). Posee concentraciones significativas de antioxidantes primarios y sinérgicos como el ácido clorogénico, ácido cafeico, miricetina, quercetina y kaempferol; además de importantes cantidades de fibra soluble e insoluble con reconocidas propiedades benéficas a la salud.

« Chia, una semilla ancestral fuente de nutrientes benéficos para la salud »

Asimismo, la semilla contiene más proteína que otros granos como avena, trigo y cebada, por ejemplo; posee la gama completa de aminoácidos esenciales (Tabla 2); es libre de gluten, no posee colesterol, componentes tóxicos o sustancias alergénicas y contiene a su vez, importantes nutrientes como vitaminas y minerales (Ayerza and Coates 2005). La semilla de chia puede ser considerada como un alimento funcional debido a su contribución a la nutrición humana, prevención de enfermedades cardiovasculares,

prevención de desórdenes inflamatorios y del sistema nervioso, diabetes y además puede ayudar a incrementar la percepción de saciedad contribuyendo indirectamente a problemas del siglo XXI como sobrepeso y obesidad (Ponce 2016).

QUINOA

En la actualidad la quinoa se encuentra en proceso de expansión, dado que representa un gran potencial para mejorar las condiciones de vida del mundo moderno (FAO 2011). Los principales usos de esta semilla son en alimentos y bebidas, medicina y alimentación animal. El año 2013 fue declarado el año internacional de la quinoa como reconocimiento a las prácticas ancestrales de los pueblos andinos que han conservado este pseudocereal como alimento. Posee un alto valor nutricional (Tabla 1), siendo rica en proteínas, lípidos, fibras, minerales y vitaminas. La quinoa posee proteínas de alta calidad, con una balanceada composición de aminoácidos (Tabla 2) similar a la composición de la caseína, proteína de la leche (Repo-Carrasco, Espinoza et al. 2003).

« Quinoa, con un elevado aporte de proteínas, vitaminas y minerales »

De acuerdo a un reporte elaborado por la Organización mundial de la salud en conjunto con FAO y United Nations University (WHO/FAO/UNU 2007) con la los aminoácidos de la quinoa superan ampliamente la recomendación de requerimientos diarios.



AMARANTO

Este pseudocereal, que tiene su origen en el continente americano hace más de 4.000 años, puede crecer en suelos y condiciones agroclimáticas variadas. Como cultivo puede ser una alternativa relativamente barata como fuente rica en proteínas y nutrientes para países en desarrollo. Ha sido consumido como hortaliza y como semilla; sus hojas se consumen frescas en ensaladas y cocinadas en diferentes preparaciones.

Uno de sus principales componentes es el almidón (Tabla 1) que puede encontrarse entre un 48 y 62% dependiendo de la variedad. Esta semilla posee dos tipos de almidón: aglutinante (rico en amilopectina) y no aglutinante; el primero es más adecuado para la industria panadera y es el que se encuentra en cereales como el arroz, maíz, cebada, etc. Posee un contenido de lípidos totales que van desde 4,8 a 8,1 obtenidos principalmente en especies A. cruentus y A. hypochondriacus (Rastogi and Shukla 2013).

« Amaranto, fuente de proteína, calcio y hierro »

El amaranto tiene usos variados tanto para la alimentación humana y animal como para la industria, la medicina y la ornamentación. En alimentación humana, el grano se utiliza entero o molido en forma de harina. La semillas poseen proteínas de alto valor nutricional, un buen equilibrio de aminoácidos, cercano al balance óptimo requerido en la dieta, además de contener lisina (aminoácido esencial) (Silva-Sánchez, de la Rosa et al. 2008).

En la actualidad la semilla de amaranto se usa para un sinnúmero de preparaciones gastronómicas y además en pan, galletas, pasta, popeado (amaranth popped), barras de cereal, entre otras. Mientras que las hojas, se usan en países como China, India, Nigeria, Indonesia, Jamaica, Malasia y otros en ensaladas, fritas, hervidas, cocidas al vapor y en variadas preparaciones culinarias.

CELIAQUÍA Y GRANOS ANCESTRALES LATINOAMERICANOS

La celiacía es una enteropatología autoinmune gatillada por el consumo de granos y/o semillas que contienen gluten por personas genéticamente susceptibles (Catassi and Fasano 2008). El consumo de gluten proveniente, por ejemplo, de harinas de trigo, cebada y centeno por personas celiacas, puede dañar la mucosa intestinal deteriorándola gravemente y provocando una mala absorción de nutrientes, diarrea, pérdida de peso y distensión abdominal. El tratamiento más efectivo para esta enfermedad es la eliminación del gluten de la dieta (Gluten-free diet) (Chand and Mihas 2006). En este contexto, y dado que las semillas ancestrales como quinoa, chia y amaranto son naturalmente libres de gluten, pueden ser incorporadas a las dietas celiacas y ofrecen una poderosa alternativa para el desarrollo de nuevos alimentos libres de gluten.

Tabla 1 - Composición nutricional

Componente	Quinoa g/100g	Amaranto g/100g	Chia g/100g
Energía (Kcal.)	368	371	486
Proteínas	14,12	13,56	16,54
Grasa Total	6,07	7,02	30,74
Grasa Saturada	0,706	1,459	3,330
Grasa Monoinsaturada	1,613	1,685	2,309
Grasa Poliinsaturada	3,292	2,778	23,67
Ácidos grasos Omega-3	0,260	0,042	17,83
Colesterol (mg)	0	0	0
Hidratos de carbono	64,16	65,25	42,12
Fibra dietética total	7,0	6,7	34,4
Almidón	52,22	57,27	0
Fitoesteroles (mg)	0	24	0

FUENTE

USDA Nutrient Database for standard Reference, Release 28 (2016) (USDA 2016)

« La calidad de una proteína está dada en base a la capacidad que tiene de satisfacer la demanda metabólica de aminoácidos y nitrógeno »

Tabla 2 - Perfil de aminoácidos

Amino ácido	Recomendación WHO/FAO/UNU mg/g proteína	Quinoa mg/g proteína	Amaranto mg/g de proteína	Chia mg/g de proteína
Histidina	15	4,07	3,89	5,31
Isoleucina	30	5,04	5,82	8,01
Leucina	59	8,4	8,79	13,71
Metionina	10	3,09	2,26	5,88
Fenilalanina	25*	5,93	5,42	10,16
Treonina	15	4,21	5,58	7,09
Valina	26	5,94	6,79	9,5
Lisina	30	7,66	7,47	9,7
Triptófano	4	1,67	1,81	4,36
Ácido aspártico	-	11,34	12,61	16,89
Serina	-	5,67	11,48	10,49
Ácido Glutámico	-	18,65	22,59	35
Glicina	-	6,94	16,36	9,43
Alanina	-	5,88	7,99	10,44
Cisteína	4	2,03	1,91	4,07
Tirosina	*	2,67	3,29	5,63
Arginina	-	10,91	10,6	21,43
Prolina	-	7,73	6,98	7,76
Total aminoácidos indispensables	184	46,01	47,83	73,72

Aminoácidos en negrita corresponden a los aminoácidos esenciales

* Recomendación estimada total de aminoácidos aromáticos (fenilalanina+Tirosina)

FUENTE

USDA Nutrient Database for standard Reference, Release 28 (2016); WHO/FAO/UNU (2007) – Requerimientos de aminoácidos en adultos.

CONCLUSIONES

La ciencia moderna ha concluido que las dietas precolombinas fueron nutricionalmente mejores que las dietas del día de hoy, es por eso que estas semillas ancestrales presentan una enorme posibilidad para el desarrollo de nuevos alimentos e ingredientes para la gastronomía y la industria de alimentos, así también para la industria cosmética y farmacéutica. Pero, junto con todo lo anterior, al utilizar estas semillas ancestrales no solamente crearemos alimentos sabrosos, sino también poderosamente saludables.

BIBLIOGRAFÍA

- Ayerza, R. and W. Coates (2005). *Chia: Rediscovering a Forgotten Crop of the Aztecs*. Tucson, The University of Arizona Press.
- Catassi, C. and A. Fasano (2008). 1 - Celiac disease. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*. San Diego, Academic Press: 1-1.
- Chand, N. and A. A. Mihas (2006). «Celiac disease: current concepts in diagnosis and treatment.» *Journal of Clinical Gastroenterology* 40(1): 3-14.
- FAO, O. R. p. A. L. y. e. C. (2011). *La quinoa: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial*, FAO.
- Munoz, L. A., A. Cobos, O. Diaz and J. M. Aguilera (2013). «Chia Seed (*Salvia hispanica*): An Ancient Grain and a New Functional Food.» *Food Reviews International* 29(4): 394-408.
- Muñoz, L. A., A. Cobos, O. Diaz and J. M. Aguilera (2012). «Chia seeds: Microstructure, mucilage extraction and hydration.» *Journal of Food Engineering* 108(1): 216-224.
- Ponce, R. (2016). *Asociación entre las propiedades de la chia hidratada en diversas matrices alimentarias y los niveles de saciedad en adultos jóvenes sanos*. Nutricionista, Universidad de Valparaíso.
- Rastogi, A. and S. Shukla (2013). «Amaranth: A New Millennium Crop of Nutraceutical Values.» *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(2): 109-125.
- Repo-Carrasco, R., C. Espinoza and S. E. Jacobsen (2003). «Nutritional Value and Use of the Andean Crops Quinoa (*Chenopodium quinoa*) and Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*).» *Food Reviews International* 19(1-2): 179-189.
- Silva-Sánchez, C., A. P. B. de la Rosa, M. F. León-Galván, B. O. de Lumen, A. de León-Rodríguez and E. G. de Mejía (2008). «Bioactive Peptides in Amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) Seed.» *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(4): 1233-1240.
- USDA (2016). «USDA National Nutrient Database for Standard Reference (Release 28, released September 2015, slightly revised May 2016).» *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*.
- Vega-Gálvez, A., M. Miranda, J. Vergara, E. Uribe, L. Puente and E. A. Martínez (2010). «Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.), an ancient Andean grain: a review.» *Journal of the Science of Food and Agriculture* 90(15): 2541-2547.
- WHO/FAO/UNU (2007). *Protein and amino acid requirements in human nutrition*, WHO, World Health Organization.

LabCial Universidad Central de Chile

Laboratorio de Ciencias de los Alimentos

Facultad de Ingeniería

UNIVERSIDAD CENTRAL DE CHILE

www.labcial.cl



APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ACTIVAS

PARA MEJORAR LOS APRENDIZAJES
Y PARA EL DESARROLLO DE
COMPETENCIAS DEL RAMO
TECNOLOGÍA DE LOS MATERIALES

Sergio Cárdenas

Doctor en Bioquímica

Diego Parraguez

Ingeniero Civil Industrial

La asignatura tecnología de los materiales de la carrera de Ingeniería Civil Industrial, es un ramo técnico-científico que tiene como objetivo el estudio de los diversos materiales utilizados en la ingeniería. Este tipo de asignaturas contienen gran cantidad de contenidos, y además, debe servir para desarrollar competencias específicas y genéricas. La exigencia metodológica para lograr aprendizajes en esta asignatura es muy alta y requiere de metodologías activas para su desarrollo. Este proyecto plantea la modificación completa de las metodologías usadas en esta asignatura, de forma de lograr la revisión de mayor cantidad de contenidos en menos tiempo, pero logrando los aprendizajes y desarrollo de competencias de forma más efectiva. Se plantea la división de las unidades del curso en pequeños capítulos y cada capítulo debe ser tomado por un equipo de estudiantes que deben preparar material docente y virtual para que con este, sus compañeros puedan prepararse para una evaluación sumativa con los contenidos. En una tercera parte del curso, se plantea el desarrollo de un proyecto de innovación, donde los estudiantes proponen y fabrican una pieza de un determinado material y uso específico. Como resultado del proyecto, se logró la generación de gran cantidad de material virtual que permitió que los estudiantes rindieran un test escrito con similares resultados obtenidos años anteriores donde el docente fue quién entregó la información. Mas importante aún fue que como resultado final de la asignatura con esta metodología, los estudiantes lograron un aprendizaje mas significativo que antes, logrando un mejor rendimiento académico como grupo curso que lo observado años anteriores en la misma asignatura.

INTRODUCCION

A nivel mundial, la educación ha ido evolucionando, cambiando completamente la forma de ver la enseñanza. La educación universitaria tradicional, ha estado continuamente en cuestionamiento sobre la eficacia y objetivos de su metodología, y la educación universitaria en ingeniería ha llevado una atención especial lo que se ha reforzado en nuestro país. Chile se ha transformado en un país que exporta principalmente materias primas y estamos importando tecnología y profesionales técnicos avanzados. A pesar de que nuestros ingenieros son altamente capacitados, no están trabajando en el desarrollo de nuevas tecnologías que puedan valorizar aún más nuestros recursos o incluso exportar tecnologías. Esta necesidad llevo al estado a financiar proyectos enormes, que modifiquen los currículos de formación de ingenieros, como el proyecto de Corfo "Ingeniería 2030" (1,2).

Son varios los cambios metodológicos que se están llevando a cabo en la educación universitaria y en particular en la educación de la ingeniería: a) El objetivo está migrando desde la enseñanza de una serie de contenidos que entregan las diferentes asignaturas, hacia el desarrollo de competencias profesionales, las cuales incluyen ciertos contenidos importantes. b) Los currículos tratan de desarrollar habilidades "duras" (técnicas) y "blandas" (otro tipo de habilidades, como sociales, emocionales e intelectuales), a diferencia de antes, que solo se enfocaban al desarrollo de conocimiento puramente técnico. c) Antiguamente se asumía que los estudiantes que entraban a las carreras de Ingeniería eran sumamente homogéneos en intereses y habilidades, donde en general se clasificaba como estudiantes físico-matemáticos, pero se ha demostrado en estudios dentro de la Universidad Central de Chile, que los estudiantes que ingresan a las carreras de Ingeniería son sumamente diversos, y por lo tanto, no solo tienen diferentes intereses, sino diferentes formas de aprendizaje, lo que exige que las clases utilicen diferentes herramientas y/o metodologías de aprendizaje. d) La educación ha migrado desde la enseñanza (donde un profesor dueño de la verdad absoluta, señala o "enseña" cual es la verdad sobre su asignatura, y espera que los estudiantes memoricen o dominen ese contenido con lo que dice éste con un refuerzo adicional con libros) hacia el aprendizaje, donde el profesor o facilitador, acompaña a los estudiantes en un trabajo personal o grupal en el cual los estudiantes van descubriendo las verdades necesarias para entender el entorno, pero que luego deben asociar y contextualizar con diferentes problemáticas ingenieriles, de modo que el aprendizaje pasa desde la adquisición de conocimientos aislados al dominio de conocimientos complejos y ampliamente relacionados entre si. En este contexto, el estudiante pasa de ser un observador o receptor pasivo, a ser el protagonista de su propio aprendizaje, acompañado y guiado por sus profesores. Por todo lo anterior, la formación de un ingeniero del siglo XXI, requiere de una serie de innovaciones metodológicas y curriculares y en esta publicación, deseamos discutir los resultados logrados luego de la aplicación de metodologías activas a una asignatura con una serie de innovaciones en los procesos de aprendizaje y evaluación, proyecto que se financió con concurso interno de innovación educativa de la Universidad Central 2017.

Problemática

En Chile, la calidad de la educación universitaria ha estado en constante cuestionamiento, y la respuesta fue la acreditación institucional y de carreras, lo que implica una autoevaluación constante y cumplimiento de algunos parámetros definidos como necesarios para asegurar la calidad. Dentro de estos parámetros, el porcentaje de retención en las carreras y la duración real de las carreras son aspectos que se evalúan en cada carrera, ambos aspectos que en Ingeniería siempre han sido muy bajos, ya que tradicionalmente, la entrada de estudiantes a estas carreras ha sido muy masiva, pero la deserción es tan alta que solo un pequeño porcentaje terminan realmente como Ingenieros titulados,

además, los que lo hacen, terminan varios años después que lo definido formalmente para la carrera. Todo esto ocurre al alto nivel de complejidad de las asignaturas impartidas en ingeniería y a las metodologías que normalmente son usadas. Este aspecto ha llevado a la necesidad de modificar profundamente las metodologías utilizadas en el aprendizaje de las asignaturas más "duras" de la carrera. Estas asignaturas incluyen una gran cantidad de contenidos y los tiempos para trabajar en cada uno de estos es muy limitado, lo que se agrava si sumamos que lo esperado en un profesional tan especializado como el Ingeniero, es que los niveles de aprendizaje no solo deben lograrse a nivel conceptual (saber), sino a nivel procedimental (saber hacer) y más complejo aún, a nivel actitudinal (saber ser, es decir comportarse y ver el entorno con ojos de Ingeniero) (3,4).

La carrera de Ingeniería Civil Industrial de la Universidad Central de Chile ha definido tres dimensiones profesionales para el desarrollo de sus estudiantes, la gestión organizacional, donde deben integrar conceptos estratégicos, administrativos, económicos y sociales. Una segunda dimensión es la gestión de la producción y operaciones donde deben desarrollar competencias para el uso eficiente de recursos y el logro de un proceso o un servicio de forma sostenible en el tiempo. Acá deben conocer comportamiento, aplicaciones y transformación de los materiales y de energía, además de los procesos de manufactura. Una tercera dimensión es innovación e integración tecnológica para el desarrollo sostenible, donde son esenciales los conceptos de innovación, optimización de los procesos, eficiencia en recursos materiales y energéticos, medio ambiente y entorno social. Para lograr estas tres áreas de dominio, el estudiante debe desarrollar ocho competencias específicas y tres competencias genéricas durante su carrera y todas las asignaturas deben contribuir, o tributar al desarrollo de estas (5).

La asignatura de Tecnología de los materiales es una asignatura de especialidad de segundo año (tercer semestre) con 3 horas de semanales para cátedra y 1,5 horas semanales de laboratorio. Esta asignatura, además de contener gran cantidad de contenidos complejos que deben ser tratados en poco tiempo, debe tributar a las siguientes competencias del estudiante:

- 1 Modela y optimiza sistemas de producción y de servicios en la organización. Utiliza las ciencias básicas para en función de la satisfacción de clientes, proveedores, empleados y accionistas, en organizaciones de mediana complejidad, Gestión y Control de clientes, proveedores, empleados y accionistas, en organizaciones de mediana complejidad.
- 2 Identifica necesidades y resuelve problemas de la cadena de valor, en organizaciones de mediana complejidad, teniendo en cuenta los requerimientos del entorno, los beneficios económicos, el ahorro energético, la responsabilidad social y el cuidado ambiental. Para contribuir a la sustentabilidad de la organización.
- 3 Actúa sistemáticamente de forma proactiva e innovadora, enfocado en la optimización de los recursos, para gestionar la utilización de las tecnologías, con base en el direccionamiento estratégico de la organización, en organizaciones de mediana complejidad.
- 4 Expresa con claridad y oportunidad las ideas, conocimientos y sentimientos propios a través de la expresión oral y escrita adaptándose a las características de la situación y la audiencia para lograr su comprensión y adhesión.

Para cada competencia, se definen niveles de complejidad en el desarrollo de cada competencia, nivel básico para asignaturas de primeros años, nivel medio para asignaturas en la mitad de la carrera, y el nivel avanzado o competente, que se desarrollan en la última etapa de la carrera. Tecnología de los materiales, debe contribuir en las siguientes etapas de cada competencia:

- Para la competencia 1 descrita arriba, la asignatura debe contribuir a que el estudiante sea capaz de: Formular modelos matemáticos y resolver problemas de optimización determinísticos simples, utilizando las ciencias básicas, en organizaciones de mediana complejidad, para mejorar el desempeño de la organización.
- Para la competencia 2, se espera la asignatura aporte a que el estudiante identifique y Formule problemas u oportunidades de mejoras en un proceso simple, fundamentando sus causas y priorizándolas según su relevancia Para mejorar el desempeño de la organización.
- Para la competencia 3, la asignatura debe contribuir a que el estudiante formule respuestas innovadoras para dar solución a problemas de competitividad y uso eficiente de la energía, gestionando el uso de tecnologías adecuadas, en organizaciones de mediana complejidad
- Para la competencia 4, la asignatura debe tributar para que el estudiante pueda comunicarse con sultura de manera respetuosa en forma oral y escrita, estructurando el mensaje y los apoyos gráficos para facilitar la comprensión e interés de la audiencia en situaciones de extensión media.

SOLUCIÓN PROPUESTA

Debido a todo lo anterior, se diseñó y se evaluó los logros obtenidos al aplicar una nueva metodología para la asignatura de tecnología de los materiales, que lograra trabajar en el desarrollo de las competencias descritas, pero que además permitiera evaluar su adquisición. A esto se suma que la metodología implementada, se enfocó a los tres modelos de aprendizaje: visual, auditivo y kinestésico, y además, se impulsó a que los estudiantes sean los protagonistas de su propio aprendizaje y no entes pasivos en espera a que el profesor logre los aprendizajes en ellos. La metodología, también permitió la confección de material académico propio de los contenidos más complejos de la asignatura que puede complementar lo que se trabaja en la sala y además, los impulsa a utilizar nuevas tecnologías de información. Finalmente, los estudiantes logran contextualizar lo visto en clases con problemas reales de la Ingeniería, para así lograr un aprendizaje más significativo.

Los contenidos de la asignatura, se dividieron en cuatro grandes capítulos: 1.- Microestructura y fenómenos microestructurales. 2.- Propiedades de los materiales. 3.- Tratamiento de materiales. 4.- características, y aplicaciones de los materiales de ingeniería. El primer capítulo, se trabajó con la metodología que se había estado utilizando por los últimos 5 años, es decir, clases expositivas y participativas y aprendizaje basado en problemas, los cuales se plantean y trabajan normalmente en la sala de clases. En esta metodología, la evaluación se realiza a partir de un test escrito basado en problemas contextualizados, y fue realizado de similares características a lo hecho anteriormente en la asignatura, para poder normalizar los datos. La idea fue comparar el nivel de los grupos cursos de este año que trabajó con metodología nueva, con los grupo curso de años anteriores, y así saber a qué atribuir los cambios en la notas de los cursos en los distintos años.

Las nuevas metodologías comenzaron con el segundo y tercer capítulo de la asignatura. Estos se dividieron en 17 subtemas. Cada tema fue designado al azar, entre 17 equipos de 2 ó 3 estudiantes. A cada equipo se le dio 3 semanas para que estudiaran su tema, lo comprendieran y preparen material docente, que debió ser subido a una plataforma virtual y que entregue y explique cada tema al resto del grupo curso. A cada equipo se le dio la misión de preparar un video que explique el tema asignado, y desarrolle ejercicios y problemas del tema. A cada equipo se le entregó un listado de contenidos mínimos que debía contener el video. Además del video, cada equipo debió preparar una guía con 4-6 ejercicios con resultados, para finalmente confeccionar una guía completa de

ejercicios de la asignatura. Como tercera solicitud, fue el envío de dos preguntas de alternativas, para preparar un control virtual, el cual debió ser tomado por la totalidad del grupo curso. Este control virtual solo podía ser respondido luego de ver y entender el video de cada equipo. A esta metodología tipo aprendizaje basado en proyecto, se le llamo aprender-enseñando y se baso en una serie de experiencias externas y propias (6,7,8,9,10 y 11).

El capítulo 4, fue desarrollado con otra metodología completamente diferente. El grupo curso se volvió a dividir en equipos, que podían ser los mismos de la metodología anterior o equipos diferentes. A cada equipo se les asigno un material de ingeniería diferente. Metal: Aluminio; Cerámico: Arcilla; Polímero: termoplástico, termoestable; material Compuesto fibrilar: fibra de vidrio. A cada equipo se les dio una semana para que estudiaran las propiedades del material asignado. Luego de esto, se les dio una segunda semana para que buscaran una aplicación innovadora al material asignado. Es decir, según las propiedades del material asignado, se debió buscar alguna aplicación nueva, pudiendo reemplazar alguna pieza de otro material o crear una acción o función para el material asignado. En una tercera etapa, se les dio dos semanas para confeccionar la pieza a tamaño real o escala, pero debió ser una pieza funcional del material asignado. Finalmente, con las piezas confeccionadas, se realizó un Panel de Posters y exposición de las piezas, donde cada equipo presentó la pieza fabricada, la función o acción propuesta por la pieza, un análisis de las propiedades de los materiales y porque este material fue escogido para la pieza propuesta y el proceso de manufactura de la pieza realizada por los estudiantes

RESULTADOS Y ANÁLISIS

El primer capítulo de la asignatura fue trabajado con el grupo curso de forma tradicional, y tanto la entrega de contenidos, trabajo en problemas y evaluación fue similar a lo realizado los últimos años en la asignatura. Al realizar la evaluación, se determinó el promedio del curso y se comparó con los promedios de la misma evaluación de años anteriores, para saber si este curso podía considerarse similar a los anteriores.

Prueba 1 sobre microestructura y defectos en red cristalina

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	49	49	49	23	24	33
promedio	3,86	3,41	4,05	3,49	2,57	4,20
desvstd	1,071	0,988	1,033	1,399	1,049	1,404

TABLA 1

Notas promedio del test sumativo 1 o prueba 1 realizadas desde el año 2012 hasta 2017. Todas las pruebas evaluaron microestructura y defectos en red cristalina y las evaluaciones fueron similares en dificultad. Esta tabla muestra los promedios de la prueba 1, la desviación estándar y la cantidad de estudiantes que rindieron dicha evaluación.

Tal como se muestra en la tabla, a pesar de que se observa una tendencia a que los estudiantes del año 2017 pudieran tener mejor rendimiento como grupo curso que años anteriores, debido a la alta desviación entre las notas no hay diferencias significativas entre los grupos cursos de este y años anteriores. Por lo anterior, podemos evaluar el rendimiento total del grupo curso en la asignatura luego de las nuevas metodologías el año 2017 y compararlo con el rendimiento de los grupos curso de años anteriores y atribuir el mejor rendimiento a las nuevas metodologías planteadas.

La aplicación de la metodología de aprender enseñando, fue más complicado que lo planteado en el diseño del proyecto. Costó que el grupo curso asumiera un rol activo en su aprendizaje. Una motivación para que todos trabajaran a conciencia, fue el hecho de que una segunda evaluación de la asignatura, fueron los contenidos planteados y trabajados en los videos de los estudiantes, sin que exista ninguna sesión de estos contenidos realizados por el profesor en el aula. Adicionalmente al video, se asignó una sesión de cátedra para que cada grupo, pudiera responder dudas del grupo curso generadas al ver cada video y el profesor pudo aclarar errores que pudieron presentarse en cada video o reforzar temas importantes que debieron ser destacados mejor en dichos videos. Luego se pidió a cada equipo una segunda versión mejorada de cada video que debió incluir todas las sugerencias. En paralelo, se realizaron laboratorios que trabajaron los conceptos desarrollados en los mismos videos, por lo que existió un refuerzo a los contenidos trabajados en los videos. Finalmente, con estos videos mejorados, los laboratorios y guías de ejercicios realizadas por los equipos, se tomó una sola evaluación escrita. Esta evaluación escrita fue de similar características a la segunda evaluación escrita que se tomaba tradicionalmente en la asignatura años anteriores.

Se promedió la nota y comparó con el promedio de la segunda nota de años anteriores, para saber si esta metodología logro mejoras en el proceso de aprendizaje.

Prueba 2. Comparación rendimiento para segunda evaluación con metodología tradicional y metodología aprender enseñando

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	45	49	42	23	24	33
promedio	2,93	4,15	4,05	4,29	3,50	4,16
desvstd	1,254	1,095	0,992	1,330	1,805	0,884

TABLA 2

Promedios, desviación estándar y cantidad de estudiantes que cada año rindieron la prueba 2 sobre tratamiento de materiales y diagrama de fases de mezclas. Se comparó la información de lo observado el 2017 con la metodología planeada con respecto a lo observado los años anteriores con metodología tradicional.

Tal como se observa en la tabla, la nota promedio obtenida por los estudiantes fue similar a lo logrado años anteriores con metodología tradicional, sin embargo, para esta prueba el académico no realizó ninguna clase en aula de estos contenidos, sino solo con lo trabajado por sus compañeros en forma de videos y guías. También existió reforzamiento de estos contenidos en laboratorios, pero esto también fue realizado años anteriores. Si bien no se aprecia aumento significativo con lo observado en años anteriores, algo muy interesante, fue una dispersión mucho menor de las notas lo que implica un aprendizaje más homogéneo y dirigido a diferentes tipos de estudiantes (auditivos, visuales y kinestésicos).

El rendimiento neto no aumento por esta metodología, pero tampoco perjudicó a los estudiantes, sin embargo, al finalizar el curso, se les llamo a una evaluación oral sin aviso y se realizaron preguntas conceptuales y procedimentales con respecto a la materia de los video y sorprendentemente, el 90 % del grupo curso pudo responder las preguntas y recordaban lo más relevante de la materia, lo que implica que esta metodología probablemente no logro aumentar el rendimiento en comparación con años anteriores, pero si logro un aprendizaje significativo ya que al realizar la misma interrogación oral a estudiantes de años anteriores muy poco recordaban algo del contenido de la segunda evaluación.

La tercera parte de la asignatura se desarrolló con una tercera metodología, aprendizaje basado en proyectos. Al pedirles que ellos buscaran alguna aplicación innovadora, solucionando algún problema o generando una nueva aplicación, impulsó la capacidad de observación, búsqueda en optimización y aplicación de tecnologías para mejorar sostenibilidad, tal como plantean las competencias de egreso de la carrera. Al asignar los temas, se generaron 9 equipos de 3 o 4 estudiantes cada uno. Los temas y proyectos realizados se muestran en la siguiente tabla.

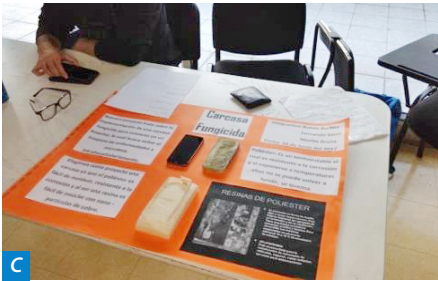
Materiales seleccionados y nombre de cada proyecto

Grupo Nº	Material	Prototipo innovación
1	Aluminio	Caja esterilizable para productos agrícolas
2	Aluminio	Termo/olla para comidas de camping
3	Polímeros termo plástico	Piezas lego de polietileno reciclado para muebles armado fácil
4	Polímeros termoplástico	Polietileno reciclado con nano partículas de cobre para tablas de picar carne
5	Polímeros termo estables	Carcasa de celular con nano partículas de cobre (resina epóxica)
6	Polímeros termoestables	Cooler portátil para alimentos de poliester
7	Cerámicos	Horno cerámico modular portátil para picnic
8	Cerámico	Olla horno portátil
9	Materiales compuestos	Lentes de material compuesto con fibra de vidrio y nano partículas de cobre

TABLA 3

Columna 2 muestra el material de ingeniería que se propuso a cada uno de los nueve equipos planteados, y en la tercera columna se encuentra el nombre del proyecto que entregó cada uno de los grupos en la feria tecnológica.

En esta etapa de la asignatura, los estudiantes partieron con una investigación sobre propiedades y aplicaciones de los materiales asignados, investigación que después debió ser presentada al resto del grupo curso por medio de un poster. Luego de la investigación que tomo una semana, se trabajó definiendo que aplicación o problema podía resolver el material asignado. Todos los equipos, más bien trabajaron buscando alguna pieza innovadora (Tabla 3). Finalmente, los equipos tuvieron que fabricar la pieza o un prototipo a escala en el laboratorio de la Universidad. Para esto los materiales metálicos se fundieron y dieron forma con moldes fabricados por estudiantes; los cerámicos fueron fabricados, secados y luego sinterizados o quemados en mufla; los polímeros fueron fabricados con resina y polimerizados en moldes fabricados por ellos o fundidos y moldeados a presión. Cada proceso manufacturado, debió ser adecuadamente documentado y evidenciado para también entregarlo a sus compañeros en el poster. Finalmente, se realizó una presentación donde cada grupo presento su pieza y poster, informando todos los detalles al resto de sus compañeros. En esta actividad, los profesores pasaron por cada poster evaluando nivel de conocimiento aprendido y la información entregada a sus compañeros en el poster, lo que equivalió a la evaluación de esta actividad.



Si bien, muchos prototipos requerían mayor tiempo para presentar una pieza de alta calidad, el objetivo no estaba en la pieza, sino en el aprendizaje logrado por los estudiantes en el proceso educativo completo. Cada uno de los estudiantes logro defender su prototipo, indicando propiedades del material del cual fue hecho, y porque esta aplicación fue innovadora. También se pudo trabajar y evaluar por rubricas habilidades y competencias a las que tributa la asignatura: **comunicación efectiva**, escrita, oral, en poster, discusiones, defensa del prototipo, realizando material para entregar conocimiento como los videos y guías de ejercicios. Se les pidió trabajar en empatía para lograr mejor comunicación con el otro. **Innovación e integración tecnológica para el desarrollo sostenible**, en el uso de tics para resolver problemas y en el desarrollo de un prototipo de innovación utilizando propiedades de los materiales asignados. La evaluación del desarrollo de estas competencias se realizó con rúbricas aplicadas en la revisión del material académico del proyecto 2 y en la rúbrica de evaluación del trabajo de los prototipos y presentación en la feria tecnológica.

El último resultado a evaluar fue el desempeño final del grupo curso en la asignatura, lo que puede ser observado en la tabla 4, donde se comparan las notas

finales promedio de la asignatura de tecnología de los materiales desde los años 2012 hasta el 2016 con este año 2017. También se pueden comparar los porcentajes de aprobación de dicha asignatura. El análisis con test de student, muestra diferencias altamente significativas del curso del año 2017 con respecto a todos los años anteriores evaluados. Este análisis incluso se evaluó usando colas de 0,5% cada una. Es decir, toda la metodología utilizada, logró mejorar el rendimiento de la asignatura de forma importante con respecto a todos los años evaluados, como promedio de la asignatura subió desde un promedio 4,0 hasta 4,9, y logrando una aprobación del 100% de los estudiantes, algo no logrado anteriormente.

Rendimiento de los grupos curso de la asignatura de tecnología de los materiales desde el año 2012 hasta 2017

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Nº alumnos	45	49	42	23	24	33
Promedio	4,46	3,97	4,40	4,09	4,00	4,94
Desvstd	0,868	0,855	0,722	0,860	1,106	0,565
% Aprobación	84	61	90	83	72	100

TABLA 4

Esta tabla muestra el rendimiento de los grupos cursos del ramo de tecnología de los materiales desde el año 2012 hasta el año 2017. Para cada año, se evaluó la nota final promedio de todos los estudiantes que cursaron la asignatura dicho año. Además de incluir el promedio, la desviación estándar y el número de estudiantes totales, se realizó un análisis estadístico comparando el comportamiento del grupo curso del año 2017 con cada uno de los años anteriores. Para esto se usó un test de t con dos colas y se usó un factor de seguridad del 1%.



FIGURA 6

Fotografías de la feria tecnológica, donde se observa a 6 equipos diferentes mostrando sus prototipos y poster. A) grupo 7 mostrando horno portátil, material cerámico; B) Grupo 5 mostrando carcasa celular con nano partículas de cobre, material polímeros termoeestables; c) Ampliación de poster y prototipo de carcasa celular con nano partículas de cobre; D) Grupo 3 mostrando piezas tipo lego de polietileno reciclado para armado de muebles; Materiales poliméricos termoplásticos; E) Grupo 9 presentando marcos de lentes de alta resistencia mecánica y nano partículas de cobre, materiales compuestos; F) Grupo 1 presentando una caja esterilizable para evitar contaminación de plagas en productos agrícolas, material aluminio y G) Grupo 6 mostrando una caja tipo cooler y de almacenamiento en refrigerador, materiales termoeestable.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

Este proyecto fue planteado a partir de una serie de problemáticas observadas al realizar la asignatura de tecnología de los materiales de la carrera de ingeniería civil industrial. Estos problemas se vislumbraron en esta y otras asignaturas, pero son problemas genéricos para este tipo de asignaturas tecnológicos-científicos para ingenieros. Lo primero observado, fue la amplia gama temática que presentan las asignaturas, pero el escaso tiempo que existe para trabajar en esta. Si a esto se suma que se deben alcanzar conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales, y con un aprendizaje significativo, lo que implica ver y trabajar cada temática desde diversos puntos de vista. Esto implica que es imposible resolver esto con la educación tradicional, lo que se potencia en la gran diversidad de estilos de aprendizaje de nuestros estudiantes. Una de las alternativas que se han estado evaluando es aprovechar al máximo las horas presenciales de la asignatura y no en revisar nuevos conceptos, sino en integrar los conceptos o conocimientos que los estudiantes deben traer desde su casa. Para lograr esto se debe asegurar que los estudiantes utilicen las horas de trabajo autónomo, estudiando conceptos y conocimiento básico de los distintos contenidos de una asignatura y lleguen a la sala de clase a integrar estos conocimientos y aplicarlos en casos o proyectos donde profundicen estos conocimientos y los transformen en aprendizajes significativos procedimentales y actitudinales además de los conceptuales. Uno de los problemas para que el estudiante logre incorporar ciertos conocimientos en un aprendizaje autónomo, es la gestión del conocimiento, ya que la información ya existe y crece cada día, pero el estudiante debe lograr restringir y seleccionar la información relevante y aprender lo correcto y de la forma adecuada. Esto es muy difícil, si el estudiante no tiene conocimiento previo de los contenidos, ¿Cómo va a seleccionar lo que tiene que estudiar de forma autónoma sino conoce los temas con anterioridad? Aquí necesita la guía de los profesores, sin embargo, esto se hace muy difícil o imposible si desde casa central, se exige cierta cantidad de horas en aula y no se asignan horas de trabajo fuera del aula o no presenciales a los académicos. La única forma es tener material seleccionado que guíe a los estudiantes en su aprendizaje autónomo y luego, con ese conocimiento básico obtenido por los estudiantes, se puede profundizar o contextualizar esos conocimientos en el aula.

Un segundo problema observado en la asignatura, es lograr en el poco tiempo que se tiene disponible por cada asignatura, lograr aprendizajes no solo de los contenidos propios de la asignatura, sino de habilidades blandas y competencias complejas que deben ser obtenidas por nuestros estudiantes a lo largo de la carrera, pero que todas las asignaturas de la malla, tributan de alguna manera u otra. Para esto, se deben aplicar metodologías que logren tratar los contenidos propios de la asignatura, pero utilizando técnicas que obliguen a los estudiantes a trabajar en el desarrollo de habilidades blandas y competencias complejas. Este trabajo no solo debe incluir el trabajo en este tipo de habilidades y competencias, sino que el estudiante debe ser consciente de lo que se pretende trabajar y que sea visible el desarrollo progresivo por parte del estudiante de estos. Lo anterior se logra con metodologías que deben incluir un trabajo con pares y con guías que generen retroalimentación y una mirada externa para poder visualizar el crecimiento personal. Tan importante como el desarrollo de las competencias y habilidades blandas, es el aseguramiento del logro de estas por los estudiantes. Esto debe ser hecho por evaluaciones que puedan visibilizar el crecimiento de los estudiantes y el logro final de alguna habilidad decretada. Esto es imposible con test escritos, los que evalúan ciertas habilidades, pero claramente no todas las necesarias para un futuro profesional de la ingeniería, quien tendrá un desempeño de todas formas más complejo que la generación de textos escritos o ciertos cálculos matemáticos. Todo lo anterior, llevo a postular un proyecto cuyo objetivo general es:

“Aplicar nueva metodología que permita la revisión de muchos contenidos en poco tiempo, logrando un adecuado aprendizaje de estos a nivel conceptual, procedimental y actitudinal, y permita la adquisición por parte de los estudiantes y la evaluación de esto, de las competencias definidas para este curso”.

Este objetivo tremendamente complejo, se dividió en varios objetivos específicos que si pueden ser trabajados de forma individual para luego integrarlos:

1. Aplicar metodologías que permita abarcar de forma eficiente muchos contenidos de un curso en poco tiempo.
2. Aplicar metodologías que aumente los aprendizajes a nivel conceptual, procedimental y actitudinal de un curso técnico-científico como tecnología de los materiales.
3. Desarrollar y evaluar competencias genéricas de trabajo en equipo, comunicación efectiva y manejo de medios informáticos en los estudiantes.
4. Desarrollar y evaluar competencias específicas en innovación e integración tecnológica.

Para lograr abarcar muchos contenidos en poco tiempo, se propuso la creación de material virtual de parte de los contenidos de la asignatura, material que incluir contenidos sintetizados, pero que incluyan lo más relevante para luego permitir que sea el mismo estudiante que pueda profundizar. Esta profundización, jamás la realizará el estudiante si no se siente completamente motivado a hacerlo, lo que solo se logra si el estudiante encuentra que es importante para su realidad el profundizar en esa temática. El motivar a los estudiantes y lograr que este de importancia real a la profundización de los contenidos, se puede lograr con proyectos interesantes para el estudiante y que vayan utilizando contenidos cada vez más complejos para su concretización. Contenidos que debe lograr el propio estudiante, pero como una necesidad que surge de él para resolver un conflicto generado en su propio proyecto. Debido a que cada estudiante es distinto, y se han detectado todos los estilos de aprendizaje en los estudiantes de ingeniería, es imposible lograr esta motivación en todos los estudiantes con un solo tipo de proyecto. Cada asignatura debe incluir varios tipos de trabajo y proyectos diferentes y así lograr motivación en estudiantes diferentes. Este proyecto logró generar un set muy interesante de material virtual, que demostró una calidad aceptable, ya que, con ese material los estudiantes lograron mantener el rendimiento que se había obtenidos con clases tradicionales. Esto quiere decir, el profesor puede empezar a dedicar las horas en aula para procesos de aprendizaje más complejos que solo entregar contenidos. Si bien, no todo el material tiene igual calidad académica, al repetir esta modalidad otros años, se irá generando un set importante de materiales docentes realizados con lenguaje de los mismos estudiantes para cada uno de los temas del curso. Esto además permite pensar en abrir ciertas capacitaciones de forma virtual o lograr realizar cursos de verano con menos horas presenciales.

Durante, la realización de la asignatura, se observó que el proyecto de innovación del prototipo generó gran interés y motivación en la mayoría de los estudiantes, lo que si generó interés en el autoaprendizaje y profundización de los temas, pero el poco tiempo que se dio a esta actividad, no logro estimular investigaciones muy profundas en los temas. Por otro lado, el proyecto de la preparación de material virtual, despertó interés en mucho menos estudiantes, aunque el uso de tecnologías de información les llamó la atención. Sin embargo, se logró que aumentara la participación en la discusión de los diversos temas dentro del aula. Cuando se planteaban temas, los estudiantes que habían trabajado con ciertos temas relacionados con la temática de la discusión, participaban y

daban opinión, asegurándose de que todos supieran que ellos sí conocían del tema. Esta necesidad de destacar en el entorno social, los motivó a profundizar, para tener opinión en los diversos temas planteados.

El objetivo específico 2, fue más complicado para medir y creemos que se debe mejorar esta herramienta el presente año. De todas maneras, se realizaron trabajos procedimentales y actitudinales para cada temática trabajada en la asignatura y esto implica que además se trabajó a nivel conceptual. El hecho de que los proyectos obligaran a entender los temas para explicarlos, resolver problemas relacionados con el tema frente a sus pares y defender su postura, hace trabajar a los estudiantes de forma actitudinal y procedimental frente a los temas. Como todos los temas son trabajados a nivel procedimental y actitudinal, los aprendizajes son, además, significativos para el estudiante. El nivel del aprendizaje obtenido, se logró evaluar al final de la asignatura, en la feria tecnológica. En esta feria tecnológica, cada equipo tuvo que defender su proyecto, pero se les preguntó sobre conocimientos que se trabajaron en otras partes de la asignatura y los estudiantes tuvieron que asociar e integrar conocimientos, para lograr dar una respuesta adecuada. Además de lo anterior, al finalizar la feria, se realizó una interrogación oral a cada estudiante con preguntas conceptuales y procedimentales sobre todos los temas vistos en la asignatura y los estudiantes respondieron exitosamente en un 95% solo 2 estudiantes fallaron en estas preguntas y solo llegaron hasta un nivel conceptual del conocimiento evaluado en esa interrogación. La rúbrica también incluyó evaluación del nivel del conocimiento adquirido por los estudiantes en cada uno de los proyectos realizados, por lo que esta rúbrica es la herramienta que mide la obtención de conocimientos en los diferentes niveles.

El objetivo tres se planteó en el origen del proyecto. Como esta asignatura debe tributar hacia las competencias genéricas de comunicación efectiva, trabajo en equipo y uso de tecnologías de información, la metodología de la asignatura se planteó con esa base. Con respecto a la comunicación efectiva, se planteó un proyecto que obligara al estudiante a generar y evaluar habilidades comunicativas orales y escritas. Debido a esto, se planteó que sean los estudiantes los que presentaran a sus pares ciertas temáticas de la asignatura y para asegurar que la comunicación sea efectiva, que esa presentación sea lograda el aprendizaje que luego fue evaluado en un test sumativo. El estudiante tuvo que desarrollar empatía, pensar de qué forma sus compañeros podrían entender lo que se les está presentando. Realizar comunicación pensando en el receptor del mensaje y en la información que debe enviar y no en el transmisor de esta. Esto tanto, en información oral, presentada en el video como en información escrita en guías y el poster presentado en la feria tecnológica. También, en la presentación de los prototipos los estudiantes debieron defender sus ideas y prototipos, lo que también es un aspecto importante de la comunicación efectiva. La segunda competencia tiene relación con trabajo en equipo. Para este punto, cada uno de los proyectos a realizar, fue trabajados en equipo. Como los tiempos siempre fueron limitados, cada trabajo debió ser organizado como equipo. Finalmente, como las evaluaciones sumativas fueron personales, a pesar de que los trabajos eran en equipo, cada integrante del equipo, debió involucrarse en los proyectos, ya que la nota grupal no siempre enmascara la nota individual. El manejo de medios informáticos, se aseguró al exigir un video subido a youtube para presentar los temas. Dentro de estos videos, la mayor parte de los trabajos, incluyó uso de diversas herramientas informáticas.

El cuarto objetivo específico sobre ayudar a desarrollar y evaluar la competencia específica sobre innovación e integración tecnológica, se trabajó con el proyecto del prototipo de innovación sobre las propiedades de los materiales. Este proyecto implicó investigación en ciertas funciones de diversas piezas de ingeniería y generar mejoras en la eficiencia o logro de nuevas funciones de dichas piezas, al cambiar el material del que están fabricadas. Esto

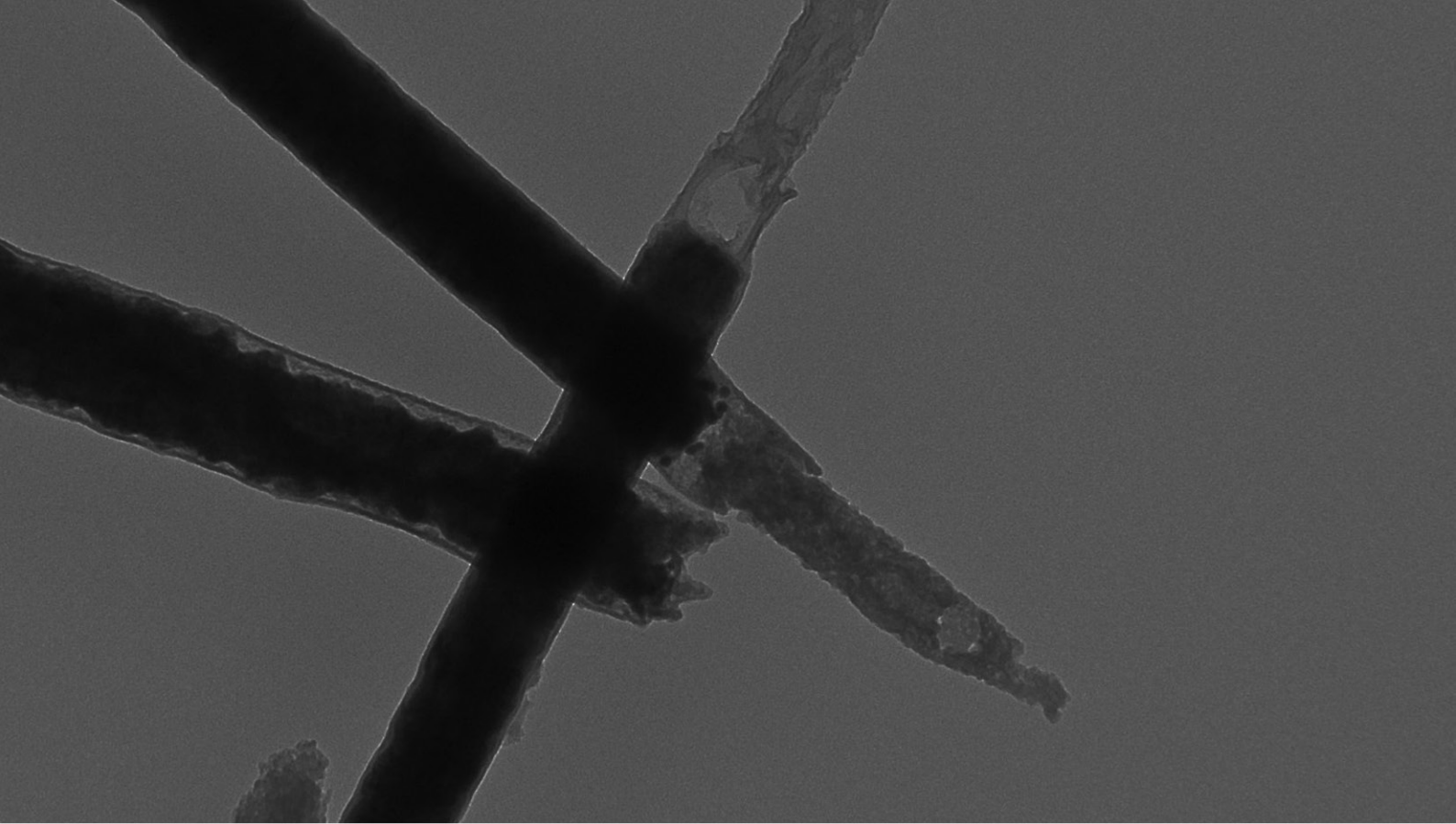
es trabajo con innovación y/o integración tecnológica para mejorar los procesos, lo que es el alma de esta competencia específica del perfil de egreso de los estudiantes de ingeniería civil industrial.

Finalmente, este proyecto, logró trabajar en todos los objetivos planteados inicialmente, pero aún es necesario mejorar las rúbricas para mejorar el logro de las diversas competencias o habilidades planteadas y para asegurar la evaluación del logro de estas.

Una conclusión interesante de esta metodología es la mejora en el rendimiento del grupo curso de esta asignatura con respecto a los años anteriores y sin bajar la calidad, por el contrario, se lograron aprendizajes significativos y se trabajaron habilidades y competencias que están prometidas en el programa de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

- Barkley, E., & Cross, P. howell, C. (2007). *Técnicas de aprendizaje colaborativo. Capítulo VIII.*
- Campos, E. D. F. (2006). *Transposición didáctica: definición, epistemología, objeto de estudio. Cuadernos de investigación y formación en educación matemática, (2).*
- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado, 3.*
- March, A. F. (2006). *Metodologías activas para la formación de competencias. Educatio siglo XXI, 24, 35-56.*
- Martínez-Olvera, W., Esquivel-Gámez, I., & Castillo, J. M. (2014). *Aula invertida o modelo invertido de aprendizaje: Origen, sustento e implicaciones. Los Modelos Tecno-Educativos, revolucionando el aprendizaje del siglo XXI, 137-154.*
- McKeachie, W. J., Pintrich, P. R., Lin, Y., & Smith, D. A. F (1986). *Teaching and learning in the college classroom: A review of literature. p:63.*
- Reporte Minero (2018). *Escuelas de ingeniería chilenas exponen casos de éxito en programa Ingeniería 2030. Reportaje, reporte minero .*
- Santiago Pedro, S. (2005). *La comprensión de textos académicos en un contexto cooperativo guiado a través de la enseñanza recíproca. ElectronicJournal of Research in EducationalPsychology, 3(5).*
- Tunning, P. (2003). *Tunning educational structure in Europe. Informe Final. Fase I. Universidad de Deusto y Universidad de Groningen. Editado por Julia González y Robert Wagennar. Bilbao: Universidad de Deusto.*
- Nueva Ingeniería para el 2030 en regiones, Corfo, 2016. <https://www.corfo.cl/sites/cpp/convocatorias/cat-2016-ni2030>.
- Escuela de Industrias (2017). *Proyecto de rediseño curricular, formulario 2. perfil de egreso, ingeniería civil industrial. Página 4.*
- Agradecimientos: Este proyecto fue financiado por la Vicerectoría académica de la Universidad Central de Chile por el concurso Innovación educativa 2017.

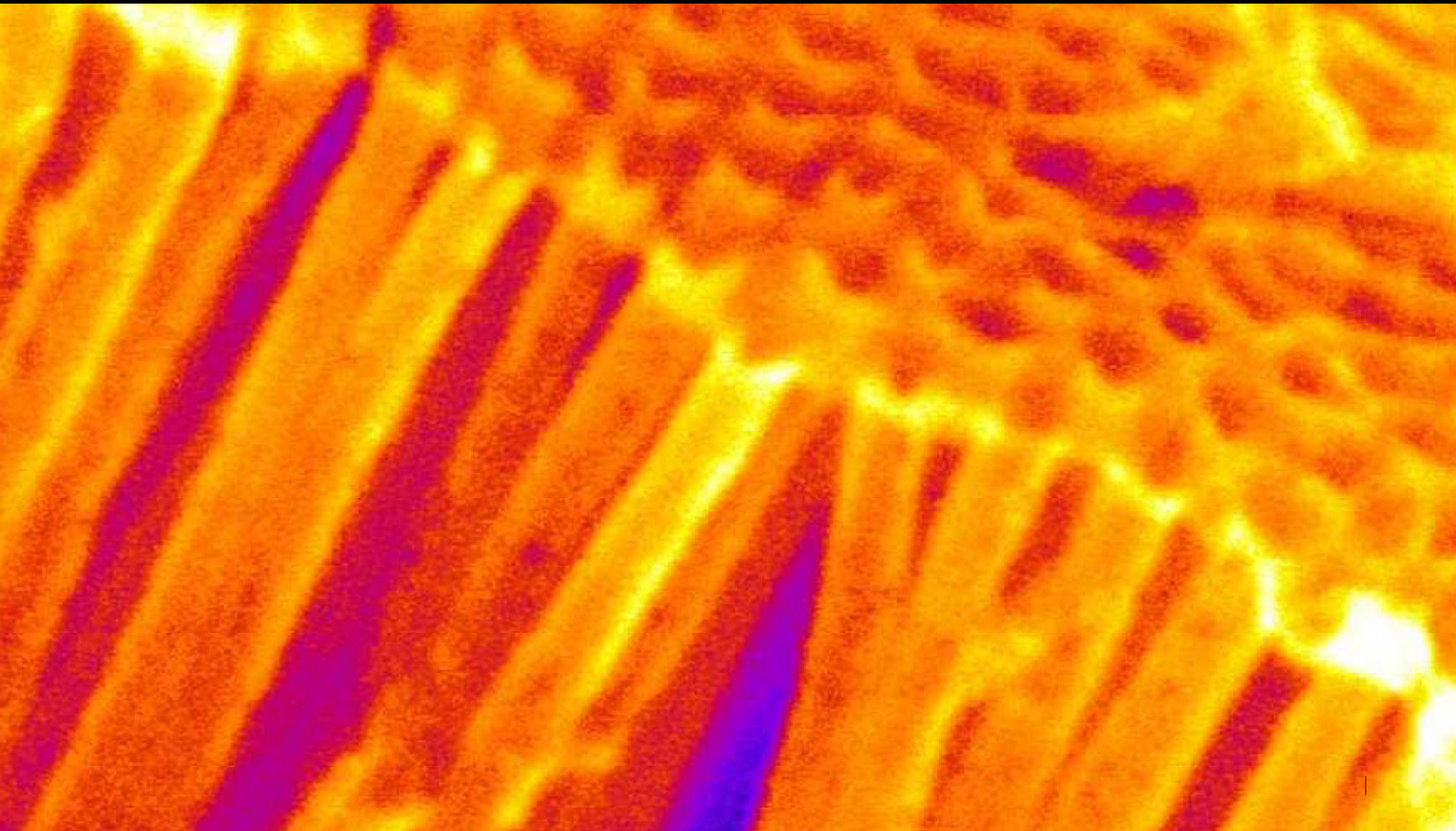


Nanosíntesis Lab



www.nanosintesis.cl

 @NanosintesisLab





DEFECTOS EN UN MATERIAL; ¿PORQUÉ SON IMPORTANTES PARA EL MAGNETISMO?

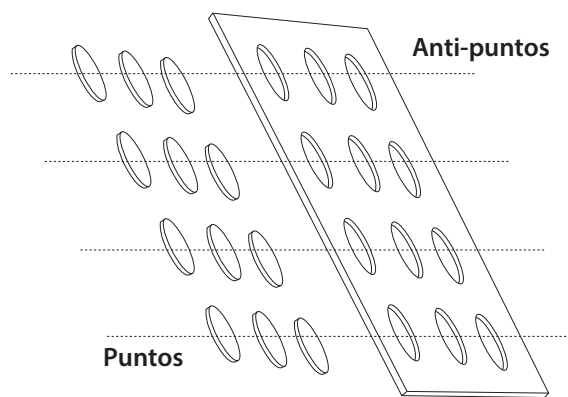
Juan Luis Palma

Ingeniero Físico, Doctor en Ciencias con mención en Física

Atrapar la magnetización resulta importante para la grabación magnética (discos duros, memorias RAM) para los procesadores, para medicina y para sensores. En un medio material, la magnetización siempre está presente, pero se hace más evidente y con una alta respuesta a bajos campos (campos magnéticos externos aplicados) en materiales ferromagnéticos. Comúnmente se hacen imanes con este tipo de materiales, y en la nanoescala, las propiedades magnéticas de los nanoimanes dependen de la forma que tenga el nanoimán. En el medio material, existen defectos (llámense defectos cristalinos o de otra índole) que atrapan (anclan o clavan) esta propagación de la magnetización, y quedan regiones apuntando en una dirección y otras regiones apuntando en otra dirección.

Para este trabajo en particular; se han sintetizado láminas delgadas, de un material magnético, con defectos controlados. Estas láminas usualmente se conocen como "antidots" (que viene de anti: "contrario" a la estructura de dots: "punto" (del inglés)).

Podemos imaginar un arreglo de puntos magnéticos (dots), como un arreglo de estructuras parecidas a una pastilla (aspirina) en donde la magnetización en cada dot no se puede trasladar hacia ningún lado, es decir, la magnetización se confina (se atrapa). La estructura de antidots es justo la complementaria a la anterior para formar una lámina continua, es decir es cómo una lámina con agujeros, aquí la reversión de la magnetización se puede trasladar por los laberintos que quedan entre los agujeros.



Las mediciones magnéticas de este tipo de láminas se realizaron en un magnetómetro del tipo MOKE (magnetómetro que utiliza el efecto Kerr Magneto-Óptico). Para observar directamente la forma de los agujeros en la lámina y además la configuración de la magnetización se han realizado mediciones AFM y MFM (del inglés, Atomic Force Microscopy y Magnetic Force Microscopy). Para entender el comportamiento de estos sistemas

Fabricación (síntesis) de una lámina de antidots magnéticos

Este tipo de láminas con defectos controlados, se sintetizan por medio de una deposición de una lámina metálica. Esta lámina metálica se deposita evaporando el metal en una cámara de alto vacío. Al evaporarse el metal, este se deposita sobre un sustrato plano y se genera una lámina continua lisa de material magnético (es cómo fabricar un imán con forma de una hoja de papel, dónde el grosor de la hoja de 10 nanómetros). La lámina que se depositó consiste en tres capas, la primera de dos nanómetros de titanio, y sobre esta lámina de titanio se depositaron diez nanómetros de cobalto (que es magnético) y sobre el cobalto se depositaron diez nanómetros de oro, para así evitar la oxidación de la superficie de cobalto Ti(2nm)/Co(10nm)/Au(10nm). Luego de realizar la deposición, por medio de un haz de electrones se puede perforar esta lámina, para esto se utiliza un haz de iones enfocado (Focused Ion Beam, FIB). De esta manera se pueden dibujar agujeros

ordenados en arreglos cuadrados, o hexagonales, que son los que nos interesa estudiar.

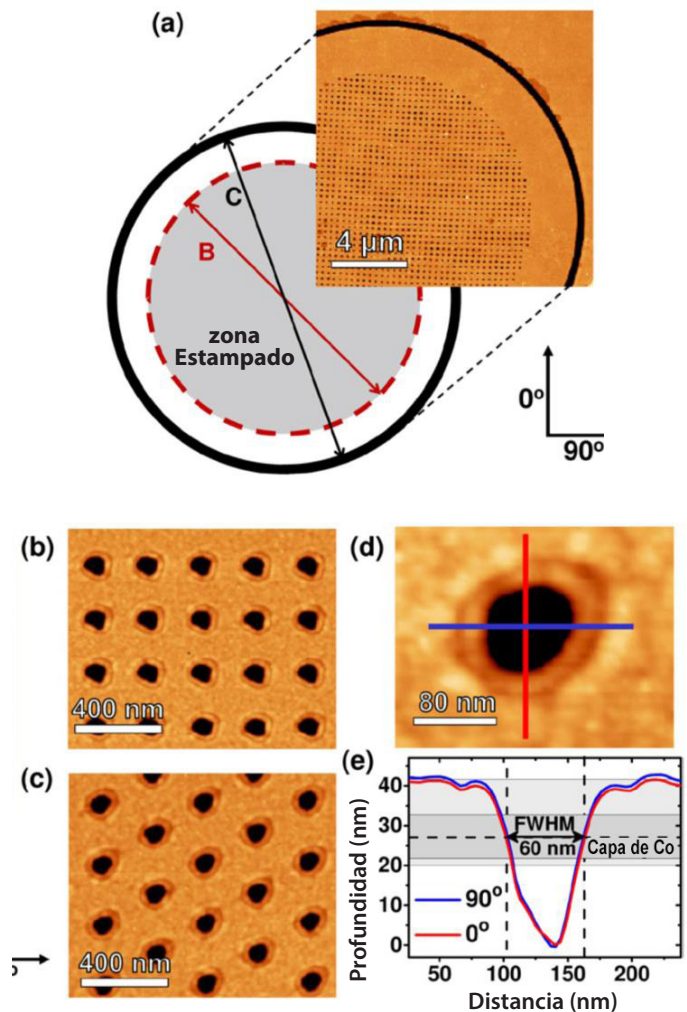


FIGURA 2

(a) arreglo de antidots en una lámina delgada de cobalto (Co) con 10 nm de grosor (e), dónde el círculo exterior es una zanja que separa al arreglo de antidots del resto de la lámina continua, el diámetro de esta región es de 20 micrómetros, y la región circular que contiene los antidots es de 15 micrómetros. Los arreglos se hicieron en redes cuadradas (b) y en arreglos hexagonales (c) de antidots con diámetro de 60 nm (d).

Los agujeros creados por Ion-Line FIB, en los arreglos cuadrados y hexagonales, tienen una separación de 150, 200, 250 y 300 nanómetros entre centro y centro de cada antidot.

Descripción de la geometría

Desde un punto de vista magnético, cada agujero representa un defecto en el material, ya que cada agujero es una discontinuidad del material. En la orilla de este agujero nanométrico, se genera una concentración de campo desmagnetizante, lo que hace que la propagación de la magnetización se estanque. Entonces podemos caracterizar la muestra por una cantidad que relacione la cantidad de defectos que se encuentren en ella, a esto lo llamamos la "densidad de defectos en el volumen" (DVD). Para encontrar este número que nos va a decir cuántos defectos hay en la muestra lo hacemos dividiendo el área de los defectos por el área de la muestra total. Esto se hace en una celda unidad (que es una celda que se puede repetir varias veces para formar una estructura cristalina). Si a es la constante de red (distancia entre dos centros de agujeros más cercanos) y d es el diámetro del agujero, entonces para la red cuadrada se tiene que:

$$DVD_{Sq} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{a} \right)^2$$

y para la red hexagonal se tiene que:

$$DVD_{Hex} = \frac{\pi}{2\sqrt{3}} \left(\frac{d}{a} \right)^2$$

Entonces la cantidad de defectos que se encuentren en la muestra están relacionados por un parámetro adimensional que consta de la división entre el diámetro del agujero y la separación entre centros de agujeros. La constante de proporcionalidad indicará que tan densa es la matriz de agujeros.

Revertir la magnetización

Invertir la dirección en la que apunta la magnetización neta de un material, significa invertir la mayoría de los momentos magnéticos de los átomos. Para hacer esto es necesario meter energía externa al material, esto se logra por medio de un campo magnético externo, y se conoce como la contribución de Zeeman. Entonces el proceso consta en aplicar campo en una dirección de la muestra, esto lleva a que todos los momentos magnéticos apunten en una dirección, luego si se aplica el campo magnético externo en una dirección contraria entonces la magnetización se invierte, y en el proceso la inversión de la magnetización se encuentra con defectos que dificultan su paso.

Las propiedades magnéticas se miden a través de una curva característica que se llama ciclo de histéresis magnético, que corresponde a ciclo de memoria. Si las curvas son más anchas, requieren de más energía para invertir su magnetización, si son más delgadas requieren de menos energía para invertir su magnetización. Si la curva es más cuadrada tiene una dirección de fácil magnetización, si se parece más a una "S" entonces en esta dirección la magnetización es más difícil. Mediante este tipo de análisis, que fue explicado de manera muy simplista, se pueden diseñar sistemas magnéticos.

Dentro de un mismo material, podemos encontrar todos los parámetros expuestos anteriormente, si se maneja la geometría del material. En nuestro caso, si el campo se aplica en dirección de los primeros vecinos (el agujero más próximo en la red) o si se aplica en dirección de los segundos vecinos de la red (segundo grupo de agujeros más próximo a un agujero cualquiera) se obtienen distintas curvas de histéresis magnética, que representa distintas propiedades magnéticas, así se observa en la figura 3.

El ancho de la curva de histéresis nos dice cuán intenso debe ser el campo magnético que apliquemos a la muestra para que su magnetización revierta. Esto está linealmente relacionado con la densidad de defectos, para cada una de las muestras, considerando si aplicamos el campo magnético a primero vecinos de la red o a segundos vecinos. Es decir, dependiendo de la dirección en la que apliquemos el campo externo tendremos distintas propiedades magnéticas.

El magnetómetro que utilizamos en esta ocasión no es un magnetómetro común. Por lo general si se genera un campo magnético entre dos bobinas, lo que se hace es agita la muestra dentro de este campo constante, y cómo la muestra es magnética produce variaciones en el flujo de campo que se traducen a un voltaje que podemos medir. Este voltaje se colecta por bobinas más pequeñas y sensibles que captan la variación de campo (magnetómetro de muestra vibrante VSM), o por un cerámico conocido como piezoeléctrico que genera un voltaje al doblarse (magnetómetro de gradiente de fuerza alternado AGFM). EL magnetómetro MOKE utiliza el efecto Kerr magneto-óptico, un haz de luz polarizado incide (a lo más unas decenas de nanómetros al interior de la superficie de la muestra) y al interactuar con la magnetización de los átomos este haz cambia su polarización. Nosotros tomamos esa polarización y la relacionamos con la magnetización de la muestra para poder obtener las propiedades magnéticas.

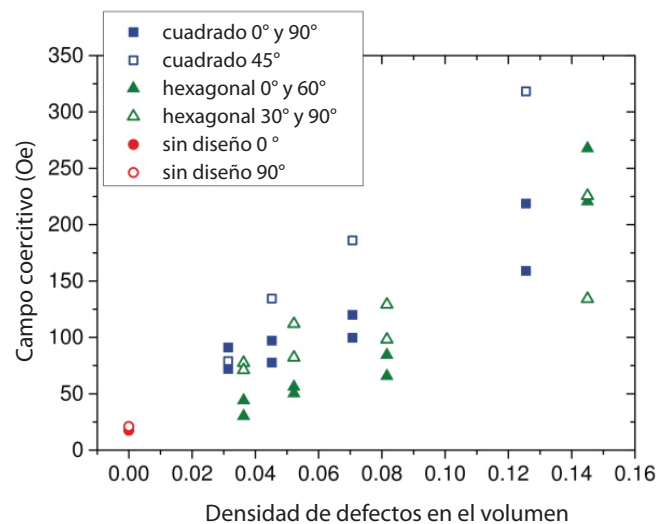


FIGURA 3

variación del campo coercitivo con respecto a la densidad volumétrica de defectos. Para el caso del arreglo cuadrados se aplicó el campo en dirección de los primeros vecinos (cuadrados azules sólidos) y de los segundos vecinos (cuadrados vacíos), al igual que para el caso de los arreglos hexagonales, en la dirección de primeros vecinos (triángulos verdes sólidos) y segundos vecinos (triángulos verdes vacíos).

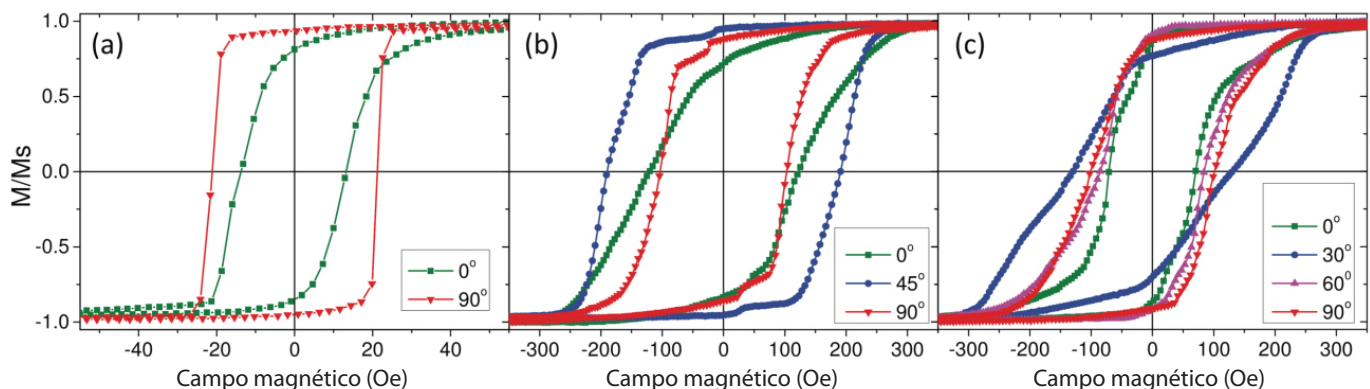


FIGURA 3

Curvas de histéresis obtenidas mediante un magnetómetro de efecto Kerr magneto-óptico para diferentes direcciones. (a) Lámina continua de cobalto (sin agujeros), (b) arreglo cuadrado y (c) arreglo hexagonal. En ambos casos la distancia de separación entre agujeros es de 250 nanómetros.

Figura 4: variación del campo coercitivo con respecto a la densidad volumétrica de defectos. Para el caso del arreglo cuadrados se aplicó el campo en dirección de los primeros vecinos (cuadrados azules sólidos) y de los segundos vecinos (cuadrados vacíos), al igual que para el caso de los arreglos hexagonales, en la dirección de primeros vecinos (triángulos verdes sólidos) y segundos vecinos (triángulos verdes vacíos).

Observando los dominios magnéticos

Una de las mediciones que se pueden encontrar en la publicación original corresponde a una medición de microscopía de fuerza atómica (AFM) y una microscopía de fuerza magnética. En este tipo de microscopía, una punta, con un radio de curvatura de unas decenas de nanómetros va intentando tocar la muestra en su superficie y se acerca hasta sentir una interacción que se conoce como Van der Waals, esta punta está sostenida a un soporte plano, este soporte sufre una deflexión cada vez que la punta se acerca a la muestra (acorde a la ley de Hooke), esta deflexión se puede medir por varios métodos, uno es hacer incidir un láser sobre el soporte. Finalmente, se puede construir un mapa de la superficie de la muestra y podemos conocer su morfología. Esta fue la técnica que se utilizó en la *figura 2*.

Además, si la punta es magnética, y se levanta unas decenas de nanómetros sobre la superficie de la muestra, entonces la imagen que se construirá corresponderá a la magnetización en la superficie de la muestra. Así podemos observar cómo se distribuye la magnetización de la muestra debido a los defectos que hemos introducido. En la *figura 5*, se puede ver en (e) cómo es que se distribuye la magnetización, lo que en realidad observamos es la fuerza entre la punta magnética del microscopio y el campo magnético que emana de la muestra, esta fuerza es la divergencia de la magnetización. Si la magnetización diverge, entonces nos dice que está cambiando de sentido, por lo tanto, lo que observamos con gran contraste en la *figura 5* (e) es una región en donde la magnetización apunta en dos direcciones opuestas, a esto se le llama: **una pared de dominio magnético**. Para realizar esta imagen, la punta magnética estaba levantada a una altura de 40 nanómetros desde la superficie de la muestra.

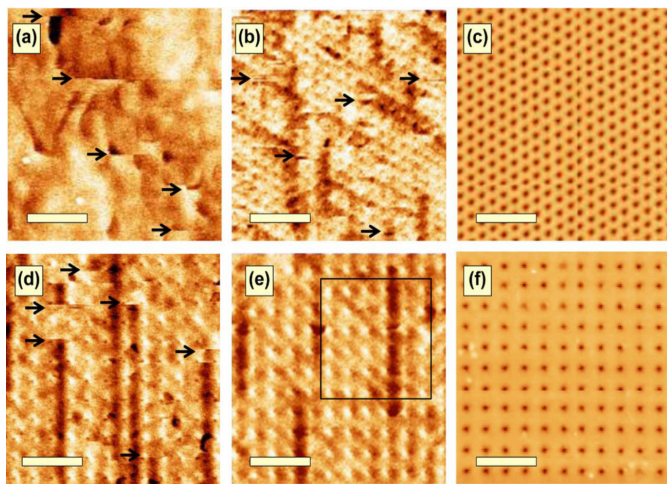


FIGURA 5

Imágenes de Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) de un arreglo de antidots cuadrado (f) y hexagonal (c). Además, se realizó una medición de Microscopía de Fuerza Magnética, donde se observan paredes de dominio en la lámina continua (a), en un arreglo hexagonal con 200 nm de periodo y el campo aplicado a segundos vecinos (b), en un arreglo cuadrado de 300 nm de periodo con el campo aplicado a segundos vecinos (d) y a primeros vecinos (e).

Para entender como es la formación de estos dominios magnéticos, y cómo funcionan los agujeros (antidots) anclando la magnetización, y elevando la energía en su vecindad, hemos realizado simulaciones micromagnéticas. Para esto, resolveremos una ecuación conocida como la ecuación de Landau Lifschitz Gilbert, la cual no se puede resolver analíticamente (utilizando solo un lápiz y un papel, una manera coloquial de decirlo) para este tipo de geometría, si no que se debe resolver por medio de análisis numérico. Para esto utilizaremos un software llamado GPMagnet.

La ecuación que intentamos resolver es la siguiente:

$$\frac{\partial \mathbf{M}(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = -\gamma \mathbf{M}(\mathbf{r}, t) \times \mathbf{H}_{eff}(\mathbf{r}, t) + \frac{\alpha}{M_s} \mathbf{M}(\mathbf{r}, t) \times \frac{\partial \mathbf{M}(\mathbf{r}, t)}{\partial t}$$

Esta ecuación determina la dinámica de la magnetización en un material. Donde $\mathbf{M}(\mathbf{r}, t)$ es la magnetización de cada átomo. La aproximación al continuo de la teoría micromagnética, nos permite tomar una región (supongamos cúbica, de un par de nanómetros de arista) donde la magnetización es constante y el cálculo se hace más rápido, o permite simular estructuras más grandes. H_{eff} es el campo efectivo, que es la suma de los campos que afectan al material (campo externo aplicado, campo desmagnetizante...), γ es el factor giromagnético de Einstein – de Hass, y α es el amortiguamiento. Veamos un poco lo que significa este último término; Cuando a un momento magnético se le aplica un campo, este se intenta alinear en la dirección del campo aplicado, la rapidez con la que se alinee dependerá de una “viscosidad” de medio, por así decirlo, y se produce un amortiguamiento, que es característico de cada material.

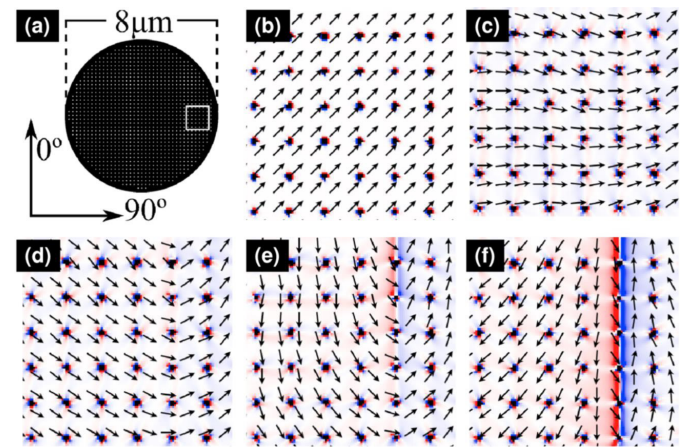


FIGURA 6

Simulación micromagnética de un arreglo de antidots donde se puede observar en (a) la muestra completa, y luego un recuadro donde vemos la configuración de espines en el proceso de inversión magnética hasta formar una pared de dominio den (f). Los colores rojo y azul representan la divergencia de la magnetización.

Resolver esta ecuación nos permite construir imágenes de la magnetización del material como se observa en la *figura 6*. Hemos simulado una muestra de ocho mil nanómetros (ocho micrómetros) de ancho que contiene antidots como los que hemos sintetizado experimentalmente. En la *figura 6* (f) podemos observar cómo se configura la magnetización cuando hay una pared de dominio, hemos simulado exactamente lo que hemos observado en la *figura 5* (e). Los colores azul y rojo de las simulaciones en la *figura 6* (f) corresponden a la divergencia de la magnetización, lo que representa la fuerza que siente la punta en el microscopio MFM.

Las paredes de dominio magnético son más importantes de lo que creemos, y las usamos más seguido de lo que imaginamos; están permiten la grabación magnética en antiguos cassettes, en actuales Compact Disks, DVD, Discos Duros he incluso sirven para procesar y almacenar datos en memorias MRAM.



Ministro de Minería inauguró año académico de la Facultad de Ingeniería

A sala llena, estuvo el Aula Magna Fundadores, de la Universidad Central, para escuchar la clase magistral a cargo del máximo representante de la cartera ministerial de minería.

Bajo el título 'Desafíos de la Minería Chilena y el Aporte de la Ingeniería a su Desarrollo' se denominó la clase magistral dictada por Baldo Prokurica, ministro de Minería, quien con esta ponencia inauguró el año académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central, ante una audiencia de más de 280 personas de la comunidad universitaria.

La inauguración se llevó a cabo en el Aula Magna Fundadores, en el Centro de Extensión Hugo Gálvez Gajardo, de la universidad, regido por las máximas autoridades centralinas, el presidente de la Junta Directiva, Ricardo Napadensky y, el rector Santiago González, en compañía de Karen Kanzúa, decana de la Facultad de Ingeniería.



En su exposición, el secretario de Estado se refirió a los futuros ingenieros y destacó el rol fundamental de las nuevas generaciones: "este espíritu innovador de ustedes – los jóvenes- es lo que necesitamos en la minería, ya que corresponde a una actividad con permanente incorporación de nuevas tendencias para sus procesos" estableció.

Fue así, como la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central, celebró su ceremonia de Inauguración de Año Académico, acto que abrió el nuevo capítulo a escribir por estudiantes y docentes durante el 2018, orientados a la formación de profesionales innovadores, íntegros, socialmente responsables y con un enfoque colaborativo, capaces de desarrollar soluciones que mejoren la calidad de vida de la sociedad.

Subsecretario de Economía presente en ceremonia de entrega de Diplomas en FING – UCEN

Espacio que sirvió para el reconocimiento al esfuerzo y compromiso con la capacitación académica de los microempresarios y pymes asociados a la corporación gremial CONUPIA.



La Facultad de Ingeniería de la Universidad Central, a través de su Centro de Ingeniería y Desarrollo Sostenible, conjuntamente con la Confederación Gremial Nacional Unida de la Mediana, Pequeña, Microindustria, Servicios y Artesanos de Chile, (CONUPIA) realizaron en las dependencias de esta casa de estudios la ceremonia de entrega de Diplomas en 'Gestión de Pymes y Fortalecimiento de Dirigentes Gremiales' a pequeños, medianos y microempresarios que son miembros asociados de dicha corporación.



En la oportunidad, asistieron representantes de Banco Estado, Sercotec, autoridades de la facultad, encabezados por la decana Karen Kanzúa; Aldo Cea, director del Centro de Ingeniería y Desarrollo Sostenible; Víctor Betancourt, director de la Escuela de Industrias; Omar Carrasco, Coordinador de Vinculación con el Medio, así como la participación del académico y asambleísta Bruno Montedónico. Paralelamente, la CONUPIA además de sus homenajeados, también participó a través de sus máximos dirigentes: Roberto Rojas, presidente del gremio y Humberto Solar, secretario general. Asimismo, el subsecretario de Economía y Empresas de Menor Tamaño, Ignacio Guerrero, distinguió el evento en calidad de invitado especial.



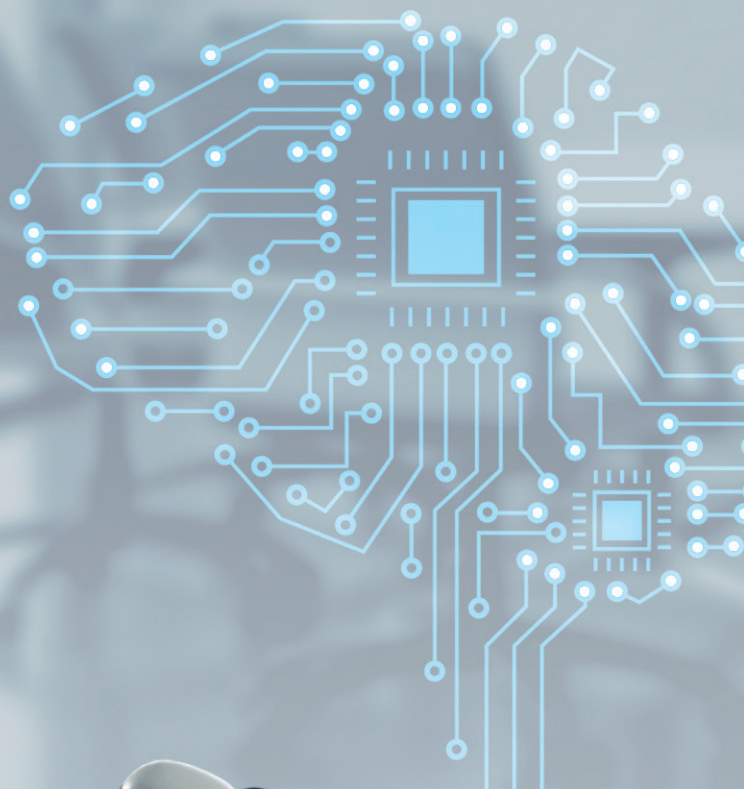
Un total de 19 dirigentes gremiales recibieron de manos de las autoridades universitarias y de gobierno, los diplomas que acreditan su asistencia y aprobación de este programa que fortaleció sus capacidades en materias como administración y recursos humanos, gestión Pyme enfocado en contenidos como finanzas y costos, comercialización y marketing, experiencias internacionales, entre otros.

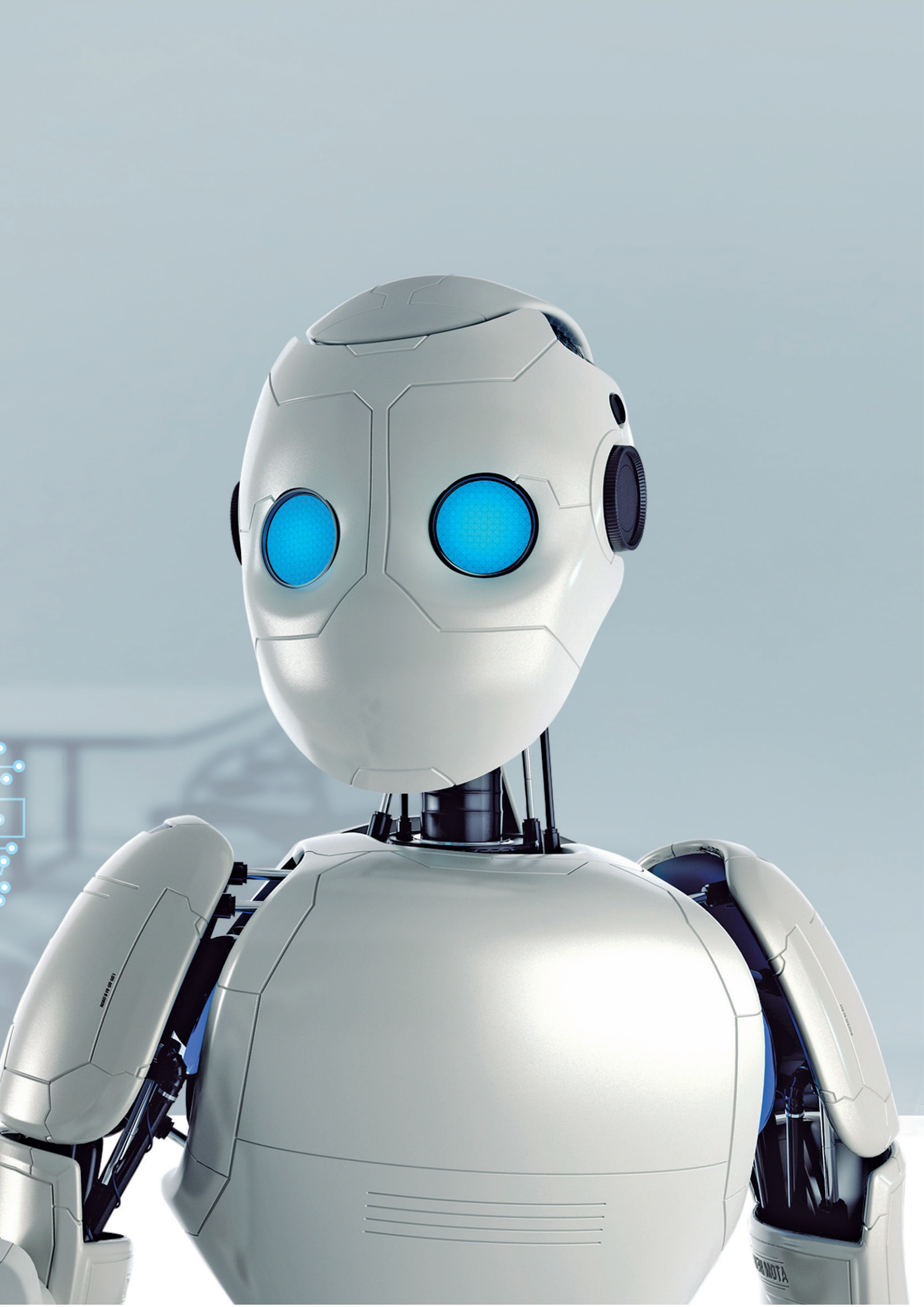
¿CÓMO EDUCAR — ROBOTS?

INTEGRACIÓN MULTI-MODAL DE VOZ Y
GESTOS PARA ESCENARIOS INTERACTIVOS
ROBÓTICOS

Francisco Cruz

Doctor en Ciencias de la Computación





INTRODUCCIÓN

La interacción humano-robot (HRI, Human-Robot Interaction) se ha convertido en un área creciente de interés y estudio entre científicos que trabajan en robótica evolutiva y cognitiva. Esto debido a que el aprendizaje en robots puede ser acelerado con el uso de entrenadores similares a los padres quienes entregan consejos útiles permitiendo a los robots aprender tareas específicas en menos tiempo en comparación a un robot explorando el entorno de forma autónoma. En este sentido, el entrenador similar a un padre guía al robot aprendiz con acciones que permiten mejorar su rendimiento de la misma manera que un asistente puede apoyar a un infante en el cumplimiento de una tarea dada, teniendo en cuenta que la ayuda que se provee frecuentemente decrece en el tiempo. Este técnica de enseñanza es conocida como andamiaje parental (*parental scaffolding*).

Al interactuar con sus asistentes, los infantes son sometidos a diferentes estímulos ambientales, los cuales pueden estar presentes en diferentes modalidades. En términos generales, es posible considerar algunos de esos estímulos como guías que el entrenador entrega al agente aprendiz. Sin embargo, cuando más modalidades sensoriales son consideradas, pueden emerger problemas relacionados a la interpretación y la integración de la información multi-modal, especialmente cuando múltiples fuentes son conflictivas o ambiguas. Como consecuencia, la guía o consejo puede no ser claro o malentendido, y por lo tanto, puede conllevar al agente aprendiz a una disminución en su desempeño al resolver una tarea.

INTEGRACIÓN MULTI-MODAL

Las personas estamos constantemente sometidas a diferentes estímulos de percepción a través de diferentes modalidades tales como visión, audición y tacto entre otras. Tales modalidades son usadas para percibir información y procesarla independientemente, en paralelo o integrando la información recibida para proveer una percepción coherente y robusta. Similarmente, los robots humanoides trabajan con muchas de esas modalidades sensoriales y la forma de procesar e integrar la información, que viene de variadas fuentes, es actualmente un importante problema a investigar en los robots autónomos. En escenarios del tipo HRI, los robots pueden tomar ventaja de esta información multi-sensorial con el fin de mejorar sus capacidades cuando alguna modalidad sensorial esta no disponible, limitada, o es inexistente.

Por ejemplo, en un trabajo desarrollado por Andre et al. se propuso una integración multi-modal de audio y gestos para interacción humano-computador usando un guante táctil para identificar gestos en las manos y un conjunto de micrófonos para el reconocimiento de audio. La funcionalidad del sistema estuvo limitada solo a la manipulación de objetos geométricos en mapas topográficos. En escenarios robóticos, Kimura & Hasegawa usaron una red neuronal incremental para integrar información en tiempo real con el fin de estimar atributos de objetos desconocidos. El método uso una cámara de tipo RGB-D, un micrófono estereo y la presión o sensores de peso para procesar diferentes modalidades. Ozasa et al. Propusieron valores de confianza para la integración de imágenes y el reconocimiento de audio para mejorar precisión en el reconocimiento de objetos desconocidos por medio de una regresión logística. En este enfoque, los valores de confianza integrados no consideran el caso en el que las etiquetas predichas son contradictorias. Además, con el fin de obtener un mejor reconocimiento es necesario estimar adecuadamente los coeficientes de la regresión logística.

Sin embargo, en escenarios domésticos y ambientes dinámicos, los robots para asistencia aún necesitan entender e interpretar las instrucciones recibidas de manera más rápida y más eficientemente, además de integrar la información multi-sensorial disponible con diferentes niveles de confianza de una manera consistente.

ENFOQUE PROPUESTO

En nuestra arquitectura, un entrenados similar a un padre interactúa con un robot aprendiz usando su voz y gestos como guía o instrucciones. En este trabajo estamos particularmente enfocados en la integración de entradas audiovisuales multi-modales. Una vista general de nuestra arquitectura, incluyendo el procesamiento de la voz y los gestos, se muestra en la *Figura 1*, donde λ y γ son la etiqueta y el valor de confianza respectivamente. En primer lugar, las entradas sensoriales de audio y visión son procesadas individualmente usando el sistema de reconocimiento de audio *DOCKS* y una variación de *HandsOM* para el reconocimiento de gestos. Luego, las salidas (etiquetas predichas y valores de confianza) se convierten en las entradas para el sistema de integración multi-modal.

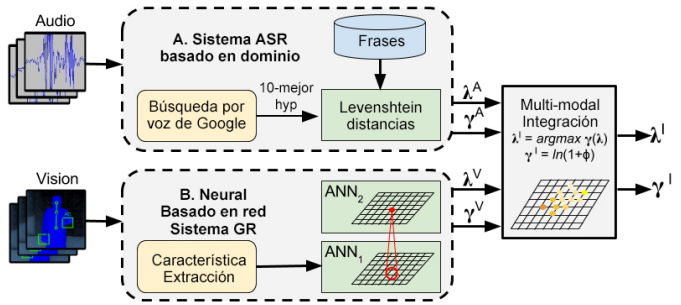


FIGURA 1

Vista

general de la arquitectura del sistema. Un sistema de reconocimiento automático de voz basado en un dominio específico procesa la entrada de modalidad de audio para obtener una etiqueta para el consejo de voz λ^A y un valor de confianza para el audio γ^A (parte superior del diagrama). Un sistema de reconocimiento de gestos basado en una red neuronal procesa la entrada de modalidad visual para obtener una etiqueta asociada a la instrucción gestual λ^V y un valor de confianza para la visión γ^V (parte inferior del diagrama). Luego, las salidas anteriores se convierten en las entradas del sistema multi-modal integrador para obtener una etiqueta de consejo integrada λ^I y un valor de confianza integrado γ^I .

En este trabajo proponemos una función matemática que relacione los pares de clases de consejo predichas y los valores de confianza obtenidos desde la entradas uni-sensoriales denotados como (λ^A, γ^A) para audio y (λ^V, γ^V) para visión. La etiqueta integrada predicha es calculada de acuerdo al mayor valor de confianza:

$$\lambda^I = \underset{\lambda}{\operatorname{argmax}} \gamma(\lambda) \quad (1)$$

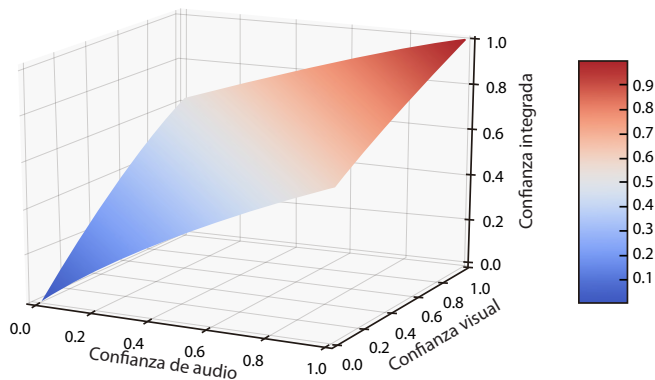
En otras palabras, si la etiqueta visual y de audio son diferentes, entonces la etiqueta integrada toma el valor desde la modalidad que posee el valor de confianza más alto. Por otra parte, el valor de confianza es calculado por la función:

$$\gamma^I = \ln(1 + \phi) \quad (2)$$

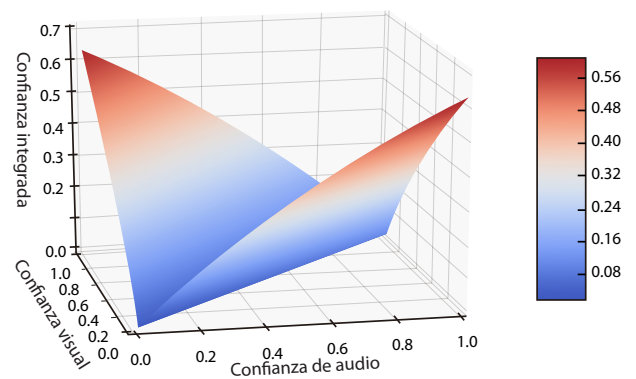
donde ϕ es un parámetro variante en el tiempo el cual depende de cada etiqueta λ y valor de confianza γ . Llamamos a ϕ parámetro de similitud y es obtenido de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\phi = \begin{cases} \gamma^A + \gamma^V & \text{if } \lambda^A = \lambda^V \\ |\gamma^A - \gamma^V| & \text{if } \lambda^A \neq \lambda^V \end{cases} \quad (3)$$

Por lo tanto, si las etiquetas λ^A y λ^V son las mismas, entonces el valor de confianza γ^I es calculado usando $\phi = \gamma^A + \gamma^V$ con el fin de fortalecer el nivel de confianza integrado sobre la clasificación hecha por ambas modalidades. Por el contrario, si las etiquetas λ^A y λ^V son diferentes, entonces el valor de confianza integrado γ^I es calculado usando $\phi = |\gamma^A - \gamma^V|$ con el objeto de reducir el nivel de confianza dadas las diferencias en las clasificaciones uni-modales.



(a) Valores de confianza integrados con etiquetas uni-modales predichas iguales.



(b) Valores de confianza integrados con etiquetas uni-modales predichas diferentes.

FIGURA 2

Valores de confianza obtenidos luego de la integración. En (a) las etiquetas de salida correspondientes a las modalidades de audio y visión son las mismas, mientras que en (b) son diferentes.

La función de integración propuesta produce valores de confianza integrado $\gamma^i \in [\ln(1), \ln(3)] = [0, 1.0986]$, por lo que utilizamos una normalización unitaria de base para reescalar el rango de valores de confianza entre 0 y 1.

La Figura 2 muestra los valores de confianza integrados cuando la predicción de audio y de visión son iguales (a) y cuando son distintas (b).

DISCUSIÓN Y TRABAJOS FUTUROS

En el presente trabajo, se ha propuesto una integración multi-modal de consejos audiovisuales dinámicos. La arquitectura mostrada procesa de manera individual el consejo de entrada para clasificarlo con su correspondiente valor de confianza asociado. Posteriormente, el consejo es integrado en una sola etiqueta y un solo valor de confianza de manera consistente. En este sentido, se ha propuesto una función que permite fortalecer o disminuir el consejo integrado para un robot aprendiz usando múltiples fuentes de información para un procedimiento de aprendizaje más natural. Diferencias en los valores de confianza pueden conllevar a que el robot actúe de manera diferente de acuerdo a la tarea específica que se intenta resolver.

Trabajos futuros consideran experimentos en escenarios del tipo HRI tomando en cuenta interacciones en línea con el fin de testear el método propuesto de manera más efectiva. Además, futuros experimentos deberían considerar también entrenadores similares a padres que posean diferentes características de enseñanza.

MÁS INFORMACIÓN

El presente reporte está basado en los siguientes artículos previamente publicados: *Multi-modal Integration of Dynamic Audiovisual Patterns for an Interactive Reinforcement Learning Scenario*, publicado en los *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)* [9] y *Multi-modal Integration of Speech and Gestures for Interactive Robot Scenarios*, publicado en *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Workshop on Machine Learning Methods for High-Level Cognitive Capabilities in Robotics*. Para mayores detalles, por favor consultar los artículos mencionados donde además es posible encontrar experimentos adicionales aplicados a un escenario robótico de aprendizaje por refuerzo interactivo.

BIBLIOGRAFÍA

- F. Cruz, S. Magg, C. Weber, and S. Wermter. Training agents with interactive reinforcement learning and contextual affordances. Accepted to *IEEE Transactions on Autonomous Mental Development*, 2016, doi:~10.1109/TCD.2016.2543839.
- E. Ugur, Y. Nagai, H. Celikkanat, and E. Oztop. Parental scaffolding as a bootstrapping mechanism for learning grasp affordances and imitation skills. In *Robotica*, vol. 33, pp. 1163–1180, 2015.
- J. Bauer, J. Dávila-Chacón, and S. Wermter. Modeling development of natural multi-sensory integration using neural self-organisation and probabilistic population codes. In *Connection Science*, vol. 27, no. 4, pp. 358–376, 2015.
- M. Andre, V. G. Popescu, A. Shaikh, A. Medl, I. Marsic, C. Kulikowski, and J. Flanagan. Integration of speech and gesture for multimodal Human-Computer interaction. In *International Conference on Cooperative Multimodal Communication*, pp. 28–30, 1998.
- D. Kimura and O. Hasegawa. Estimating multimodal attributes for unknown objects. In *Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks IJCNN*, pp. 1–8, 2015.
- Y. Ozasa, Y. Ariki, M. Nakano, and N. Iwahashi. Disambiguation in unknown object detection by integrating image and speech recognition confidences. In *Computer Vision – ACCV 2012*, pp. 85–96, 2012.
- J. Twiefel, T. Baumann, S. Heinrich, and S. Wermter. Improving domain-independent cloud-based speech recognition with domain-dependent phonetic post-processing. In *Proceedings of the 28th AAAI Conference on Artificial Intelligence AAAI*, pp. 1529–1535, 2014.
- G.I. Parisi, D. Jirak, and S. Wermter. HandSOM - Neural clustering of hand motion for gesture recognition in real time. In *Proceedings of IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication RO-MAN*, pp. 981–986, 2014.
- Francisco Cruz, German I. Parisi, Johannes Twiefel, and Stefan Wermter. “Multi-modal Integration of Dynamic Audiovisual Patterns for an Interactive Reinforcement Learning Scenario”. In *Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, pp. 759–766, Daejeon, Korea, 2016.
- Francisco Cruz, German I. Parisi, and Stefan Wermter. “Multi-modal Integration of Speech and Gestures for Interactive Robot Scenarios”. *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), Workshop on Machine Learning Methods for High-Level Cognitive Capabilities in Robotics*, Daejeon, Korea, 2016.



SIMULACIONES PARA EL MUESTREO MINERO

Marco Alfaro

Doctor en Geoestadística

Rolando Carrasco

Magister en Geoestadística

En este trabajo se presentan varias simulaciones de muestreo correspondientes a proyectos y operaciones mineras. Ellas muestran que en nuestras minas y plantas estamos plagados de especímenes, es decir, ejemplares no representativos. En los ejemplos se hace hincapié en el principio de equi-probabilidad el cual conduce a una muestra representativa.

Estos ejemplos nos muestran cómo las simulaciones pueden ayudar a los mineros en la obtención de muestras representativas. Se observa que una simulación con gráficos es mejor que un millón de palabras.

INTRODUCCIÓN

La teoría moderna del muestreo de materiales mineros (sólidos y particulados) se basa en las investigaciones de Pierre Gy, también estudiada por Francis Pitard y Dominique François-Bongarçon (ver bibliografía).

El principio fundamental del muestreo minero en el caso de material particulado establece que:

“El muestreo debe ser equi-probable”

En el caso de minerales, el muestreo es equi-probable cuando cualquier fragmento que constituye el lote tiene la misma probabilidad de ser elegido para la muestra.

Según Pierre Gy, cuando esta condición no se cumple, se tiene más bien un “espécimen”, es decir un ejemplar no necesariamente representativo.

Ejemplos de especímenes en minería son el muestreo de carros, camiones o stock piles (pila de mineral) debido a que estamos forzados a tomar una muestra superficial y de una granulometría limitada.

Es sabido que en casi todas nuestras minas, plantas y laboratorios el muestreo del material minero es muy pobre, debido a que existe una gran variedad de instrumentos incorrectos (no equi-probables) y a la ignorancia de las reglas simples del muestreo correcto.

SIMULACIONES

En este trabajo presentaremos varias simulaciones de muestreo en minas y plantas y mostraremos cómo pueden ayudarnos para la elección de un muestreo correcto.

Ejemplo 1: El ojo humano

En algunas ocasiones el muestreo es “visual”. El ojo humano es muy malo para estimar la proporción exacta de materiales. En el ejemplo siguiente la pregunta es: ¿Cuál es la proporción de material (gris claro) y (gris oscuro)?

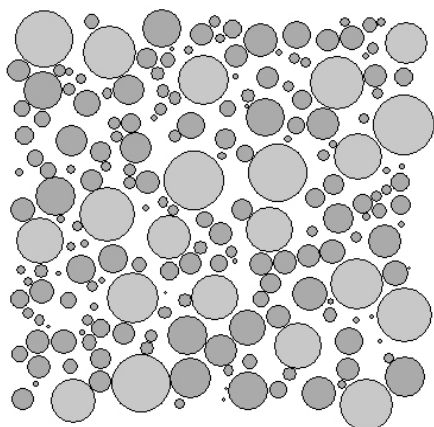


FIGURA 1

Partículas de color gris claro y gris oscuro.

Las simulaciones muestran que es muy difícil para el ojo proporcionar una respuesta correcta: luego no es recomendable el uso de muestras visuales.

Ejemplo 2: Muestreo de pozos de tronadura

Un problema, no muy bien resuelto, es el muestreo de un pozo de tronadura (perforación en la roca que se rellena con explosivos) en una mina a cielo abierto. La simulación siguiente muestra casi todos los problemas que se presentan al momento de tomar una muestra cuando se perfora la roca: viento, tipo de roca, método de muestreo (equi-probable o no). Ver la (Figura 2).

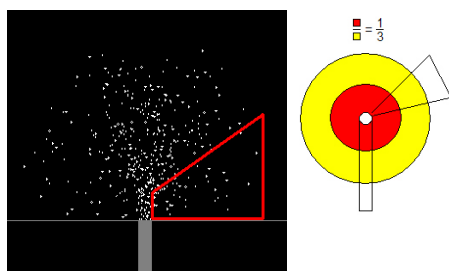


FIGURA 2

Muestreo de pozos de tronadura en minería a cielo abierto.

Ejemplo 3: Muestro de Flujos de Mineral.

Este muestreo se realiza una vez que el mineral ha salido de la mina, ha sido reducido de tamaño y está en movimiento. Se usan “cortadores” de muestra los cuales deben ser perpendiculares al flujo tal como se muestra en el esquema de la (Figura 3).

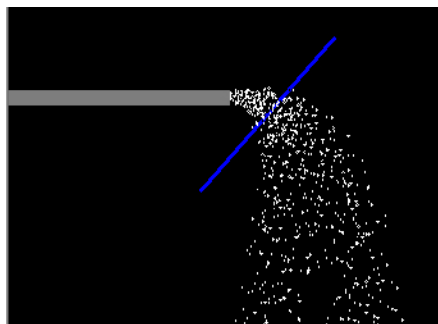


FIGURA 3

Muestreo en la planta.

Las simulaciones muestran que la mejor manera de muestrear este flujo es en “caída libre”.

Ejemplo 4: Muestreo de flujo líquido.

En algunas minas de oro se usa muestreo de líquidos por goteo, como en la (Figura 4):

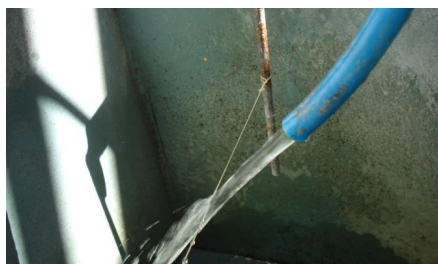
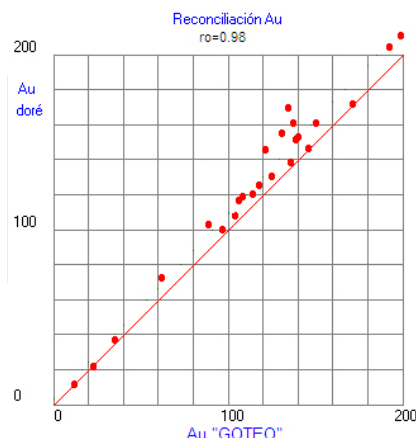


FIGURA 4

Muestreo de oro por goteo.

Las simulaciones muestran que este tipo de muestreo produce un sesgo considerable en la determinación del contenido de oro (ley de oro). La Figura 5 representa el caso para una mina de oro chilena.



Ejemplo 5: La fórmula de Pierre Gy para el caso del oro.

Es muy fácil calcular el error fundamental del muestreo mediante la fórmula de Pierre Gy – Bongarçon para el oro. Para ello, creamos el programa de la Figura 6 (existen programas para otros minerales). Con este programa se pueden simular diferentes tamaños de muestras, leyes, granulometrías, densidades, etc.

Formula de Gy (mineral de oro)

Ms	10000
MI	120000000
d	5
dl	0.001
aL	0.000005
g1	19
g2	2.4
b	1.5
g	0.25
f	0.5
Error %	12.96

FIGURA 6

Cálculo de la fórmula de Gy.

La fórmula de Gy para el cálculo de la varianza relativa del error de muestreo establece lo siguiente:

$$\sigma_R^2 = K d^3 \left(\frac{1}{M_s} - \frac{1}{M_L} \right)$$

K= constante de muestreo

d= diámetro (nominal) de la partícula más grande en el lote

M_s= peso de la muestra (en gramos)

M_L= peso del lote (en gramos)

Ejemplo 6: Un experimento de muestreo.

Un experimento clásico de muestreo se puede realizar de la manera siguiente:

En un recipiente poner 20 kg de arroz (Figura 7), lo cual corresponde aproximadamente a 1,000,000 de granos; tomar 10 granos, pintarlos rojo con un plumón, poner de nuevo en el recipiente y mezclar (observar que el contenido corresponde a una ley de 10 g / t “de alta ley de oro” ya liberado. Tomamos una muestra equi-probable de 250 gr.

FIGURA 5

El sesgo. Diagrama de dispersión. En el eje x la ley de la muestra y en el eje y el valor real, a partir del “doré” (barra de oro). Au=Oro y ro=coeficiente de correlación.

En las figuras 7 y 8 tenemos las simulaciones para un lote de 10 ppm de Au y de un lote de cobre de 1% de Cu.

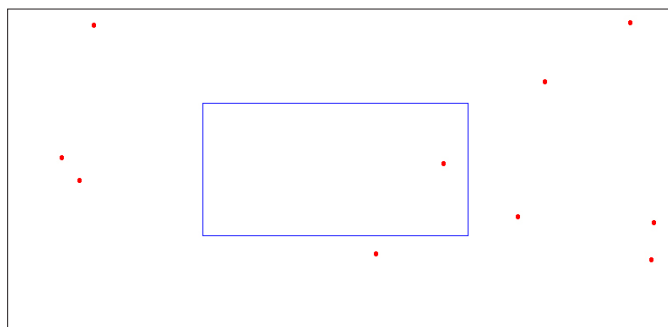


FIGURA 7

Muestreo de un lote con ley de 10 ppm.

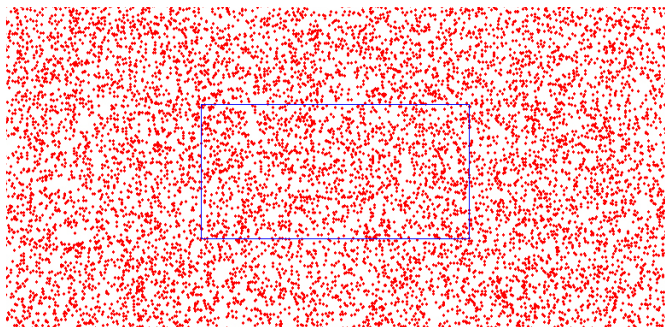


FIGURA 8

Muestreo de un lote de ley 1%.

Las conclusiones de las simulaciones en este caso son obvias. La más importante es que es muy difícil muestrear minerales de baja ley (oro, plata, arsénico, etc.)

Ejemplo 7: Reconciliación de leyes Mina-Planta.

La Figura 9 muestra las leyes diarias a la entrada de la planta en una mina de cobre.

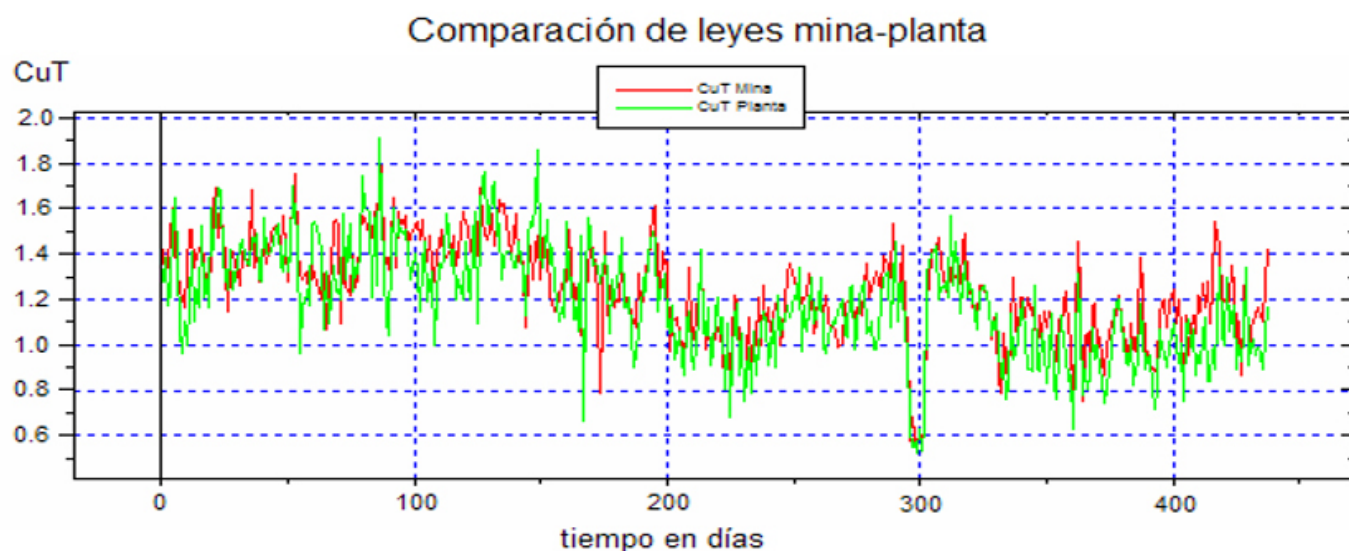


FIGURA 9

Leyes diarias en la reconciliación de leyes mina-planta.

Hay problemas en esta mina. Para estudiarlos, hemos calculado los variogramas del cobre de la mina y de la planta. Ambos variogramas se presentan en la figura 10.

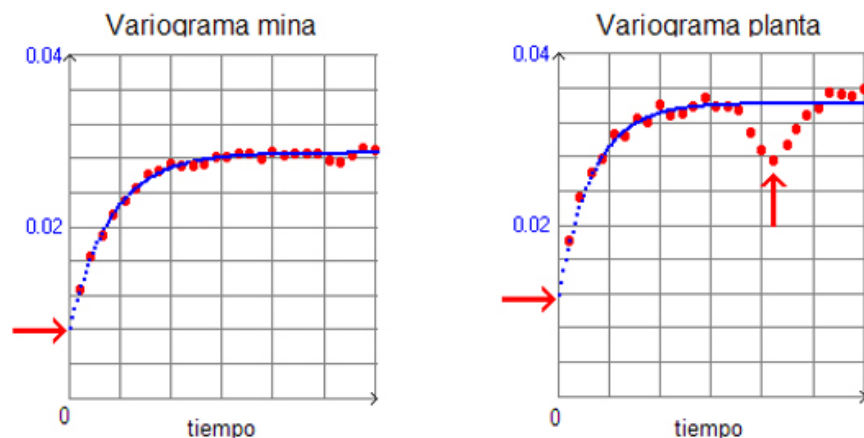


FIGURA 10

Variogramas de la mina y de la planta. Observar el efecto de pepita y el efecto de hoyo en el variograma de la planta.

El variograma de la planta es más errático que el de la mina y además tiene “efecto de hoyo”. En muchos casos el efecto de hoyo se debe a periodicidades de las leyes en el tiempo. Las simulaciones (Figuras 11) muestran cuál podría ser el problema.

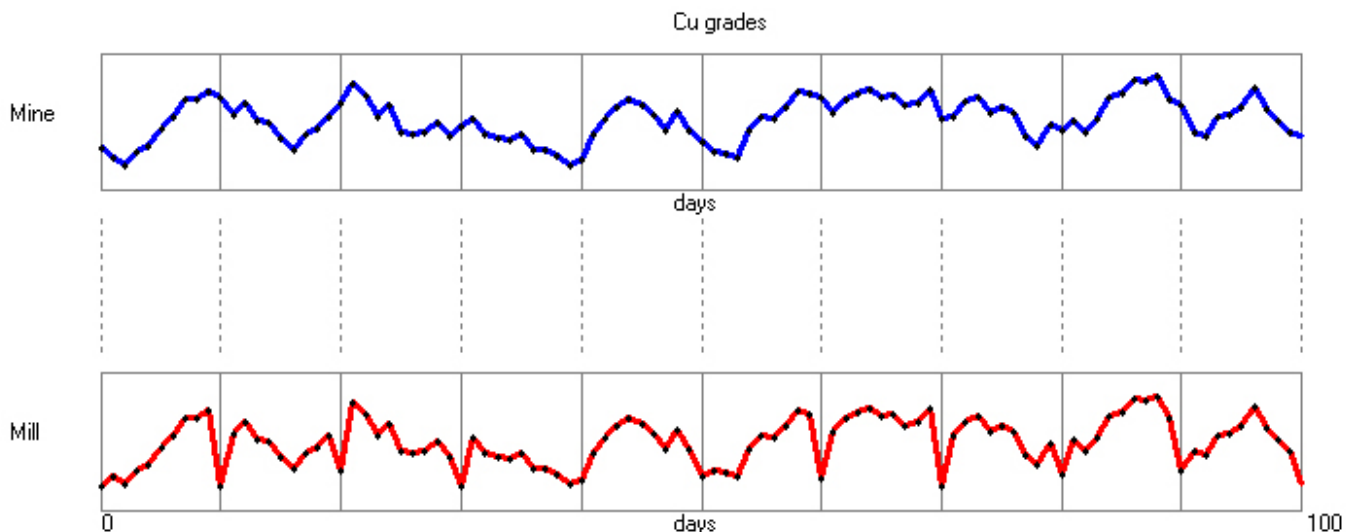


FIGURA 11

Balance metalúrgico. Cada 10 días las leyes de la planta “se bajan” arbitrariamente. El variograma presenta un efecto de hoyo y efecto de pepita.

En esta simulación, el balance metalúrgico realizado cada 10 días hace bajar, las leyes de la planta con las mismas consecuencias que observamos en los variogramas reales.

CONCLUSIONES

Con la ayuda de las simulaciones, se puede asistir al minero para cuantificar la importancia económica de un muestreo correcto. Podemos concluir entonces que:

- En nuestras minas, plantas y laboratorios estamos plagados de especímenes.
- El costo adicional de un muestreo correcto es siempre insignificante y se amortiza rápidamente.

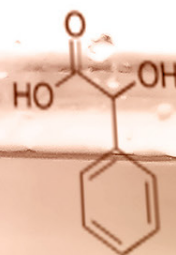
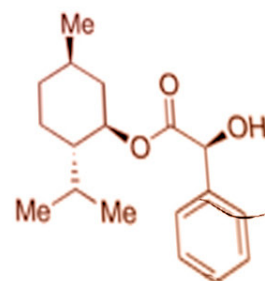
BIBLIOGRAFÍA

- M. Alfaro. *Estadística*. Depto. Matemáticas. Universidad de Chile, Santiago, Chile 1988.
- M. Alfaro. *Introducción al Muestreo Minero*. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile. Santiago, Chile, 2003.
- M. Alfaro. *Introdução a Mostragem na Mineração*. Yamana Gold 2011.
- M. Alfaro. *Introduction to Mine Sampling*. Yamana Gold 2012.
- M. Alfaro. *Blast Hole Sampling in Andina and Los Bronces*. WCSB8, Burdeos Francia, 2016.
- D. F. Bongarcon. *Muestreo de Minerales y Comparación de Leyes Mina-Planta*. Tecniterrae, Santiago, Chile, 1966.
- P. Gy. *Sampling of Particulate Materials*. Elsevier, Amsterdam, Holland, 1982.
- P. Gy and D. F. Bongarçon, *Seminario de Muestreo de Minerales*. Tecniterrae, Santiago, Chile, 1999.
- P. Gy and D. F. Bongarçon, *El error más común en la aplicación de la teoría del muestreo de minerales de P. Gy. Magazine “Minerales”*. Instituto de Ingenieros de Minas de Chile, 2000.
- P. Gy. *Sampling for Analytical Purposes*. Wiley, New York, 2000.
- W. Cochran *Sampling Techniques*, J. Wiley, New York, 1977.



22 Ti Titanium	23 V Vanadium	24 Cr Chromium	25 Mn Manganese	26 Fe Iron
41 Nb Niobium	42 Mo Molybdenum	43 Tc Technetium	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium
71 Lu Lutetium	72 Hf Hafnium	Ta Tantalum	74 W Tungsten	75 Re Rhenium
103 Lr Lawrencium	104 Rf Rutherfordium	105 Db Dubnium	106 Sg Seaborgium	107 Bh Bohrium

57 La Lanthanum	58 Ce Cerium	59 Pr Praseodymium	60 Nd Neodymium
89 Ac Actinium	90 Th Thorium	91 Pa Protactinium	92 U Uranium





DISEÑO Y CARACTERIZACIÓN DE UN SISTEMA SIMPLE Y ECONÓMICO PARA LA **OBTENCIÓN DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO**

Jael Reyes

Doctora en Química

INTRODUCCIÓN

La contaminación atmosférica es una grave amenaza para la salud en la mayoría de zonas del planeta. De acuerdo la OMS, cada año se producen más de 7 millones de muertes prematuras atribuibles a los efectos de la contaminación urbana, lo cual no es un problema exclusivo de los países más desarrollados, si no que más de la mitad de dicha carga recae sobre la población de los países en desarrollo.

Los principales contaminantes atmosféricos son los óxidos de nitrógeno, NO_x (NO_2 y NO), los cuales son responsables del smog fotoquímico. En particular, el NO_2 es un radical libre inorgánico, soluble en agua y altamente oxidante. De esta forma, el NO_2 es importante, no sólo por sus efectos sobre la salud, sino también porque absorbe la radiación solar visible y contribuye a la visibilidad atmosférica deteriorada; como un absorbente de la radiación visible podría tener un papel directo potencial en el cambio climático global si sus concentraciones fueran lo suficientemente altas. Además, se ha determinado que una alta exposición a NO_2 puede ser perjudicial para la salud humana. La exposición durante minutos a una hora a niveles de 50 a 100 ppm podría causar inflamación del tejido del pulmón. Es por esta razón que se han reportado estudios acerca de la reacción de NO_2 con biomoléculas como ácido ascórbico, ácido úrico, lípidos y proteínas del plasma humano.

Por otro lado, el NO_2 puede ser generado de manera normal en medios biológicos por rutas que incluyen reacciones catalizadas por enzimas peroxidasas, la autooxidación de NO y la dismutación de HNO_2 . El NO_2 es capaz de reaccionar con biomoléculas, tales como aminoácidos, proteínas, lípidos y aminas secundarias. Debido a su capacidad de iniciar una secuencia de reacciones en cadena en la peroxidación lipídica, puede alterar la estructura de biomoléculas y generar otros intermediarios reactivos. Por ello, el NO_2 es considerado un compuesto altamente tóxico y podría participar en varios procesos fisiopatológicos.

Si bien, el estudio de la reacción de NO_2 con diferentes moléculas y biomoléculas es de vital importancia, uno de los principales problemas que se presentan al hacer estos estudios es la obtención de este gas, ya que su almacenamiento en cilindros genera el producto dimerizado, N_2O_4 y en Chile son pocas las empresas que lo comercializan y las enzimas que generan este gas son sensibles a cambios de pH y temperatura, lo que dificulta su manipulación. Por esta razón, en el presente estudio se caracterizó y se estandarizó un sistema simple y económico capaz de generar NO_2 de manera continua y con parámetros conocidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

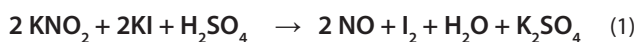
Reactivos: Rojo de pirogalol (PGR), NONOate dietilamina (1,1-dietil-2-hidroxi-2-nitrosohidrazina) fueron obtenidos desde Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EEUU). Cobre, ácido nítrico concentrado, carbonato de sodio, bicarbonato de sodio y nitrito de sodio fueron obtenidos desde Merck (Darmstadt, Alemania). Todos los compuestos fueron de grado analítico y fueron empleados tal como se recibieron.

Soluciones: Las soluciones madre de PGR (300 μ M) fueron preparadas diariamente en tampón fosfato 75 mM, pH 7,4. Las soluciones de nitrito de sodio fueron preparadas en agua ultra pura.

Métodos:

Evaluación de la Generación de NO

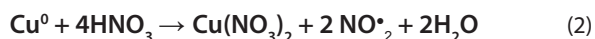
Curva de calibrado de producción de NO: el método de calibración es el recomendado por el fabricante del equipo (WPI Inc., Sarasota, FL, EEUU) y se basa en la reacción cuantitativa:



Para esto se realizaron soluciones patrones de NO_2^- , las cuales produjeron óxido nítrico (NO) cuantitativamente y la respuesta de corriente eléctrica se graficó en función de la concentración de nitrito adicionada, la que corresponde a la concentración de NO generada.

Sistema de generación de NO_2

La generación de NO_2 se realizó mediante la reacción redox entre cobre metálico (Cu^0) y ácido nítrico concentrado (HNO_3), según la Ecuación:



Esta reacción se realizó en un balón de tres bocas con una capacidad de 500 mL (equipado con una placa agitadora) adaptado con una entrada de N_2 . En el balón se agregaron 10 mg de Cu^0 finamente pulverizado en 20 mL de agua. A esta suspensión se le agregaron 30 mL de HNO_3 concentrado y se mantuvo en agitación durante 15 minutos. El NO_2 generado se arrastró mediante un flujo de gas inerte (N_2) a una cubeta que contenía una muestra oxidable capaz de reaccionar con NO_2 . La salida del gas NO_2/N_2 se mantuvo a una velocidad de flujo constante de 45 mL/min.

Determinación de la concentración de nitrito

Las concentraciones de nitrito (NO_2^-) se cuantificaron mediante el método de Griess [5]. Para ello, se preparó una solución con 3 mg de N-(1-naftil)etilendiamina en 3 mL de agua bidestilada (Componente A). Por otro lado, se agregaron 30 mg de sulfanilamida en 2,8 mL de agua y 0,2 mL de ácido fosfórico (componente B, reactivo de Griess). Se mezclaron 1,5 mL del componente A con 1,5 mL de reactivo de Griess. La solución estándar de nitrito se preparó adicionando 13,8 mg de nitrito de sodio en 2 mL de agua bidestilada.

Se prepararon 6 muestras que contenían 100 μ L de reactivo de Griess; 5, 10, 20, 40, 80 y 100 μ M de nitrito y agua bidestilada hasta completar los 3 mL de volumen total en cada muestra. Las muestras se incubaron por 30 minutos y se mantuvieron protegidas de la luz a 4°C. La concentración de NO_2^- se determinó midiendo la absorbancia de las muestras a $\lambda = 543 \text{ nm}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La generación de NO_2 se realizó de acuerdo a un sistema involucra la reacción entre Cu^0 y HNO_3 en un matraz redondo cerrado

(Ecuación 2); el gas generado es desplazado por arrastre con una corriente del gas inerte, N_2 y el gas de salida es conectado a la muestra en estudio. La solución se purgó con N_2 para eliminar el O_2 que podría estar presente en la solución. En estas condiciones, la reacción de Cu^0 con HNO_3 podría generar NO_2 y NO como productos.

La Figura 1 muestra un esquema del sistema utilizado para la generación de NO_2 . La cuantificación del NO_2 generado se hizo mediante su reacción con un exceso de antioxidante Trolox y, por lo tanto, se redujo cuantitativamente a nitrito, cuya concentración final se estimó mediante el ensayo de Griess, capaz de detectar el NO_2 generado como producto de reacción.

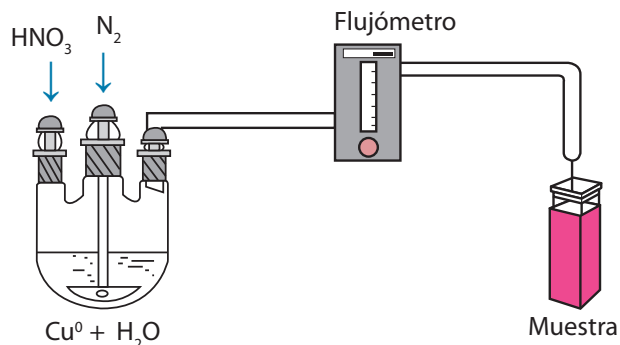
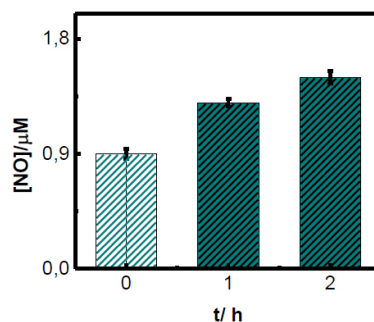


FIGURA 1

Representación del sistema empleado para la generación de NO_2

Se ha reportado que la proporción en que se generen estas especies depende de la concentración de HNO_3 empleada. En presencia de HNO_3 concentrado (en exceso) se genera mayormente NO_2 , el cual puede dimerizar a N_2O_4 . De esta forma, en el sistema se podrían generar las especies reactivas gaseosas NO , N_2O_4 y NO_2 .

La formación de NO en el sistema se determinó mediante técnicas electroquímicas, donde el NO es detectado a través de la intensidad eléctrica generada. Con este objetivo, se incubó HNO_3 y Cu^0 durante 2 horas y se evaluó la generación de NO. La Figura 2 muestra la concentración de NO generado a partir de una solución de HNO_3 concentrado (66% en masa) en ausencia y presencia de Cu^0 evaluado a tiempo cero, una y dos horas de reacción. El resultado muestra que el HNO_3 concentrado genera cerca de 0,9 μM de NO, mientras que en presencia de Cu^0 se generó una concentración de 1,3 y 1,5 μM de NO. Esto indicaría que en el sistema no se generó una cantidad de NO apreciable.



HNO_3	+	+	+
Cu^0		+	+

FIGURA 2

Concentración de NO generado en presencia de HNO_3 y durante la incubación de Cu^0 con HNO_3

La formación de especies oxidantes (NO_2^*) se determinó utilizando la sonda rojo de pirogalol (PGR, **Figura 3**) como sustrato oxidable (a pH 7,4). Esta sonda fue elegida debido a que ha demostrado reaccionar de manera eficiente con diferentes especies reactivas en medio acuoso como ácido hipocloroso (HOCl), y radicales peroxilo (ROO^*). La **Figura 4** muestra el espectro UV-visible inicial de PGR (5 μM , negro) y los obtenidos durante 20 minutos de reacción con el gas proveniente del sistema ($\text{Cu}^0\text{-HNO}_3$). Como se puede apreciar en esta figura, hay un consumo de la banda original de PGR a $\lambda = 540$ nm y se observa la aparición de una nueva banda de absorción a $\lambda = 390$ nm con formación de dos puntos isosbéticos. Un resultado similar se obtuvo durante la reacción de PGR con HOCl , y ROO^* [7] [8]; lo cual se asoció a la formación de una quinona como producto de oxidación de PGR.

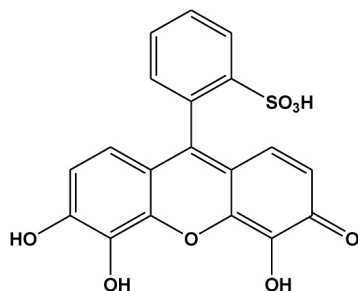


FIGURA 3

Estructura química de rojo de pirogalol (PGR).

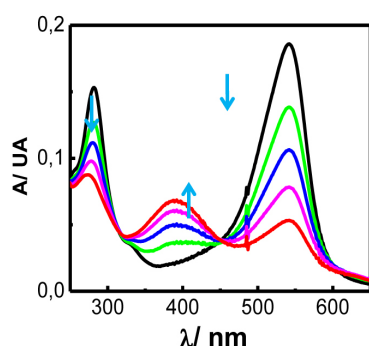


FIGURA 4

Consumo de PGR (5 μM) inducido por NO_2 entre 0 y 20 minutos de reacción a pH 7,4 y 25°C.

Por otra parte, se evaluó la generación de NO_2^* a través del consumo de la sonda ABTS. Esta sonda ha sido utilizada ampliamente para la detección de especies reactivas, en particular NO_2^* .

El ABTS tiene la capacidad de reaccionar rápidamente con NO_2^* ($k = 2,2 \times 10^7 \text{ M}^{-1}\text{s}^{-1}$), generando el catión radical estable ABTS^{*+} . Las características espectroscópicas de ABTS permiten evaluar su consumo a $\lambda = 310$ nm y, además, permiten evaluar la formación del catión radical ABTS^{*+} a $\lambda = 660$ y 750 nm. La **Figura 5** corresponde al espectro UV-visible inicial de la sonda ABTS (20 μM) y su consumo durante 15 minutos de reacción con el NO_2 proveniente de la reacción entre Cu^0 y HNO_3 . Es importante mencionar que durante la incubación de ABTS (20 μM) con el flujo de N_2 procedente de una suspensión de Cu^0 (sin HNO_3), no se observaron cambios en su espectro inicial de absorbancia.

Conjuntamente con los resultados obtenidos empleando PGR, la generación de ABTS^{*+} demostró la formación de NO_2 en el sistema Cu^0 y HNO_3 .

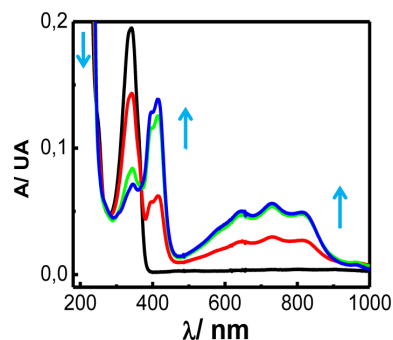


FIGURA 5

Consumo de ABTS (20 μM) inducido por NO_2 entre 0 y 30 minutos de reacción. La solución fue incubada a pH 7,4 y 25°C.

III.2.2.2. Estandarización del sistema

Posterior a la determinación de la generación de NO_2^* , se procedió a estandarizar el sistema y evaluar los diferentes factores que podrían afectar la generación de NO_2^* . Se evaluó el curso temporal de consumo de PGR mediado por NO_2 mediante espectroscopia UV-visible a pH 7,4 en diferentes condiciones experimentales. Las variables estudiadas fueron:

- volumen de HNO_3
- volumen de agua dentro del balón
- cantidad de Cu^0 y
- velocidad de flujo de salida de la mezcla de gases NO_2/N_2 .

i) **Volumen de HNO_3 :** para determinar el efecto del volumen de HNO_3 adicionado, se evaluó la oxidación de PGR utilizando diferentes volúmenes de HNO_3 (5, 10, 30 y 80 mL). El perfil cinético obtenido con 30 y 80 mL de HNO_3 presentó un rápido consumo de PGR, mientras que en ausencia de HNO_3 no se observaron cambios en la absorbancia de PGR (**Figura 6**). A partir de estos resultados se decidió utilizar 30 mL de HNO_3 como volumen óptimo (adicionado a tiempo cero de incubación).

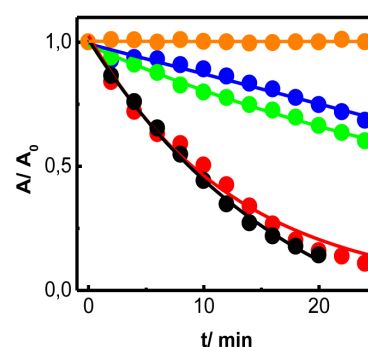


FIGURA 6

Consumo de PGR (5 μM) inducido por NO_2 utilizando diferentes volúmenes de HNO_3 : (●) 0 (●) 5 (●) 10 (●) 30 y (●) 80 mL de HNO_3 concentrado. Condiciones del sistema: flujo de salida de 45 mL/min, 10 mg de Cu^0 y 20 mL de agua destilada.

ii) **Tiempo de incubación de HNO_3 y Cu^0 :** la adición de HNO_3 a la mezcla Cu^0 /agua da inicio a la reacción redox donde se genera NO_2^* como producto. Sin embargo, se requiere conocer el tiempo inicial en el cual NO_2^* se genera de manera constante en el sistema. Con este objetivo, se evaluó el consumo de PGR a diferentes tiempos de incubación de la mezcla acuosa Cu^0/HNO_3 .

Sin incubación previa de Cu^0/HNO_3 se observó un consumo lento de PGR para luego consumirse rápidamente (**Figura 7**). No obstante, cuando Cu^0/HNO_3 fueron preincubados durante 15 minutos se observó un consumo constante de PGR en los primeros minutos de incubación.

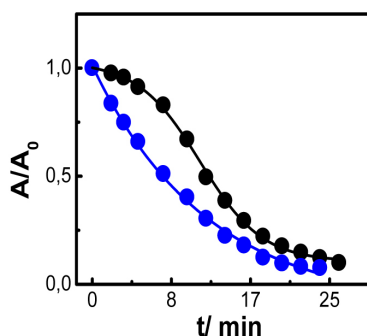


FIGURA 7

Perfil cinético de consumo de PGR (5 µM) inducido por $^*\text{NO}_2$ a tiempo cero de adición de HNO_3 (●) y a los 15 minutos de adicionar HNO_3 (●). Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

Con la finalidad de evaluar si la generación de $^*\text{NO}_2$ es un proceso constante durante el tiempo de incubación de Cu^0/HNO_3 se realizaron experimentos de inyección consecutiva de PGR a la solución de trabajo. Esto se hizo inyectando 30 µL de PGR (concentración final 5 µM en la celda) a diferentes tiempos de incubación de Cu^0 con HNO_3 : 15, 40, 60 y 85 minutos. La cinética de consumo de PGR en todos estos tiempos presentó velocidades iniciales similares (**Tabla 1**), lo cual confirma una producción constante de $^*\text{NO}_2$ en el sistema (**Figura 8**).

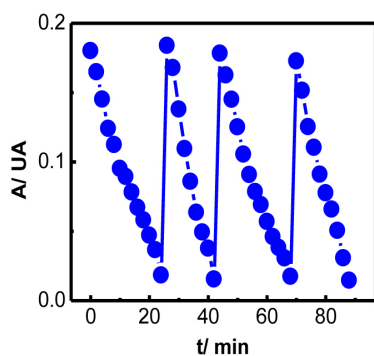


FIGURA 8

Perfil cinético de consumo de PGR (5 µM) adicionado a diferentes tiempos de incubación de Cu^0/HNO_3 . La solución fue incubada a pH 7,4 y 25°C.

iii) Volumen de agua: se adicionaron diferentes volúmenes de agua al balón: 0, 10, 20, 40 y 100 mL y posteriormente se adicionó Cu^0

Tabla 1. Velocidad inicial de consumo de PGR en función del tiempo de incubación

Tiempo de incubación $\text{Cu}^0\text{-HNO}_3$ / min	v_0 PGR / $\mu\text{M min}^{-1}$
15	0,44
40	0,43
60	0,47
85	0,45

y HNO_3 . Esta mezcla se mantuvo en agitación constante durante cada medida realizada. A través de los perfiles de consumo de PGR se determinó que el volumen de agua adicionada (10- 100 mL) no afecta la velocidad de oxidación de PGR.

iv) Masa de Cu^0 : se realizaron experimentos por separado utilizando diferentes cantidades de Cu^0 en el balón (0,1; 1; 10 y 50 mg), el cual contenía 20 mL de agua y 30 mL de HNO_3 . Al adicionar 0,1 mg de Cu^0 , PGR se consumió de manera considerablemente más lenta que al adicionar 1, 10 y 50 mg (**Figura 9**). El experimento control (en ausencia de Cu^0) no mostró cambios en la absorbancia de PGR evaluada a $\lambda = 540$ nm. Se determinó adicionar 10 mg de Cu^0 como cantidad óptima.

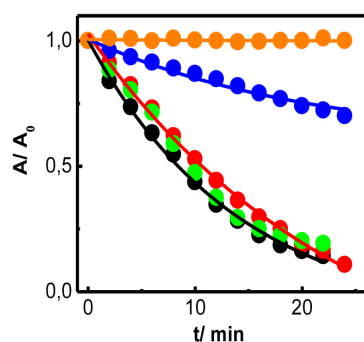


FIGURA 9

Perfil cinético de consumo de PGR (5 µM) inducido por $^*\text{NO}_2$ utilizando diferentes cantidades de Cu^0 . Control (●), 0,5 mg (●), 1 mg (●), 10 mg (●) y 50 mg (●) mg de Cu^0 . Condiciones del sistema: 30 mL de HNO_3 , 20 mL de agua destilada y flujo de salida de 45 mL/min. Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

v) Velocidad de flujo de gas: la oxidación de PGR se evaluó a diferentes velocidades de flujo de salida del gas $^*\text{NO}_2/\text{N}_2$ (10, 20 y 45 mL/min). Los resultados mostrados en la **Figura 10** indican que la mayor velocidad de consumo de PGR con un flujo de salida de flujo de 45 mL/min.

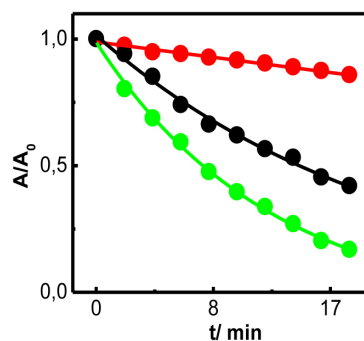


FIGURA 10

Perfil cinético de consumo de PGR (5 µM) inducido por $^*\text{NO}_2$ utilizando diferentes velocidades de flujo. 10 (●), 20 (●) y 45 (●) mL/min. Condiciones del sistema: 30 mL de HNO_3 , 10 mg de Cu^0 y 20 mL de agua destilada. Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

A partir de los resultados presentados, las condiciones óptimas escogidas para la generación de $^*\text{NO}_2$ fueron: 20 mL de agua ultrapura, 30 mL de HNO_3 , 10 mg de Cu^0 utilizados y una velocidad de flujo de 45 mL/min.

La estandarización del sistema fue establecida diariamente utilizando como referencia la v_0 de PGR 5 µM inducido por $^*\text{NO}_2$ (a pH 7,4 y 25°C, $v_0 = 0,45 \mu\text{M/min}$).

III.2.2.3. Determinación de la velocidad de generación de $\cdot\text{NO}_2$

La **Figura 11** presenta la dependencia de la velocidad inicial de consumo de PGR mediado por $\cdot\text{NO}_2$ en función de su concentración inicial. Se observa que hasta una concentración 20 μM la reacción siguió un orden uno en PGR, mientras que por sobre esta concentración inicial de nitrato se observó un orden cero con respecto a PGR. En estas condiciones (orden cero en PGR) y tomando en cuenta que PGR ha demostrado reaccionar con especies oxidantes con una estequiometría de dos moléculas de especie reactiva por cada molécula de PGR, se estimó que el $\cdot\text{NO}_2$ es generado a una velocidad de 1,8 $\mu\text{M}/\text{min}$.

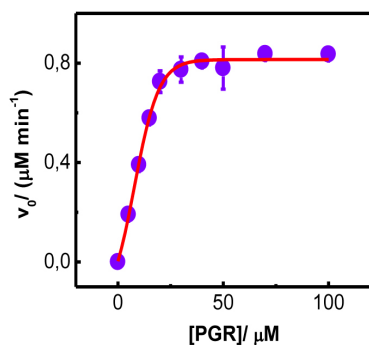


FIGURA 11

Dependencia de la velocidad inicial de consumo de PGR inducido por $\cdot\text{NO}_2$ en función de su concentración. Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

III.2.2.4. Cuantificación de $\cdot\text{NO}_2$

Para cuantificar la concentración de $\cdot\text{NO}_2$ generado se utilizó la siguiente reacción:



El NO_2^- formado se cuantificó a través del método de Griess. Para ello, el $\cdot\text{NO}_2$ generado se redujo a NO_2^- a través de su reacción con exceso de antioxidante (Trolox, 200 μM). La cuantificación de NO_2^- se realizó a diferentes tiempos de incubación con Trolox utilizando una curva de calibración (**Figura 12**), según lo descrito en Metodología. La **Figura 13** muestra que cada 20 minutos de reacción se generó una concentración de $\sim 40 \mu\text{M}$ de NO_2^- . Este resultado está de acuerdo con la velocidad de generación de $\cdot\text{NO}_2$ (1,8 $\mu\text{M}/\text{min}$) evaluada mediante el consumo de PGR.

Es importante destacar que el sistema de generación de $\cdot\text{NO}_2$ montado en el laboratorio requiere de una estandarización diaria. Adicionalmente, es necesario renovar cada una hora el sistema (Cu^0 , agua y HNO_3).

CONCLUSIONES

El sistema Cu^0 pulverizado con agua y HNO_3 es eficiente en la generación del NO_2 gaseoso, donde el $\cdot\text{NO}_2$ es la especie mayoritaria y la cantidad de NO generado es despreciable. La generación de $\cdot\text{NO}_2$ que presentó una mayor eficiencia es utilizando las siguientes condiciones: 20 mL de agua ultrapura, 30 mL de HNO_3 , 10 mg de Cu^0 utilizados y la velocidad de flujo de 45 mL/min.

La estandarización del sistema se debe realizar diariamente, en este estudio se utilizó como referencia la v_o de PGR 5 μM inducido por $\cdot\text{NO}_2$ (a pH 7,4 y 25°C, $v_o = 0,45 \mu\text{M}/\text{min}$).

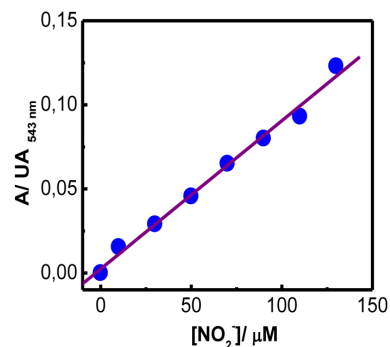


FIGURA 12

Curva de calibración de nitrato. Dependencia de la absorbancia (evaluada a $\lambda = 543 \text{ nm}$) con la concentración de nitrato. Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

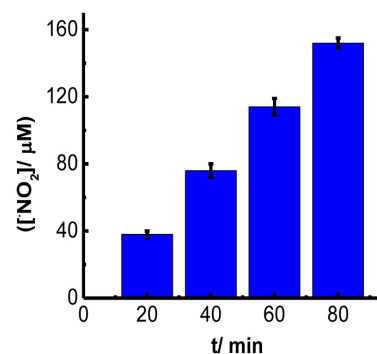


FIGURA 13

Concentración total (acumulada) de $\cdot\text{NO}_2$ generado por el sistema Cu^0/HNO_3 . La concentración de $\cdot\text{NO}_2$ fue evaluada por el método de Griess utilizando un exceso de Trolox. Las soluciones fueron incubadas a pH 7,4 y 25°C.

BIBLIOGRAFIA

- OMS, Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. 2005.
- Halliwell, B., Miao-Lin Hu, Louie, S., Duvall, T. R. Tarkington, B. K., Motchnik, P. *Febs Letters*. 313 (1992) 62-66.
- K. Sawa, Yoshihiro, Shibata, Hitoshi, Kono, Yasuhisa, Yamashita, Sumiko, Ochiai, Hideo, Tanaka, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1230 (1995) 45-50.
- E. Ford, M. N. Hughes, and P. Wardman, *Free Radical and Biological Medicine*, 32 (2002) 1314-1323.
- D. Tsikas, I. Fuchs, F. M. Gutzki, and J. C. Frölich, *Journal of Chromatography B*, 715 (1998) 441-448.
- K. Sawa, Yoshihiro, Shibata, Hitoshi, Kono, Yasuhisa, Yamashita, Sumiko, Ochiai, Hideo, Tanaka, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1230 (1995) 45-50.
- C. Vergara, C. Mardones, J. Reyes, R. A. Tapia, F. Quina, M. A. Mendes, H. Speisky, E. Lissi, M. S. Ureta-zan, A. Aspée, and C. López-Alarcón, *Journal of Physical Chemistry B*, 117 (2013) 4870-4879.
- E. Atala, *Interacción de fenoles y polifenoles con especies reactivas en medio ácido: un estudio cinético competitivo. Tesis para optar al grado de Doctor en Química*, Pontificia Universidad Católica de Chile (2014).
- A. A. Salem, A. A. Soliman, and I. A. El-Haty, *Analytical Chemistry Insights*, 6 (2011) 37-44.

UCEN trae invitada internacional al Primer Seminario Polo Territorial Legumbres

Esta actividad estuvo orientada a difundir y compartir conocimiento respecto a investigaciones realizadas en relación a las legumbres como ingredientes funcionales y sus beneficios a la salud, enmarcado dentro del proyecto Polos Territoriales.

Primer Seminario Polo Territorial Legumbres: encuentro educativo que reunió a expertos en la materia en las dependencias de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica. El nombre con el que se denominó esta instancia fue 'Legumbres: Beneficios a la salud humana, innovaciones en su manejo agrícola y nuevas formas de consumo.'

En la oportunidad, estuvo presente la Dra. Claudia Haros, invitada internacional, quien fungió como una de las relatoras de la primera versión de este seminario. De igual forma, asistió Karen Kanzúa, Decana de la Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad Central, en compañía de la profesora Loreto Muñoz, Dra. En Ciencias e Ingeniería de los Alimentos, también de FING e integrante del equipo investigador del Polo Legumbres.



Este proyecto tiene una mirada país, que involucra a distintos actores en roles específicos. La gestión está a cargo de la Pontificia Universidad Católica de Chile, mientras que en la co-ejecución constan las empresas Granotec, Tucapel, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), la Universidad de Talca y la Universidad Central. Por su parte, colabora la organización Converse Chile y es apoyado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) y financiado por el Fondo de Inversión Estratégica (FIE).

Durante la estancia de Haros en Chile, además de avanzar en labores investigativas conjuntas con Loreto Muñoz, también tuvieron la oportunidad de participar en el programa Mirada Central de CNN Chile, donde analizaron la investigación en torno a la elaboración de alimentos saludables y sus beneficios para las personas.

Exitoso avance en Proyectos de Vinculación con el Medio bajo el alero de FING

A través de los Fondos Internos Concursables de Vinculación con el Medio de la Universidad Central, la Facultad de Ingeniería se adjudicó siete proyectos.



La Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad Central logró adjudicarse siete proyectos de los Fondos Concursables Internos de Vinculación con el Medio 2017-2018. De todos ellos, seis están diseñados en el marco de un trabajo colaborativo con otras facultades, mientras que uno es de desarrollo exclusivo de ingeniería. Los proyectos adjudicados y que se encuentran en marcha son:

‘Recuperación y puesta en valor del cerro Santa Lucía en aspectos ingenieriles y de Arquitectura del Paisaje’ trabajo presentado con la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje.

‘Panel integral del sector productivo y su entorno’ proyecto que unió a FING con la Facultad de Economía y Negocios, Facultad de Derecho, Facultad de Educación y Facultad de Comunicaciones.

‘El habitar de la migración reciente en Santiago. Modelo integral de gestión para la comuna capital’ plan diseñado conjuntamente con la Facultad de Ciencias Sociales, Facultad de Derecho, Facultad de Educación y el Programa de Desarrollo Social.

‘Solmáforos: promoviendo el autocuidado de radiación UV, en colegios de la Región Metropolitana’ proyecto que se presentó de la mano con la Facultad de Ciencias de la Salud.

‘Huertos e invernaderos inteligentes, para la protección del medio ambiente desde el colegio’ trabajo elaborado con el apoyo de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Paisaje.

‘Portal micro-dato de sectores relevantes para Chile’ proyecto que juntó a ingeniería con la Facultad de Economía y Negocios, Facultad de Derecho, Facultad de Educación, Facultad de Ciencias Sociales y Facultad de Comunicaciones.

Por último y no menos importante, el proyecto denominado **‘Consultoría junior integrada’** de autoría exclusiva de FING.





INGENIERÍA Y RELACIONES INTERNACIONALES

José Maganza

Magíster en Filosofía de las Ciencias

INTRODUCCIÓN

Atendiendo al sentido de las palabras, podemos afirmar que las relaciones internacionales son el vínculo, el nexo, la asociación y el diálogo que se establece entre dos o más países, estados, naciones.

Asuntos como derecho, política, economía, seguridad son algunos de los ámbitos disciplinarios que están a la base del desarrollo de las relaciones internacionales.

De acuerdo con el número de actores que intervienen, las relaciones internacionales son bilaterales, multilaterales o globales. En este contexto, la interacción entre las partes puede ser directa, como por ejemplo el caso de intercambio de embajadores, la negociación de un tratado y la celebración de una conferencia de jefes de Estado o de Gobierno; pero también pueden ser interacciones indirectas como por ejemplo en el caso de mediación y conciliación.

Por otra parte, de acuerdo a la naturaleza del asunto, la relación entre los actores puede ser de tipo político, económico, jurídico, mixto o militar, entre otras.

En términos generales, las relaciones internacionales pueden ser agrupadas en cuatro grandes categorías:

Las relaciones internacionales de cooperación, son aquellas en que los actores persiguen la mutua satisfacción de sus intereses haciendo uso, de manera complementaria, de sus poderes para llevar a cabo actuaciones coordinadas, es el caso de intercambio comercial, el acuerdo sobre normas de regulación, procesos de integración internacional (político, económico o técnico administrativo).



Las relaciones internacionales de conflicto, son cuando dos actores tienen necesidades o demandas diferentes e incompatibles y utilizan sus poderes para mantener esas desigualdades, por recursos, por valores, los que se pueden resolver pacífica o violentamente.

En las relaciones de asociación los participantes obtienen resultados que los afectan o benefician.

En la relación de comunicación internacional los participantes poseen elementos históricos y culturales en común, lo que permite el intercambio de información y de influencia mutua lo que modifica la dinámica de sus contextos.

Después de la Primera Guerra Mundial las relaciones internacionales se orientaron al objetivo principal de buscar soluciones que evitaran los conflictos bélicos entre naciones.

Contemporáneamente, las relaciones internacionales se explican de acuerdo a diversas opciones teóricas o ideologías, a partir de las cuales se diseñan políticas e instituciones que definen la naturaleza de los vínculos.

El realismo político, concibe que la historia deviene de las acciones de dominación y de poder del hombre y en consecuencia de los estados, mientras que, el idealismo político, asume que el hombre es bueno, por naturaleza, y que las naciones se pueden ayudar entre si.

El neorrealismo estructural, plantea que la manera de llegar a la paz es mediante la guerra, mientras que, el neoliberalismo reduce la importancia del estado y potencia a los organismos y asociaciones civiles para la regulación de las relaciones internacionales.

De lo afirmado, se puede reconocer que, las relaciones internacionales, son un complejo de factores dinámicos a partir de los cuales emerge el contexto que va modelando el escenario en que se devuelve la sociedad en su contemporaneidad.

La sensibilidad internacional en la ingeniería

Dada la dimensión multidisciplinaria, que está a la base de las relaciones internacionales, hacen a esta temática factible de ser considerada una materia de estudio a ser acogida por la Universidad. El conocimiento, aplicado, esta a la base del contexto internacional en que nos toca entender como globalización. Por otra parte, las tecnologías de comunicación, transporte, finanzas definen las cualidades del escenario global actual, que dan forma a las lógicas de poder, economía y seguridad.

En este marco, la ingeniería, es un campo de conocimiento transversal, a cualquier disciplina que incida en este escenario, lo que implica una responsabilidad implícita del quehacer del ingeniero.

Entonces dada la dinámica con que evoluciona el escenario global, producto de la incorporación de nuevo conocimiento al quehacer de la sociedad y a la incidencia que tiene la ingeniería en estos cambios, es ineludible incorporar a la formación del ingeniero conceptos de relaciones internacionales.

La justificación de esta recomendación, responde a que la complejidad de los proyectos de ingeniería, posee o deben incorporar variables de alcance global, por cuestiones como seguridad, legislaciones, acuerdos, cultura.

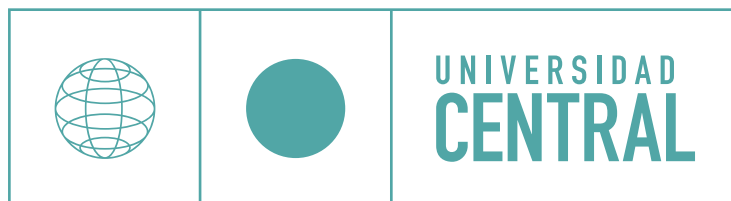
El desafío, para una Facultad de Ingeniería, es introducir estos conceptos en el modelo académico, en cursos dedicados al tema o la incorporación de contenidos pertinentes en asignaturas específicas, lo que no se debe eludir, es que los proyectos finales deben incorporar de manera integral la variable internacional.

La sensibilidad respecto del escenario internacional, requiere una formación basada en el estudio sistemático de estos temas que son fundamentales para contribuir al desarrollo país.

BIBLIOGRAFÍA

- Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2008. Actualizado: 2012. *Definición de relaciones internacionales* (<https://definicion.de/relaciones-internacionales/>).
- Calduch, R.- *Relaciones Internacionales*.- Edit. Ediciones Ciencias Sociales. Madrid, 1991. <https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-55159/lib1cap4.pdf>.
- Eduardo Ortiz, *El estudio de las Relaciones Internacionales*, FCE, 2004.





FACULTAD DE INGENIERÍA



CENTRO DE INGENIERIA Y DESARROLLO SOSTENIBLE



UNIVERSIDAD
CENTRAL

FACULTAD DE INGENIERÍA