

Taller de Física y Matemáticas

pág.30

**Propuesta para un
Centro de Investigación
de nuevos materiales y
Ciencias de la ingeniería**



pág.44



pág.16

**CONSTRUYENDO ALGORITMOS
DE APRENDIZAJE INTELIGENTE**



pág.4

Teorías Curriculares

COMITÉ EDITORIAL:

Director Ejecutivo:

Eduardo Ávila Arancibia

Columnistas permanentes:

Roberto Acevedo Ulanos
Eduardo Ávila Arancibia
Oscar Inostroza Aliaga
Andrés Soto Bubert
Gustavo Ceballos Benavides
Mauricio Bustamante Escobedo

Columnistas invitados:

Ing. Alejandro Yaeggy M.
Gabriel Bustamante
Gerardo Díaz
Gonzalo Rund
Dr. Hab Jacek
Professor Mikhail Brik
Dra. Natalia Inostroza
Dr. Felipe Herrera
Daniel Gálvez

Diseño y diagramación:

Germán Serrano Alarcón

INDICE

EDITORIAL	3
Teorías Curriculares	4
Grafeno y sus Aplicaciones en Ingeniería	8
Producción primaria de Cobre. Parte I. Yacimientos de Cobre	10
Hacia una estrategia de cambios en la educación	12
Construyendo algoritmos de aprendizaje inteligente	16
Calidad seis sigma. Una introducción	20
Investigación	24
La industria frutícola y sus desafíos técnicos	26
Maravillas y realidades	28
Taller de Física y Matemáticas. Elementos de motivación Una visión desde la Academia	30
Propuesta para un Centro de Investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería	44

“La Importancia del Conocimiento”

“La velocidad de los cambios sociales es vertiginosa y debemos reemplazar la urgencia explicativa por juicios reflexivos, que nos permitan extraer lo mejor que hemos logrado atesorar hasta este momento”

Sean estas líneas para dar a conocer a ustedes, la edición 4 de la revista electrónica INGLOMAYOR (www.inglomayor.cl), la cual ha logrado ser exitosa en su primer año de vida y con un público especializado en áreas de las Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería y Humanidades.

El lector de esta publicación electrónica, a esta altura reconoce el esfuerzo de profesionales que desean contribuir con trabajos de calidad en un abanico amplio del conocimiento. Se tiene en el futuro cercano, un gran desafío el cual consiste en dividir la revista en secciones de modo de sistematizar y sensibilizar al lector en temas que no son, probablemente en estos momentos de su inmediato interés, pero que a juicio de los desarrollos en investigación pura y aplicada cobran importancia creciente. Es importante enfatizar la necesidad de cultivar las habilidades blandas y sumergir al lector en nichos de lectura reflexivos a modo de invitación a compartir experiencias y vivencias en el mundo de las aplicaciones. Es interesante, observar los fenómenos desde una perspectiva amplia, con una mirada de pasado, presente y futuro.

La velocidad de los cambios sociales es vertiginosa y debemos reemplazar la urgencia explicativa por juicios reflexivos, que nos permitan extraer lo mejor que hemos logrado atesorar hasta este momento. El conocimiento es simplemente formidable para un ser humano común y corriente, sin embargo la tasa de descubrimiento y de procesamientos de datos experimentales es lejos superior. Pensemos que en cada segundo de nuestras vidas, existen miles de investigadores en todas las áreas del conocimiento buscando y escudriñando en los “secretos de la naturaleza”. Esto nos obliga a realizar un trabajo de calidad y rodearnos de personas doctas en entornos virtuosos, en un enfoque “ganar - ganar”.

Nadie dispone del tiempo y de la energía para saber ese “todo” con precisión y es altamente probable que el nivel de improvisación sea excesivo. ¿Cómo detener la urgencia explicativa?. Conocemos solo un camino y este es “El conocimiento serio y exhaustivo de los procesos” por intercambios con profesionales y hombres dotados con instrumentos esenciales en humanidades y artes. La plasticidad y la verdadera justicia a los hechos experimentales es un camino a seguir con la máxima precisión.

Recordemos a Paul Maurice Dirac, el cual argumentaba que a la Física solo le compete responder a preguntas para las cuales existe una masa consistente y coherente de datos experimentales reproducibles en iguales condiciones de operación. Todo lo que está fuera de lo señalado por Dirac no es simplemente parte de la Física y cae en el área de la metafísica.

Los profesionales en formación precisan de elementos de juicio sólidos y de maestros de alto nivel que hayan dejado sus mejores energías en el laboratorio, tanto en teoría como en experimental. Sin estos maestros no es posible lograr “calidad” y, es una nueva forma de seguir con un poco más de lo mismo.

Deseamos avanzar a la edición 5 de Inglo Mayor y contar con secciones tales como: a) ingeniería, b) ciencias de la Ingeniería, c) humanidades, d) educación y e) ensayos. Es un reto de proporciones, pero nuestros lectores merecen este magno esfuerzo. Ustedes son invitados a enviar sus contribuciones a Inglo Mayor, de modo de realizar el proceso de revisión por pares de alta especialización.

Teorías curriculares

Mg. Eduardo Ávila Arancibia
Ingeniero Comercial



Las teorías curriculares se basan en supuestos filosóficos relativos a cómo se forma el conocimiento, supuestos sociales sobre dónde tiene significado una organización específica del conocimiento, y supuestos psicológicos respecto a cómo se adquiere y procesa dicho conocimiento. Suelen significar un marco de discusión para fundamentar lo que se enseña y como se hace. Evolucionan y cambian como lo hace la práctica curricular. Por ello, no pueden ser indiferentes a las complejas determinaciones de que es objeto la práctica pedagógica ni el papel que desempeñan los procesos que determinan la concreción del currículum.

En este documento, se dan a conocer las teorías curriculares considerando las posturas que privilegian la técnica para dar origen a la teoría curricular tecnológico-positivista y los enfoques que privilegian la influencia de la cultura en los procesos curriculares como son la teoría socio-crítica y la teoría interpretativo-cultural.

Considerando lo anteriormente expuesto, las teorías curriculares han sido objeto de diversas clasificaciones, constatándose esquemas en los que el currículum se aborda como una estructura organizada de conocimientos, como sistema tecnológico de producción, como plan de instrucción, como conjunto de experiencias de aprendizaje y como solución de problemas. En otros casos, se verifica una clasificación que agrupa las diversas conceptualizaciones del currículum en tradicionalistas, empiristas conceptuales y reconceptualistas. Así también, es posible identificar los enfoques del currículum como normativa oficial, como conjunto de oportunidades de aprendizaje y como proceso educativo. En este documento, se dan a conocer las teorías curriculares considerando las posturas que privilegian la técnica para dar origen a la teoría curricular tecnológico-positivista y los enfoques que privilegian la influencia de la cultura en los procesos curriculares como son la teoría socio-crítica y la teoría interpretativo-cultural. En la teoría tecnológico-positivista la programación curricular es cerrada y centrada en los objetivos. Concibe a la educación desde una concepción gerencial y administrativa centrada en los parámetros de calidad, eficacia y control. Considera a la enseñanza como una actividad regulable, que consiste en programar, realizar y evaluar. Es una actividad técnica, en estrecha relación con las teorías conductistas. Por su parte la teoría socio-crítica entiende a la educación como principalmente emancipadora.

Se orienta a contenidos socialmente significativos, un profesor crítico, reflexivo, comprometido con la situación escolar y sociopolítica, es un agente de cambio social. Esta teoría se plantea como una crítica a la teoría tecnológico-positivista afirmando que el diseño del currículum no es un asunto técnico o profesional, sino un asunto de política cultural. La propuesta de la teoría socio-crítica es someter todo a crítica, que los actores educativos tomen conciencia de la realidad para establecer líneas de acción y transformarlas. El tercer enfoque, la teoría interpretativo-cultural, es una expresión de la racionalidad práctica y en ella se utiliza la comprensión como base de la explicación. Plantea la idea de un currículum abierto, flexible y contextualizado, en ella aparecen explícitamente los valores que forman parte del contexto cultural. Reconoce a los docentes como actores, creadores y decisores del diseño curricular, se asiste a una democratización del currículum y un acercamiento a los actores mismos de la educación. El diseño curricular se presenta desde una mirada significativa y constructiva, y se apunta principalmente no al aprendizaje de contenidos, sino a desarrollar la cognición.

Si el contenido es un elemento nuclear del currículum y el proceso de interiorización y enseñanza son componentes imprescindibles, entonces el estudio de las diversas teorías curriculares debe considerar:

1) el conocimiento, 2) la enseñanza y 3) el aprendizaje. Los citados ámbitos permiten establecer las principales características de las teorías en estudio (tabla N°1) e identificar las ventajas y desventajas de ellas (tabla N°2).

En la perspectiva Tecnológico-Positivista se pone énfasis en las teorías o principios científicos sobre la enseñanza, el currículo y el aprendizaje. En esta visión, la competencia profesional se juzga con respecto a las destrezas técnicas para aplicar esas teorías y obtener los resultados preestablecidos. La teoría dirige la acción de la enseñanza. El docente es concebido como un seleccionador de técnicas y medios disponibles para alcanzar determinados objetivos. Esta teoría acepta las tradiciones educativas sin objeciones, no se centra en la relación con el alumno y centra la problemática educativa en conseguir mejores técnicas, recursos y medios. Refuerza la idea de que con más dinero, mejor infraestructura y nuevas tecnologías se podría aumentar la calidad educativa. Aunque en esta teoría la evaluación es parte del proceso curricular, está separada del proceso de enseñanza y tiene como propósito el control y no el de la mejora.

La teoría Socio-Crítica comparte con la interpretativa-cultural, la necesidad de que el profesional docente someta sus valores y objetivos educacionales a una reflexión autocrítica. La teoría socio-crítica intenta resolver la oposición teoría-práctica a través del espacio de la praxis que en virtud de auto reflexión modifica la base del conocimiento y somete a revisión permanente tanto la acción como los conocimientos. La praxis está dirigida por un interés emancipador que tiende a la liberación de la irracionalidad en el discurso, de las injusticias en las interrelaciones humanas, y de toda forma coercitiva de poder. Esta teoría atiende a la creación de significados, pero pone su eje en la emancipación de los seres humanos, en la capacitación para que los sujetos asuman la conducción de sus propias vidas responsablemente.

Teorías curriculares

La perspectiva Interpretativo-Cultural en contraposición con la mirada técnica, el currículo y la enseñanza pueden concebirse como prácticas. La profesionalización del docente no deriva de la aplicación de principios teóricos, ni de las destrezas en el uso de técnicas, sino que implica la búsqueda de fines esencialmente morales. Su interés está dirigido a la comprensión de las situaciones humanas, pone énfasis en la deliberación ante las situaciones concretas de las prácticas de enseñar y de aprender, en lugar de centrarlo en aspectos teóricos. En la teoría interpretativo-cultural la importancia se traslada hacia la interacción docente-alumno y alumno-alumno, no interesando tanto la medida de los resultados del aprendizaje como la comprensión del proceso de aprendizaje. Se preocupa más de la forma en que se construyen significados y se da sentido a las acciones, que de los productos obtenidos. La evaluación no es el control técnico, puesto que la práctica está permanentemente impactada por situaciones contextuales en las que el docente se ve obligado a tomar decisiones que implican cuestiones de responsabilidad moral para brindar ayuda ante dificultades detectadas en la apropiación del saber, para cambiar el apoyo bibliográfico o para proponer innovaciones. La búsqueda de la calidad educativa se centra en el mismo proceso de enseñanza-aprendizaje y no en los resultados logrados.

Las distintas teorías analizadas presentan ventajas y desventajas, por lo tanto, no existiría una mejor teoría curricular y todas tienen alguna validez en la actualidad, con mayor o menor ajuste respecto de los problemas que pretenden resolver.

Lo importante es que toda teoría curricular intenta explicar la forma en que los fines, el contenido y los procesos de la educación son parte de un proceso social, económico y político, tanto histórico como contemporáneo.

En este último orden de ideas, se enfatiza entonces la necesidad país de una reforma educacional como base para el crecimiento económico con equidad y con justicia social. Esta reforma requiere centrarse en la formación de una ciudadanía apta para que el país logre mejorar su competitividad y por su intermedio superar la categoría de país en vías de desarrollo. Ello implica un fuerte énfasis en la calidad de los aprendizajes de los estudiantes para que resulten ser significativos y adecuados a las demandas de la población y del mercado.

Actualmente, en la mayoría de las instituciones de educación superior en Chile predomina la teoría tecnológico-positivista y se constata un incipiente desarrollo de la teoría interpretativo-cultural. Lo anterior es consecuencia del fuerte énfasis que los docentes dan a los contenidos disciplinares, tradición que viene desde muchos años y se encuentra instalada en las concepciones curriculares. No se puede dejar de mencionar la insuficiente adaptación de los productos científicos a contenidos curriculares. Dada la crisis de la educación superior chilena que se ha evidenciado con mayor fuerza y activación social en los últimos años, es necesario replantear la discusión sobre estas teorías y reinventar las prácticas de la docencia, con el propósito de desarrollar nuevos currículos universitarios que potencien la formación de estudiantes que lleguen a convertirse en ciudadanos bien informados, provistos de un sentido crítico y capaces de analizar y resolver los problemas de la sociedad, asumiendo las responsabilidades del caso.

Una forma de orientar el currículo universitario, es aplicar los siguientes principios generales:

- Revalorizar los procesos de instrucción poniendo el foco en el logro de los aprendizajes.
- Enfatizar la necesidad de diversificar las estrategias instruccionales según las características de los destinatarios, así como la utilización de las nuevas tecnologías.
- Fomentar la vinculación con empresas públicas y privadas, ya que la educación debe responder a los cambios que han experimentado los sistemas de producción, los que en la actualidad se caracterizan por uso intensivo en tecnología.
- Considerar el contexto internacional y las perspectivas económicas.
- Considerar el proceso de democratización política que ha significado una creciente participación ciudadana.

Tabla N°1: Características de las teorías en estudio

	TECNOLÓGICO-POSITIVISTA	SOCIO-CRÍTICA	INTERPRETATIVO-CULTURAL
Conocimiento:	El conocimiento se organiza en asignaturas. Mediante la transmisión de información se exponen las ideas y conceptos organizados en disciplina.	El conocimiento es resultado del proceso de diálogo y discusión entre los actores.	El estudiante es considerado el principal agente en la construcción del conocimiento y es por tanto portador de cultura como creador de ella.
Enseñanza:	En la enseñanza se enfatiza la técnica metodológica como la forma de transmitir la información dosificada y elaborada para ser aprendida por los estudiantes.	La enseñanza se promueve como un proceso de investigación. Se promueve que el profesor se transforme en un investigador en el aula, siendo reflexivo, crítico, y comprometido con la situación educacional y sociopolítica.	La enseñanza se inserta en una re conceptualización de la cultura y reconstrucción de la misma. Más aún, la enseñanza se considera como una actividad moral que desarrolla capacidades, valores e ideas sociales.
Aprendizaje:	El aprendizaje son las conductas observables que presenta el sujeto. El aprendizaje es externo y depende del tipo de estímulo que el sujeto reciba para obtener la respuesta esperada.	Reivindican el derecho a la diferencia y la singularidad de cada alumno, para potenciar su desarrollo personal. Los contenidos serán socialmente significativos y los aprendizajes constructivos y compartidos.	Cada vez que el sujeto se enfrenta a una situación intenta adaptarse a ella con la organización de las conductas y experiencia que posee (la estructura cognitiva). El aprendizaje de los alumnos está organizado en función de un proyecto cultural que implica una selección cultural.
Evaluación:	La evaluación de alta rigurosidad científica por lo cual se evalúan los contenidos que son medibles y cuantificables. Se valora la eficacia entendida como el rendimiento de la educación centrado en pruebas medibles de resultados ya sean externas o internas.	En el modelo de evaluación primarán las técnicas y metodologías dialécticas, a partir del estudio de casos concretos. Énfasis en proceso.	Investigación-acción. Énfasis en proceso.
Visión:	La educación se convierte simplemente en una cuestión de aplicar unos medios a un fin.	El proceso pedagógico debe tender a la emancipación del sujeto, a través del desarrollo del pensamiento crítico. Se aboga por la transformación social desde una crítica a las ideologías.	Educar es facilitar el tránsito desde la dependencia a la autonomía.
Otras denominaciones:	1) Conductual, 2) Racional, 3) Positivista, 4) De objetivos, 5) Eficientista	1) Pedagogía crítica, 2) Modelo crítico	1) Interpretativo-simbólico

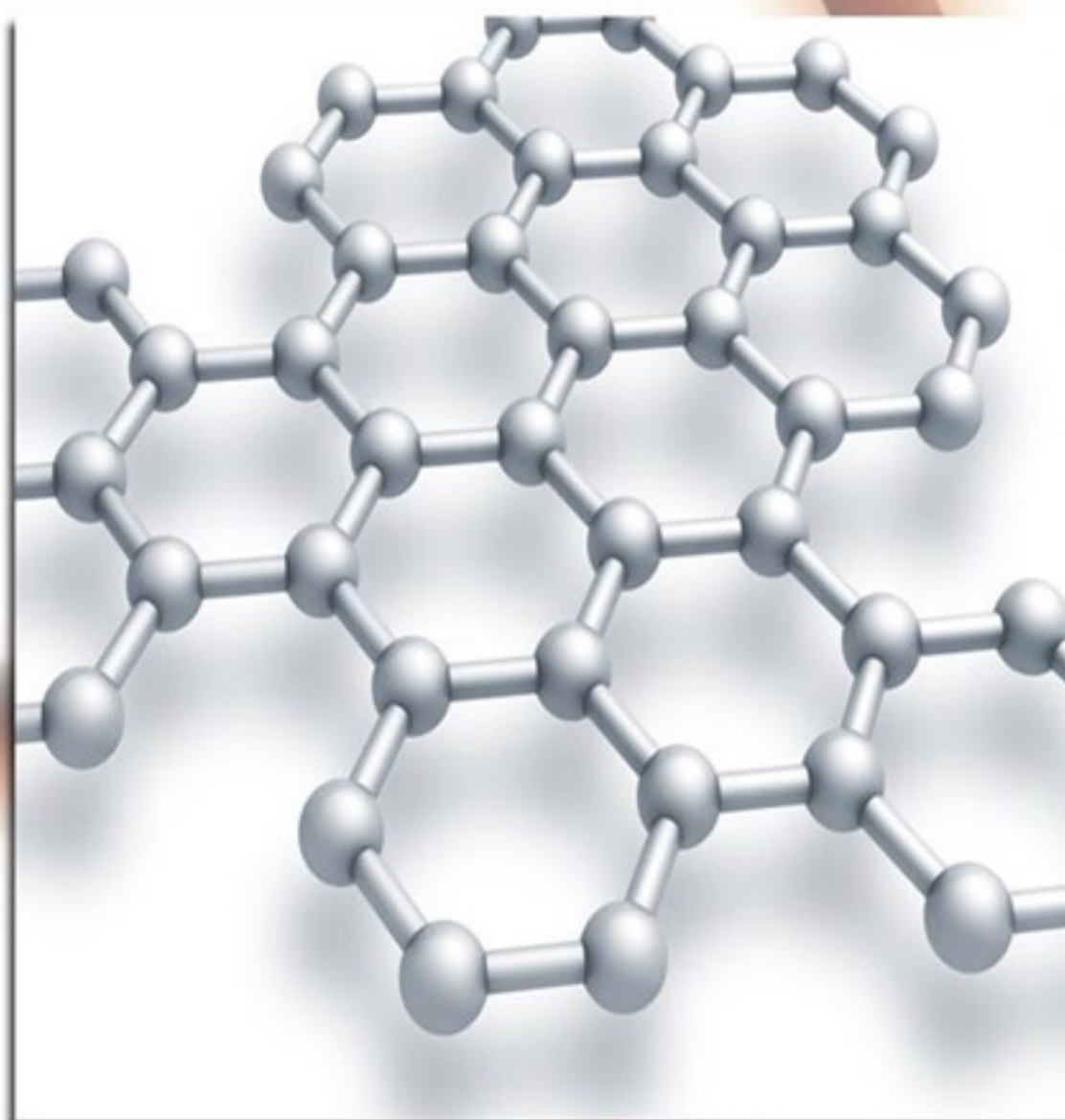
Tabla N°2: Ventajas y desventajas de cada teoría

	TECNOLÓGICO-POSITIVISTA	SOCIOCRÍTICA	INTERPRETATIVO-CULTURAL
Ventajas en enseñanza:	- Se induce a los profesores a pensar analíticamente acerca de lo que están tratando de lograr cuando enseñan por implicación en el proceso de formulación de los objetivos o de reflexión de sobre éstos.	- El profesor siempre está implicado con la realidad educacional y sociopolítica.	- La enseñanza es concebida como una actividad moral que desarrolla capacidades, valores e ideas sociales.
Ventajas en aprendizaje:	- Poseen una tradición de investigación educativa basada en la psicología. - La memorización sobre la cual se sustenta es útil para aquellos contenidos que no cambian en el tiempo y son la base para el aprendizaje posterior.	- Los valores básicos a desarrollar son los valores compartidos, cooperativos, solidarios y libertadores. - El diálogo resulta ser fundamental para generar negociaciones y consensos.	- Teoría y práctica se retroalimentan. - El alumno aprende de manera directa al hacer.
Ventajas en evaluación:	- Al proporcionar criterios simples y directos para el logro de los objetivos, facilita la evaluación de la educación.	- Énfasis en los procesos.	- Evaluación de capacidades y actitudes, más que de contenidos
Desventajas en enseñanza:	- Centrado en los contenidos y no en los alumnos. - Tiempo fijo e igual para todos.	- Lograr que prime el trabajo en equipo como transformador en el aula, es una difícil tarea.	- Es difícil identificar las características de la enseñanza en esta concepción curricular.
Desventajas en aprendizaje:	- La responsabilidad recae fundamentalmente en el alumno. - Prioriza la memorización.	- Los alumnos no siempre se involucran en diálogos efectivos que permitan el consenso.	- Los alumnos no siempre estarán dispuestos a asumir el rol activo en el aprendizaje que supone el modelo.
Desventajas en evaluación:	- La evaluación se centra en la repetición de lo aprendido. - La evaluación es eminentemente cuantitativa.	- En su modelo de evaluación primará el estudio de casos con incidentes críticos respecto de la sociedad, por lo que la evaluación resulta compleja.	- Al ser procesual, la evaluación resulta compleja.

Grafeno y sus aplicaciones en ingeniería

Andrés Soto Bubert
Ingeniero Civil Químico

Una de las características de la nanotecnología es su versatilidad, ya que en ella convergen las ideas, intereses y técnicas de químicos, físicos y biólogos, y sus aplicaciones se pueden ver en áreas como la medicina e ingeniería.



Instrumentos de última generación como los microscopios de fuerza atómica (AFM) y microscopía de transmisión electrónica (TEM) han hecho posible la manipulación y observación de escalas tan pequeñas como los nanómetros () y han permitido realizar una mejor aproximación del estudio de la nanociencia que está orientada a entender el fascinante comportamiento de la materia en escala de nano dimensiones (10 – 100 nanómetros). El objetivo de la nanociencia es comprender cómo se comportan e interaccionan entre sí distintos tipos de "nano estructuras" como átomos, moléculas, proteínas, virus, fullerenos, láminas de grafeno, nanotubos de carbono, monocapas autoensambladas, nanohilos semiconductores, puntos cuánticos, anticuerpos, membranas celulares, ribosomas, liposomas, dendritas, membranas de filtros, dopado de cerámicos, plásticos y vidrios, semiconductores, desarrollo de chips, nanorobots, etc.

Por su parte, la nanotecnología tiene como objetivo utilizar los conocimientos aportados por la nanociencia para proporcionar nuevos procesos de fabricación, así como productos y aplicaciones con propiedades mejoradas o radicalmente nuevas, orientadas a la miniaturización de dispositivos y/o nuevas aplicaciones a un menor costo. Una de las características de la nanotecnología es su versatilidad, ya que en ella convergen las ideas, intereses y técnicas de químicos, físicos y biólogos, y sus aplicaciones se pueden ver en áreas como la medicina e ingeniería. La física aporta su conocimiento y aplicaciones desde el estudio de la mecánica cuántica, que permite entender la conexión existente entre el tamaño, forma y composición de un nano material y sus propiedades. De este modo, se desea controlar la geometría y composición de un material a escala nanométrica comprendiendo sus propiedades eléctricas, mecánicas, térmicas, magnéticas y ópticas. La "bioinspiración" desea la comprensión de los procesos de reconocimiento y autoensamblado molecular para intentar imitar diferentes procesos que se producen en las células y de este modo ofrecer sus alcances en nuevas soluciones para la medicina. En la industria automotriz, se observan decididos esfuerzos en la generación de prototipos de automóviles a partir de nanorobots autoensamblados, los cuales tendrían la capacidad de adaptar su forma y características según los requerimientos de su dueño. Sin duda es un cambio de paradigmas y una revolución en la manera de entender el diseño de estos medios de transporte.

Los dineros invertidos en nanotecnología en Estados Unidos en 2011 fueron del orden de 1.800 millones de dólares, mientras la Unión Europea entre 2007- 2013 destinó 3.500 millones de euros. El presupuesto de Brasil en esta materia fue de 44 millones de dólares en 2009. En España, la Nanotecnología ha estado considerada como área estratégica en la planificación científica entre 2004 y 2011.

En la actualidad, el grafeno es uno de los materiales más estudiados en nanotecnología, ya que parece ser uno de los más promisorios para aplicaciones de estas tecnologías. El gramo de grafeno tiene hoy en día un precio de 100 USD. En 2012 en China se patentaron 2200 prototipos de productos hechos con grafeno y en USA, 1754. En el 2011 se realizaron 10 mil trabajos de grafeno en todo el mundo. La Universidad de Manchester promete invertir 100 millones de USD, y en Singapur se inauguró un centro por 30 millones de USD dedicado a Grafeno. La unión europea se propuso invertir por 10 años 1,4 billones de dólares en estos materiales (Graphene Flagship). Graph Nanotech, con su centro en Burgos, proporciona grafeno a laboratorios de investigación. Graphenea (San Sebastián) lo produce en láminas y con sustratos de polímeros, vidrio o silicio (la lámina tiene un precio entre 300 y 1000 euros), se estima que puede lograrse paneles solares con un 40% de eficiencia, mientras que un panel solar monocristal de silicio sólo alcanza un 20% de eficiencia. Parece interesante el uso del grafeno en el diseño de vidrios con función doble: buena propiedad mecánica y que operen como paneles solares.

En ingeniería las aplicaciones están a la vista. La miniaturización de dispositivos, es un desafío permanente de la industria electrónica y los descubrimientos del grafeno abren nuevas perspectivas de lograr dispositivos que alcancen la escala nanométrica. Se piensa en una nueva era tecnológica e industrial, equivalente a la revolución de los plásticos, esta vez con centro en estas estructuras basadas en grafeno, esto se debe a sus grandes propiedades térmicas (muy buen conductor), mecánicas (mayor resistencia que los aceros) y eléctricas por sus bondades como conductor de la electricidad. Dado que sus dimensiones son en 2D (parecido a la estructura en forma de hexágonos que presentan los panales de abeja), lo hace muy atractivo como potencial precursor de nuevas aplicaciones y descubrimientos.

De ahí se explican las inversiones y esfuerzos de gobiernos, empresas y comunidad científica en apostar al desarrollo de estas tecnologías. Dado que es un material que podría producirse en grandes volúmenes podría utilizarse para vendajes, envases para alimentos o para fabricar prendas de vestir y calzado con propiedades antibacterianas. Adicionalmente es un material que posee grandes propiedades mecánicas: poco peso, gran área superficial, impermeabilidad y flexibilidad. 1 pesa 0,77 miligramos. Es traslucido, flexible, y 40 veces más resistente que el acero, lo que lo convierte en el material más resistente conocido hasta ahora.

El grafeno y sus derivados han abierto una nueva era en el campo de la Físico Química y de las ciencias de los materiales. El grafeno se produce en forma de láminas y en polvo, y cada tipo de material tiene aplicaciones distintas. En general, sus láminas se usan para la electrónica (desarrollo de nanochips por su propiedad de tamaño mínimo, disipación de calor y conductividad y la posibilidad de desarrollar semiconductores) y el polvo para dopaje de materiales y así cambiar sus propiedades mecánicas térmicas y eléctricas. En electrónica se ha pensado usar para el desarrollo de pantallas flexibles y sensores. El polvo, para ser integrado en plásticos, resinas, pinturas y barnices. En la industria del calzado se espera aumentar la conductividad eléctrica del material que lo compone para fabricar zapatos de seguridad que puedan disipar la electricidad estática que se genera al caminar, eliminando las posibilidades de que se produzcan chispas. Se visualizan aplicaciones para dopar neumáticos (caucho) y así otorgarles una mayor adherencia, aumentar su duración y permitir el ahorro de combustible.

Otras aplicaciones dicen relación con su uso en electrónica, baterías, pilas de combustible, sensores de nivel y parachoques en automóviles. También es posible aprovechar su alta conductividad térmica y utilizarla en el desarrollo de tuberías para geotermia, en disipadores de calor e incluso en tanques militares. En los próximos años se espera una nueva revolución en el desarrollo de dispositivos electrónicos orientados a la miniaturización de los dispositivos, lo que podría generar grandes avances y descubrimientos en el área de la medicina e ingeniería. Sus alcances pueden ser ilimitados, dado que afectará a todos los campos de la tecnología proporcionando múltiples innovaciones y nuevos paradigmas del conocimiento.

Producción Primaria de Cobre

Parte I: Yacimientos de Cobre

Mauricio Bustamante Escobedo
Ingeniero Civil Químico

El cobre se encuentra en el lugar 26 en orden de abundancia en la corteza terrestre, es casi la mitad de abundante que el cromo y el doble de abundante que el cobalto. Se estima que las reservas de cobre a nivel mundial ascienden a las 940 millones de toneladas. Estas reservas no incluyen los yacimientos no identificados, por lo que este valor ha ido incrementando con el tiempo, producto del descubrimiento de nuevos yacimientos y el mejoramiento de las tecnologías de procesamiento de minerales.

Más del 50% de la producción mundial de cobre proviene de depósitos pórfidos, los que poseen leyes relativamente bajas y cubren un sector bastante amplio, es decir, presentan un gran tonelaje de material.

En la naturaleza, existen más de doscientos minerales que contienen cobre en distintas cantidades, pero sólo alrededor de veinte son de importancia como minerales de cobre o como piedras semipreciosas: turquesa ($\text{CuAl}_6(\text{PO}_4)_4(\text{OH})_8 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) y malaquita ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$). El cobre es un típico elemento calcófilo; es decir, posee afinidad con el azufre, por lo que sus principales minerales son sulfuros, en su mayoría calcopirita (CuFeS_2), bornita (Cu_5FeS_4 / Cu_3FeS_3) y calcocita (Cu_2S), a menudo acompañado por pirita (FeS_2), galena (PbS) o blenda (ZnS).

Otros elementos metálicos encontrados frecuentemente en los minerales de cobre son el hierro, plomo, zinc, antimonio y arsénico; menos común son el selenio, telurio, bismuto, plata y oro.

Los depósitos de minerales son clasificados de acuerdo a su modo de formación, pero el origen de los minerales de cobre es geológicamente complejo de determinar. La clasificación distingue dos grupos principales, las series magnéticas y la serie sedimentaria.

Más del 50% de la producción mundial de cobre proviene de depósitos pórfidos, los que poseen leyes relativamente bajas y cubren un sector bastante amplio, es decir, presentan un gran tonelaje de material. Tienen una relación con una roca intrusiva que en partes muestra una textura porfídica, es decir, que los magmas se introdujeron y cristalizaron cerca de la superficie

Los pórfidos cupríferos más grandes del mundo se ubican en Chile, Estados Unidos, Canadá, Panamá, México, Nueva Guinea e Irán.

A nivel nacional, la mayor parte de la producción chilena de cobre proviene de 16 pórfidos cupríferos en explotación, 12 en el Norte de Chile y 4 en la Zona Central. Por otro lado, Chile posee algunos de los pórfidos cupríferos más grandes del mundo como son los yacimientos de El Teniente y Chuquibambilla. Los depósitos del tipo pórfido hoy día juegan un papel muy importante en la minería del cobre, molibdeno y estaño.

Los minerales sulfurados de cobre generados en eras primarias de la tierra se denominan minerales o sulfuros primarios, los que a lo largo del tiempo y una serie de procesos geológicos y químicos se transforman en sulfuros secundarios y en óxidos de cobre.

El mecanismo de transformación desde los minerales primarios a sulfuros secundarios y desde estos a minerales oxidados se explica a continuación.

Minerales secundarios son formados cerca de la superficie de la tierra, a partir de minerales sulfurados, en dos etapas. En la zona de oxidación, el agua forma óxidos de cobre, sales básicas (carbonatos y sulfatos) y silicatos. Estas sales son transformadas en sulfuros de cobre secundario: calcocita (Cu_2S) y covelita (CuS), e incluso cobre nativo (Cu^0) de alta pureza en zonas más profundas.

Las condiciones oxidantes que atacan la roca son catalizadas por la acción bacteriana, provocando que los sulfuros de cobre y hierro de la zona primaria, constituida básicamente por calcopirita y pirita, generen sulfatos de cobre y hierro. Estos sulfatos descienden a zonas carentes de oxígeno, donde reaccionan con nuevos sulfuros, en condiciones reductoras, convirtiendo las especies primarias (pirita y calcopirita) en minerales secundarios (calcosita y covelita)

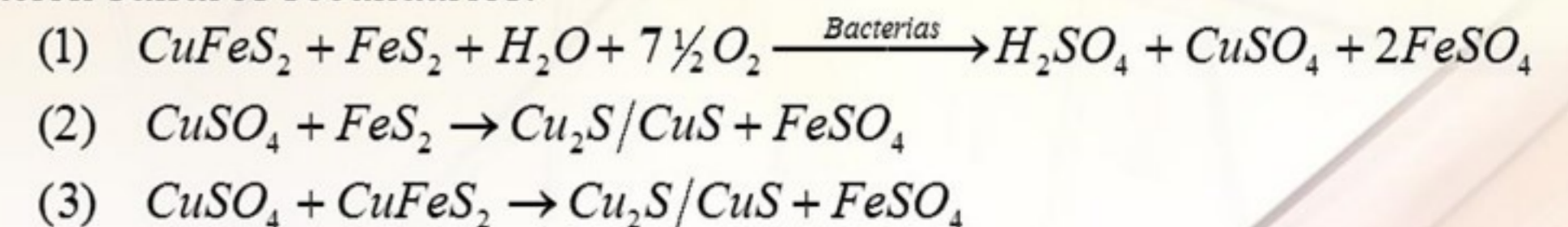
De la misma forma descrita anteriormente, la zona de sulfuros secundarios en condiciones oxidantes reacciona para generar la zona de minerales oxidados.

Los sulfuros presentes en la pirita son oxidados en ambiente aerobio, formando sulfato ferroso y ácido sulfúrico. En ambiente oxidante se ve favorecida la transformación del hierro a sulfato férrico, que reacciona con el mineral secundario, generando sulfato de cobre y azufre. El azufre generado vuelve a reaccionar en ambiente aerobio, por medio de bacterias generando ácido sulfúrico.

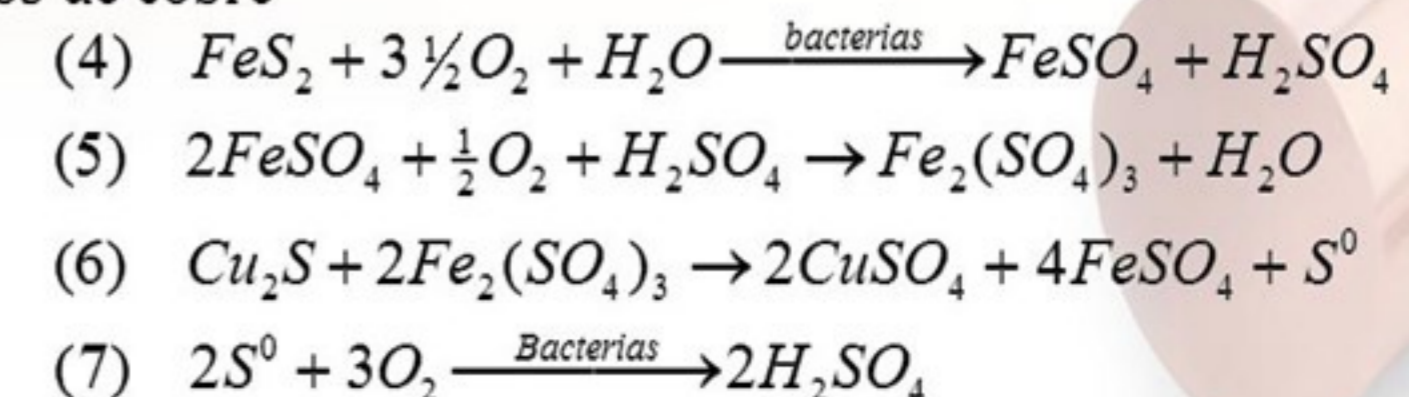
Las especies mineralizadas de cobre que se formarán, a partir de oxidación de los minerales secundarios, dependerán del tipo de impurezas y/o ganga presente en el entorno: abundancia de oxígeno, disponibilidad de SiO_2 , CO_2 o cloruros.

Finalmente, se debe considerar que, en general, la ganga de los yacimientos porfídicos de cobre están compuestas en más de un 95% por especies silicatadas. Otras especies que forman parte de esta ganga son los carbonatos, sulfatos y los óxidos e hidróxidos de hierro.

Generación sulfuros secundarios:



Generación óxidos de cobre



Hacia una estrategia de cambios en la Educación

Roberto Acevedo, PhD
Director
Dirección de Investigación y Desarrollo
Vicerrectoría de Desarrollo
Universidad Mayor

Todos ustedes saben con meridiana claridad que, en grupos importantes de la población existe un interés genuino de acceder a una mejor calidad de vida, en forma seria y responsable. Se nos ha dicho por décadas que el camino es una buena educación, llena de valores y principios, sin embargo estos conceptos han ido modificándose con el pasar de los años.

A mi edad, no son muchas las cosas que me sorprenden, por lo tanto pienso que se nos debe dar la oportunidad para hacer aportes importantes a la nación y sus ciudadanos, lo cual significa cambiar ciertos paradigmas y pensar en grande. Este no es un ejercicio trivial, más bien de relevancia e importancia creciente.

Todos hemos escuchado y leído con respecto de la necesidad de mejorar los estándares de calidad de nuestros (as) alumnos (as), desde temprana edad y también sabemos las exigencias con respecto del nuevo rol que debe jugar el Ministerio de Educación de la República. No estoy convencido que sea preciso crear instituciones para modificar conductas y hábitos, por una razón muy simple. No tiene sentido "contratar los servicios de un nuevo profesional" para que lleve a cabo la labor que otro profesional simplemente no hace o lo hace mal.

En virtud de lo señalado, resulta urgente disponer de una nueva estrategia que nos "asegure" que el cambio deseado sea real y eficiente. En este sentido, creo indispensable realizar una auditoría completa de diversos organismos del estado, los cuales cuentan con aportes estatales. Se han creado una serie de iniciativas a nivel superior, de modo de incentivar la creación de nuevo conocimiento y, estas deben necesariamente ser escrutadas de modo de observar el balance entre lo ofrecido y lo logrado por los diversos grupos de investigación.

Es muy importante, tener en consideración la existencia de privilegios los cuales deben ir acompañados de las obligaciones correspondientes. Es deseable que el país conozca lo que se está haciendo y las razones que motivan estos estudios y de esta forma optimicemos los recursos del erario. Siempre se nos ha enseñado el comportamiento responsable y prudente, por lo tanto se trata de un tema que no debería producir problema alguno en los miembros de la comunidad. Pienso que la transparencia en las asignaciones de presupuestos y el premio al mérito atrae a los mejores a la actividad que sea del caso considerar como válida a nivel de la sociedad. Este es el piso a alcanzar en este duro y en tantas oportunidades, árido camino pero la vida es así y debemos vivirla en plenitud. Se aproximan tiempos difíciles, marcados por una urgencia explicativa y tonalidades diversas, con tantas divergencias que hacen propicio un sistema en resonancia (caos intelectual y moral).

El Profesor Guillermo Cáceres siempre se refiere a lo que denomina "la soluciónática", por cuanto los relatos y diagnósticos son excesivos y, no obstante los avances no es difícil darse cuenta que lo esencial no se ha realizado. Las bases fundacionales de la educación es simplemente la creación de conocimiento nuevo y su transferencia a los nuevos estudiantes.

Lo señalado anteriormente, nos indica la existencia de una urgencia de organizar en el sistema global de la educación un nuevo paradigma, el cual esté focalizado en la creación de conocimiento y su aplicación al aparato productivo de la nación. Precisamos ser competitivos y crear fuentes de trabajo, las cuales estén orientadas al logro y goce de los sellos de calidad y los estándares que la comunidad exige a nivel del orbe. Debemos buscar equilibrios entre las importaciones y exportaciones, para lo cual se requiere pasar desde la venta de servicios y de materias primas a una economía centrada en productos competitivos por sus altos estándares de producción. Han transcurrido décadas de declaraciones de buenas intenciones y, desafortunadamente estamos en un proceso de dependencia peligroso, tanto a nivel interno como externo.

El país requiere de profesionales de alto nivel de exigencia, en consecuencia la pregunta es: ¿disponemos de este recurso y que fracción de la población cumple con estos estándares? El paso de los años nos enseña a cuidar a nuestros talentos y disponerlos en el momento y lugar adecuado para contribuir al objetivo maestro de toda sociedad organizada y del conocimiento. Siempre es posible mejorar en nuestros procesos, sin embargo existe y, esto es un riesgo, el empeorar nuestras posiciones, sea por no hacer las cosas o simplemente por no ser un profesional de la actividad que la sociedad nos ha encomendado. Los procesos de selección y de formación deben responder a los objetivos superiores de la Sociedad, en consecuencia no existe espacio como tampoco tiempo para improvisaciones.



Hacia una estrategia de cambios en la Educación

Algunas reglas simples son las que se mencionan a continuación:

1.-) Los Gobiernos deben disponer de atribuciones y obligaciones muy rigurosas y claramente definidas.

2.-) La regionalización debe hacerse efectiva. Los recursos del erario deben ser distribuidos con equidad y realismo, de modo que las obras a realizar y los ciudadanos deben tomar un rol más activo, con propuestas claras y específicas para mejorar la competitividad de las regiones y su calidad de vida.

3.-) No es deseable la existencia de una ciudadanía descontenta con sus hacedores de políticas públicas, en consecuencia los organismos que define la ley deben ser elegidos con derechos y obligaciones definidas.

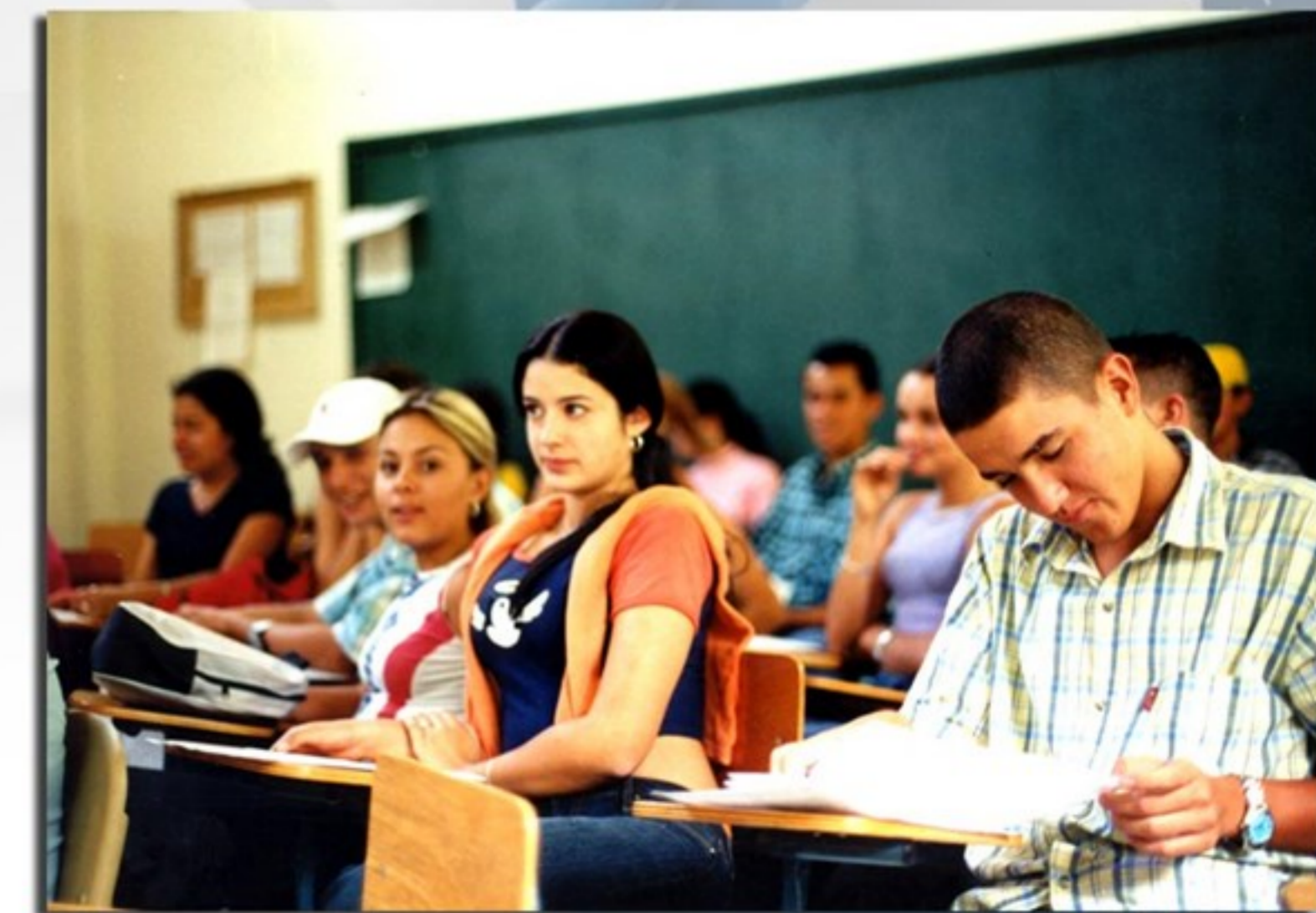
4.-) Deben existir una política de cambios estructurales dinámica en el tiempo y, ciertamente las re elecciones estar acotadas. Nadie debe mal entender el concepto básico de representación y la urgencia de transparentar los organismos resolutivos del Estado. Los representantes elegidos por votación popular, no debería estar más de dos períodos en los cargos (esto limita el ejercicio de la función a una sola re elección). Se sugiere la existencia de un período del orden de la duración del cargo para volver a re postular a los cargos.

5.-) La cultura que es posible vivir haciendo política (buena, regular, mala) debería ser desterrada, por cuanto responde a un círculo vicioso. La dilución del concepto de servicio público, debe necesariamente ser cambiada y en oposición robustecer procesos en los cuales predomine en forma inequívoca el servicio a la ciudadanía.

6.-) Se debe tener claridad que los ofrecimientos electorales, sin el respaldo técnico adecuado y profesional deben ser sancionados como de igual forma, el uso y abuso del cargo. El enriquecimiento ilícito e ilegítimo debe necesariamente ser un tema a ser resuelto por la Contraloría General de la República, Servicio de Impuestos Internos, Tribunales de Justicia.

7.-) Las exigencias académicas para postular a cargos de representación popular deben ser incrementadas en forma sustantiva. No basta la Universidad de la Vida, se debe tener una visión holística de leyes, economía y productividad. Los países con profesionales meridianamente idóneos, simplemente no están en condiciones de progresar.

Los cambios estructurales mencionados en los párrafos anteriores, deben ser realizados en ventanas de tiempo razonables para satisfacer las legítimas demandas de la sociedad organizada e ilustrada. No puede existir espacio para los profesionales del "dividir para gobernar", por cuanto el ser humano descontento e infeliz es la antítesis de mi formación y valores y principios de vida. Siempre es posible mejorar con las personas adecuadas y el norte bien definido en forma clara y precisa. Seamos rigurosos y entre todos realicemos un gran esfuerzo de unidad. Nuestros jóvenes requieren una educación de calidad, bueno la nueva estructura política debe considerar introducir desde ahora a jubilados de Instituciones de Educación Superior para comenzar a marcar la diferencia. No tenemos los recursos para impedir que aquellos que así lo desean puedan incorporarse a trabajar por su país y jóvenes (incluso pueden ser sus hijos, nietos y bisnietos). El sacrificio vale la pena y la hora ha llegado para comenzar a levantar el sistema desde abajo hacia arriba.



Construyendo algoritmos de aprendizaje inteligentes

Parte 2: la memoria y las estructuras de redes neuronales artificiales

Oscar Inostroza Aliaga / Ingeniero Civil Electricista

La estructura nerviosa que contiene el cerebro biológico está basada en una unidad básica que se denomina neurona. Hay varias células nerviosas que tienen funciones específicas y que en su totalidad generan una gran red neuronal.

Otro de los pasos que se deben estudiar en la creación de algoritmos de aprendizaje inteligentes es el de la Memoria, o más bien, en el mecanismo de memorización que un organismo vivo desarrolla. A fin de emular lo más fielmente este proceso, es que se han invertido muchos recursos de diferentes disciplinas para poder primeramente definir que es la memoria, como opera ésta y finalmente cuáles son sus características más relevantes. El ser humano, posee un mecanismo de memoria que se ha denominado del tipo Asociativo, es decir, la memorización se basa en una "Memoria Asociativa". Lo anterior consiste en que el proceso de almacenamiento requiere de una llave que es almacenada conjuntamente con la información que se desea memorizar.

Para recuperar esta información, sólo basta que la llave sea ingresada al sistema y como resultado se obtiene ésta data. Evidentemente, y en conjunto con este procedimiento asociativo existen otras características relevantes en la memoria humana, que en estas reseñas se irán presentado.

La estructura nerviosa que contiene el cerebro biológico está basada en una unidad básica que se denomina neurona. Hay varias células nerviosas que tienen funciones específicas y que en su totalidad generan una gran red neuronal. Muchos son los intentos de imitar el comportamiento de una célula nerviosa y existen paradigmas bien fundados en el conocimiento adquirido de la célula nerviosa. De igual forma, la estructura nerviosa también ha sido analizada y emulada en redes de neuronas artificiales. El enfoque prioritario de tales estructuras se ha visto orientado al reconocimiento de formas, fonemas y letras, debido a las aplicaciones directas en automatización y control inteligente que estas estructuras pueden aportar.

1. La Memoria

Durante todo proceso de aprendizaje quedan huellas, o engramas, que dejan el procesamiento y la integración de la información percibida. Así es como se activa la memoria. Es un proceso cognitivo que permite recordar experiencias pasadas, tanto en términos de la adquisición de información nueva como de recordar información o datos ya almacenados.

El aprendizaje permite que la memoria se vaya edificando y, a su vez, la memoria permite hacer perdurar los beneficios del aprendizaje. Tanto la memoria como el aprendizaje están influenciados por estos factores afines; y debido a esto, la memorización de información (o de eventos) puede ser perfeccionada a través de una motivación acrecentada, un contexto especial, un estado emocional fuerte o una atención aumentada.

La memoria sigue siendo uno de los aspectos más centrales del ser humano. Mediante ella, el sistema nervioso codifica los eventos pasados en una forma que en ocasiones permite recordar de manera consciente eventos de un pasado distante tan vívidamente como si apenas hubiesen ocurrido, y estos recuerdos con frecuencia llevan consigo emociones intensas. Los eventos pasados están representados en el sistema nervioso en una forma que no produce recuerdos conscientes y que incluso afectan la conducta subsecuente, como cuando se desempeña una habilidad motora como pasear en bicicleta.

Otros dominios de la cognición se relacionan con la memoria; por ejemplo: lo que se recuerda está influenciado por lo que ya se sabe y lo que se infiere acerca del pasado.

Hay que destacar que la memoria no es un registro estático, sino que es un proceso dinámico afectado por los marcos conceptuales y por el conocimiento general; y las inferencias sacadas a partir de ellos.

Por lo tanto, recordar es una construcción o reconstrucción dinámica del pasado. Hace unos años ya, Elizabeth Loftus demostró de manera experimental la capacidad reconstructiva de la memoria y lo importante que son los esquemas en este proceso a través de la manipulación del recuerdo de un evento en individuos, por medio de la introducción de información después de la experiencia del suceso.

Tal como se señaló en la Parte 1 de estas reseñas, el proceso de la memoria ha sido dividido en tres subprocesos secuenciales: a) registro/codificación, b) almacenamiento/mantenimiento, c) recuperación/respuesta.

2. Las Redes Neuronales Artificiales: sus modelos

Comenzaremos por la denominación del procesador elemental o "neurona"; el cual es un dispositivo simple de cálculo que, a partir de un vector de entrada procedente del exterior o de otras neuronas, proporciona una única respuesta o salida.

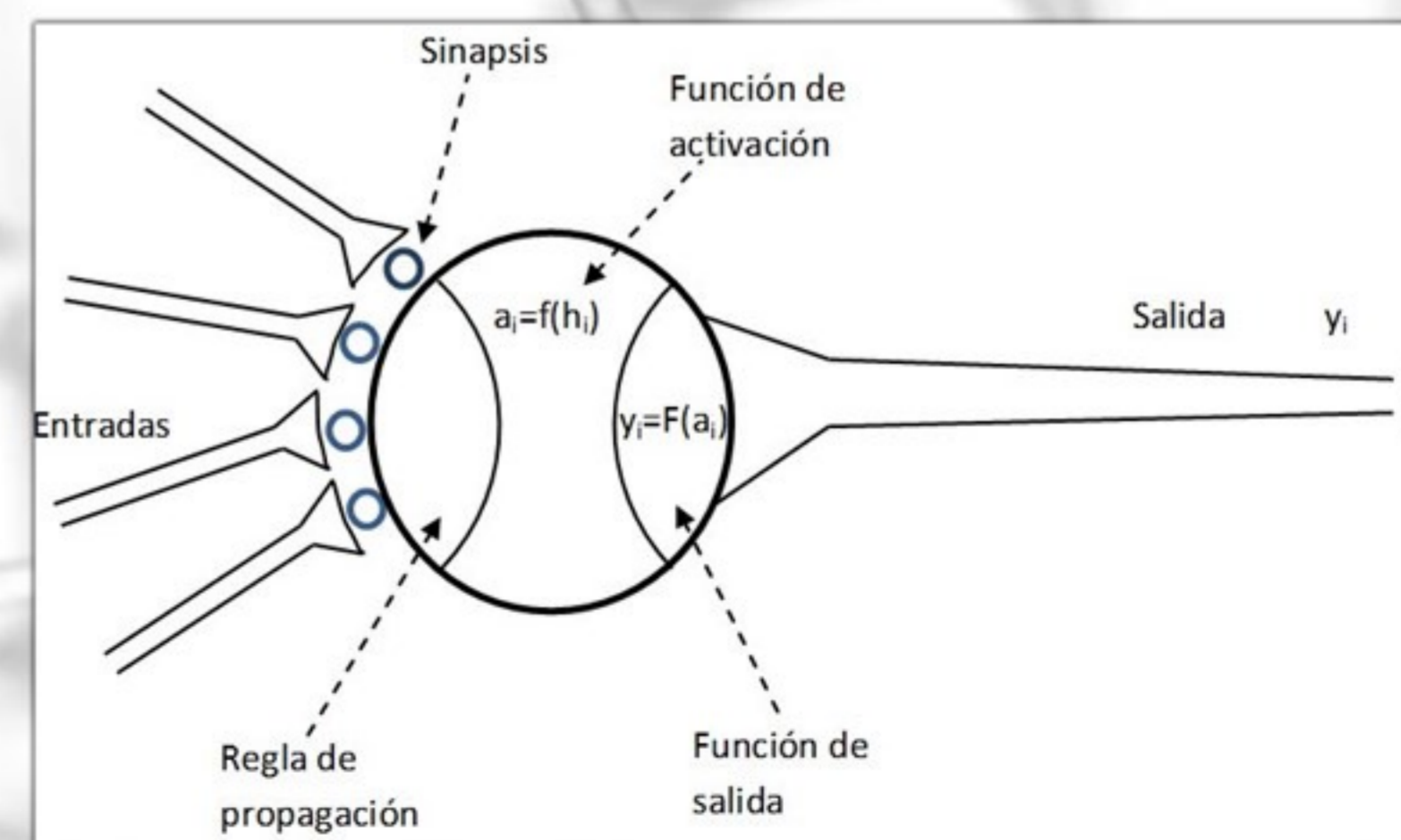


Figura N° 1: Modelo genérico de neurona artificial.

Construyendo algoritmos de aprendizaje inteligentes

Parte 2: la memoria y las estructuras de redes neuronales artificiales

Como se puede apreciar de la Figura N°1, el modelo general de una neurona artificial está compuesto de:

- Conjunto de entradas, $x_i(t)$.
- Pesos sinápticos de la neurona i , w_{ij} que representa la intensidad de relación entre cada neurona pre-sináptica j y la neurona post-sináptica i .
- Regla de propagación $\sigma(w_{ij}, x_{i(t)})$, que proporciona el valor del potencial post-sináptico $h_i(t) = \sigma(w_{ij}, x_j(t))$ de la neurona i en función de sus pesos de entradas.
- Función de activación $f_i(a_i(t-1), h(t))$, que proporciona el estado activación actual $a_i(t) = f_i(a_i(t-1), h(t))$ de la neurona i , en función de su estado anterior $a_i(t-1)$ y de su potencial post-sináptico actual.
- Función de salida $F_i(a_i(t))$, que proporciona la salida actual $y_i(t) = F_i(a_i(t))$ de la neurona i en función de su estado activación.

Por tanto, la operación formal de una neurona artificial puede expresar como:

$$y_i(t) = F_i \left\{ f_i \left[a_i(t-1), \sigma_i(w_{ij}, x_j(t)) \right] \right\} \quad (1)$$

Las entradas y salidas de la ecuación (1) podrán ser de distintos tipos dependiendo del modelo y la aplicación del mismo. Los pesos sinápticos de la neurona, representan la intensidad de relación entre cada neurona pre-sináptica y la neurona post-sináptica. Dada una entrada positiva procedente de un sensor o de otra neurona, si el peso es positivo tenderá a excitar a la neurona post-sináptica, en caso contrario tenderá a inhibirla. De esta manera se puede diferenciar las sinapsis en excitadoras (de peso positivo) e inhibitorias (de peso negativo).

La regla de propagación permitirá calcular el potencial post-sináptico de la neurona artificial a partir de las entradas y los pesos asociados a estas. La función más habitual es la lineal y se basa en la suma ponderada de las entradas con los pesos sinápticos $h_i(t) = \sum_j w_{ij} x_j$, otra regla de propagación habitual está basada en el cálculo de distancia entre vectores, en la distancia Euclidiana, que es:

$$h_i^2(t) = \sum_j (x_j - w_{ij})^2 \quad (2)$$

El modelo anterior se puede considerar demasiado general, por lo que en la práctica se utiliza un modelo mucho más simple que se denomina **neurona estándar**, el cual está compuesto de:

- ◇ Un conjunto de entradas $x_j(t)$ y pesos sinápticos w_{ij} .
- ◇ Una regla de propagación $h_i(t) = \sigma(w_{ij}, x_j(t))$ donde $h_i(t) = \sum w_{ij} x_j$ es la regla de uso más común.
- ◇ Una función de activación $y_i(t) = f_i(h_i(t))$, que representa simultáneamente la salida de la neurona y su estado de activación.

Todo lo anterior se puede apreciar en la Figura N°2, que se presenta a continuación.

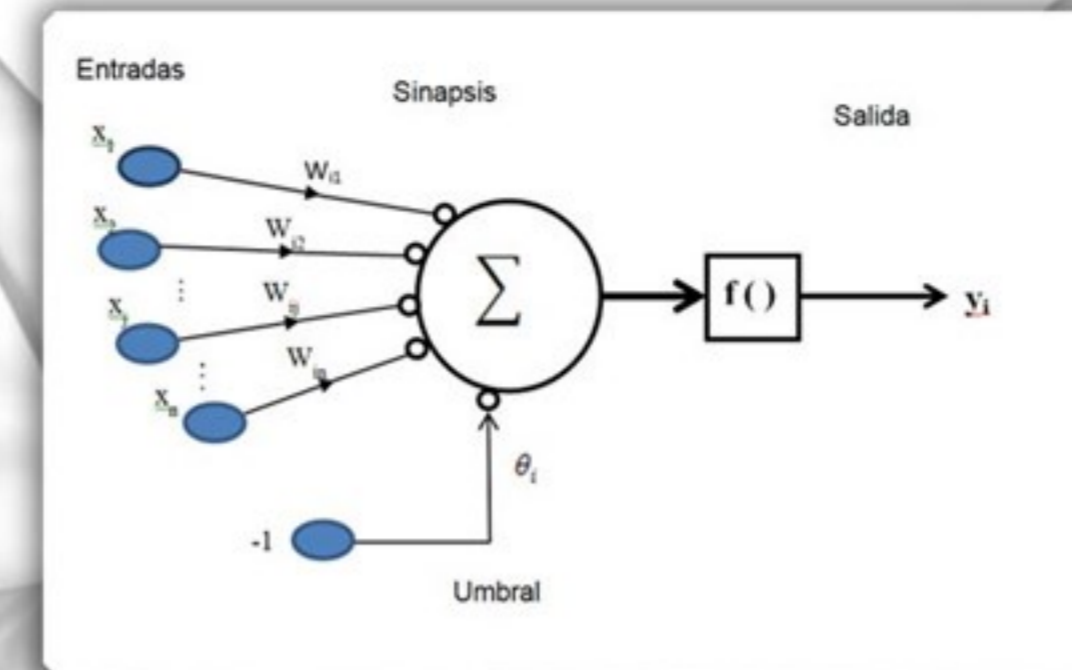


Figura N°2: Modelo de una neurona artificial estándar.

Con frecuencia se añade al conjunto de pesos de la neurona artificial un parámetro adicional señalado como θ_i , que se denomina umbral, y que se resta del potencial post-sináptico, por lo que el argumento de la función de activación queda:

$$\sum_j w_{ij} x_j - \theta_i \quad | \quad (3)$$

Lo que representa añadir un grado de libertad adicional a la neurona artificial que modelamos. De esta manera el modelo de neurona artificial estándar queda entonces como:

$$y_i(t) = f_i(\sum_j w_{ij} x_j - \theta_i) \quad (4)$$

2. Arquitectura de Redes Neuronales Artificiales

Basado en ciertos aspectos biológicos de las células nerviosas (neuronas) se pueden identificar entre las conexiones existentes algunos tipos de comportamientos. En la mayoría de los casos, la mayoría de las neuronas están conectadas con muchas, pero no todas, sino con las neuronas vecinas en la misma capa. Muchas de estas conexiones pueden ser excitatorias (la mayoría de las conexiones), algunas inhibitorias (que pueden vetar), y otras neuronas pueden tener un grado de auto-estimulación (un nodo excita a su vecino y este responde con una señal excitatoria al nodo inicial), a una respuesta excitatoria casi nula.

Se denomina arquitectura a la topología, estructura o patrón de conexión de una red neuronal. En los sistemas de redes neuronales los nodos se conectan por medio de sinapsis, esta estructura de conexiones sinápticas determina el comportamiento de la red. Las conexiones sinápticas son direccionales, es decir, la información solamente puede propagarse en un sentido (desde la neurona pre-sináptica a la post-sináptica). En general, las neuronas se suelen agrupar en unidades estructurales que se denominan capas. Las neuronas de una capa pueden a su vez agruparse, formando acumulaciones neuronales (grupos y/o vecindarios). Dentro de un grupo, o de una capa si no existe este tipo de agrupación las neuronas suelen ser del mismo tipo. Finalmente el conjunto de una o más capas constituye la red neuronal.

En la siguiente entrega, se presentarán las estructuras típicas y los paradigmas que han sido generados a partir de éstas.

Calidad seis sigma: una introducción

Ing. Alejandro Yaeggy M.
Director Académico, Instituto I.S.C.A.D. de Argentina

Recuerdo que hace algunos años, cuando trabajaba para Seven Up International de Nueva York, le planteé a mi Jefe, el recordado John P. Gazzola, Vicepresidente de operaciones mundiales de la empresa, que la política de calidad que deberíamos adoptar era lo que el maestro Philip Crosby llamó "cero defectos" en su libro llamado "La calidad es gratis" (Quality is Free).

Jack me decía entonces que cero defectos era lograr la perfección, lo cual estaba fuera del alcance del ser humano, no solamente de nosotros los encargados de supervisar la producción de Seven-Up en más de 100 plantas embotelladoras repartidas por todo el mundo.

Nos pusimos metas muy estrictas para los diferentes "defectos" que pudiesen tener las botellas y latas individuales de Seven-Up y las otras bebidas de la empresa y comenzamos a adaptar los métodos desarrollados por la "Western Electric" para control estadístico de los procesos.

No logramos "cero defectos" pero si logramos mejoras sustanciales en todas las variables que nos indicaban la calidad de la bebida. Consideramos que si es cierto el hecho que la perfección es inalcanzable, eso no significa que bajemos los brazos y dejemos que "todo pase". Al contrario, es buscando la perfección que mejoraremos todo lo que hacemos de forma que la calidad sea gratis. Con ello logramos mejorar nuestras ganancias y nuestra participación en todos los mercados en los que teníamos presencia. Algunos años más tarde, la empresa Motorola desarrolló el concepto de "Calidad seis sigma", el cual está basado en buscar la perfección.

En pocas palabras, seis sigma significa que, de una producción de un millón de "cosas", sólo sean producidos 3,4 "cosas" (digamos 4), que contengan defectos. Una fracción realmente insignificante de la producción.

La base de la metodología seis sigma:

En todo lo que hacemos, algo de lo que no podemos escapar es la variación. Cuando observamos nuestros grupos de trabajo, vemos que no todos tenemos la misma edad. No todos tenemos la misma estatura o el mismo peso. En nuestras plantas de producción, no todos los productos "salen" iguales. Unos pesan más que otros, unos son más largos que otros, unos tienen un color más acentuado que otros.

Considerando que la variación es inherente a los procesos, lo que podemos hacer es que esa variación se encuentre dentro de ciertos límites. Esos límites están dados por las especificaciones.

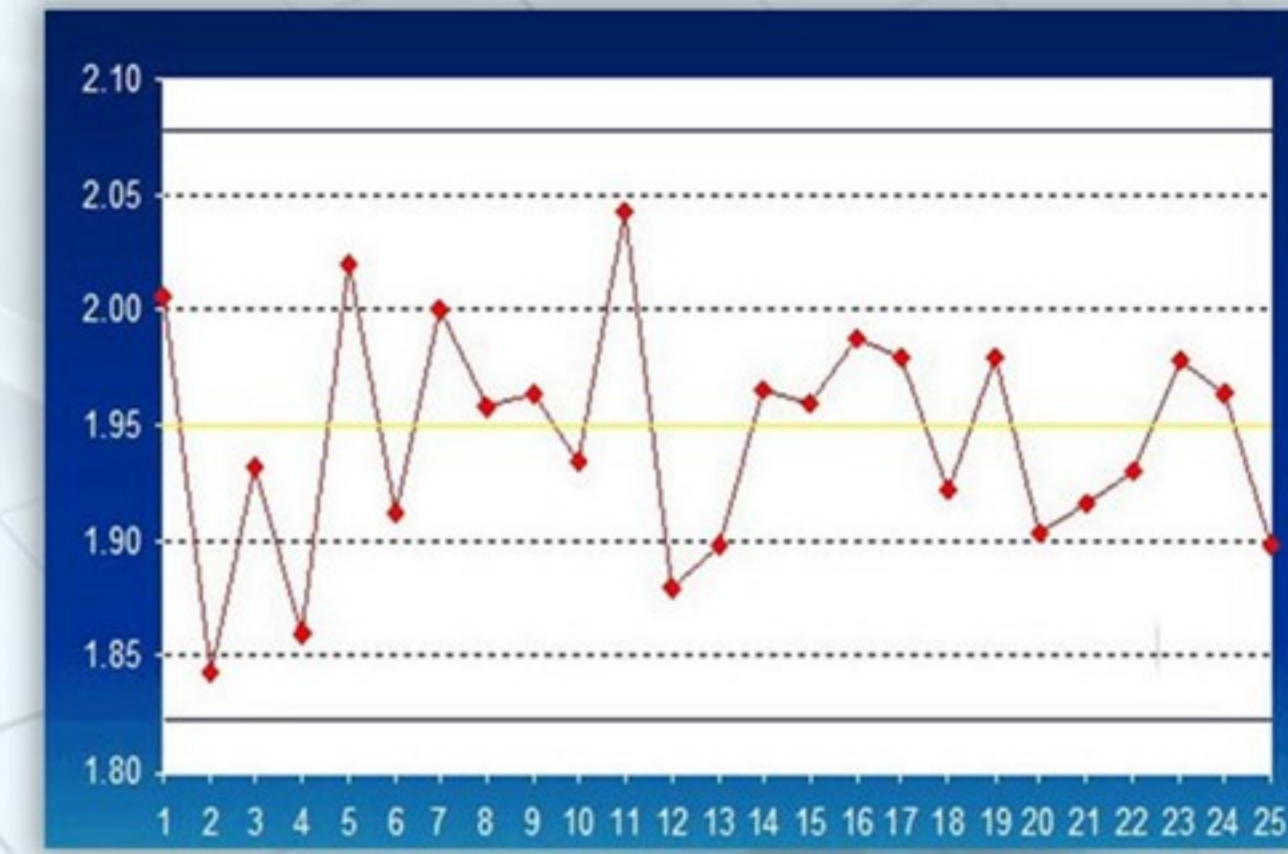
Cuando la gran mayoría (99,9%) de nuestros productos están dentro de los límites definidos por las especificaciones, decimos que el proceso se encuentra "bajo control". Menos productos defectuosos implican menos desperdicio de materiales, mano de obra y tiempo de maquinaria, expresándose en menores costos de producción y menores costos de garantía. Eso significa que, como decía el Profesor Crosby, la calidad es gratis.

Para mostrar un ejemplo de lo expuesto previamente, supongamos que el gráfico representa las mediciones de un proceso en el que se observan tres elementos: a) un límite superior de control, b) un límite inferior de control y c) un valor medio. Los valores de las mediciones "individuales" se representan por los rombos. El valor medio por la línea en 1.95. Los límites inferior y superior de control están marcados por las líneas sólidas.

¿De dónde viene el seis sigma?

En estadística, sigma representa una medida de la variación de un proceso. Si sigma es muy grande, eso significa que la variación es muy amplia. O, lo que es lo mismo, la diferencia entre los valores más bajos y los valores más altos es muy grande. Al tener un valor sigma muy pequeño, eso significa que existe una mayor uniformidad entre los valores observados.

Cuando se tiene un proceso controlado en seis sigma, eso significa que el 99.99966 por ciento de la producción se encuentra dentro de los límites aceptados (de acuerdo con los clientes), o colocados por agentes externos como agencias reguladoras o leyes (como en el caso de normas de calidad de agua potable).



¿Cómo se aplica una metodología seis sigma?

En primer lugar, debemos tener una idea muy clara de lo que queremos lograr. Debemos ser capaces de responder estas preguntas:

1. ¿Está nuestro proceso trabajando "bajo control"?
2. ¿Cuáles son los límites inferior y superior de acuerdo a la situación actual?
3. ¿Cómo se comparan con los límites (especificaciones) deseadas?
4. ¿Cuál es la magnitud de esas diferencias?

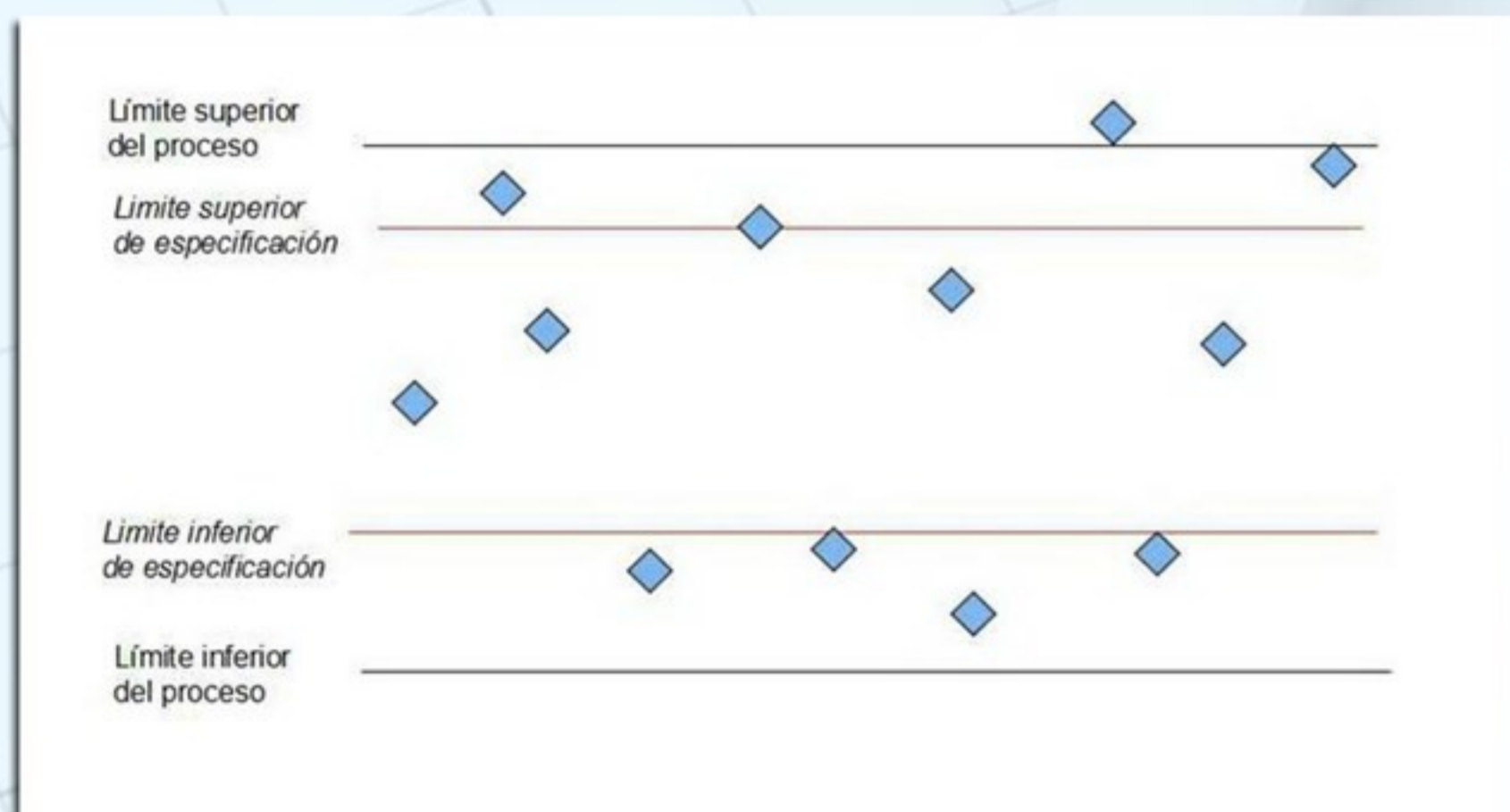
Primer caso. Los límites actuales de nuestro proceso son más "estrictos" que las especificaciones. No deberíamos hacer cambios al proceso.



Calidad seis sigma: una introducción

El segundo caso se da cuando los límites del proceso son exactamente iguales a los límites dados por las especificaciones. En este caso, deberíamos hacer los cambios necesarios para que los límites se muevan hacia la zona interior de la gráfica de arriba y así tener la seguridad que nuestro proceso no produce unidades defectuosas.

El tercer caso se da cuando los límites del proceso son más amplios que los límites dados por las especificaciones. El proceso que se encuentra en este caso claramente produce una salida que está fuera de norma. Es urgente que hagamos los cambios necesarios para que -por lo menos- los límites del proceso sean iguales a los de las especificaciones (segundo caso) y así evitar la producción de productos defectuosos, los que van a representar desperdicios y posiblemente rechazos de parte de los clientes.



¿Cómo se calculan los límites?

Cada medición o valor observado se denomina x_i .

En primer lugar, necesitamos tener el promedio de las observaciones. A este se le llama \bar{x} y su cálculo se representa por:

$$\bar{x} = \text{suma de todos los } x_i / \text{cantidad de datos observados}$$

En segundo lugar, necesitamos el valor de la desviación estándar:

$$S^2 = \frac{\text{Suma}(x_i - \bar{x})^2}{(n-1)}$$

Para obtener la desviación estándar se calcula la raíz cuadrada y con este valor se establecen los límites.

$$\text{Límite superior de control (LSC)} = \bar{x} + 3S$$

$$\text{Límite inferior de control (LIC)} = \bar{x} - 3S$$

En la práctica se usan dos gráficas de control, la gráfica de promedios (llamada \bar{x} -barra) y la gráfica de diferencias (llamada de rangos). Ambas gráficas se construyen tomando datos de las variables a controlar de entre 3 y 8 submuestras, conforme los productos van saliendo de la línea de producción. Como mencionamos antes, puede ser que la variable a controlar sea el peso (expresado en gramos, por ejemplo), o la longitud (en centímetros) o la dureza, o la concentración, etcétera.

Una vez que se establece la necesidad de realizar cambios en el proceso, la empresa puede escoger entre una gran variedad de "herramientas" como el análisis de Pareto para determinar la prioridad de los problemas a resolver o las oportunidades a encarar. Otra técnica muy usada es el análisis de causa-efecto o diagrama de Ishikawa, que busca atacar las causas.

Pero, sobre todo, lo que se necesita es la decisión de la dirigencia de la empresa para mejorar el proceso y así cumplir con las expectativas de los compradores.

INVESTIGACIÓN

Roberto Acevedo, PhD

Director

Dirección de Investigación y Desarrollo

Vicerrectoría de Desarrollo

Universidad Mayor



Existe una urgencia explicativa sin límite en nuestra sociedad y, ciertamente esto no es un indicador adecuado.

En reiteradas ocasiones, he tenido conversaciones con respecto de la Universidad en el sentido Griego del término. Debo decir que existe una suerte de desinformación con respecto del verdadero rol que debe cumplir este tipo de Instituciones. Existen países que han comprendido cabalmente sus necesidades de hoy y del mañana, comenzando un arduo trabajo de formación de profesionales de un alto nivel de exigencia intelectual, para el cual la investigación es su vida y una gran fuente de inspiración. En este camino, los investigadores sienten un verdadero honor cuando por concurso de oposición de antecedentes acceden a sillas, ocupadas por lo grandes de todos los tiempos. Examino con calma y prudencia, lo que nos ocurre como país y a decir verdad, el número de interrogantes es formidable cuando se le compara con el número de respuestas correctas. Tengo la impresión que si fuese un puntaje del tipo PSU, a nivel promedio, el país y sus habitantes no obtendríamos más de 300 ó tal vez, 400 puntos.

Tenemos en esta bella tierra a muchas personas de bien y otros (errores del experimento) fuera de normas y alejados completamente de las buenas prácticas. Estoy viejo y siento la necesidad de "parar el tiempo" de modo de comenzar todo de nuevo y hacer mejor las cosas junto a aquellos que son y otros que fueron mis amigos". No es posible que nos auto-engañemos, pensando que estamos trabajando correctamente creando conocimiento y bienes orientados al desarrollo del país y sus habitantes.

Recuerdo que cuando se pensó en abrir nuestras "puertas de par en par" en el paradigma de una economía abierta en la cual todo lo regula el mercado, escribí un pequeño artículo en Londres, en el cual dejé como idea fuerza -con meridiana claridad- que en nuestro país lo que se dice es prácticamente nada cuando se le compara con lo que no se dice. En lo personal, prefiero pensar que es parte de nuestro ADN y que al considerar que representamos una economía tan pequeña a escala mundial, resulta evidente que ingresamos a mercados en los cuales, los más grandes se "comen" a los más pequeños, tal cual lo hace una "ballena". Estas se alimentan esencialmente de plancton, peces pequeños, krill, pulpo, crustáceos, moluscos pequeños y algunas veces de focas y nutrias. Tenemos recursos naturales, cordillera, costa y suelos aptos para el regadío y cultivo. A decir verdad, no fuimos mal dotados por la naturaleza, sin embargo no lo hemos hecho bien y no tengo antecedentes serios para suponer que vamos a rectificar el camino y rehacer nuestras vidas, llenos de fe y optimismo. Nuestros seres queridos y nosotros precisamos de entornos sanos y no lo contrario, lo cual nos demuele internamente en forma sórdida, tal cual "sicarios" actúan sobre sus víctimas.

No tengo duda alguna que, algunos van a argumentar en sentido contrario lo cual es parte de esta inecuación y falta de equilibrio en las cuales nos movemos día a día. Se han realizado grandes apuestas, sin embargo el país es otro, su gente se comporta de forma distinta y nos une una línea tenue, cuestión que es fácil comprobar. A cada pensamiento libre, se le opone una reacción destemplada de alguien que muy probablemente crea que diciendo y haciendo extravagancia con total desapego del rigor intelectual, podría darles algún dividendo? Las conversaciones siguen y la gente cada día, lo cual me incluye deseamos abrir las puertas de par en par a una economía en la cual el ser humano sea el centro de la atención y del cuidado de una sociedad organizada.

Existe una urgencia explicativa sin límite en nuestra sociedad y, ciertamente esto no es un indicador adecuado.

Me pregunto, somos lo suficientemente cuidadosos para formar grupos de análisis y reflexión, de modo de conversar y escuchar. Tan simple como eso, hablar y escuchar, esto es lo que extraño y siento que lo estamos perdiendo en forma irreversible. Espero que podamos hacerlo libremente y comencemos a realizar investigación en la frontera del conocimiento, por cuanto los indicadores que he leído son tan duros con nuestra realidad. A modo de ejemplo, solo la Universidad de Chile, patrimonio de todos nosotros, se ubica en el rango de 480-500 y después vienen otras Instituciones, seguidas por la Pontificia Universidad Católica de Chile. Este "ranking", una suerte de ordenamiento relativo de las Instituciones de Educación Superior en el orbe se refiere a Instituciones con más de cien publicaciones ISI, en consecuencia debemos apuntar en esa dirección y ganar universalidad en lo que estamos haciendo.

Este ordenamiento habría que estudiarlo, por cuanto me temo que podemos salir aún peor, si se consideran elementos tales como: número de autores, índice de impacto promedio de la revista en la disciplina y sub-disciplina (cuando sea aplicable), cociente de este índice de impacto en el área específica y en el área general, etcétera. Si hacemos este ejercicio es posible que varias publicaciones estén siendo contadas en diversos lugares fuera de Chile. Me refiero a la misma publicación en la cual aparece algún compatriota de una Universidad Chilena. ¿Existe alguna arista positiva? Mi respuesta es afirmativa, en la medida que los organismos del estado hagan bien su trabajo y que personas idóneas en comisiones mixtas, de compatriotas con científicos de otros países sean constituidas y convocadas a aportar en el sentido correcto. Esta es la base de la investigación real y efectiva. Los artículos científicos no son "balas en el cinturón", muy por el contrario son elementos que permiten y facilitan la formación de jóvenes científicos de nivel, es decir de la generación de recambio. Un maestro tiene discípulos mejores, lo contrario es la negación del concepto formal de maestros.

La industria frutícola y sus desafíos técnicos

Gabriel Bustamante
Ingeniero Agrónomo

Desde hace 40 años, en Chile se ha desarrollado una industria frutícola con destino a exportación, transformando al país en una de las principales potencias mundiales del rubro. Durante este período ha existido una evolución tecnológica y de requerimientos de clientes que ha impuesto nuevos desafíos a la industria, y la tendencia es el aumento de exigencias, ya que no sólo importa que el producto llegue a destino en buenas condiciones, sino que también los clientes demandan inocuidad sanitaria, parámetros de calidad más precisos, respeto medioambiental y condiciones laborales apropiadas en los proveedores de alimentos. A estas exigencias se agregan dificultades como el encarecimiento y menor disponibilidad de mano de obra, una moneda fortalecida respecto al dólar y el surgimiento de algunos países exportadores de fruta con mayor potencial.

1. Elementos diferenciadores en la producción

Chile posee una gran diversidad de climas, lo cual permite el cultivo de una enorme variedad de productos. La presencia en el hemisferio sur ha facilitado la producción de frutas para exportación, aprovechando la contra-estación respecto al hemisferio norte, obteniéndose de esta manera un volumen de producción mucho mayor a las necesidades del consumo interno. Por otra parte, la extensión territorial de Chile permite una producción en distintas épocas según la latitud geográfica. En este contexto, es importante señalar que la naturaleza biológica de cada especie frutal condiciona la época de producción, situaciones de cosecha, forma de embalaje, almacenamiento y distribución. Algunas frutas toleran el congelamiento y otras no, la temperatura adecuada para su almacenamiento en fresco varía según la especie, los berries, requieren que todo el proceso de cosecha, distribución y almacenamiento sea rápido, en cambio las manzanas y peras pueden almacenarse en fresco durante varios meses. También se dan casos en que una especie frutal necesita una infraestructura específica de embalaje y almacenamiento, mientras que otras biológicamente diferentes pueden embalsarse y almacenarse en un mismo tipo de infraestructura.

2. Recomendaciones

La cereza es una fruta muy apetecida en fresco, pero es muy perecible. Debe ser cosechada temprano en la mañana y sólo hasta mediodía y previo a su embalaje debe ser enfriada con agua cercana al punto de congelamiento y su embalaje se realiza dentro de una cámara frigorífica a baja temperatura. La máquina de embalaje utilizada hace que la cereza sea transportada con agua, para evitar golpes. Con esta especie se procura idealmente cosechar, embalar y despachar durante el mismo día, minimizando el tiempo de almacenamiento, aunque existen variedades más duraderas que soportan un despacho marítimo por varios días. Por otro lado, la temporada de la cereza es muy breve, de aproximadamente un mes y medio, lo que implica que la maquinaria necesaria será ocupada por poco tiempo: tanto la utilizada para enfriar la cereza que proviene de huerto como la máquina de embalaje y las cámaras de frío empleadas para el embalaje y el almacenamiento. Respecto a las cámaras, éstas pueden ser usadas para guardar otras frutas en otro momento, pero la máquina de embalaje y la de enfriado previo son específicas para la cereza. Las alternativas consideran tener infraestructura desarmable para disponerla sólo cuando haya cereza o mantener la infraestructura fija y resguardarla cuando no se use. Ambas alternativas presentan inconvenientes: las máquinas móviles se arriesgan al deterioro tras armarlas y desarmarlas, mientras que las máquinas fijas se convierten en infraestructura ociosa por mucho tiempo, con el riesgo de ser escondite de roedores.

El grupo de frutas conocido como carozos (duraznos, ciruelas, nectarines), se cosechan entre noviembre y marzo en la Región Metropolitana. La extensión del período de cosecha se debe a que existen variedades más tempranas y más tardías, pero salvo situaciones puntuales, todos los carozos reciben igual trato en la recepción desde huerto, embalaje, almacenamiento y despacho. Los carozos pueden almacenarse en cámara de frío a 0°C entre dos a tres semanas después de la cosecha. Sin embargo toda la infraestructura empleada para el carozo sirve también para otras especies frutales, como la pera, el kiwi o la palta, disímiles entre sí, aunque teniendo presente que por razones biológicas no se debe juntar peras con kiwis, aunque ambos se pueden almacenar a 0°C, y que las paltas se almacenan a 5°C.

Los elementos expuestos previamente, dan cuenta de la necesidad país de conocer la realidad de la industria frutícola y sus problemas técnicos, para poder desarrollar tecnologías que hagan más eficiente la producción, aseguren una buena calidad al producto final y permitan mantener la viabilidad del negocio.



Algunas frutas toleran el congelamiento y otras no, la temperatura adecuada para su almacenamiento en fresco varía según la especie.

Maravillas y Realidades

Roberto Acevedo, PhD
Director
Dirección de Investigación y Desarrollo
Vicerrectoría de Desarrollo
Universidad Mayor

He leído una serie de iniciativas relacionadas con Educación, Salud, Vivienda, Trabajo, Calidad de Vida, Medio Ambiente (energía y sequía) y otros ítems relacionados. De igual forma, el eventual fallo de La Haya, el cual ha despertado sentimientos mezclados en la población de nuestro país. No haré mención a nuestro hermano país, Perú por cuanto ellos disponen de una población relativamente grande en número de personas y ciertamente de algunos pensadores de nivel. Son demasiados los parámetros en juego a lo cual debemos sumar, los esfuerzos denodados del gobierno en ejercicio por salir por la puerta ancha y tal vez, en un futuro cercano, algunos de estos personeros desearán re-postular a un cargo y en particular a la presidencia de la República. Existen partidos políticos y algunas discusiones relevantes y otros superficiales, sin embargo esto es parte de la vida y las complejidades ante las cuales nos enfrentamos en el día a día los seres humanos. Si lo indicado fuese parte del mundo de las matemáticas, entonces nos encontraríamos frente a un problema de gran magnitud y tal vez, la herramienta adecuada sea inteligencia artificial y autómatas celulares.

De igual forma, me preocupa y ocupa la necesidad imperiosa de participar en debates los cuales, en otras condiciones habría dejado en manos de las personas en cargos de representación. Me pregunto, en consecuencia con respecto de la motivación interna que me obliga (estrictamente) a escribir e incursionar en estos temas, sin interés alguno de haber y/o tener un cargo de representación.

Recuerdo que en la juventud, al menos encontraba fascinante ser tesorero o presidente de algún club deportivo de barrio. Teníamos nuestro propio club, los "Cachupines" y a decir verdad, no teníamos problemas en perder y en la medida de lo posible por un marcador no tan abultado. Eran otras nuestras motivaciones, tal vez el saludar a nuestros amigos y conocidos, el compartir un par de cervezas y fumar algunos cigarrillos. Lo anterior en medio de una animada conversación de deportes y en la medida que iba pasando la hora, comenzaba el debate político.



Me divertí al escuchar tantos argumentos, algunos opuestos a otros y la intersección era prácticamente nula, sin embargo existía respeto y después de la conversación quedábamos tan o más amigos que antes. No es lo que observo en el mundo actual, en el cual el individualismo se ha apoderado de las personas (salvo las excepciones del caso) y, sin mediar una buena argumentación termina por imponerse el reino de los más fuertes, en el sentido amplio del término. Mi vocación es, sin embargo de servicio público y tal vez, esta sea la razón que me motiva a continuar diseminando y entregando lo que he aprendido en la universidad de la vida y en el templo del saber (lugares de creación de conocimiento).

Creo que es el momento de reflexionar seriamente con respecto del cúmulo de temas que esboqué en el primer párrafo, por cuanto estos son los temas que a los ciudadanos nos importan, sin que esto signifique estar al margen de los otros temas (simplemente existen prioridades en la vida). Alguien dice Más Ciencias y, existen elementos que me faltan. Es obvio que necesitamos más Ciencias y Aplicaciones al Desarrollo Productivo Nacional con énfasis en temas de relevancia en salud, vivienda, energía, recursos hídricos y otros señalados en el texto, sin embargo y adicionalmente surgió como explosión nuclear no controlada, el tema de los montos de las jubilaciones. Este es un tema simplemente deprimente y, tantos ciudadanos de este país están sufriendo las consecuencias.

Debemos ser claros y precisos, el ciudadano común no tiene como lidiar con este tema, por cuanto el poder que ostentan grupos de empresarios es sin equilibrio. Algunos miran al Estado, sin embargo, otros ven a este ente como débil y sin la debida autoridad para llevar a buen puerto negociaciones para el beneficio de los ciudadanos de este país. He sabido de los montos de las pensiones y basta leer de vez en cuando el diario el Mercurio, por ejemplo, días atrás, un Señor de apellido Guzmán hablaba de cifras superlativas que las personas activas deberán imponer en un horizonte de 15 años a contar de esta fecha. Hoy seis trabajadores activos por una persona que jubila, en algunos años a contar de esta fecha la situación será lo suficientemente compleja, lo cual se traduce en un incremento considerable de los montos a ser descontados de los sueldos de activos en el sistema. Así mismo, leí la opinión del Señor Ignacio Briones, Embajador de Chile ante la OCDE. No deseo referirme a su análisis por cuanto, la economía debe estar al servicio de las personas y no en sentido contrario.

El simple hecho de comparar situaciones de personas activas en países distintos es simplemente un ejercicio sin mayor sentido y que no amerita una discusión seria y con documentos, realidades y angustias de seres humanos que ven el ocaso de su vida en situación de desmedro.

Taller de Física y Matemáticas

Elementos de Motivación-Una visión desde la Academia

Roberto Acevedo, PhD
Director
Dirección de Investigación y Desarrollo
Vicerrectoría de Desarrollo
Universidad Mayor

I.- Propuesta de Índice.

Algunos temas que a juicio del autor deberían ser considerados en un curso introductorio-formal son los que se enumeran a continuación. Se adoptará un enfoque holístico, el cual supone la búsqueda de problemas de envergadura e integradores, los cuales sean – idealmente – muy atractivos para los estudiantes. Se abandona, en la medida de lo posible el enfoque “modular”, el cual fue el hilo conductor de la enseñanza de muchos de nosotros. Siempre se nos entregaba un programa (planificación) de la asignatura, sin embargo en muy contadas ocasiones, se realizaba un estudio exhaustivo del cumplimiento de los temas contemplados. No es posible olvidar que, los temas están concatenados y, por lo tanto el incumplimiento en el tratamiento de materias de los pre-requisitos puede resultar en fracasos importantes en la formación de los estudiantes. A modo de ejemplo, un libro estándar, tal como el de Louis.A.Pipes, editado por la Editorial McGraw Hill Book Co, INC del año 1963 está estructurado en veintidós (22) capítulos y con un número de páginas del orden de setecientos diecisiete (717).

Resulta evidente que para el promedio de los alumnos, el cursar estos tópicos en profundidad requiere de un esfuerzo magnífico y formidable. Se podría argumentar dividir los contenidos en dos secciones y pasar los temas en dos semestres o simplemente dejar temas fuera del aula y sin transferencia a los alumnos, por un análisis legítimo pero no necesariamente correcto del docente. De esta forma, podríamos continuar con este tipo de argumentación, sin embargo por razones de brevedad en la exposición y con el objetivo maestro de explicitar el método holístico y la motivación se hará un barrido por algunos temas relevantes. Es siempre el lector quién juzga la importancia o irrelevancia de los argumentos y es imposible para un docente entregar los elementos que lo conducen a una u otra sugerencia.

Propuesta de Temas:

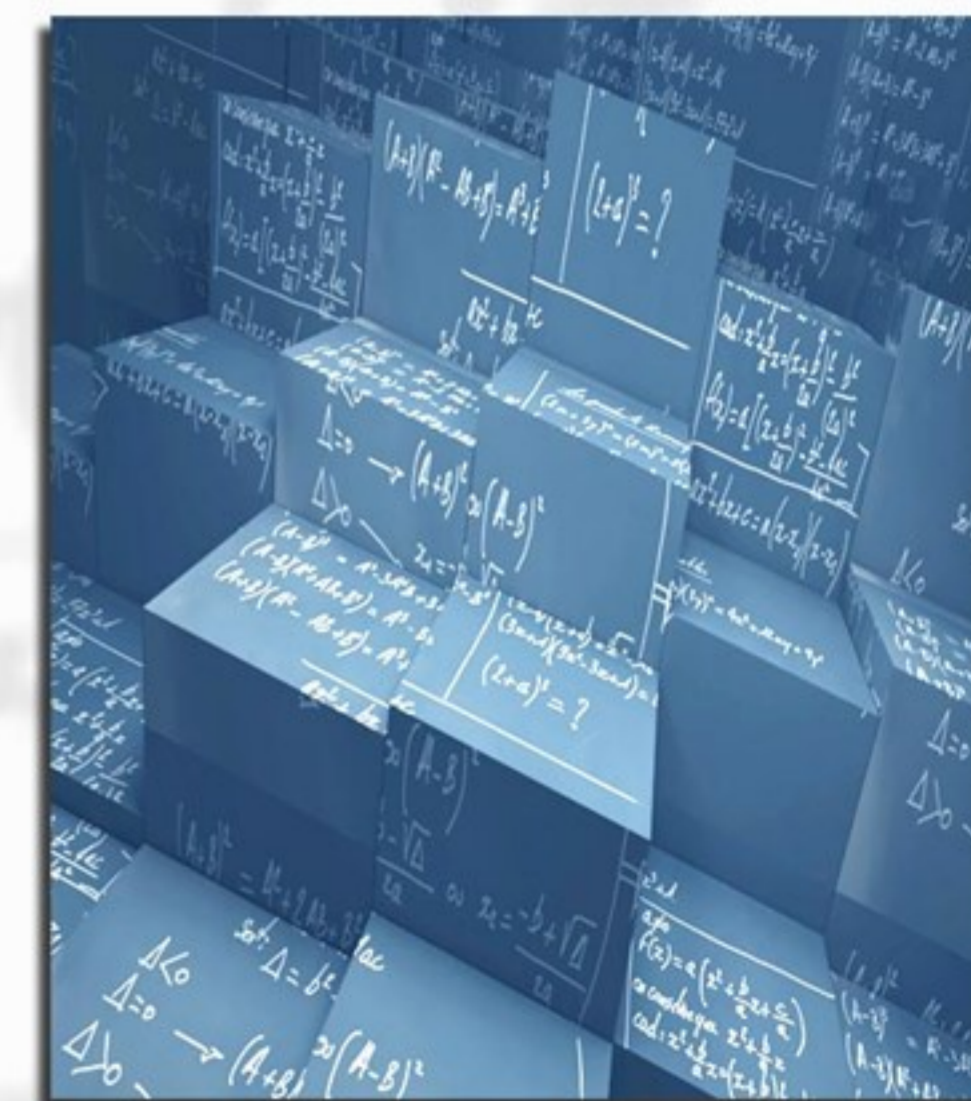
- 1) **Método científico**
- 2) **Tamaño. Macrocósmos y Microcosmo**
- 3) **Elementos de la Mecánica Clásica**
- 4) **Necesidad de una nueva mecánica. Objetos pequeños**
- 5) **Elementos preliminares de funciones, límites, derivadas e integrales simples. Aplicaciones a casos reales.**
- 6) **Mecánica Clásica. Ecuaciones de movimiento. Newton, Lagrange y Hamilton**
- 7) **Coordenadas generalizadas y sistemas ortogonales de coordenadas.**
- 8) **Aplicaciones a problemas de ingeniería.**
- 9) **Elementos en Mecánica Cuántica**
- 10) **Aplicaciones en Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería.**

II.- Introducción:

Nadie sabe el período de creación y vida útil, inherente a todos nosotros, en consecuencia la invitación es a crear y diseminar cultura y conocimiento amplio y variado de la mejor calidad. Inundemos los espacios con ideas y proyectos, invitemos a nuestros descendientes a seguir esta ruta y/u otras que ellos hayan imaginado en sus buenos momentos con sus ideas y pensamientos frescos y positivos.

En más de una oportunidad, he sido invitado a dictar la asignatura de Métodos de la Física-matemáticas en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Mayor. He reflexionado con respecto de este tema con tranquilidad y honestidad, pensando en el aporte que los alumnos esperan de un profesor-investigador, el cual ha vivido alrededor de 42 años dedicados exclusivamente a la Academia. El desafío no es simple, considerando la heterogeneidad de los alumnos y el nivel el cual aspiro a conseguir después de haber terminado el desarrollo de esta asignatura. Debo, agregar que este curso ha sido localizado en el primer semestre de la malla del plan común de las carreras que se imparten en dicha Unidad Académica de la Universidad Mayor. En Chile, hablamos de semestres cuando en la práctica, el tiempo que disponemos es mucho menor y las interrupciones son diversas. En el mejor de los casos, disponemos de 3,5 meses para realizar nuestro trabajo, el cual es dinámico, regular y necesariamente creativo. La idea es encantar a los alumnos con temas fascinantes, los cuales permitan en un plazo relativamente breve acercarlos a las buenas prácticas en ingeniería. Se trata de incentivar con esmero su “ingenio”, lo cual nos permitirá a los docentes introducir las grandes ideas y aplicarlas a situaciones reales, en un entorno, en el cual el estudiante pase de ser de un “receptor” a un partícipe activo de su futuro. Debemos crear juntos y buscar la “geodésica”, es decir la curva óptima que una los puntos terminales, en una trayectoria no necesariamente simple: $A \rightarrow B$.

Es importante, disponer de buena información con respecto de la formación que poseen nuestros alumnos, al momento de iniciar estas clases. La experiencia y el conocimiento acumulado, me ha reforzado el convencimiento que no basta con leer los planes y programas, emanados del Ministerio de Educación. Se requiere siempre de más información de modo de ser “asertivos” y “empáticos” con nuestros estudiantes y hacerles notar en todo momento que son capaces y que juntos, en una tarea de equipo, podemos avanzar en los temas y áreas más duras de lo que el ser humano ha logrado conocer y otras- las realmente fascinantes – las cuales, no están a nuestra disposición. Siempre, es posible avanzar, no obstante las situaciones que nos rodean y la potencialidad de nuestro cerebro, el cual bien estimulado y fascinado por situaciones nuevas y agresivas, intelectualmente, actúa como sí no tuviese límite. Es preciso, por lo tanto buscar nuestro “techo intelectual” para lo cual es esencial hacer lo que nos gusta y nos hace feliz. Este es un gran catalizador.



Debemos permitir en un marco riguroso, dejar que nuestro cerebro sea libre y con una capacidad de volar a gran altura para posteriormente proceder a recoger los frutos que sean razonables y aceptables. El mundo de las Ciencias es precisamente, el escenario en el cual es posible organizar nuestras ideas y pensamientos siguiendo, por ejemplo el método científico. En este "mapa mental", precisamos "saber" de modo de encontrar la pregunta correcta y comenzar un proceso analítico y riguroso, el cual nos permita intentar la generación de un modelo que nos permita explicar y encontrar respuestas, a lo menos una de estas, ante la pregunta planteada. Siempre al conversar con los alumnos, algunos de ellos manifiestan su inquietud frente a la asignatura, por cuanto esgrimen que los conocimientos que han adquiridos a lo largo de sus vidas no son los que ellos "suponen" que se requieren para una asignatura de este tipo. Este tipo de alumnos, me motiva y me entrega la energía que se precisa para hacer bien las cosas y comenzar con ellos - en un trabajo de equipo- en el cual todos participemos y seamos responsables del éxito de la tarea que la Universidad y los padres de nuestros estudiantes nos han confiado y encomendado. Lo primero es lo primero y debemos llegar a acuerdos de responsabilidad amplios.

Les cuento que el éxito de ellos es parte de mi felicidad y, por lo tanto un trabajo mal realizado es simplemente una gran desilusión. Nos damos la mano y todos, sin excepción sabemos que el camino podrá ser duro y pedregoso, pero marcharemos como un gran equipo, sin incomodar a nadie, solo el éxito de los alumnos es la felicidad de nosotros y contribuye a enaltecer la Institución. Es importante que el alumno conozca desde el principio con respecto de sus derechos y obligaciones hacia su persona, su entorno familiar y la Institución de Educación Superior que lo cobija.

Sí estos temas no están claros, entonces todos vamos a sufrir las consecuencias de malas decisiones y del bajo entusiasmo por aprender en el sentido riguroso del término. Los profesores precisamos saber de nuestros alumnos, estar cerca de ellos y compartir nuestras vivencias académicas y conocimientos adquiridos después de tantas décadas de estudio y práctica. La llave que abre las puertas es la INVESTIGACION y no creo necesario emplear más apellidos. Hemos dedicado los mejores años de nuestras vidas a "aprender a saber y ser custodios de la buena academia", es una labor digna y reconfortante.

El gran deseo del ser humano es trascender y que su paso fugaz por esta vida, sea considerado como válido por generaciones de personas. El resultado de esta obra debe ser observado como un fruto de una persona con valores y principios bien establecidos.

Podríamos preguntarnos: ¿Cuál es el valor del método científico? ¿Qué valor tiene en nuestra formación? Y, así sucesivamente. Debemos avanzar con calma y participar de un diálogo animado, haciendo participar a los alumnos de las bases mismas de este método y de abordar los diversos temas y su relevancia de siempre. No olvidar que nuestra vida es relativamente corta, de modo que supongamos que tenemos la "pregunta correcta". Nuestro próximo paso, es avanzar sobre una curva de aprendizaje y concluir que es preciso iniciarnos en investigación, buscando una estrategia que nos permita elaborar respuestas. Dejemos las distracciones aparte y focalicemos nuestros esfuerzos en esta tarea que, nosotros mismos nos impusimos y queremos responder. Deseamos estar tranquilos y decir al fin del día, he avanzado y eso me es importante, mañana seguiré aprendiendo y de esta forma avanzar en la "pirámide del conocimiento". ¿Cómo visualizarla y entenderla? Suponga una pirámide de un área y de altura. Si aumentamos la base de nuestros conocimientos, es probable que seamos capaces de "saltar la altura o energía de activación" que precisamos para dar el próximo paso sobre esta curva de aprendizaje.

El avance no tiene razón alguna para ser rápido, solo deseamos que sea eficiente y talentoso. El punto en discusión es, en consecuencia aumentar nuestra "base conceptual" y comenzar a "edificar sobre una base sólida". Regresemos a nuestro invitado, el método científico: (a) debemos disponer de la pregunta correcta, (b) observar con rigurosidad el objeto y/o sustancia tangible o no tangible que deseamos estudiar, (c) encontrar las mejores condiciones de operación posibles para aventurar mediciones, (d) es aconsejable, mantener constantes el máximo número de variables para comenzar este "romance académico" con el problema a resolver. Siempre se aconseja, a lo menos el mantener la temperatura y la presión constantes, (e) medir con el instrumental adecuado y construir una base de datos confiable (en este nivel la asistencia de un avanzado en conocimientos es aconsejable), (f) buscar correlaciones entre los datos y recurrir sin complejo alguno a las estadísticas y métodos de optimización y de errores, (g) realizar el experimento más de una oportunidad y/o solicitarle a otra persona que bajo, las mismas condiciones de borde, lo realice, (h) a idénticos resultados, podemos decir, "trabajo bien hecho" y en ese momento, nunca antes proponer modelos que avancen en la mejor y en el óptimo, lo cual equivale a alcanzar una cabal comprensión de la situación que nos hemos planteado estudiar.

El análisis anterior nos conduce a "golpear las puertas de la naturaleza" y, hacer lo humanamente posible por descubrir sus secretos. Los humanos deseamos saber, de modo que buenos maestros y discípulos construyen la Universidad. En estas Instituciones existe espacio para soñar y buscar soluciones a situaciones nuevas, esto es simplemente lo bello de la Investigación y la necesidad de invitar a nuestros estudiantes a emprender este camino junto a nosotros.



III.- Elementos de Análisis:

Son variados los escritos con referencias a los contenidos y aplicaciones que deberían – a juicio de profesionales de las áreas de la física y matemáticas- abordarse en una asignatura del tipo taller, en estas disciplinas del saber. Un posible enfoque es el tradicional, es decir de naturaleza modular, el cual obedece a un conjunto de contenidos mínimos que debe tener una planificación para que se le pueda asignar un número de créditos y/o unidades docentes en una malla curricular dada. El principio básico es que los contenidos deben ser tales que su contribución a los cursos posteriores de la malla (de semestres avanzados) debe –obligación – tributar significativamente y de esta forma, comenzar a construir una pirámide de conocimiento que lleve al estudiante a una posición sólida al momento de elegir su proyecto de título. Lo anterior sigue siendo válido, sin embargo los avances científicos y tecnológicos nos conducen a re-plantearnos la forma de transferir conocimiento actualizado a nuestros estudiantes, lo cual debe sustentarse en una plataforma de investigación ampliamente reconocida. El “repetir una y otra vez, por cuanto algo quedará” no es válido en el mundo actual y en consecuencia, creo pertinente emplear un método integrador, en el cual se proponga a los alumnos una serie de problemas relevantes al sector productivo – con un debido análisis de fortalezas y debilidades- todo lo cual nos permita introducir estrategias de enseñanzas en áreas de la física-matemáticas-química, las cuales son propias de la resolución de problemas de envergadura. Las exigencias han experimentado un avance significativo y es preciso obtener una validación universal de lo que hacemos, lo cual es posible introducirlo desde un principio, en la formación de los estudiantes con el objetivo maestro que ellos dispongan de las herramientas de juicio que les permitan saber con una cierta aproximación razonable, el valor del hacer en la academia.

Declaramos la existencia de revistas en las áreas del saber, las cuales han sido rigurosamente seleccionadas, entre otras organizaciones, por el Instituto de Información Científica de los Estados Unidos de América (ISI: Institute for Scientific Information). Lo realizado por este Instituto ha sido el producto del trabajo de personas altamente calificadas, las cuales han logrado disponer de “bases de datos muy completas” y, organizar conjuntos y sub-conjuntos de disciplinas generales y específicas, todo lo cual ha conducido a la introducción de un valor relativo de lo que se realiza a nivel de la academia. Este ejercicio es lo que conduce a una aproximación razonable de excelencia académica. Se habla, en consecuencia de revistas indexadas (divididas en disciplinas y sub-disciplinas) a las cuales se les ha catalogado en una Revista de Reporte de Citaciones (JCR). Solo a modo de ejemplo, el pasado mes de Julio, 2002 existían dos versiones de este reporte; una de ellas focalizada en Ciencias y la otra en las Ciencias Sociales, con un total de 7.170 revistas asociadas a este Instituto. Este reporte (JCR) incluye un número importante de las revistas asociadas a la Revista del Listado Maestro (JML: journal master list). Así por ejemplo, el año 2001, el ISI incorporó un total de 8.600 títulos. El listado completo de revistas indexadas (JML) , incluyendo títulos, dirección de los editores , frecuencia de la publicación y el ISSN (International Standard Serial Number), pero sin el índice de impacto (IF: impact factor) está disponible. Sabemos de la existencia de revistas que se discontinúan, por cuanto exhiben un bajo o prácticamente nulo IF y otros relacionados, lo cual explica la variación del número total del listado. Es importante, examinar algunas definiciones básicas, las cuales nos van acompañar en la elección de títulos a leer durante la formación de profesionales a lo largo de la coordenada de tiempo.

De esta forma, es necesario explicar los siguientes términos: (a) Índice de impacto (IF): es una medida del promedio de citas observadas al año 2001 para los artículos publicados en una revista dada, considerando los años 1999 y 2000. Se consideran los dos años anteriores completos anteriores al momento en el cual se realiza la consulta. Es importante, señalar que los índices de impacto varían de una disciplina a otra y al interior de la mayoría de estas se aprecia que sus valores exhiben una distribución asimétrica con respecto del promedio. La mayoría de las revistas, no obstante muestran valores del índice de impacto (IF) inferiores al promedio. (b) Índice de impacto promedio de la disciplina o especialidad (IF_{dis}) Corresponde al valor promedio del índice para un conjunto de revistas incluidas en una disciplina o especialidad con índice de impacto igual o superior a 0,001. (c) Rango: Se asocia a la posición ordinal de una revista, al interior de una disciplina o especialidad, dado el valor de su índice de impacto. El rango de una revista sin impacto (IF= 0,000) se denota con una X.

Es importante, considerar una sugerencia de calificación del nivel de calidad de una revista, dada su posición relativa con respecto del total de una disciplina o especialidad. Al respecto, se indica el ordenamiento siguiente:

Calificación	Percentil
A	>90,1
AB	80,1(P<90,0
B	70,1(P<80,0
C	35,1(P<70,0
D	10,1(P<35,0
E	0,1(P<10,0

(d) El percentil de la revista (PCT) se refiere a la posición de esta publicación con respecto del total de revistas en la disciplina, expresado por simplicidad en porcentajes. Así por ejemplo, un valor igual a 90, significa que esta revista se ubica en el 10 % superior de la distribución de todas las revistas incluidas en la disciplina. (e) Número de revistas: Corresponde al total de revistas clasificadas en una disciplina dada. (f) Puntaje Estándar: Este es un parámetro adicional que puede ser utilizado para evaluar el nivel de calidad de una revista dada. Este puntaje resulta de convertir la distancia de un (IF) con respecto a la media de la distribución (puntaje) a una escala de distribución normal cuya medida es de 500 puntos y su desviación estándar de 100 puntos. Este valor se determina, empleando la siguiente expresión:

$$\text{Puntaje Estándar} = 500 + 100 \left(\frac{IF_{\text{revista}} - IF_{\text{promedio de disciplina}}}{\text{desviación estándar (disciplina)}} \right)$$

En palabras simples, un valor de 700 indica que la cantidad entre paréntesis es 2, en consecuencia la revista se ubica en el 2 % superior de la distribución. Sí el valor es 400, significa que el valor entre paréntesis es -1. En términos estadísticos y en función de una distribución normal, se encuentra que, en forma aproximada un 84 % de las revistas está por sobre dicho valor y en consecuencia un número aproximado a un 16 % está bajo ese puntaje. Sí bien es cierto que la mayoría de las revistas es clasificada en una sola disciplina o especialidad, un porcentaje importante ha sido jerarquizado en más de una de éstas. En estos casos, el porcentaje estándar es particularmente útil.

IV.- Desarrollo del Taller de Física y Matemáticas. Algunos elementos demostrativos.

Estos apuntes están orientados a un lector distinto, quién precisa con sentido de urgencia aprender y hacerlo empleando sus capacidades, la orientación de alumnos más avanzados, maestros, comunidades, etcétera. En estos momentos he seleccionado un conjunto de textos clásicos, los cuales están diseñados para un enfoque modular, el cual tiene sus ventajas y desventajas como todo lo que el ser humano ha sido capaz de moldear y dar forma. Se ha transformado en un hábito el hablar de habilidades duras y blandas, como si estas fuesen parte de conjuntos disjuntos con intersección esencialmente vacía. Esta forma de "mirar e intentar comprender el universo" es legítima, sin embargo mi sana y modesta intuición me sugiere buscar el camino duro y llegar al lector con un mensaje optimista, el cual lo incentive a la búsqueda real de nuevos desafíos y que de esas reflexiones íntimas aparezcan problemas de envergadura, los cuales no han sido resueltos anteriormente. En este punto, vemos como autores diversos han padecido "ataques por atreverse" a ir contra lo establecido. Mi respuesta es simplemente continúe avanzando por cuanto como reza el dicho "cuando los perros ladran es por qué vamos avanzando". Necesito ser amigo de las ciencias y sus distintas variantes; es el camino a la revolución (cambio) en nuestra estructura y base de pensamiento crítico y reflexivo.

Hacia el año 1925, en ese entorno, varios iluminados obtuvieron datos, productos del experimento (el cual consiste en hacer una o más preguntas a la naturaleza) y buscaron en el "maletín del conocimiento que se disponía en ese tiempo, elementos, modelos, teorías, paradigmas, etcétera con el propósito de intentar explicar sus hallazgos. Gran sorpresa, en varios experimentos fascinantes las herramientas disponibles no habían sido pensadas como tampoco diseñadas para responder a estos magnos hallazgos.

Se trataba de nada más como tampoco, de nada menos que del colapso de los Pilares de las Ciencias Naturales; a decir el determinismo y la causalidad.

La causalidad es la expresión particular de la conexión y acción recíproca existente entre todos y cada uno de los procesos del universo. Cada proceso, en esta visión no se encuentra aislado, en rigor vale lo opuesto, es decir se encuentra conectado con todos los demás ya sea en forma directa o indirecta. De igual forma, podemos argumentar que en cada uno de los procesos existe una estrecha ligazón entre todos y cada uno de sus constituyentes y, es esta unidad la más probable causante de la unidad del proceso como un todo. A mayor abundamiento, la conexión universal entre los procesos y al interior de éstos es una relación activa y recíproca. En un lenguaje más simple, los movimientos y variaciones asociados a cada uno de los procesos influyen definitivamente en las transformaciones y movimientos de los procesos restantes. Este tipo de relación es en ambos sentidos. De esta forma, en esta lógica de analizar las "cosas" vemos y constatamos que una acción produce como efecto otra acción, pero no olvidar que el efecto actúa sobre la acción que lo causa. En pocas palabras a toda acción le sigue una reacción (en ambos sentidos). Desde un punto de vista clásico, el denominado determinismo es fundamental en el modelo de Sir Isaac Newton y, puede ser formulado en forma simple como se indica: Cuando se conocen con precisión las condiciones en que se encuentra un proceso físico, en un instante dado y por añadidura se conocen las leyes que "gobiernan su comportamiento, entonces es posible predecir rigurosamente las condiciones en que ese mismo proceso se encontrará en cualquier otro instante pasado o futuro. Se recomienda al lector el trabajo de revisión de Eli de Gortari, en la Revista Diánola. Vol 6 (6), 1960.

Resulta interesante, a esta altura de la discusión conversar con respecto de lo que debemos entender por tamaño. Algo tan simple- en principio - es capaz de ayudarnos a discernir entre lo que debemos entender rigurosamente como grande y pequeño. Todo lo anterior, lo investigaremos a la luz de la propuesta de Paul Maurice Dirac en su famoso texto, "Principles of Quantum Mechanics" traducido al Español por Ediciones Ariel (1968). Tengo en mi poder la IV - Edición de Mayo 11, 1957, la cual fue escrita en el Saint John's College de Cambridge, Reino Unido.

Creo indispensable señalar que Sir Isaac Newton realizó un trabajo notable, sin desmerecer en absoluto lo realizado por otros hombres de ciencias de la época. En más de una oportunidad, he escuchado "rumores de pasillo" con respecto de la verdadera autoría de la denominada Mecánica Clásica, sin embargo, no he logrado ser convencido de lo opuesto. Debo aclarar que el hombre de ciencias basa su estructura de pensamiento en los datos duros, verificables y reproducibles. En consecuencia, toda disquisición que se realice y que no cuente con estas características carece de validez hasta que se demuestre lo contrario. En palabras simples, a nivel de objetos grandes en sentido absoluto (observe que aparece la necesidad de definir con precisión tamaño), la fuerza es siempre el producto de la masa y la aceleración. Una simple precisión: la masa se mide en una balanza y es simplemente un número (escalar, es decir un tensor de orden cero), en cambio la fuerza y la aceleración no son escalares (a menos que estemos hablando de sus valores absolutos) y se conocen como tensores de orden uno (vectores). Los vectores a los cuales hacemos referencia no son "flechas", gozan de una serie de propiedades: (a) Se requiere de un sistema de referencia, (b) Punto de aplicación, (c) longitud (módulo), (e) dirección y (f) sentido. Lo señalado exige formalidad en el lenguaje y un grado de conocimiento básico pero importante. De lo señalado anteriormente, resulta directo inferir que variables dinámicas, tales como fuerza, posición, velocidad, aceleración entre otras no pueden ser descritas apropiadamente por medio de escalares (números).

Sea un proceso a ser descrito en un tiempo $t = t_0$ e introduzcamos el concepto estático de sistema de coordenadas en tres dimensiones (X, Y, Z) con la exigencia que estos ejes sean ortogonales entre sí. A esta altura, es apropiado decir que entre pares de vectores, digamos: \vec{a} y \vec{b} y, referidos a un sistema de coordenadas (X, Y, Z) , se define el producto punto (escalar) de la forma que se indica:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \alpha$$

Si el ángulo es 90° , entonces el producto escalar es idénticamente nulo (ortogonalidad). Recordemos algunos valores interesantes para las funciones seno y coseno de un ángulo dado. No olvidar, decía el Rector Galecios (QEPD), del Liceo Valentín Letelier que, ángulo es la abertura entre dos rectas, las cuales se cortan (intersección) en un punto denominado origen. No es sensato hablar de superficie, por cuanto el ángulo no tiene razón alguna de ser definido en un plano. Es razonable introducir el concepto de hiper superficie, el cual lo discutiremos en detalle en la medida que vamos caminando e ingresando en el ámbito de las ciencias naturales. Se concluye, por lo tanto que los ejes Cartesianos se disponen en el espacio formando ángulos rectos entre sí. De esta forma, los vectores son referidos al origen y es así como, comenzamos a racionalizar sus atributos: el punto de aplicación es simplemente la intersección de dos rectas, punto desde donde comienza el "dibujo técnico" del vector, de igual forma diremos que su magnitud (módulo) puede ser medida con una simple "regla o huincha", su dirección es simplemente la curva sobre la cual se aloja y el sentido es el indicado por la flecha que dibujamos como, si fuese un "sombrero" sobre la letra que designa el vector. Existe un conjunto de operaciones que es posible introducir con respecto de tensores de orden uno, todo referido a un sistema de coordenadas (a) suma, (b) resta, (c) producto escalar (punto) y (d) producto vectorial (cruz).

Desde ahora en adelante, nos cercioraremos que hablamos con respecto de un sistema de coordenadas, de modo de ser técnicamente correcto en el análisis que sigue a continuación. Dos vectores se suman gráficamente cuando la punta (flecha) de uno de ellos es el punto de aplicación del segundo, es decir: $\vec{a} + \vec{b} = \vec{c}$ (regla del trapecio). Ver figura 1. De igual forma, introducimos la substracción de vectores, digamos: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$, lo cual nos indica que el vector resultante \vec{a} es tal que los vectores componentes \vec{a} y $-\vec{b}$ comparten el mismo punto de aplicación y la resultante de esta operación es un vector cuya dirección es la misma (simple traslación) pero el sentido cambia y apunta hacia \vec{a}_1 . Ver figura 2.

Existe una situación interesante que aflora cuando multiplicamos un vector por un simple escalar, digamos α (este escalar puede ser positivo, nulo y negativo). El caso trivial es cuando $\alpha = 0$, por cuanto no alteramos el sentido como tampoco la dirección, lo que estamos haciendo es multiplicar el modulo por cero, resultando un escalar igual a cero (punto en el espacio). Distinto resulta ser cuando el escalar es positivo (acá no cambia el sentido, tampoco la dirección pero el módulo es el original veces el valor de este escalar). Se deduce, por lo tanto que cuando el escalar es negativo, entonces no cambia la dirección, sí el sentido y el módulo original resulta multiplicado por el valor del escalar. Permítame el lector, considerar un conjunto de N -vectores, digamos: $V_N = V_N \{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \dots, \vec{a}_N \}$ asociados a un espacio vectorial de dimensión N -ésima. Es intuitivo adelantarse y constatar que existe un conjunto importante de operaciones que es posible realizar con estos vectores. (a) Suma, (b) Substracción (resta) y (c) Productos (escalar y vectorial). Así, a modo de ejemplo, el producto escalar debe dar como resultado un número (escalar).

Escribimos: $\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| \cos \theta$, en esta notación las barras verticales asociadas a los vectores \vec{a} y \vec{b} indican sus valores numéricos (módulos) y la función coseno del ángulo θ es un simple escalar. Una situación interesante surge del producto cruz (vectorial) entre dos vectores, digamos: $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$ cuya resultante es un vector perpendicular al plano formado por los vectores del producto. Ver figura 3. El análisis de las figuras (3.1) y (3.2) es directo y, el vector resultante no experimenta un cambio en su dirección como tampoco en su módulo, solo en el sentido (regla de la mano derecha). De igual forma, observemos que el espacio vectorial que, hemos designado por V_N tiene dimensión N -ésima, es decir ha sido generado por N -vectores. Una forma de comenzar este estudio, es acotar (sin perder la generalidad y formalidad), el valor a un espacio vectorial tridimensional, digamos $V_3 = \{ \vec{a}_1, \vec{a}_2, \vec{a}_3 \}$ referido al sistema Cartesiano de coordenadas (X, Y, Z). Por razones de completitud, representaremos estos vectores de la forma siguiente:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_1 (a_{1X}, a_{1Y}, a_{1Z}), \vec{a}_2 = \vec{a}_2 (a_{2X}, a_{2Y}, a_{2Z})$$

$$\text{y } \vec{a}_3 = \vec{a}_3 (a_{3X}, a_{3Y}, a_{3Z})$$

Seguendo esta línea de pensamiento, la suma y substracción de vectores es posible generalizarla y a modo de ejemplo, escribir:

$$\vec{a}_1 + \vec{a}_2 = \vec{i} (a_{1X} + a_{2X}) + \vec{j} (a_{1Y} + a_{2Y}) + \vec{k} (a_{1Z} + a_{2Z})$$

De igual forma, resulta directo obtener: , etcétera. Este es un resultado interesante que nos indica: (a) Sumar y/o substraer las componentes de acuerdo al eje Cartesiano y (b) Introduzca tres vectores unitarios, que hemos designado por $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$ cuya dirección y sentido es a lo largo de los ejes Cartesianos y en sentido positivo. No olvidar que el módulo es unitario, es decir se cumple:

$$|\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1$$

No olvidar que los ejes Cartesianos son perpendiculares entre sí, en consecuencia el ángulo entre pares adyacentes es $90^\circ \rightarrow \cos 90^\circ = 0$, lo cual nos conduce a las identidades: (recordar que considerando que el producto punto entre dos vectores origina un escalar, entonces, estos productos escalares conmutan entre sí. De esta forma, es directo escribir el producto escalar de la forma que se indica: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$ y así sucesivamente. Este es el momento de introducir el concepto de módulo de un vector, por medio de la relación:

$|\vec{a}| = \sqrt{\vec{a} \cdot \vec{a}} = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$
y de esta forma, el vector unitario asociado será:

$$\hat{a} = \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|} = \frac{\vec{a}}{\sqrt{\vec{a} \cdot \vec{a}}}$$

observe que cuando hablamos de módulo (longitud) se debe descartar la raíz negativa.

De esta forma, los vectores \vec{a} y $-\vec{b}$ son ortogonales entre sí, toda vez que su producto punto (escalar) es idénticamente nulo. Existe, adicionalmente el producto vectorial, el cual lo designamos por: $\vec{a} \times \vec{b} = |\vec{a}| |\vec{b}| (\sin \theta) \hat{n}$

Avancemos y señalemos que $\hat{n} = \frac{\vec{n}}{|\vec{n}|}$ es un vector

unitario, el cual nos entrega información con respecto de la dirección y sentido del vector resultante del producto cruz (vectorial). La función seno del ángulo θ es un simple escalar.

Recordemos que: $\sin 0^\circ = \sin 180^\circ = \sin 360^\circ = 0$ en cambio: $\sin 90^\circ = 1$ y, $\sin 270^\circ = -1$ etcétera. Lo anterior, nos focaliza a la comprensión del producto vectorial entre dos vectores y su resultante, la cual es siempre perpendicular al plano formado por los dos vectores \vec{a} y \vec{b} .

A esta altura de la discusión, es interesante recordar a lo menos dos variables dinámicas de amplio uso en la Mecánica Clásica de Sir Isaac Newton. El momentum lineal (ímpetu), el cual es simplemente: $\vec{p} = m\vec{v}$ donde "m" es la masa de la partícula y \vec{v} representa su velocidad (ejemplo, de la multiplicación de un vector por un escalar). De igual forma, recordemos el momentum angular orbital, el cual se introduce de la forma que se indica: $\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p}$ (ejemplo, de un producto vectorial). Sabemos que el vector \vec{l} es perpendicular al plano del vector de posición \vec{r} y del momentum lineal \vec{p} .

Respecto de estos vectores, podemos escribir sus componentes en el espacio vectorial tridimensional de la forma que se indica:

$$\vec{r} = \hat{i}x + \hat{j}y + \hat{k}z \text{ y } \vec{l} = \hat{i}l_x + \hat{j}l_y + \hat{k}l_z$$

Sí deseamos realizar el producto vectorial (cruz) entre estos dos vectores, entonces precisamos discernir estos productos entre los vectores unitarios. No es necesario insistir con referencia a las características de estos vectores unitarios, sin embargo es prudente introducir, una permutación cíclica, la cual nos ahorrará energía y tiempo, dejando ese espacio temporal para indagar en otros aspectos más relevantes.

De esta forma, vemos que: $\hat{i} \rightarrow \hat{j} \rightarrow \hat{k} \rightarrow \hat{i}$

de modo que, recordando: $\vec{a} \times \vec{b} = -\vec{b} \times \vec{a}$

entonces podemos escribir:

$$\hat{i} \times \hat{j} = \hat{k}, \hat{j} \times \hat{k} = \hat{i}, \hat{k} \times \hat{i} = \hat{j}$$

de modo que, después de algunas manipulaciones simples aritméticas obtenemos:

$$\vec{a} \times \vec{b} = (\hat{i}a_x + \hat{j}a_y + \hat{k}a_z) \times (\hat{i}b_x + \hat{j}b_y + \hat{k}b_z) = \hat{i}(a_y b_z - a_z b_y) + \hat{j}(a_z b_x - a_x b_z) + \hat{k}(a_x b_y - a_y b_x)$$

La identidad anterior, puede ser escrita empleando el concepto de determinante, cuyas ideas preliminares introduciremos en esta sección, dejando para secciones y capítulos posteriores lo que dice relación con sus propiedades, combinaciones y fundamentalmente sus aplicaciones a situaciones reales. Vamos directo a la operatoria, en consideración a lo señalado en las líneas anteriores de este mismo párrafo. Hablaremos de determinantes de orden n , lo cual significa que se caracteriza por n -filas y n -columnas. Así por ejemplo, el determinante asociado a $n=3$, significa un arreglo del tipo:

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix}$$

En la notación aceptada, para todos y cada uno de los elementos, los índices corresponden a: primero es la fila y el segundo es la columna. De esta forma, el elemento a_{23} se ubica en la segunda fila y el segundo índice corresponde a la tercera columna. La próxima etapa consiste en introducir el concepto de permutación de los números naturales $\{1, 2, 3, \dots\}$. Si consideramos un sub-conjunto de orden tres, entonces disponemos del conjunto $\{1, 2, 3\}$ y en este punto, es posible introducir el orden natural, es decir: 1, 2, 3, es decir sí compara el primer número con el segundo, el primer con el tercero y el segundo con el tercero, observamos que sí nos movemos de izquierda a derecha, siempre se cumple que el antecesor es menor en módulo que el sucesor (lo cual significa que el número de transposiciones/permutaciones es idénticamente nulo).

Lo señalado anteriormente, nos conduce a enfatizar que para n -números naturales, existe un total de n -permutaciones (transposiciones) a las cuales se les asocia el signo: $(-1)^P$ donde P indica el número de permutaciones (transposiciones). Por razones de completitud, introduzcamos gentilmente la expresión, para $n=3$.

$$\sum_P (-1)^P \hat{P}[a_{1i} a_{2j} a_{3k}] = a_{11} a_{22} a_{33} - a_{11} a_{23} a_{32} - a_{12} a_{21} a_{33} + a_{12} a_{23} a_{31} + a_{13} a_{21} a_{32} - a_{13} a_{22} a_{31},$$

cual puede ser escrito convenientemente como:

$$\sum_P (-1)^P \hat{P}[a_{1i} a_{2j} a_{3k}] = a_{11}(a_{22} a_{33} - a_{23} a_{32}) + a_{12}(a_{23} a_{31} - a_{21} a_{33}) + a_{13}(a_{21} a_{32} - a_{22} a_{31})$$

Es evidente que la identidad anterior, la hemos obtenido usando el siguiente criterio:

$$(-1)^P = \pm 1$$

El signo positivo se emplea para permutaciones pares y el signo negativo, para las transposiciones impares. De esta forma, el análisis de productos vectoriales, a modo de ejemplo, el momentum angular orbital $\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p} = \hat{i}p_x + \hat{j}p_y + \hat{k}p_z$ es directo racionalizarlo y escribir sus componentes de la forma que se indica:

$$\begin{vmatrix} \hat{i} & \hat{j} & \hat{k} \\ X & Y & Z \\ p_x & p_y & p_z \end{vmatrix} = \hat{i}(Yp_z - Zp_y) + \hat{j}(Zp_x - Xp_z) + \hat{k}(Xp_y - Yp_x)$$

Resulta interesante examinar, el concepto de energía cinética (energía de movimiento), designada por

$$\hat{T} = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 = \frac{(m\bar{v})^2}{2m} = \frac{|\vec{p}|^2}{2m}, \text{ identidad válida para una partícula de masa } m \text{ y velocidad } \bar{v}.$$

De igual forma, es posible avanzar hacia el concepto de energía potencial, tomando como referencia - por ejemplo - la altura o profundidad a nivel del mar. De esta forma, si empleamos la notación \hat{V} para describir esta energía, entonces estamos en condiciones de señalar que para un sistema aislado constituido por una sola partícula, la energía interna total es: $E = \frac{1}{2} m \bar{v}^2 + \hat{V}(\vec{r})$

Todo lo avanzado en los párrafos anteriores, nos deja un tarea pendiente, cual es la de introducir el concepto de tamaño en sentido absoluto. Hacia 1920-1925, se encuentra que los cimientos de las Ciencias Naturales - determinismo y causalidad - simplemente no son aplicables a nivel microscópico (partículas pequeñas en sentido absoluto).

P.M. Dirac, argumenta que mientras "grande" y "pequeño" sean conceptos relativos, entonces no tiene sentido explicar lo grande en términos de lo pequeño. Este autor argumenta que, en principio podría suponerse que la materia estaría constituida por un número elevado de partes pequeñas y sería menester postular (recordemos que axioma es una aseveración tan evidente por sí misma que no precisa demostración alguna) un conjunto de leyes de movimiento para dichas partes, de las cuales en un ejercicio imposible de realizar se debería deducir las leyes de la materia agrupada. Lo anterior, no es en absoluto una explicación razonable por cuanto no hemos dicho absolutamente nada con respecto de la estructura y estabilidad de las partes constituyentes. En este punto de la discusión, resulta importante enfatizar que cada una de las partes constituyentes estaría compuesta de partes más pequeñas, argumento que podríamos extenderlo al infinito. Este es el camino incorrecto, por lo tanto es imprescindible otorgar a tamaño un sentido absoluto. Por ejemplo, la masa de un hombre medio es del orden de $70 \text{ Kg} = 70.000 \text{ gr}$, de igual forma la masa estimada de una partícula como el electrón es del orden de $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ Kg}$, en consecuencia el cociente:

$$\left(\frac{70}{9,1 \cdot 10^{-31}} \right) \approx 7,63 \cdot 10^{31}$$

Como apreciamos la diferencia de masas es formidable. Recordemos que a las Ciencias solo le corresponden los objetos observables y para estos efectos debemos perturbar (alterar) al objeto con alguna influencia externa. Es directo señalar que todo acto de observación de un objeto va necesariamente acompañado de una perturbación (alteración) de éste. En una primera aproximación podemos argumentar que sí la perturbación que experimenta un objeto por el simple expediente de observarlo es despreciable, entonces este objeto será grande y en caso contrario pequeño. Sin embargo, lo señalado sigue siendo relativo y debemos precisar con mayor rigurosidad nuestras definiciones básicas: deseamos definir grande y pequeño con total prescindencia de la habilidad del experimentador y del avance tecnológico. Para estos efectos, debemos aceptar la existencia de un límite el cual es inherente a la naturaleza de las cosas e independiente del observador y del avance tecnológico. De esta forma, sí en el límite (impuesto por la naturaleza), la alteración que experimenta un objeto es despreciable por el simple expediente de observarlo, entonces podemos, sin temor decir que este objeto es grande y en caso contrario pequeño, en sentido absoluto. Retomemos conceptos tales como el de causalidad: esta relación se aplica exclusivamente a sistemas que no hayan sido alterados – es decir, grandes en sentido absoluto – no obstante sí el sistema es pequeño, resultará imposible encontrar una relación causal en el conjunto de resultados de nuestras mediciones.

Supongamos para efectos de completitud en la discusión que sigue existiendo causalidad en los sistemas en la medida que no se les perturbe y en estas condiciones las ecuaciones a ser "puestas sobre la mesa" son simplemente ecuaciones diferenciales.

A estas les exigiremos que expresen una relación causal entre condiciones en un instante dado de tiempo y en otro posterior. Estas ecuaciones diferenciales están en estrecha correspondencia con las ecuaciones de la Mecánica Clásica: $\vec{F} = m\vec{a}$, pero solo estarán indirectamente relacionadas con los resultados de nuestras observaciones experimentales. En virtud de lo señalado es posible concluir la existencia de una indeterminación inevitable en el cálculo de observables y por lo tanto, la teoría solo nos permitirá estimar probabilidades de existencia en un volumen dado y en tiempo, digamos $t = t_0$



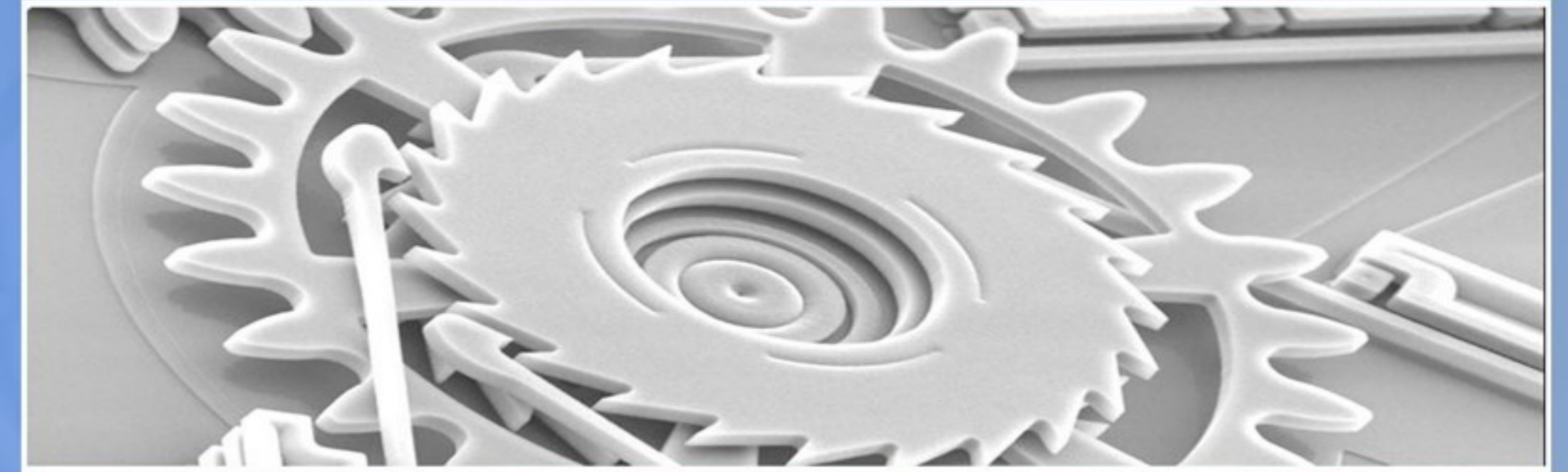
Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

- Roberto Acevedo
- Eduardo Ávila
- Mikhail Brik
- Mauricio Bustamante
- Gustavo Ceballos
- Gerardo Díaz
- Daniel Gálvez
- Felipe Herrera
- Oscar Inostroza
- Natalia Inostroza
- Jacek Karwowski
- Gonzalo Rund
- Andrés Soto

La ciencia de los materiales es una de las áreas con más rápido desarrollo de la investigación interdisciplinaria moderna en los campos de la física y la química. Este avance tan notable es impulsado por el aumento de las instalaciones computacionales, que posibilitan cálculos a gran escala impensable anteriormente, y por la mayor demanda de nuevos materiales funcionales capaces de operar bajo diferentes - a veces extremas - condiciones.

I.- Elementos introductorios

Roberto Acevedo Llanos, PhD
Director de Investigación y Desarrollo
Vicerrectoría de Desarrollo, Universidad Mayor



Esta propuesta está orientada al fomento de la investigación de frontera en una Institución de Educación Superior. El objetivo maestro es la identificación de polos de desarrollo, que permita dar vida a nuevos proyectos básicos como aplicados (sinergia en ambos sentidos). Los proyectos deben exhibir un valor país y buscar lazos de interacción y de beneficio mutuo con la Academia y el Sector Productivo.

Los frutos de la labor de los integrantes del centro de investigación en la primera etapa, deben traducirse en la generación de publicaciones reconocidas por el Instituto de Investigación Científica de los Estados Unidos de América (ISI-USA). En una segunda fase se deberá incentivar la generación de patentes con un amplio reconocimiento nacional, regional e internacional. Existe un objetivo inminente a la Academia, el cual consiste en la formación de investigadores jóvenes de alto rendimiento y con un alto sentido de pertenencia hacia la Institución.

El funcionamiento de este centro, proyecta congrega a profesionales clasificados en tres categorías: (a) Investigadores de alto nivel de excelencia, (b) Personal Técnico Especializado de excelencia y (c) Personal de Servicio (Apoyo).

Esta constitución le otorga la solidez necesaria para realizar los objetivos explicitados previamente, además de abordar un foco muy sensible en Ciencias Básicas y Aplicadas el cual apunta hacia desarrollos de envergadura en Bioingeniería. Todo lo anterior debe disponer de un robusto soporte en Control y Automatización Industrial e Informática Avanzada.

En función de lo señalado en los párrafos anteriores, se debe estudiar acuciosamente el talento y habilidades de personas capaces de producir en un tiempo relativamente corto, los frutos que el centro de investigación precisa para transformarse en una organización con alto nivel de docencia, investigación, innovación y desarrollo. La necesidad de saber y trascender es prioritaria en la actividad que se sugiere para su implementación. Lo señalado, significa dar vida a un grupo de personas en forma selectiva, los cuales han demostrado independencia intelectual y autonomía en sus trabajos, capacidad de trabajar en equipo y que hayan demostrado durante sus carreras profesionales que son capaces de cumplir con el objetivo maestro declarado.

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

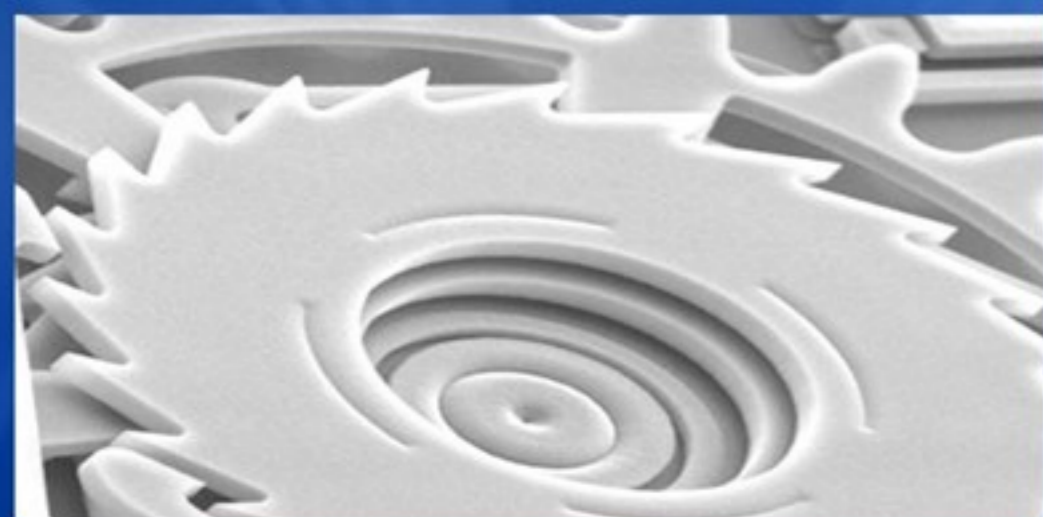
I.- Elementos introductorios

1.1 Constitución del equipo de trabajo

En la sección de Elementos Introductorios, se ha declarado una sugerencia de constitución de este Centro Integrado en Nuevos Materiales, Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería la cual debe ser cubierta por (a) Profesionales de Alto Nivel (Jerarquía A), (b) Técnicos Especializados de Nivel Superior (Jerarquía B) y (c) Persona de Apoyo (Jerarquía C). Al respecto, los perfiles deseados deben necesariamente enmarcarse en las jerarquías que se explicitan a continuación:

- Jerarquía C:

Serán evaluados en este rango, quienes evidenciaron una efectiva capacidad y aptitudes en su propio perfeccionamiento, demostrando creatividad e idoneidad en sus labores académicas. Deben realizar en forma sostenida, autónoma y creativa actividades en docencia de pregrado (cuando sea aplicable), investigación, extensión, administración y vinculación con el medio. Deben estar en condiciones de guiar la formación de alumnos, demostrar un amplio dominio de la especialidad y participar (de ser solicitado y requerido) de programas académicos de especialización, postítulo y postgrado.



- Jerarquía B:

Corresponde este rango a quienes han demostrado una actividad académica sostenida, capacidad y aptitudes para realizarla en forma autónoma y creativa, exhibiendo un amplio y reconocido dominio de su especialidad. En este rango deberán demostrar capacidad para orientar en forma innovadora programas de docencia de pregrado y postgrado (de ser aplicables), dirigir y realizar programas y obras originales de investigación y de extensión. Deberán contribuir a la formación de especialistas en su campo, generar actividades de vinculación externa y desempeñar labores de administración institucional (de ser aplicable). La creatividad con la cual realizan sus labores les permite ejercer liderazgo en unidades de la Academia, hacer importantes y relevantes aportes Institucionales y ser reconocidos a nivel nacional y regional como autoridades en la (s) disciplina (s) que cultiva (n).

- Jerarquía A:

Es el más alto rango académico y pertenecen a éste quienes han logrado consolidar un elevado prestigio nacional, regional e internacional, desarrollando en forma sobresaliente una actividad académica innovadora en sus concepciones, contenidos o procedimientos. Deberán extender las fronteras del saber y ser efectivamente influyentes en la formación de académicos y en la actividad universitaria. Su opinión es requerida en el área del conocimiento. Desde este rango deberán intervenir activamente en el desarrollo institucional.

Aclaración Adicional: La misión fundamental de los profesionales de las jerarquías A y B será velar por el desarrollo y calidad de la docencia que impartan los profesores de nivel C. En este esquema de jerarquías, el grado académico de Doctor es considerado solo como una "razonable carta de presentación" para su eventual adscripción a los nivel B y C. Los académicos que se incorporan a esta clasificación, con el grado académico de Doctor deben necesariamente ingresar al nivel C, a menos que sean capaces de demostrar que han alcanzado dicho nivel o equivalente en una institución de prestigio y de amplio reconocimiento.

1.2 Propuestas para un centro de investigación

Un programa para el diseño, creación e instalación de un Laboratorio Integrado Avanzado en Nuevos Materiales, Ciencias de la Ingeniería y de la Tierra precisa del concurso de profesionales de alto rendimiento, el cual debe ser demostrable y adicionalmente una condición "sine qua non" es el haber logrado un nivel verificable de autonomía intelectual y de creación de nuevo conocimiento (esencialmente para los niveles A y B). Algunas condiciones que deben ser satisfechas son las que se indican a continuación:

- Identificación de una o más áreas de carácter disciplinario y multidisciplinario con una clara definición de su misión y objetivos. El impacto del conjunto de estas actividades debe ser claro y macizo a nivel del medio en una ventana razonable de tiempo.

- Recursos y asignación de los espacios físicos requeridos para el desarrollo integral de estas actividades. Los recursos son materiales y humanos, de modo de satisfacer los elevados niveles y estándares exigibles.

- El Laboratorio y sus constituyentes debe alcanzar un claro y preciso reconocimiento a nivel nacional y regional, en un período de tiempo acordado como razonable.

- Las actividades desarrolladas deben ser declaradas en informes anuales de actividades, tanto individuales como grupales. Es indispensable realizar el seguimiento de las actividades declaradas y de esta forma cerciorarse que se está cumpliendo con los requisitos acordados. Esto evita los "auto elogios", los cuales son una muestra inequívoca de inmadurez, dañando el desarrollo regular y sostenido de la misión y visión del Laboratorio.

II. Evaluación y gestión de proyectos de investigación

Mg. Eduardo Ávila Arancibia
Ingeniero Comercial

El área evaluación y gestión de proyectos del centro de investigación, debe estar a cargo de un profesional especialista y sus funciones implican: (a) elaboración del presupuesto de operaciones e inversiones anuales del centro, (b) administración de los procesos internos de la unidad en lo referente a recursos humanos, financieros y materiales necesarios para el logro de los objetivos estratégicos, (c) evaluación económica de los proyectos de investigación y su seguimiento, (d) implementación de un sistema de control de gestión y (e) desarrollo de convenios de colaboración con empresas e instituciones para la creación de conocimiento.

Los productos esperados se relacionan con la correcta y oportuna postulación a fondos concursables, cumplimiento de los plazos de ejecución de proyectos, generación de estadísticas y creación de un banco de proyectos a partir de las necesidades que se identifiquen en la vinculación con el medio.



2.1 Evaluación de los proyectos

En la actualidad, las principales fuentes de financiamiento exigen como requisito de elegibilidad de un proyecto de investigación, la elaboración de un informe de evaluación económica. Por ello, el centro de investigación requiere de una evaluación económica-social de los proyectos en estudio, la que mediante un análisis de costo-beneficio en condiciones de incertidumbre, entregue indicadores tales como Tasa Interna de Retorno, Valor Actual Neto, Valor Actual Neto/Costo total de la investigación, Valor Actual Neto/Monto solicitado a organismo financiador. De esta manera, el informe de factibilidad económica y sus recomendaciones, forman parte de la presentación de los proyectos y se combinan con el puntaje proveniente de la evaluación científico-tecnológica para obtener una calificación global del mismo.

En la elaboración del citado informe debe participar un especialista en proyectos para asesorar al investigador en los siguientes aspectos:

- Decisión de postulación a fondos concursables.
- Planificación financiera para la ejecución del proyecto.
- Evaluación ex-post para medir resultados e impacto del proyecto.

2.2 Seguimiento y control de los proyectos

El centro debe contar con un sistema de seguimiento y control de los proyectos en ejecución, para lo cual es necesario implementar mecanismos de alerta temprana que adviertan respecto de eventuales desviaciones en la planificación de actividades y su expresión en términos de costos. En este ámbito, se desarrollan las siguientes actividades:

- Elaboración de una ficha técnica económica para el seguimiento del proyecto.
- Inspección en terreno del avance del proyecto.
- Redacción del informe de avance con sugerencias en caso de corresponder.

2.3 Indicadores de gestión global del centro

El éxito del centro depende en gran medida de la capacidad de generar y disponer de información que refleje cuantitativamente y cualitativamente los distintos aspectos de las actividades que realizan. Esta información adquiere una importancia vital a la hora de asignar recursos, determinar las políticas de investigación y evaluar el impacto de su ejecución. A continuación se presentan los principales indicadores de gestión global del centro:

a) Indicadores dimensión cuantitativa:

- Relación staff investigador versus recursos económicos asociados.
- Tasas de producción científica.
- Indicadores de productividad de los recursos invertidos.

b) Indicadores dimensión cualitativa:

- Indicadores para la medición de la percepción de beneficios por parte de la población beneficiaria del proyecto.
- Indicadores para la medición de impacto real en los diferentes sectores sociales.

2.4 Apoyo y difusión de la investigación

El cuarto ámbito se relaciona con la necesidad de implementar mecanismos de difusión de la investigación realizada, para facilitar la generación de redes de contactos y captación de recursos nacionales e internacionales. Principales actividades de apoyo y difusión:

- Asesorar a los investigadores en el proceso de tramitación de proyectos y en la preparación de la documentación.
- Informatizar la gestión de la investigación, para permitir a los investigadores acceder a la situación de sus proyectos.
- Implementar una revista electrónica de investigación como medio de difusión de la investigación, convocatorias de proyectos de investigación nacional e internacional y otros temas de interés.
- Actualizar permanentemente la oferta de servicios del Centro de Investigación.

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

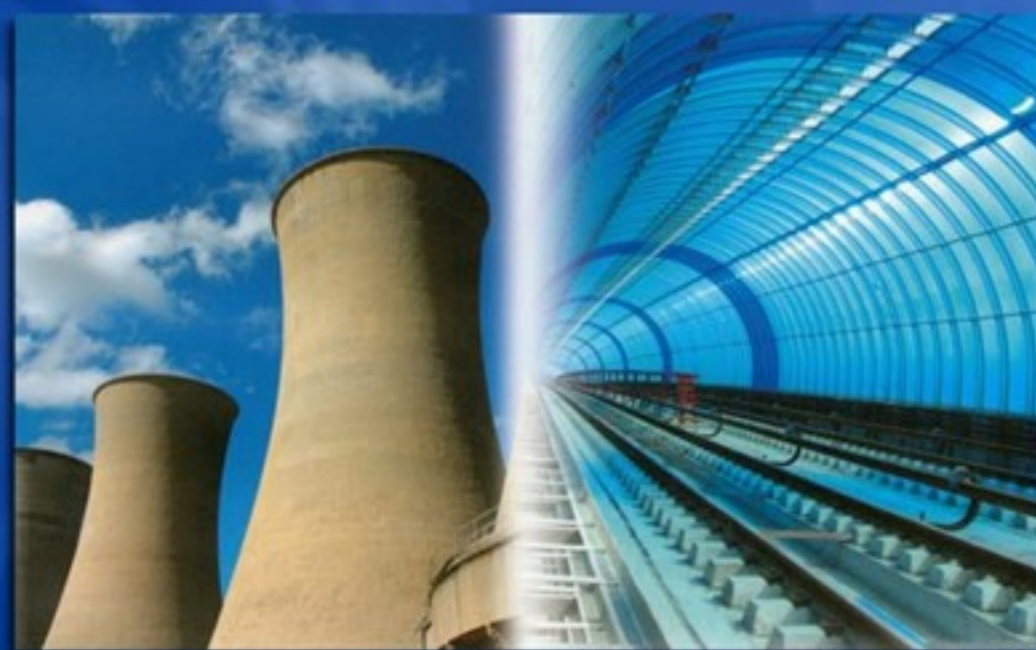
III. Áreas de investigación

Dr. Felipe Herrera

3.1 Desarrollo de tecnología para la industria de la información y de energías renovables

La propuesta involucra la creación de un grupo de investigación teórica multidisciplinaria que cubre áreas de física atómica, molecular, y óptica, información cuántica y fisicoquímica de materia condensada con aplicaciones en el desarrollo de alta tecnología para la industria de la información y de energías renovables.

En la actualidad existe un gran interés internacional por desarrollar materiales orgánicos que permitan el transporte de energía y carga eléctrica para mejorar, por ejemplo, el desempeño de celdas fotovoltaicas que capturan energía solar y la convierten en electricidad. Debido a la complejidad de estos materiales a nivel microscópico, es necesario investigar en detalle los mecanismos físicos que entorpecen la transferencia de energía o carga a fin de buscar estrategias para mejorar la eficiencia del material. Esta es un área de investigación que ha estado vigente por más de tres décadas y no obstante aún no ha sido posible llegar a un punto de desarrollo en el que se pueda tener un control completo sobre el desempeño de un material fotosensible para ser utilizado de manera práctica y ventajosa.



En contraste, en las últimas dos décadas se han logrado enormes avances en el control de átomos y moléculas a temperaturas ultrafrías (más bajas que la temperatura interestelar). El objetivo original de esta área de investigación fue generar nuevos estados de la materia en el que los efectos cuánticos dominen el comportamiento del sistema. Hoy las aplicaciones de sistemas ultrafríos se han ramificado y se han podido demostrar esquemas de control de procesos complejos de interacción entre átomos y moléculas, así como de interacción entre átomos y campos electromagnéticos. Estos avances han permitido el desarrollo de tecnologías de procesamiento de información cuántica que mantienen la promesa de superar los límites de miniaturización de los transistores semiconductores sobre los cuales se basan los actuales sistemas computacionales.

Los modelos de computación cuántica y algoritmos para superar los límites de un computador convencional han sido y continúan siendo muy estudiados. Gran parte del interés tecnológico en información cuántica resulta de la posibilidad de alcanzar el grado máximo de seguridad permitido por la naturaleza para transmitir una señal óptica entre dos puntos. Sistemas prototipo de criptografía cuántica fotónica ya están disponibles en el mercado. De igual manera, en los últimos años ha crecido el interés en usar un sistema cuántico controlado, para simular el comportamiento de otro sistema cuántico del cual se tenga un menor grado de control experimental y que sea de una complejidad tal que prohíba calcular su comportamiento usando computadores convencionales. Tales simuladores cuánticos últimamente deben ser construidos en base a materiales controlables y cuyas propiedades puedan ser entendidas teóricamente con un alto grado de precisión.

Dado el reciente éxito experimental en la demostración de mecanismos de control de fenómenos cuánticos en sólidos superconductores y membranas optomecánicas, es importante continuar la exploración de nuevos materiales cuánticos en estado sólido. Debido al progreso continuo en la sofisticación de los procesos de fabricación de materiales orgánicos e híbridos (metal-molecular por ejemplo), es atractivo desde el punto de vista teórico considerar esquemas de manipulación que permitan utilizar materiales semiconductores orgánicos para construir elementos básicos en tecnología cuántica. Por otro lado, aún hay muchas interrogantes respecto a la utilización de sistemas atómicos y moleculares ultra fríos en trampas ópticas para el desarrollo de tecnologías cuánticas o el estudio de fenómenos cuánticos complejos en ambientes controlados. Por lo anterior, es posible asegurar que en los próximos años el estudio teórico de sistemas cuánticos en estado sólido y gaseoso continuará siendo un campo fértil de investigación científica con capacidad de desarrollo tecnológico.

A continuación se describen de manera resumida dos líneas de investigación que se pueden implementar de manera inmediata:

a) Nanomateriales cuánticos

El interés es realizar estudios teóricos multidisciplinarios que involucren la utilización de materiales semiconductores orgánicos para el desarrollo de componentes básicos de un computador cuántico fotónico.

Un proyecto específico consiste en diseñar una compuerta cuántica fotónica basada en la interacción no lineal de la luz y una mono capa de agregado molecular orgánico inmerso en una micro cavidad óptica.

Para lograr que dos fotones interactúen en un material, es necesario que se copropagen en un medio con gran coeficiente no lineal. Es sabido desde hace más de una década que moléculas orgánicas conjugadas tienen coeficientes no lineales de tercer orden que son comparables con los que se han observado para un gas cuántico degenerado (BEC) de átomos ultrafríos. Sin embargo, tal como se usan tradicionalmente los agregados moleculares, la no linealidad óptica no es lo suficientemente grande para ser de utilidad en computación cuántica.

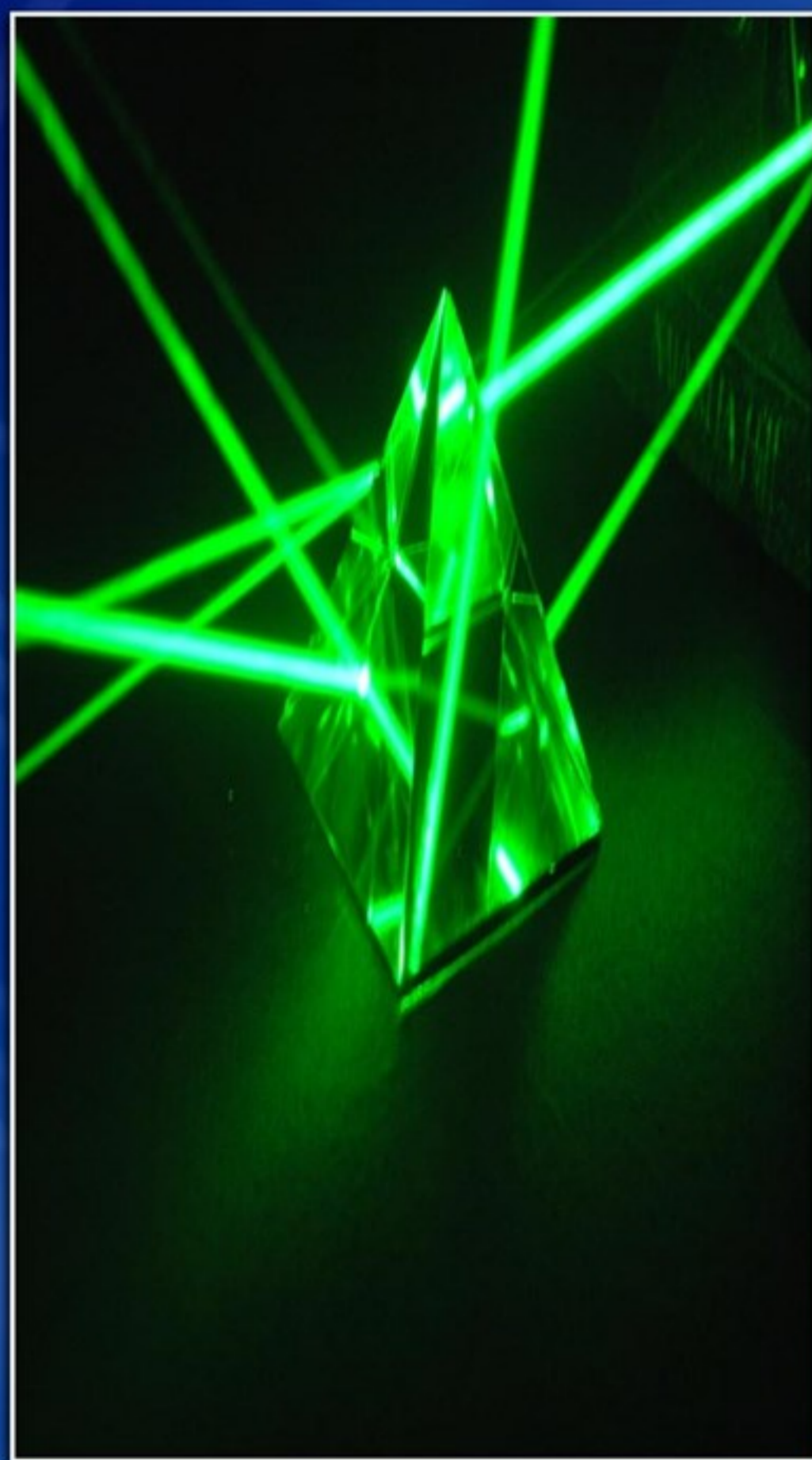
La idea del proyecto es explotar la interacción entre las moléculas en el agregado y el confinamiento del campo electromagnético en la microcavidad óptica para estimar teóricamente el coeficiente no lineal del sistema, y su dependencia con los parámetros del sistema. Para poder diseñar una compuerta cuántica, es necesario también modelar la propagación de dos fotones en el medio no lineal. Se espera que bajo las condiciones descritas sea posible realizar compuertas cuánticas de manera determinista. Esto permitiría por primera vez la implementación de un circuito computacional fotónico no probabilista.



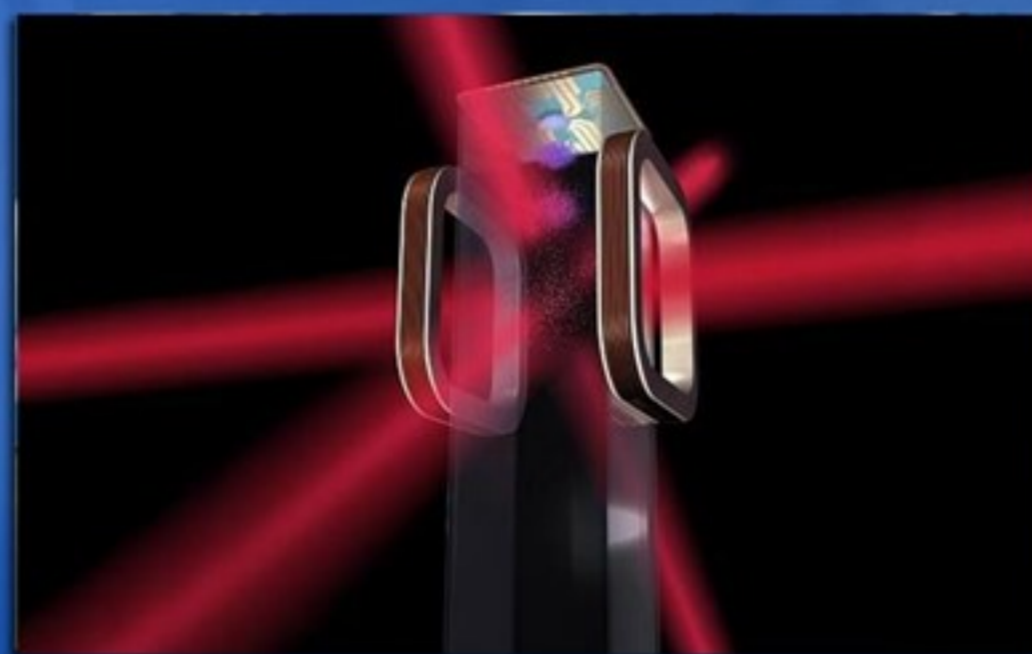
III. Áreas de investigación

b) Moléculas ultrafrías

La segunda línea de investigación consiste en desarrollar aplicaciones de moléculas ultrafrías para tecnologías cuánticas y estudios fundamentales de fenómenos moleculares cuánticos en ambientes controlados.



Un proyecto específico consiste en estudiar la interacción cuántica de fotones en la frecuencia de microondas con un conjunto de moléculas ultrafrías en un estado colectivo con alto grado de entrelazamiento cuántico. Recientemente se han demostrado procesos de óptica cuántica en frecuencias microondas utilizando sólidos superconductores dentro de cavidades. Este proyecto busca desarrollar la teoría necesaria para interpretar eventuales experimentos que demuestren por primera vez fenómenos de óptica cuántica microondas usando gases moleculares ultrafríos. Los sistemas ultra fríos tienen la ventaja de ser más controlables y tener un menor grado de disipación de los sólidos superconductores. Además, recientemente se ha descubierto una manera de crear estados rotacionales con un alto grado de entrelazamiento cuántico usando pulsos ópticos intensos fuera de resonancia. Tales estados entrelazados interactúan fuertemente con la radiación microondas. El objetivo del proyecto es determinar las condiciones en las cuales esta interacción es lo suficientemente fuerte para modificar los estados del campo electromagnético al nivel de pocos fotones. Actualmente no existe la tecnología para detectar y contar fotones microondas.



3.2 Área de minería no metálica.

DR. ANDRES SOTO
INGENIERO CIVIL QUÍMICO

La unidad de Minería No Metálica realiza estudios de pre factibilidad técnicos económicos para industrias del sector productivo, que tienen relación con litio, potasio, sales, nitratos, yodo, cementeras y áridos.



Dentro de los posibles servicios que pueden realizarse están:

- Estudios de solubilidades de sales con la temperatura.
- Estudios de precipitación fraccionada de sales.
- Estudios de impregnación y medios granulares.
- Tratamiento de aguas y riles de diverso tipo.
- Separación sólido líquido en diversos sistemas sales – salmuera.
- Destilación en una o varias etapas.
- Extracción por solventes.
- Caracterización química de minerales, composición, especiación.
- Estudios de sistemas ácido – base.
- Recuperación de minerales, productos y/o subproductos desde acopios y/o relaves mineros.
- Modelación de procesos mineros no metálicos (pozas solares, plantas productivas), modelos matemáticos para generar correlaciones de diverso tipo.
- Modelos teóricos, semi empíricos y prácticas experimentales.
- Otras soluciones de la fisicoquímica y del campo de la ingeniería de procesos industriales.

En las etapas iniciales, no se recomienda la compra de equipamiento mayor relacionado a caracterización química (SEM, TEM, DRX, IR), dado que se requiere contratar técnicos expertos y analistas (pago de sueldos), la compra de equipos, acondicionamiento de salas, uso de espacios físicos, mantención y funcionamiento de la infraestructura. En lugar de eso, se propone subcontratar centros que presten estos servicios, lo que permite elegir al analista experto. No es lo mismo medir con precisión litio o cobre. Hay laboratorios especializados en cada tema y esquemas sugeridos que permiten levantar la mejor información disponible dentro o fuera de Chile.

Lo contrario ocurre en el caso de análisis químico y equipos de fluorescencia de RX, dado el bajo costo operacional e inversión en comparación a otras tecnologías. Además no requiere de un analista experto ni de mantención.

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

3.2 Área de minería no metálica.

Los clientes, mineras o consultoras valoran tres puntos que deben aclararse antes de la ejecución de cualquier proyecto de investigación:

- Entregables, alcances del estudio y precio del servicio. El entregable debe ser de fácil lectura. No es recomendable entregar informes con cálculos engorrosos sino que se valoran soluciones y aplicaciones. En la actualidad no se venden horas hombre (HH) sino proyectos cerrados.

- Plazos y horizontes del proyecto. En general no van más allá de 4 meses y muchas veces son plazos de un mes, por lo que el centro de investigación debe ser ágil y flexible para cumplir plazos comprometidos, si pretende ofrecer servicios a terceros.

- Propiedad intelectual. Debe discutirse la autoría y derechos de cada una de las partes en el caso de generar patentes.



3.3 Área de nanocompuestos. Sistemas integrados de evaporación para alto y ultra alto vacío.

Daniel Gálvez
Licenciado en Física

La síntesis y caracterización de nanocompuestos requiere de condiciones de trabajo muy específicas. Regularmente requieren alta o baja presión, altas o bajas temperaturas y altas o bajas energías. El método más sencillo de producir una amplia gama de partículas de distintos materiales es la condensación en gas portador (Carrier Gas Condensation, CGC) lo que principalmente requiere de un control de la presión de trabajo al momento de evaporar un material, esto se traduce en sistemas integrados de alto vacío {10⁻³ a 10⁻⁹ Atm} y ultra alto {bajo 10⁻⁹ Atm}, dependiendo de la pureza esperada de los resultados, que posean contactos de alta corriente, para producir calentamiento por efecto Joule y diversos medidores de temperatura y presión, incluyendo entradas de gases. Estos sistemas no son baratos, pero son muy robustos y permiten variados experimentos en ellos.

3.3.1 Sistemas de vacío

Un sistema estándar de vacío sigue el esquema presentado en la figura 1 (sin considerar la parte de evaporación, inyección de gas, reacción, etc.)



Figura 1: esquema de vacío convencional para experimentos de nanociencia. Como se puede apreciar, son sistemas complejos, difíciles de armar, manejar y mantener.

Se requiere alto y ultra alto vacío para experimentos puesto que las partículas a sintetizar son de un tamaño muy cercano al material particulado presente en la atmósfera y por lo tanto su presencia entorpece la fabricación de nanomateriales.

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

3.3 Área de nanocompuestos. Sistemas integrados de evaporación para alto y ultra alto vacío:

3.3.2 Composición básica de experimentos

A continuación se indican equipos para la composición básica del laboratorio de esta área.

a) Evaporador simple mecánico.

Compuesto por:

- Cámara de vacío de acero inoxidable
- Bomba turbomolecular con respaldo mecánico
- Transformador Variacional de alta corriente
- Contactos pasamuros para mediciones y alimentación eléctrica
- Rack o Mesón de trabajo
- Válvulas de control de gases

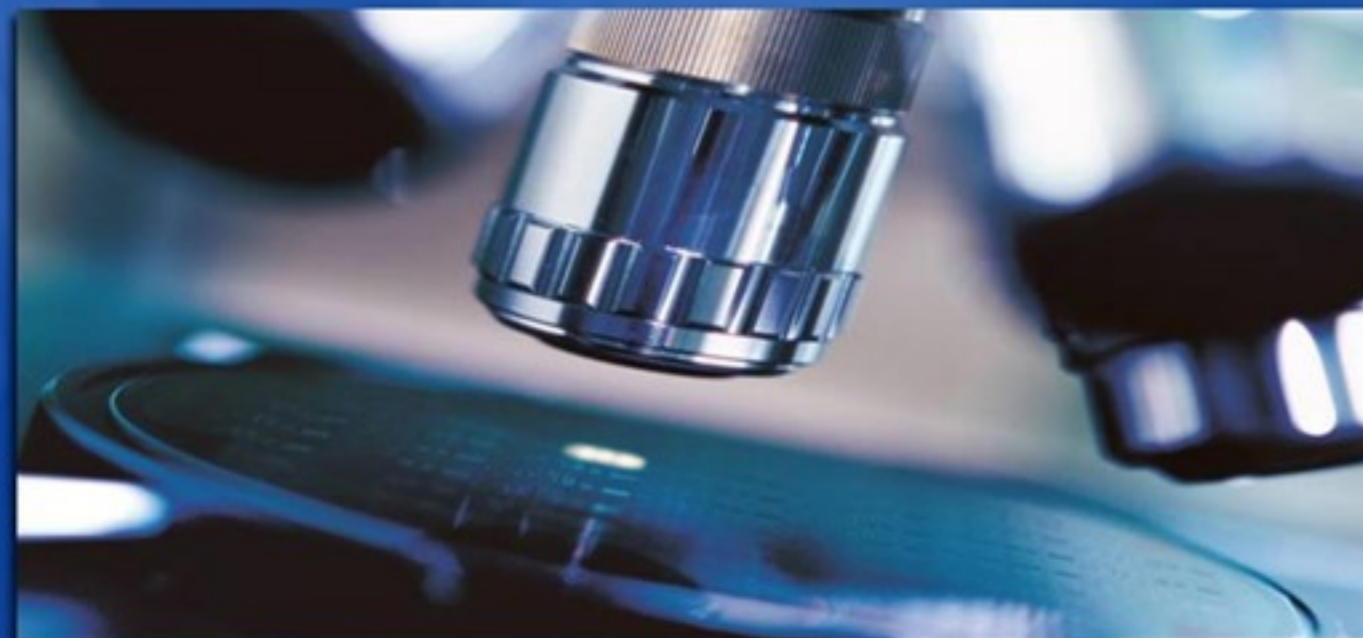
El precio se sitúa entre los USD 30.000 y USD 40.000 (presupuestos más precisos sólo pueden realizarse con órdenes de compra, ya que son equipamientos muy específicos y normalmente hechos a medida).

Rango de trabajo: Ultra-alto vacío, temperaturas de evaporación hasta 1300°C, atmósferas controladas inertes (He, N₂) y reactivas (CO₂, aire). Pequeño volumen de trabajo.

b) Horno al vacío (opcional)

Es un horno sellado herméticamente, y conectado a una bomba de vacío. Este equipo se vende completo, tiene un precio cercano a los USD 30.000, permite hacer tratamientos térmicos a bajas presiones y temperaturas medias.

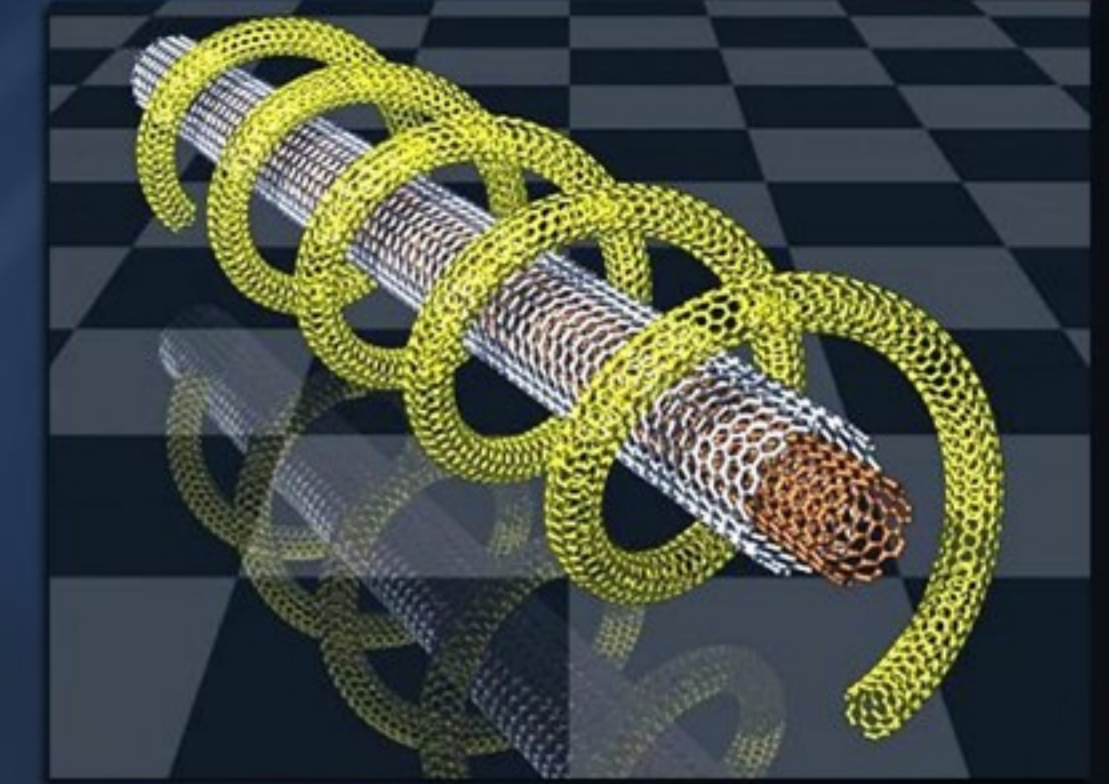
Rango de trabajo: vacío medio, temperaturas hasta 250°C, atmósferas controladas en general. Gran volumen de trabajo.



c) Evaporador simple de aceite.

Compuesto por:

- Cámara de vacío de acero inoxidable
- Bomba difusora con respaldo mecánico
- Transformador Variacional de alta corriente
- Contactos pasamuros para mediciones y alimentación eléctrica
- Rack o Mesón de trabajo
- Válvulas de control de gases



Este equipo es equivalente al presentado en primer lugar, tiene un precio menor y es más robusto, pero es más difícil de mantener y más sucio. El precio aproximado es entre los USD 27.000 y USD 34.000.

Rango de trabajo: Alto vacío, temperaturas de evaporación hasta 1300°C, atmósferas controladas inertes (He, N₂) y reactivas (CO₂, aire). Pequeño volumen de trabajo.

* Equipos accesorios para el trabajo de laboratorio:

a) Perfilómetro: Esta herramienta permite medir el espesor, transparencia y reflectancia de películas delgadas, puede tener una sensibilidad de 1 nm, y ayuda a estudiar propiedades de éstas sin recurrir a un microscopio electrónico. Precio a pedido de cotización, fluctúa entre los USD 20.000 y USD 40.000.

b) Espectrómetro de masa: Este detector permite conocer la concentración de ciertos gases característicos de la atmósfera, sirve para detectar fugas ultra finas, y para estudiar procesos a muy bajas presiones. Precio a pedido de cotización.

c) Microondas de alta resistencia: Algunos experimentos interesantes pueden realizarse mediante descarga de arco inducida por microondas. Estos son de tipo industrial y cuestan aproximadamente USD 1.500.

* Para la realización del trabajo se requieren los siguientes medidores:

- a) De presión Bayard Alpert con controlador. Precio aproximado de USD 3.000
- b) Termopar de temperatura con pasamuro. Precio aproximado de USD 500
- c) De presión convectron. Precio aproximado de USD 650

Finalmente, se necesitan ciertos fungibles tales como: tubos, vasos precipitados, compuestos de alta pureza, botes de tungsteno, alambre de tungsteno, papel libre de pelusa, solventes. Presupuesto aproximado de USD 2.000

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

3.4 Control y automatización industrial

Gustavo Ceballos,
Ingeniero Civil Electricista.
Mauricio Bustamante,
Ingeniero Civil Químico



El control y automatización industrial es un área transversal del conocimiento y tributa a todas las actividades del centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería.

3.4.1 Líneas de investigación:

a) Desarrollo de sensores no invasivos y sistemas de control aplicables a la industria de procesos (Industria Minera, Petroquímica, Pulpa y Papel, etc).

Un proyecto representativo de esta línea, corresponde al Sensor de Nivel que discrimina y segmenta la superficie del líquido en un estanque, permitiendo determinar el área de la superficie y con ello la altura del estanque (que es lo que se desea). Lo que queda entonces, luego de probada la etapa anterior, es optimizar los algoritmos para que pueda ser usado en tiempo real.

Instrumental requerido:

- Planta de Nivel (2 estanques), cámara y PC.
- Péndulo de furuta o rotacional.
- Levitador magnético.
- Brazo robótico QUANSER.
- Insumos de robótica para navegación autónoma.

b) Control de procesos en las áreas de extracción de recursos metálicos y no metálicos

En esta línea de investigación se realiza el análisis y diseño de sistemas de control que permitan monitorear y controlar las variables de interés que intervienen en los procesos de extracción de recursos metálicos (cobre principalmente) y recursos no metálicos (litio y potasio principalmente).

La minería del cobre está constantemente mejorando sus procesos, a fin de controlar sus costos operacionales, producto de la progresiva disminución de las leyes de cobre de sus yacimientos, lo que se suma a la escases del recurso hídrico. Estos factores hacen de la gran minería una empresa altamente demandante de soluciones eficientes.

c) Minimización y aprovechamiento de los desechos orgánicos

La minimización y aprovechamiento de los desechos orgánicos (basura principalmente) es un tema que ya está instalado en la agenda de desarrollo del gobierno central. Por lo tanto, el Centro de Investigación debe disponer de una Planta Piloto de Biogás (Bio-reactor anaerobio), en la cual se llevaran a cabo pruebas usando diversas estrategias de control automático para identificar la más adecuada dependiendo del tipo de sustrato orgánico o residuo a procesar, ya que el producto a obtener (metano principalmente) es sensible a las variables temperatura del Bio-reactor y flujo de alimentación por nombrar algunas.

d) Espesamiento de relaves

El manejo de residuos mineros masivos, como son los relaves, tiene una gran importancia debido al agua contenida y el gran volumen que es generado dentro de las faenas.

Dependiendo de las características de los relaves, es factible mejorar las propiedades mecánicas, generando pastas de relaves, lo que permite una mejor disposición de éstos, además de su uso alternativo, el que va desde relleno hasta material de construcción y caminos.

El propósito de este tipo de proyecto, será la determinación de los parámetros críticos, que determinen la calidad de la pasta generada en el proceso de espesamiento, sus propiedades reológicas y usos que se pueda dar a dicha pasta, además, de las tasas de recuperación de agua.

e) Elementos no explotados en la industria minera

Los relaves mineros poseen una serie de elementos no explotados, los que son de interés para diversas aplicaciones, la limitante de éste proyecto es el volumen de materiales a recuperar, se han realizado varias iniciativas tendientes a extraer dichos elementos, pero al parecer no son una prioridad de las empresas mineras, salvo sus áreas ambientales.

f) Manejo de residuos en la industria agropecuaria

Además de la minera, la industria agropecuaria es un nicho importante en dónde se deben concentrar los esfuerzos para el manejo de sus residuos orgánicos, los cuales pueden ser empleados en la obtención de gas natural, mediante el uso de bioreactores, el que puede ser empleado dentro de la misma empresa, para satisfacer sus necesidades de calefacción y/o combustible. Lo fundamental en estos proyectos, será la determinación de parámetros óptimos de generación de biogás para distintos tipos de residuos agrícolas, para finalmente obtener un algoritmo que permita predecir la generación de biogás en función del tipo de mezcla de residuos ingresados al reactor.

Propuestas para un centro de investigación de nuevos materiales y ciencias de la ingeniería

3.4 Control y automatización industrial

3.4.2 Superficie requerida

Se estima que una superficie de 25 mt² será suficiente para instalar las plantas piloto (Planta de nivel, péndulo de furuta, levitador magnético, motor de corriente continua, motor de inducción, 6 PC's , etc), las cuales servirán para implementar y probar las diversas estrategias de control automático que serán utilizadas en los procesos que se desarrollen en el centro de investigación.

Adicionalmente, se debe considerar una bodega de acopio de materiales, la que puede ser compartida con el resto de las área del centro, dicha bodega debe ser de unos 60 m².

3.5 Servicios para el área de bioingeniería

Oscar Inostroza Aliaga
Ingeniero Civil Electricista

A fines de los años 80, los primeros esfuerzos sobre bioingeniería dieron sus inicios; naciendo como una rama aplicada de la Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Química. En Universidades tradicionales (Universidad de Chile, Universidad de Santiago, Universidad de Concepción, Universidad Técnica Federico Santa María), se cimentaron las primeras bases de sendas carreras o postgrados hoy en día existentes en esta área de desarrollo e investigación.



La bioingeniería resulta ser una fuente de conocimientos que mezclan las áreas propias de la ingeniería eléctrica o electrónica, de las ciencias médicas, de ciencias básicas (química, física y matemática, entre otras) y de computación e informática. Esta área tiene por objetivo realizar sendos análisis, diseños y estudios de pre-factibilidad técnico-económicos para diversas actividades de sectores productivos; a saber: medicina, odontología, ingeniería forestal, agronomía, veterinaria, kinesiología, psicología, y otras, que tienen relación con desarrollos aplicados en temas de mayor producción, predicción y rendimiento.

Otro foco singular es el tema de innovación en esta área de la bioingeniería, ya que esta disciplina tiene como uno de sus propósitos el poder diseñar y producir prototipos que resuelvan temas puntuales o específicos de las diversas áreas antes reseñadas. No sólo equipamiento electrónico, servo-mecanismos, u otro dispositivo tecnológico; sino también en desarrollo de aplicaciones de software utilizando herramientas de Inteligencia Artificial o Neurocibernética. Por lo tanto, los esfuerzos deben orientarse a los siguientes puntos:

a) Apoyo al diagnóstico médico. El uso de sistemas expertos, inteligencia artificial, redes neuronales o memorias asociativas; pueden conformar diversos prototipos de "Sistemas Expertos", que apoyen al diagnóstico médico. Para ello, grupos interdisciplinarios de áreas de medicina (u otra biológica), matemática, computación e informática, así como de ingeniería electrónica, pueden construir tales sistemas automáticos. Estos sistemas tienen una amplia aplicación en la sociedad actual. Otra área que también puede ser implementada, se basa en el desarrollo de sistemas de gestión hospitalarios, o de organizaciones de sistemas de salud. Un tema muy interesante, es la elaboración de Bases de Datos Médicas (o de otra característica) que administren y gestionen imágenes de los múltiples exámenes existentes.

b) Sistemas biomédicos. Con el apoyo de materias de control automático, servomecanismos, inteligencia artificial, manipuladores controlados por procesadores (comúnmente conocidos como robots), procesamiento de imágenes, son plenamente posibles la construcción de dispositivos y modelos matemáticos o de simulación que emulen "Sistemas Biomédicos". La simulación de sistemas en los que la naturaleza interviene, pueden ser re-construido emulando su comportamiento y escudriñando el comportamiento futuro ante ciertas variables que son modificadas.

c) Manipuladores biomédicos. El uso de materiales diversos, electrónica, comunicaciones, etc., pueden construir piezas que simulen o emulen estructuras humanas, juntas o acciones; generando áreas de investigación de robótica aplicada a los sistemas biológicos, de ortótica (piezas ortopédicas), como en biónica. Ejemplos hay muchos, algunos muy interesantes, tales como el Ojo Biónico que ya se implanta, o el Oído Biónico (trasplante coclear) que también ya es un hecho en el país.

A fin de dar forma a esta área, se debe estudiar el tema por etapas. En la primera fase, es plenamente factible que se impulse el desarrollo mediante la interacción de Grupos Interdisciplinarios, generando una suerte de sinergia entre todos los participantes y priorizando las áreas específicas que son relevantes a considerar como prioritarias. Así, los puntos a) y b), antes indicados serían los más apropiados.

La segunda fase, sería la de implementación de un laboratorio robotizado para aplicaciones industriales o comerciales de los análisis ya desarrollados en los puntos a) y b). Este Laboratorio de un costo elevado, podría ser parcialmente financiado con los análisis y proyectos que la fase anterior generó.

3.6 Química cuántica aplicada: Caracterización *ab initio* espectroscópica de moléculas prebióticas, moléculas de interés astrofísico y moléculas relevantes en las ciencias ambientales

Dra. Natalia Inostroza

En los últimos treinta años se han detectado en el espacio alrededor de 160 especies moleculares. En la actualidad, se encuentran numerosos trabajos teóricos centrados en el análisis de estas moléculas. Algunos de estos trabajos han sido relevantes para la astrofísica, al predecir posibles estructuras y calcular constantes espectroscópicas para especies que con bastante posterioridad, han sido detectadas. Hasta el presente, la variedad de moléculas detectadas, va desde H₂ hasta moléculas complejas de 13 átomos. Varias moléculas prebióticas, como el glicolaldehído y diferentes alcoholes y éteres ya han sido detectadas. Más aun, la gran abundancia de nitrógeno existente en la atmósfera planetaria de Titan cercano a un 94% de nitrógeno mas la presencia de varios hidrocarburos, como el CH₄, C₂H₆, C₄H₂, HC≡C-CH₃, HC≡C-C≡N, C₂H₂, junto con HCO, CO, HCN, entre otros, hace inferir la intrínseca relación que tienen estas moléculas con el desarrollo de la vida.

Algunas de las moléculas diatómicas más abundantes en el espacio corresponden a H₂, CO y Si, C estos últimos constituyentes de los granos de polvo. Así mismo y producto de las diversas condiciones ambientales que dominan los medios interestelar (MI), circumestelar (MC) y atmósferas planetarias, es que se han observado especies difíciles de aislar y caracterizar a nivel de laboratorio.

Muchos iones, radicales y cadenas insaturadas son de baja estabilidad y solo en ocasiones se pueden estudiar experimentalmente, pero las distintas técnicas experimentales producen resultados divergentes e inciertos dada la inestabilidad de las especies o por sus cortas vidas media o por ser difícilmente sintetizables. Por estas razones, los cálculos *ab initio* son una herramienta fundamental para la astroquímica, dado que la interpretación de las observaciones requiere conocer sus propiedades electrónicas y estructurales.

Por otra parte, existe una gran variedad de especies sin dipolo eléctrico permanente que carecen de espectro rotacional puro, por ejemplo, moléculas como C₃, C₄, C₅, C₆, C₇, C₂H₂, C₄H₂, C₆H₂[11-14] son especies relevantes para la astroquímica dado que actúan como intermediarios de reacciones en fase gas además de ser bloques constituyentes de especies moleculares mas grandes como los fulerenos o los PAHs, razón por la cual también son importantes en la física de materiales. Estas cadenas usualmente insaturadas e inestables presentan isomerismo, donde el número de isómeros se acrecienta con el número de átomos y más aun, con la presencia de un heteroátomo. En la actualidad está en fase de desarrollo el mayor proyecto de radioastronomía, ALMA, cuyas antenas se están instalando en Atacama, Chile y que va a permitir obtener información de un sin número de especies nuevas para lo cual se requiere trabajo conjunto de astrónomos, astrofísicos y fisicoquímicos.

Considerando estos avances en el área, se propone el desarrollo de una línea de investigación sin precedentes en Chile que incluirá el estudio de diversas poblaciones moleculares en sus formas neutras, cationicas, anionicas y poblaciones moleculares de tipo prebióticas, todas relevantes para las ciencias del espacio. Además se extenderá a una segunda rama de investigación tendiente al estudio poblaciones moleculares con impacto medio ambiental relevantes en las ciencias atmosféricas a nivel nacional y mundial. Para el correcto análisis de los sistemas seleccionados, se utilizarán métodos *ab initio* y bases consistentes con la correlación electrónica de inherente importancia en sistemas inestables. En general, se determinarán propiedades estructurales con los métodos más óptimos para cada especie, luego se calcularán las propiedades espectroscópicas tanto de especies estables como de intermediarios, incluyendo varios estados electrónicos.

Para sistemas con degeneración orbital o para estados electrónicos excitados se emplearán métodos multiconfiguracionales CASSCF (complete active space self consistent field), CASPT2 (multiconfigurational second order perturbation theory) y MRCI (multi-reference CI) especialmente en presencia de intersecciones cónicas, efectos Renner-Teller o espinorbita, etc., ya que en estos casos se plantean muchas incógnitas difícilmente abordables experimentalmente.



En sistemas que no presenten inestabilidad y degeneración orbital, se utilizarán los métodos monodeterminantes "size consistent" coupled-cluster CCSD(T), CCSD(T)-F12A o F12B. Se utilizará la familia de bases consistentes en correlación (cc) de Dunning que permiten una aproximación sistemática al límite de base completa (complete basis set, CBS). Con el fin de incluir los efectos de la correlación dada por los electrones del core, se utilizarán las bases, ccpCVXZ, más las bases específicas para la aproximación F12 como son cc-pvXZ-F12A-B.

Estos cálculos *ab initio* punto de partida para la caracterización espectroscópica, se realizarán con diversos programas *ab initio* entre ellos MOLPRO, Gaussian, GAMES. En lo que se refiere a las propiedades ro-vibracionales enarmónicas se determinan con teoría de perturbaciones de segundo orden así como con códigos variacionales. La elección de la metodología óptima dependerá de las características propias en cada especie seleccionada.

3.7 Caracterización de propiedades de materiales de ingeniería

Gerardo Díaz Rodenas
Ingeniero Civil Industrial



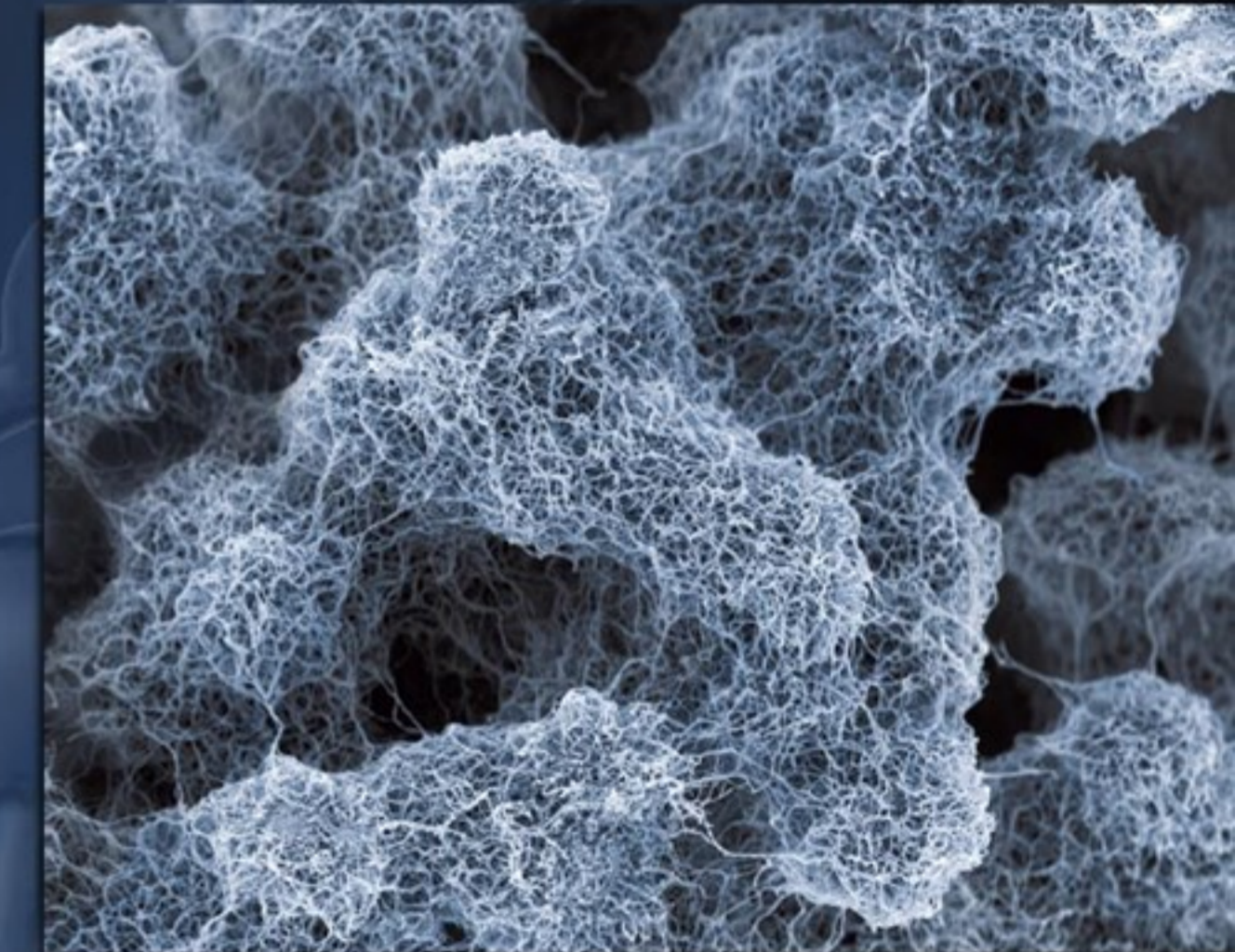
Si en el ámbito de la construcción pudiera escogerse un material que sea representativo durante todo el pasado siglo XX se elegiría al cemento hidráulico. Su masivo empleo, su aporte al desarrollo de la civilización moderna y sus actuales tendencias de innovación y desarrollo durante el presente siglo, entre otros aspectos, avalan la elección anterior. Hoy la industria del cemento presenta nuevos desafíos y debe dar respuesta a su impacto frente al cambio climático. En tal sentido, hay una importante orientación hacia la mejor utilización de las materias primas, de los combustibles, de las adiciones y aditivos así como un mejor desempeño en las aplicaciones que con él se hagan. Unido a lo anterior, también se han direccionado esfuerzos en el desarrollo de materiales alternativos y no sólo alternativos, sino ecológicamente sustentables con el medioambiente.

El objetivo del proyecto es el estudio calorimétrico de pastas de cemento con adiciones que presenten comportamiento puzolánico, específicamente las puzolanas naturales y las puzolanas artificiales, como las cenizas volantes y las escorias de alto horno. Mediante técnicas de análisis térmico, en particular, empleando calorimetría diferencial de barrido y termogravimetría se hará seguimiento a la cinética de formación de las fases hidratadas del cemento, a las modificaciones microestructurales, a los tiempos de hidratación, fraguado y endurecimiento, al calor de hidratación y a las resistencias mecánicas de las pastas consideradas.

Los procedimientos metodológicos necesarios para el logro de los objetivos propuestos son eminentemente experimentales. Para dos tipos diferentes de cementos, sean éstos de origen comercial o preparados en el laboratorio con clínqueres de diferente composición mineralógica, se prepararán diversas dosificaciones de pastas con adición puzolánica, unas con puzolana natural y otras con puzolana artificial, con diferentes contenidos de yeso. Se caracterizarán las materias primas mediante métodos convencionales, usando normas de origen local y/o internacional tales como las normas ASTM y las normas EN. Los clínqueres y los cementos se caracterizarán por microscopía óptica para determinar la composición de las fases mineralógicas. Las puzolanas se caracterizarán con el apoyo de análisis físico y químico.

Los cementos dosificados se someterán a análisis físicos químicos para su caracterización. Un grupo de muestras de pasta de cemento se evaluará térmicamente mediante calorimetría diferencial, termogravimetría y mediante la determinación del calor de hidratación usando el calorímetro de Langavant. Lo anterior permitirá hacer el seguimiento de cambios en los procesos cinéticos, para cada una de las diversas dosificaciones, así como la evolución del calor de la hidratación de las pastas de cemento.

Los resultados que se espera obtener se relacionan con: la determinación de los parámetros calorimétricos para las diferentes dosificaciones de pasta de cemento, es decir los respectivos valores entalpimétricos, la evolución temporal de la formación de los principales productos de hidratación, el calor de hidratación, las resistencias mecánicas y cómo las adiciones puzolánicas, puzolana natural y puzolana artificial, ceniza volante y escoria de alto horno, modifican las propiedades de aquellos cementos que no las tienen o que las tienen en diversa dosificación.



3.8 Modelación matemática y control automático

Gonzalo Rund Candia
Ingeniero Civil Químico

Tareas a realizar en el laboratorio:

- Diseño de esquemáticos y tarjetas de circuitos impresos (PCB) mediante el software Altium Designer.
- Implementación de sistemas de control automático de procesos en ambiente Visual Excel.
- Programación de librerías de enlace dinámicas (DLL) para control de dispositivos electrónicos en lenguaje C++.
- Diseño de equipos de transferencia de calor y masa.
- Evaluaciones de procesos existentes con miras a su optimización.
- Modelación matemática y simulación computacional de procesos químicos y físicos.

Requerimientos del laboratorio:

- Licencia Altium Designer.
- Material de laboratorio electrónico, tal como,
- Multitester
- Osciloscopio
- Protoboards
- Generador de señales
- Sensores (termocuplas, Pt100, phmetros, etc.)
- Actuadores (válvulas, bombas, calefactores, etc.)
- Equipamiento de fisicoquímica (mesones, material de laboratorio químico, reactivos básicos, conexiones eléctricas mono y trifásicas para operaciones de fuerza, campanas extractoras, etc.)



3.9 Research proposal

Professor Mikhail Brik, Estonia.

The main directions of the proposed research are as follows: i) calculations of the impurity ion energy levels localised within the host band gap and the analysis of microscopic crystal field effects by considering the influence of hydrostatic pressure on the electronic properties of the host and/or impurity ions; ii) consistent studies of the structural, electronic, optical, elastic and thermodynamic properties of a large number of various materials (pyrochlores, oxides, perovskites, nitrides, carbides, etc) with the aim of exploring the „structure - property“ and „ property - property“ relations; iii) development of a general model for the description and prediction of lattice parameters of pure and mixed cubic crystals.

Computational Materials Science is one of the most rapidly developing areas of modern interdisciplinary research in the bordering fields of solid state and quantum physics and chemistry. Such a remarkable progress is driven by a rapid increase of computational facilities, making possible some large-scale calculations unthinkable before, and by ever-growing demand for new functional materials capable of operating under different – sometimes extreme – conditions. On other hand computational studies accelerate process of development novel functional materials by selecting proper research strategies and focusing on most promising compounds. Although the density functional theory (DFT)-based calculations of the structural, electronic and optical properties of solids are readily available now in a number of free or commercial computational packages, still not much attention has been paid to the analysis of properties of doped materials, containing rare-earth or transition metal ions (which are of paramount importance for novel optical materials as phosphors, solid state lasers etc).



To fill in this gap, a method was proposed, which allows one to estimate the position of the lowest impurity level in the host's band gap using the DFT-based techniques as the first step. Then starting from that ground impurity level and optimized crystal lattice structure, the whole energy level scheme of an impurity ion can be built by using the crystal field theory. In this way, one can reconcile independent ab initio and semi-empirical models to get a complementary picture of an impurity center and a host crystal. In particular, by superimposing the impurity energy level structure onto the host's band structure it becomes possible to explain why certain impurity levels can (if they are in the band gap) or can not (if they are located in the host's conduction band) give rise to the emission bands. Such a method of calculations was successfully applied to $\text{TiO}_2:\text{Sm}^{3+}$, $\text{KZnF}_3:\text{Ni}^{2+}$, $\text{ZnAl}_2\text{S}_4:\text{V}^{3+}$, $\text{Ba}_2\text{LaNbO}_6:\text{Mn}^{4+}$ etc.

3.9 Research proposal

Another step towards understanding the microscopic behaviour of solids was made by quantifying the hydrostatic pressure effects on the conduction band of the host crystal and/or localized energy states of impurity ions. As a result, the dependencies of the crystal field splitting on inter-ionic distance were obtained, which were used to estimate the Stokes shifts, Jahn-Teller energies, and local compressibilities around impurities. In addition to that, pressure dependencies of the band gaps, overlap integrals of the neighbouring ions' wave functions, chemical bond lengths, lattice parameters were calculated for a large number of crystals to gain a better understanding of their properties under extreme conditions. Comparison of the calculated results with available experimental data yielded good agreement; the suggested method was applied to SrTiO₃, TiO₂, KZnF₃, MgCO₃, CaCO₃, ZnAl₂S₄, ZnGa₂O₄, InP etc.

Another direction of the performed research can be related to the systematic studies of isostructural compounds (like CuXS₂ (X=Al, Ga, In) ternary semiconductors, pyrochlores, transition metal mono-nitrides and monocarbides) to reveal certain trends in the dependence of various (structural, electronic, elastic, thermodynamic) properties of these materials on changes of their chemical composition and/or on external pressure.

Finally, an empirical model for computing the lattice parameters of cubic pyrochlores based on the knowledge of the ionic radii and electronegativities of constituting ions was developed. The model is able not only to describe existing literature structural data, but also to predict the lattice parameters of new or potential mixed pyrochlores. The general character of the model provides a firm basis for its applications to other crystals to describe not only their structural properties, but to investigate their stability as a function of composition with a final aim of identifying promising directions for a search for new materials with desired properties.



3.10 Research proposal

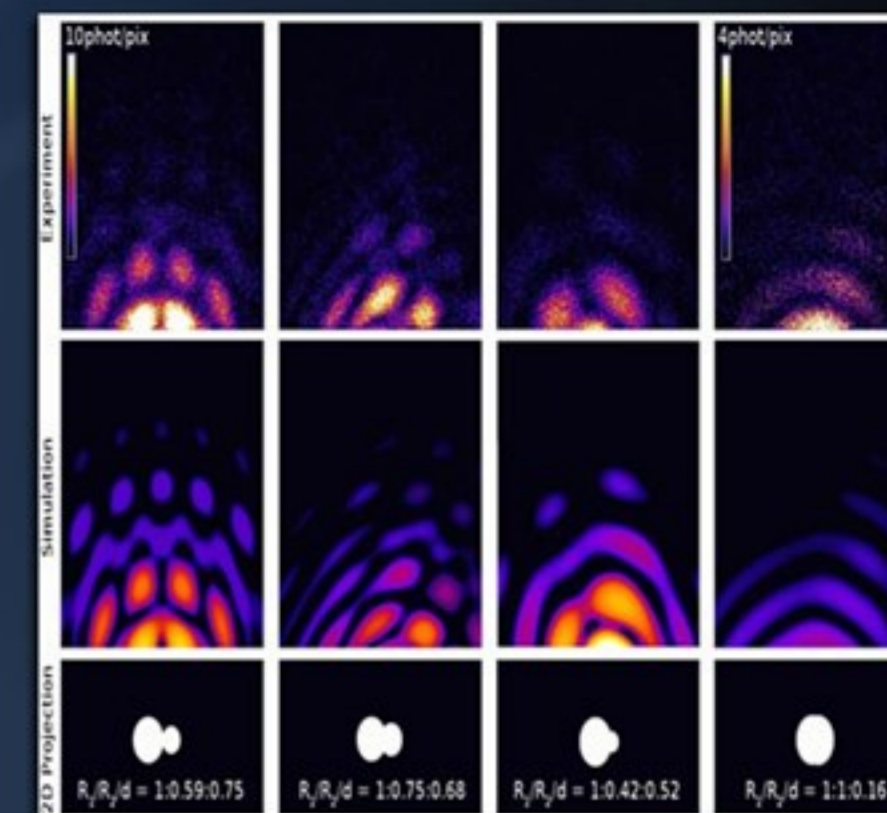
Professor
Dr Hab. Jacek Karwowski,
Lithuania

a) Exactly and quasi-exactly solvable models.

Studies aimed at designing model Hamiltonians for which the corresponding Schrodinger or Dirac equations are either exactly or quasi exactly solvable. The models include all kinds of Hooke'an systems (harmonium is the best known prototype). Solutions to these problems may be used to investigate the consequences and the ranges of applicability of different kind of approximations as, e.g. the Born-Oppenheimer approximation, separability problems in many particles systems.

b) Influence of confinement on properties of quantum systems.

Properties of many-electron systems (mainly atoms but also small molecules and interacting electrons) strongly depend on the form of the external confining potentials which may model various kinds of environments (as, e.g. plasma or crystal field). The effect of confinement may be studied using a variety of methods ranging from standard quantum chemical approaches (Hartree-Fock, configuration interaction) to exact numerical integration.

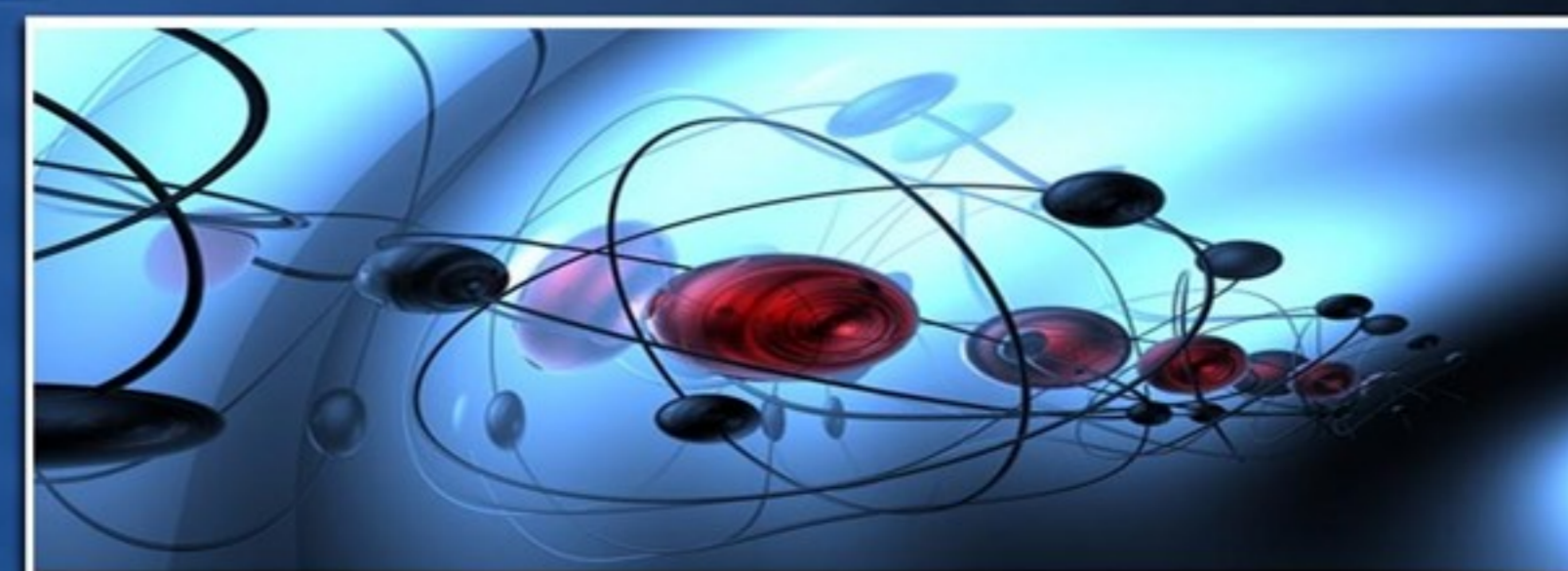


c) Operators in model space and statistical theory of spectra.

Studies are aimed at understanding the structure and properties of many-fermion and many-boson finite-dimensional model spaces. The results may be applied to matrix element evaluation, developing new approaches to studies on the operator spectra, deriving expressions for moments of spectral density distributions, studying statistical properties of spectra.

d) Relativistic and correlation effects in many-electron systems.

Works aimed at both developing new methods and studying properties of specific systems. In particular studies in properties of Dirac-Coulomb equation in the context of variational methods appropriated for solving this equation are developed. The implementation range from very accurate calculations (as relativistic-correlation cross term effects) to semiempirical ones (relativistic formulation of the quantum defect orbital method).





Esmeralda
Consultores & Ingeniería



- ◆ Minería Metálica y no metálica
- ◆ Tratamiento y caracterización de aguas y salmueras
- ◆ Caracterización de minerales
- ◆ Control y automatización de procesos industriales
- ◆ Proyectos energéticos, estudios de Eficiencia Energética
- ◆ Estudios de pre factibilidad técnica-económica y Cálculos de huella de carbono y relacionados.

www.consultoraesmeralda.cl

Phone: 56 (9) 9879 4137

Email: contacto@consultoraesmeralda.cl

MANUAL DE TURISMO RELIGIOSO

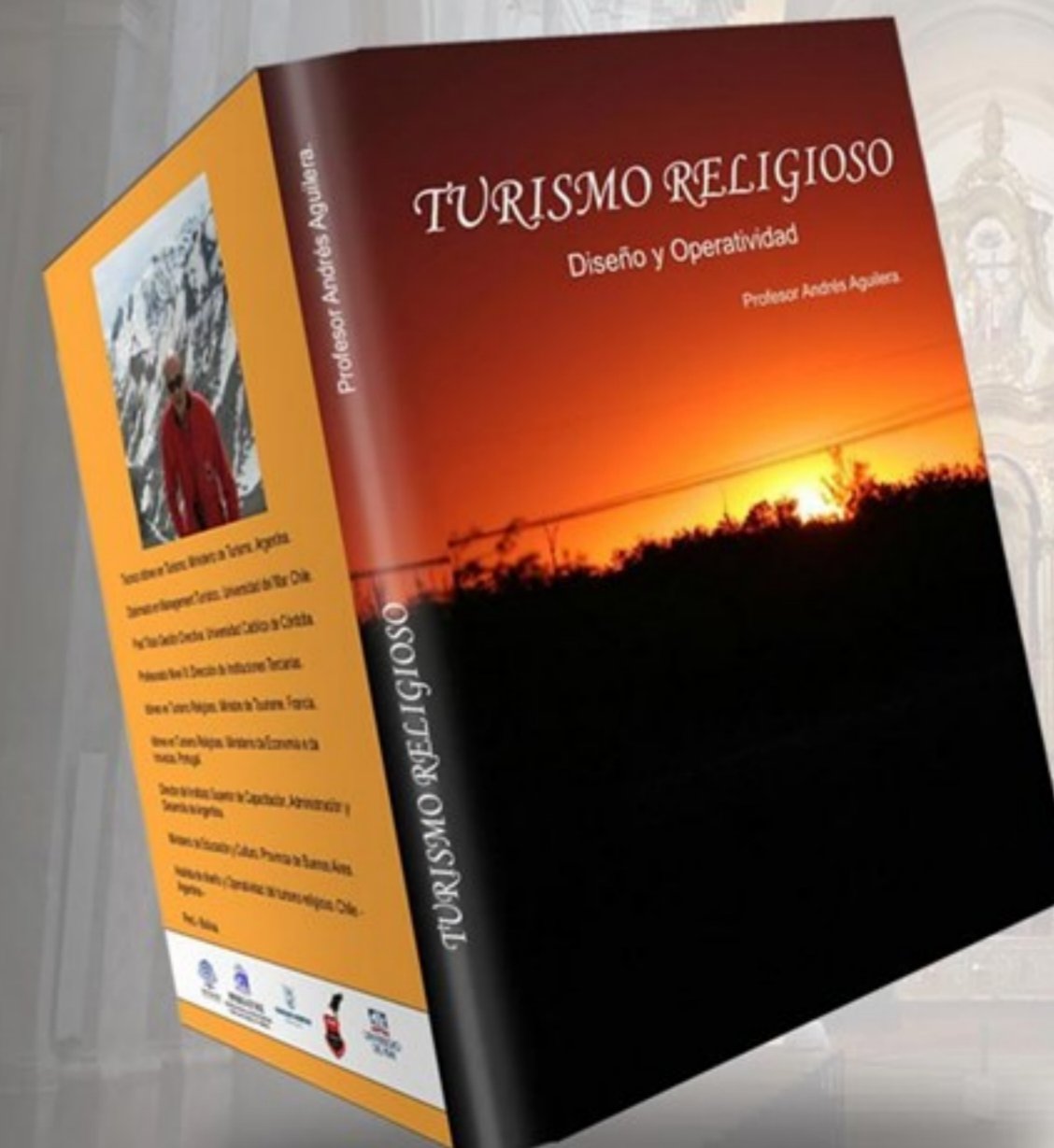
Fue presentado en Chile, y en la Provincia de Buenos Aires, un material de trabajo relacionado con el Producto Turístico Religioso, realizado por el Director del Instituto I.S.C.A.D. de Argentina, siendo el único material de estudio existente, en idioma español a nivel mundial.

En dicho libro, se especifica una metodología clara y precisa para orientar en el diseño y operatividad de un producto turístico sumamente especial, y que no debe ser tratado con esquemas similares al de la actividad propia del ocio.

El mencionado libro fue presentado con el acompañamiento de un seminario de Turismo Religioso a cargo del autor, y apoyado por instituciones directamente relacionadas con el turismo, que tuvieron un importante número de asistentes, lo que ha producido la realización de un calendario para el año 2014, con este tipo de actividades, en Argentina, Chile y Perú.

El advenimiento de un papado conducido por un argentino, El Cardenal Bergoglio, ha impulsado a provincias, municipios, y otros a la búsqueda de atractivos religiosos, con el afán de posicionar a su región, en un marco de estas características, debido al fuerte impacto socio económico que evidencia una manifestación de fe.

Las peregrinaciones, en el mundo, y de cualquier tipo de religión alcanza cifras superiores al millón de visitantes, por ende, es necesario tener una clara capacidad de reacción, extrema creatividad, y un orden en la planeación, donde el estado y los privados, deben mantener una asociatividad permanente.



[instituto ISCAD](https://www.facebook.com/institutoISCAD)



iscad@arnet.com.ar

Título: El Producto Turístico Religioso: Diseño y Operatividad.
Autor: Profesor Andrés Aguilera
Director del Instituto de Capacitación, Administración y Desarrollo de Argentina

Fono: 00 54 351 4886051
Córdoba, Argentina

Revista
INGLOMAYOR
Ingeniería Global Mayor



www.inglomayor.cl