



pág. 20

Smog y su efecto  
en la Salud.



pág. 48

Aseguramiento  
de la Calidad  
Académica



pág. 38

CONSTRUYENDO ALGORITMOS  
DE APRENDIZAJE INTELIGENTE





COMITÉ EDITORIAL:

Director Ejecutivo:

Eduardo Ávila Arancibia

Columnistas permanentes:

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

Diseño y diagramación:

Germán Serrano Alarcón

# INDICE

Que es la Universidad .....4

Smog y su Efecto en la Salud.....20

El azaroso ascenso del agua en las plantas.....22

Reflexiones en torno al Desarrollo de Organismos Genéticamente Modificados en Beneficio del Hombre.....30

Construyendo Algoritmos de Aprendizaje Inteligentes.....38

El Control Óptimo en la Industria de Procesos.....44

Aseguramiento de la Calidad Académica .....48

Impacto de la Investigación. Medición cualitativa y Cuantitativa .....50

## Palabras Preliminares

Esta edición (volumen) sexto de la Revista IngloMayor marca un punto de inflexión en nuestro trabajo, metódico y organizado en conformidad con los estándares exigibles en la Academia.

Se ha dado un énfasis en temas que superan las expectativas de todos nosotros, en el sentido que se abordan aspectos de las Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Textos y Apuntes Docentes a los cuales les asignamos gran relevancia. Mucho del material que se presenta, ha sido probado en el aula de clases, lugar en el cual medimos el impacto y la efectividad de los trabajos a ser seleccionados para la Revista.

Es sorprendente la cantidad de contribuciones que disponemos para levantar con cautela y rigurosidad los contenidos temáticos de IngloMayor, sin embargo estamos en deuda con una variedad de temas en nanotecnología, macromoléculas y aplicaciones en farmacología cuántica, fractura y resistencia probabilística, química superior, economía y autómatas celulares, modelos y métodos de optimización, variedad de temas en biología y avances en los últimos años. Así por ejemplo, en la edición secta de esta Revista, hemos introducido dos trabajos de índole biológico y genómica, entre otros.

Pensamos que el camino correcto es dar pasos de una longitud razonable y, lograr de esta forma introducir temas de relevancia en el análisis y estudio de temas para los lectores de esta iniciativa. El deseo existe de mejorar considerablemente en las ediciones posteriores a la presente, con el propósito de avanzar por el camino de la buena Academia.

Son muchas las personas a las cuales debemos agradecer el compartir sus trabajos y energía con esta Revista, la cual no tiene costo alguno para los lectores y en consecuencia, sus contenidos pueden ser manipulados con toda libertad. Las reglas en la Academia son conocidas y por lo tanto, estimamos innecesario recordar más de una de estas. Así por ejemplo, si parte o todo el material es empleado, Usted es bienvenido, solo precisamos que explicita la fuente de origen. Este deseo nuestro solo desea mostrar formalidad en nuestro quehacer del día a día, en el cual trabajamos sobre la base que precisamos saber y este conocimiento debe seguir todas y cada una de las formalidades del método científico.

Concluimos estas palabras con un escrito realizado y concebido por un eximio de la Academia, el cual agregamos a continuación, sin modificación alguna dada su trascendencia e importancia.





# ¿QUE ES LA UNIVERSIDAD?

Por  
ESTEBAN SZEGEDY  
SAN JUAN

¿Qué es la Universidad? ¿Es el conjunto de todas las escuelas de un distrito de enseñanzas sin distinción de grado? ¿Es un barrio privilegiado de la ciudad? O, ¿Es un club político que debe servir para el ensayo de la juventud en esta importantísima actividad humana más que en las cosas que se denomina ciencia? ¿Qué es?

Seguro que la Universidad es un ser vivo nace, crece y muere. Y por ser social y colectivo es decir, razonable, puede preguntarse por sus fines. ¿Qué es lo primordial en su formación actividad y desarrollo? Es la necesidad vulgar de la vida diaria también vulgar o ¿Un concepto alto y central alrededor del cual puede cristalizarse libremente lo que se llama la Universidad? Al buscar la definición de la Universidad debe partirse de su función aceptada sin contradicción, que consiste en la entrega de los conocimientos considerados como científicos. Por consiguiente, su primera definición será: La Universidad es una institución destinada para la entrega de conocimientos científicos. Esto nos conduce al conocimiento científico, produciéndose una acumulación de preguntas relacionadas al tema. Estas se condensan en dos: ¿Qué es el conocimiento y qué es el conocimiento científico?

A la primera contesta la teoría general del conocimiento. No una sola, sino, cualquiera que cumpla su tesis. Se elige como la más adecuada al tema presente la teoría positivista del conocimiento. Según ésta, el mundo consiste en el "yo" y sus imágenes subjetivas, siendo los elementos del mundo por este modo definido: los conocimientos. Esta definición equivale al aserto que hay tantos mundos cuantas gentes haya viviendo; la verdad es el "hombre y su mundo" y no el "mundo y su hombre" sobrentendiendo el mundo que cada uno está experimentando subjetivamente como dueño exclusivo de su "yo" y sus imágenes.

Parece al primer momento que la aceptación del fondo de la teoría positivista conduce forzosamente a una anarquía. Pero no es así. En el sin número de los dos mundos que representa la gente se repiten elementos comunes, aceptados sin contradicción.

Por ejemplo, nadie va a confirmar que una piedra está cayendo hacia arriba, el agua se congela al calentarse o el hombre nace anciano y muere niño.

¿Por qué no se representan afirmaciones semejantes?

¡Por ser la probabilidad del acontecimiento mínima!

El pobre primitivo no dispuso desde sus comienzos sobre conocimientos indisputables. Según él hubiese podido ocurrir la caída negativa de una piedra, el enfriamiento del agua al prestarle calor o la marcha invertida de la vida. Costó tiempo hasta que la repetición continua y jamás contradictoria de sucesos se ha sentado en la mente como una base sólida de su mundo. Y llegó la época en la cual ya no se confió esta distinción de las cosas ordenadas según probabilidad a la herencia biológica y que obra muy lentamente y ofrece solamente la disposición de reaccionar del mismo modo que los antepasados sino, se aceleró la adquisición de los acontecimientos de máxima probabilidad por la enseñanza dentro el breve lapso de la juventud. Así nació el conocimiento científico y la enseñanza. El primero como consecuencia de la uniformidad de los sucesos de máxima probabilidad y la segunda como invento humano para economizar la misma vida concentrándose en breve tiempo lo que se ha experimentado en el lapso de siglos y milenios. Evidente es que el desarrollo intelectual a la formación del mundo colectivo en forma tal, que las cosas de máxima probabilidad no son el objeto de discusiones sino, son aceptadas sin contradicción, es decir, comunes, entre la muchedumbre de los mundos aislados, debe tener una causa común. Puede tener su origen según el concepto clásico en la legitimidad del "mundo exterior" o según el concepto moderno en el "desorden estadístico" de la fuente de las acciones pero en todos los casos se basa en la interpretación uniforme de los órganos.

UNIVERSIDAD  
FACULTAD DE FILOSOFIA



Supongamos que la gente hubiese nacido con anteojos interiores de distinto color o un transformador a distinta frecuencia de las ondas en su oído. ¿Qué sería la interpretación del mundo? Uno experimentaría el cielo como azul y el otro como verde, uno experimentaría el mismo sonido como el trino de los pájaros y el toro como el ladrar del perro. Eso sería una anarquía por que los mundos individuales no tendrían nada que es común. Tampoco existiría conocimiento científico que no es nada que la representación uniforme de las cosas de máxima probabilidad común para toda la gente en forma activa tal que contesta a la pregunta, ¿Cuándo y cómo debe ocurrir un acontecimiento de máxima probabilidad? En cambio el conocimiento vulgar es un comportamiento mental pasivo que acepta los acontecimientos de esta índole. ¡Lo esencial para nuestro tema es, que el mundo colectivo según el concepto positivista no es constante sino, se amplía continuamente al aumentar la suma de los acontecimientos forzosamente aceptados sin discusión por ser las afirmaciones de los conocimientos de máxima probabilidad. Y de esto sigue una clasificación importantísima de la gente, partiendo de la medida según la cual toma parte en la construcción del mundo colectivo. Según el concepto positivista no es constante sino, se amplía continuamente al aumentar la suma de los acontecimientos forzosamente aceptados sin discusión por ser las afirmaciones de los conocimientos de máxima probabilidad. Y de esto sigue una clasificación importantísima de la gente, partiendo de la medida según la cual toma parte en la construcción del mundo colectivo.

Uno se comporta pasivamente enfrente de esta actitud humana más noble, es decir, simplemente está registrando sus resultados y nada más. Esta clase que hace la mayoría de la humanidad, es la del hombre registrado. Un otro, forma una minoría pequeña que aprovechando los elementos ya conocidos del mundo colectivo los agrupa en combinaciones todavía no experimentadas, con que se amplía el mundo. El es el hombre combinador, lo que se denomina corrientemente talento.

En fin, el último, parecido en su rareza a los cometas del cielo, quita el velo de los secretos del mundo exterior equivalente a un "orden divino" o la fuente del "desorden estadístico" equivalente al caos y presenta conocimientos totalmente nuevos que cumplen la condición de repetirse con máxima probabilidad. Él es el hombre creador llamado genio, que es el inventor del mundo colectivo, su verdadero proyectista y constructor.

Dos puntos se presentan a ser explicados en nuestra clasificación; el uno es general y el otro es especial. El primero se refiere a la fuente de que se forma el mundo colectivo. Lo hemos caracterizado como "el mundo exterior del orden divino" o como "el mundo del desorden estadístico". Es muy probable que el último corresponda a la verdad. El concepto del primero carece de toda la modestia de un ser dependiente de una creación magnífica que ha suministrado el mundo como una mercadería correspondiente a la especificación de un pedido y, acuerdo de pliegos propuestos por un orgullo moralmente criminal sino, ha entregado al hombre sumiso el mundo del desorden estadístico, permitiéndole la colaboración en la continuación de la construcción por sus talentos y genios, una tarea de suma confianza en que debe cumplirse su destino de luchar y confiar. El segundo se refiere a la causa de la desigualdad del funcionamiento de la gente referente a la ampliación del mundo colectivo. Esta desigualdad procede de diferencias biológicas dadas y casi inalterables. El "El por que", es todavía un secreto. Uno es capaz de leer en el libro cabalístico del caos, el otro no. El uno es capaz de desenredar la armonía, mientras, el otro queda sordo.

La necesidad de clasificar la gente según su papel respecto a la ampliación del mundo colectivo, según ésta una sola facultad que puede ser la norma de la clasificación, conduce a una situación muy delicada. De la misma fuente de la cual se originó el concepto del mundo exterior del orden divino, nació la igualdad sin cimentación experimental y su medición por la máxima probabilidad.

Si se efectúa la última, se experimenta la falta absoluta de este criterio. Un resultado, que sería inevitable al examinar la suposición que todos los cuerpos celestes son de la misma magnitud, velocidad y temperatura. Y así, el concepto superficial de la igualdad, como expresión de lo indefinido, queda aplastado en su examen. Debe rendir un desquite y presentarse con un nuevo contenido y nueva forma reales, entendiéndose por real que desaparezca la contradicción que consiste en un principio cuya máxima probabilidad no existe.

Pregunto a quiénes están negando la validez de este desarrollo, ¿Por qué son las pruebas de psicotecnia, por qué se instala exámenes de competencia cuando todos somos iguales con respecto a la ampliación del mundo colectivo? ¿Para qué sirven los exámenes y las pruebas si no hay diferencia funcional entre la gente? La práctica de la vida diaria anula y desmiente la noción ciega y vacía de la igualdad intelectual.

No debe confundirse la desigualdad intelectual con la desigualdad social. Se refiere aun grado antiolectivo de la participación en la regeneración corporal. En este sentido puede formarse la noción positiva de la igualdad social, puede buscar sus remedios, pero como se verá, el único remedio es el trabajo positivo, es decir, del que resulta la ampliación del mundo colectivo. La desigualdad intelectual es un hecho y la igualdad social es un deseo.

El deseo no es objeto del mundo colectivo. No posee el criterio de ser común para toda la gente. Unos desean la igualdad social, otros se oponen a ésta. Se vé que el deseo es un elemento de los mundos aislados, del mundo del "yo" por lo cual carece de la característica del conocimiento y conocimiento científico todavía más. No es común y no es indisputable. Además, no se repite uniformemente sino, varía de su magnitud e intensidad, hasta de su objeto.

Siendo nuestro tema principal lo esencial de la Universidad tenemos que alejar de su tratamiento todo lo que no corresponde a su funcionamiento de que se ha partido. El mundo de la Universidad es el del desorden estadístico, un mundo colectivo. El otro mundo, el de los deseos no tiene campo dentro de sus aulas y como se excluye de los templos de la creencia lo vulgar, asimismo el alma mater no tolera lo que no corresponde a su alto concepto.

A la desigualdad intelectual y la clasificación basada en ésta con respecto a la aptitud del individuo de ampliar el mundo, es decir, al hecho innegable que el hombre puede ser registrador, talento y genio, corresponde la clasificación de la enseñanza. La enseñanza pierde su razón cuando llega al límite intelectual de su objeto. Un hombre registrador jamás puede convertirse por la enseñanza en un talento, un talento nunca puede equivaler a un genio, no obstante los esfuerzos de lograrlo por estudios. Tratándose de una función biológica el cambio del destino intelectual no tiene probabilidad que la conversión de una violeta en un vino de Oregón o la de una rana en un cóndor: Esto quiere decir que a las tres clases de gente corresponden tres clases de enseñanza: La escuela registradora, la escuela combinadora y la escuela creadora. La distinción de las dos últimas es muy difícil, motivo por el cual las trataremos juntas denominándolas escuela del hombre constructor.

Ya en el escalón más bajo, en la escuela registradora se comienza la separación de las dos clases de gente semejante a la separación del agua y aceite, no obstante de encontrarse en el mismo matraz.



El elemento registrado reacciona a la entrega de los conocimientos científicos tomando nota de su existencia con una indiferencia absoluta con respecto al origen, la validez y el aspecto futuro del mundo colectivo adquirido por su estudio. El acepta todo lo comunicado y se siente sobrecargado cuando debería añadir algo a los bienes intelectuales ofrecidos. Por no estar saturado y ocupado por esta tarea difícilísima, tiene tiempo de inclinarse al mundo de los deseos que es simple y no consiste en nada más que en las reacciones de su "yo". La mayoría de la humanidad se halla en este estado.

En un estado lamentable del cual no hay salvación alguna por su propia fuerza, sino, una indirecta por intervención del talento y el genio, Ya se ha anunciado que el talento por combinación y el genio por creación amplía el mundo colectivo cuya descripción sistemática es la ciencia. Por consiguiente, el hombre nacido más tarde que otro tiene a su disposición un mundo más amplio y tiene que registrar muchos más conocimientos acumulados por la labor del talento y el genio. Evidente es entonces que la clase intelectual más baja no está pisando en un muerto, no está en reposo espiritual. Pero su movimiento ascendente no vale para el individuo sino, para las generaciones. En cambio, el talento y el genio no se satisfacen con el mundo colectivo recibido de segunda mano, es decir, por la enseñanza. Dentro de su corta vida lo amplía, siendo el nuevo conocimiento en estado naciente su exclusiva propiedad, hasta que a través de un sin número de pruebas se atestigua su carácter de máxima probabilidad y se acepta sin discusión como conocimiento científico. Al pasar el tiempo también el hombre registrado toma posesión del nuevo conocimiento, con lo que éste pierde su novedad.

Como le he dicho, ya al comienzo de la enseñanza se separan las clases intelectuales. El reconocimiento del tipo registrador es fácil; pero un tanto más difícil es el del tipo constructor.

La cuestión es siempre la misma, ¿es el individuo que se separa del registrador diferente de éste? La pura separación no es criterio suficiente sino, decide el intento de combinar y crear. Es el objeto de una pedagogía nueva y positiva de suministrar los métodos más seguros con respeto a esta distinción. Como el hombre constructor está ampliando el mundo colectivo, cada pérdida de este elemento equivale a una retardación del progreso, decidiéndose sobre su rato el reconocimiento y la salvación del hombre constructor. El lema es: ¡Salvad el talento y genio para salvaros vosotros mismos!

De la contradicción entre la necesidad e inseguridad en el reconocimiento y la salvación del hombre constructor se deduce la segunda y ya más exacta definición de la Universidad. No basta que ella entregue los conocimientos científicos sino, tiene que ejecutar la selección excluyendo el tipo registrador y asimilando el tipo constructor. Esta función es imposible en la escuela registradora que no tiene otro fin que entregar los conocimientos científicos y enseñar su aplicación. La Universidad va a un paso más adelante. Por ser la combinación y creación de los nuevos conocimientos metódicos, enseña los métodos corrientes hasta la fecha para llegar a los efectos intelectuales máximos. Las operaciones experimentales y mentales necesarias, se llama la investigación científica y su herramienta: la metodología de la investigación. Como la investigación misma es una actividad puramente individual, queda en resumen que la Universidad es la escuela de la metodología de la investigación científica.

A base de esta definición puede limitarse el objeto de la Universidad en dos sentidos. En el sentido de la materia de la enseñanza y en el de la materia humana que después de haber sido rendidas las pruebas necesarias o queda retenida en las aulas como tipo constructor o queda despedida como tipo registrador. La materia de enseñanza de la Universidad debe basarse en conocimientos entregados tales que permitan al haber sido adquiridos los métodos de la investigación, la combinación y creación de nuevos conocimientos de máxima probabilidad.

Por consiguiente los institutos comerciales y simplemente técnicos no tienen que hacer nada con la Universidad y son cuerpos ajenos en su organismo por ser puramente registrativos. Su administración universitaria equivale a cazar el gorrión con cañón. La Universidad debe concentrarse y reservar su munición material y espiritual para el fin más noble existente: posibilitar y organizar la ampliación del mundo colectivo por el hombre constructor, tanto por el talento, como por el genio. El reconocimiento y la salvación de estos es el deber humano y social máximos cuyo cumplimiento no es posible de otro modo que por una concentración absoluta. La acumulación de otros deberes imaginarios, como los referentes a favor del tipo registrados es un descarrilamiento que puede ser mortal, es decir, la Universidad perdiéndose en su propia contradicción, sucumbe. Es ser vivo, nace, crece pero puede también morir.

La economía universitaria también exige la reducción de la Universidad a su propio fin. Los medios materiales son generalmente limitados. Estos le confían la nación en forma de sus entradas con la espera del máximo rendimiento. Pero sí la Universidad no sigue el fin dado en su segunda definición, el rendimiento esperado puede bajarse, quizás llegar al cero. La Universidad no es una empresa formada para ganancias materiales, sino para aumentar la fortuna espiritual de la humanidad. Tampoco es una caja de ahorro, siendo sus entradas continuas y no amenazadas por vejez alguna. De esto sigue que la Universidad tiene que gastar todo su presupuesto en favor de sus fines definidos que no son nada más que el reconocimiento y salvación del hombre constructor por medio de la enseñanza de los métodos de la investigación. La enseñanza del tipo registrados es general y contradice: 1 objetivo universitario de la enseñanza especial. Claro es que estas condiciones deducidas de la segunda definición de la Universidad son límites y realidad que consiste en aproximaciones, determinando el rendimiento deseado.

Por lo enunciado en forma de definición expresa lo básico al contestar a la pregunta teórica ¿Qué es la Universidad? En el sentido real, ¿qué debería ser la Universidad? Las condiciones propuestas son muy rigurosas y pesadas. Pero tienen que ser duras al considerar el efecto de la actividad de su materia humana, la del hombre constructor.

Como se ha desarrollado, él está descifrando el caos. ¿De dónde viene el caos, llamado "el mundo del desorden estadístico"? Al responder a esta pregunta cuya contestación expresa y explica el papel extraordinario del hombre constructor, es menester describir por lo menos brevemente la suerte de un mundo "exterior". El solo no es ni constante, ni eterno, entendiéndose que está en cambio continuo, nace y muere. La eternidad de un solo mundo no existe sino, la de los mundos. Por lo menos un mundo está siempre presente a que podemos referir este ensayo. Cuando se forma, se encuentra en el estado ordenado de sus energías que son todas las funcionales. De otro modo sería su formación imposible. Entre las energías hay una que no es totalmente funcional y ésta es la parte del calor cuya transformación en otras energías no es posible. A cada cambio acompañado de calor corresponde una parte que se pierde para ser transformada en energías funcionales. Y como esta porción del calor no puede a continuación desempeñar función alguna, la suma de las energías funcionales disminuye continuamente. Este fenómeno se denomina la degradación de las energías funcionales o la degradación de mundo exterior. A pesar del cumplimiento de la conservación de la energía total, la cantidad disponible de las energías útiles se reduce continuamente en el mundo exterior y la de la energía inútil aumenta. Entonces, por el caos o el mundo del desorden estadístico se entiende el estado de degradación de las energías funcionales que no son de descifrar de otro modo que a base de las leyes matemáticas de la probabilidad, de donde procede la indicación: "estadística"



El hombre moderno ya ha descubierto con bastante probabilidad el destino del mundo exterior. Conoce su decadencia y fin relativo pero no su comienzo. No sabe, ¿por qué y cómo se renueva este mundo después de la catástrofe inevitable que consiste en la degradación total de sus energías. Los límites del conocimiento humano con respecto a su misma vida y a la vida cósmica son diametrales. Referente a la primera no sabe el fin y referente a la otra no sabe el comienzo. Y forzosamente debe suponer la existencia y admirar la obra de una mano invisible que da la cuerda al mundo decaído, o a un reloj parado. Y al dar la cuerda al reloj cósmico, el mundo en cuestión empieza otra vez su carrera, un mundo resucitado.

La creación ofrece según el concepto dado a sus criaturas un mundo que se degrada. Pero al entregarlo a ellas las capacita a retardar la degradación. Las capacita a luchar y confiar. Pero no sólo el hombre es el único en esta colaboración de la continuación de la creación. En el mundo exterior ya con la planta se empieza la lucha contra la degradación de las energías. Ella sintetiza el oxígeno y ácido carbónico del aire y el agua del suelo a costo de la energía de la radiación solar en la primera etapa a formaldehído y en la segunda por polimerización de éste al azúcar. Se ha detallado este fenómeno por ser importantísimo en la lucha contra la degradación de las energías funcional. Alimentándose de esta fuente sigue luchando el animal contra el enemigo común. Para cada función especial de su cuerpo posee un acumulador semejante al azúcar de la planta, sin el cual no podría mantener la diferenciación necesaria para las distintas funciones de sus órganos. Todas estas armas de lucha contra la degradación de las energías funcionales son naturales.

El hombre es el único ser que idea y practica métodos artificiales como armas de la misma lucha en todas las fases de su vida. En todas sus actividades necesita las energías funcionales. Estas son su fortuna más defendida dentro del mundo a degradarse.

Como las acciones de las energías funcionales están siempre acompañadas por calor debido a las resistencias presentes, depende de su ingenio de reducir lo más posible la porción de calor que no es transformable jamás en energías funcionales que necesita tanto. El efecto de este esfuerzo humano se mide por el rendimiento del procedimiento. Y esta medición es tan importante que el hombre la aplica no solamente en sentido técnico sino, también en sentido intelectual y social. Respecto a la Universidad, nos interesa el rendimiento intelectual íntimamente relacionado con el rendimiento técnico y social. Las armas artificiales aplicadas en la lucha contra la degradación de las energías funcionales son por una parte inventos humanos. Por otra los resultados de la combinación y creación. El estado mayor de ésta guerra no puede componerse de otra clase de gente que la de talento y genio, por ser el hombre registrador incapaz a esta función.

Con esto se llega a la tercera y más general definición de la Universidad, como sigue: La Universidad es el cuartel general en la lucha contra la degradación del mundo. Añadimos :en sentido natural, intelectual y social.

Las tres definiciones acumulativas determinan la Universidad ideal. A éstas corresponde el funcionamiento ideal de la Universidad. Según la primera, éste consiste en la entrega de los conocimientos científicos, en la cual como en una función psíquica la variable independiente es el maestro y la dependiente es el alumno. Entre ellos debería transmitir un medio visible, vale decir, material. Pero la transmisión acústica no trasmite directamente los conocimientos científicos sino, palabras: tampoco la transmisión óptica representa directamente el objeto de la enseñanza sino, imágenes exteriores. Todo es exterior: una excitación de los órganos extremos correspondientes. Dificulta la transmisión de la naturaleza del conocimiento científico moderno, siendo el factor tiempo muy desigual entre la adquisición y entrega.

El hombre constructor obró en todo el tiempo histórico de la humanidad para acercarse a la máxima probabilidad de las cosas. En cambio, la entrega didáctica del mismo conocimiento científico se intenta verificar en el tiempo más breve. Por ejemplo, la constitución de la materia era el tema eterno de los investigadores. Los esfuerzos para hallar su descripción de máxima probabilidad abarcan milenios y a pesar del alumbramiento difícilísimo del objeto, la enseñanza moderna lo entrega en unas clases universitarias. Además, dificulta este procedimiento psíquico, el mecanismo interior de la percepción. El hombre como ser vivo no puede añadir a su mundo existente fenómenos que no han vencido la resistencia natural de sus vías nerviosas, ocasionando en éstas un cambio material. Pero este cambio no es una reacción momentánea sino la del tiempo. Y el tiempo de la reacción tampoco determina por sí el rendimiento de la entrega de los conocimientos científicos. Puede ocurrir que la huella ocasionada por la acción queda sobrepuesta o tal vez borrada por otras acciones más fuertes. En el último caso el rendimiento de la entrega es nula y es preciso de repetir todo el procedimiento. La repetición no es superflua no obstante que ya está presente una huella débil pero permanente. La repetición graba más profundamente el trazado superficial hasta que su destrucción es imposible. ¿Qué quiere decir la utilidad de la repetición? Dice que hay que contrarrestar la contradicción existente entre el tiempo de la ampliación orgánica y artificial del mundo. Esta descripción es parcial por que no resuelve el problema del medio, que como contaba, no es material directamente. El problema consiste en hallar el modo de la entrega intelectual. Imagínese que el maestro es una emisora de radio y el alumno es el receptor. ¿Cuándo va a tener efecto la emisión? Solamente cuando la sincronización está ya establecida. Y ¿cuándo está cumplida esta condición?, cuando las oscilaciones corresponden.

Esta comparación sirve para el entendimiento de la entrega intelectual entre maestro y alumno; deben estar en un estado del sincronismo intelectual. De la misma comparación resulta la característica del maestro y alumnos ideales. Nadie se convierte en un catedrático por nombramiento, tampoco en un universitario por inscripción. Deben ser capaces a la entrega y recepción de los conocimientos científicos con que queda cumplida la primera definición de la Universidad. Las demás condiciones establecidas en la definición segunda y tercera trataremos en su orden. Por ser el maestro la variable independiente en el fenómeno de la transmisión científica, su característica antecede a la del alumno. Tiene que ser una antena de sus conocimientos, capaz de excitar sus escuchas por medio de un poder mágico, es decir, sugestivo. Mediante esta influencia provoca el mismo estado intelectual y, se podría decir, corporal del alumno en él se hallaba cuando él mismo ha recibido el mismo conocimiento científico y lo ha podido acumular a su mundo colectivo con rendimiento máximo. El estado requerido, como se ha subrayado, es también corporal, por ser la intervención de los nervios el fondo del fenómeno. El maestro ideal se identifica con el alumno cuando reproduce el procedimiento de la recepción de sus propios conocimientos científicos. Al establecerse este conducto íntimo entre maestro y alumno, las personas desaparecen y el fluido inmaterial del conocimiento científico recorre el espacio del potencial intelectual superior al potencial intelectual inferior. En estado de la sugestión muta la resistencia de las vías nerviosas es mínima por no intervenir superposiciones y otros obstáculos que podrían debilitar o borrar la huella. El sistema nervioso del alumno se rinde y él se entrega sin contradicción a la recepción de los acontecimientos científicos.

En resumen: para que el maestro pueda entregar los conocimientos científicos tiene que vencer la resistencia natural del alumno, que reacciona contra esta intervención artificial de modo tal que ambos se encuentren en el estado de sincronismo intelectual.



Hemos dicho que en este estado las personas desaparecen y no queda nada más que el hecho de la ampliación del mundo. Con otras palabras, se eliminan el "yo" y el mundo de los deseos. El "yo" es lo más primitivo pero poderoso y acoplado con el mundo de los deseos que es la suma de sus reacciones instintivas. Las superposiciones y obstáculos proceden de esta fuente. Entonces, el arte del maestro consiste en hacer desaparecer estos enemigos de la transmisión intelectual.

Se habló intencionalmente del conocimiento "científico" cuya transmisión es artificial y contraria a la recepción del conocimiento común. La última no es controlada ni interior ni exteriormente, es decir, la recepción del conocimiento común es una aceptación según gusto y no una prueba de la máxima probabilidad. El conocimiento común es el producto de muchísima, sin considerar el factor tiempo. Son las mismas para el individuo, como el conocimiento científico para la humanidad. Nacen según la frecuencia de la misma acción. Es evidente que la recepción de éstos también está relacionada con resistencia a vencer. Pero el procedimiento es tan lento que no es consciente.

¿Cuál es la condición por parte del maestro para poder conservar el sincronismo intelectual? Esta es que él se libere de su "yo" y del mundo de los deseos, antes que el alumno comience a reaccionar. Siendo su actividad la misma como en su estado aislado, carece de poder sugestivo. Al cumplir esta condición el efecto es posible pero no seguro. Sus medios tienen que ser adecuados para conservar el estado sugestivo del alumno y preservarlo contra la superposición o interrupción: Su medio es acústico y óptico, palabras y demostraciones. Cuando las palabras son monótonas y las demostraciones aburridas, producen el deseo de sueño, entonces, el alumno se rinde al enemigo, al mundo de los deseos y pierde el compás. Las palabras del maestro ideal son acentuadas conforme a la mayor o menor importancia de lo enunciado, resultando una presentación dinámica del conocimiento científico.

Habla como el actor del teatro cuyas palabras no representan una simple descripción sino, siempre, actividad. Por consecuencia de esta acción, se experimenta la combinación y creación en estado naciente que resultaron el conocimiento científico. Se experimenta la ampliación del mundo y se siente enriquecido. Asimismo la demostración tiene que ser dinámica. Nada de descripción, todo de actividad. Por el experimentado primitivo pasó algo que no existió anteriormente. Se ha descifrado una porción del caos. Y al repetirlo se asiste a la conmemoración del triunfo.

¿Cómo debe ser el alumno ideal? Él debe rendirse a la recepción científica. Tiene que tener conciencia de que se trata de su mundo colectivo. Su valor no consiste en el "yo", tampoco en el mundo de sus deseos sino, en sus conocimientos científicos. El mundo colectivo no es aparente en el reposo intelectual. Pero en cada actividad de la vida aparece su riqueza o pobreza. La juventud equivale a la actividad que será tanto más efectiva cuanto más amplio es el mundo del cual procede.

Todo lo dicho como derivada de la primera definición de la Universidad, vale también para la escuela registradora. La segunda definición es aquella que separa la Universidad de la pura registración. Su deber es estar delante de esta actividad simple, la enseñanza de los métodos de la investigación: Denominando el maestro universitario "catedrático" y su alumno "universitario", seguimos con la descripción de la materia humana ideal de la enseñanza más superior.

Para que el catedrático pueda entregar los métodos de la investigación, debe ser él mismo investigador. Esto supone que la condición de su nombramiento debe ser un pasado de estabilidad. Y como la investigación se basa por lo menos en la combinación, es evidente, que el catedrático ideal es un hombre constructor. El cumplimiento de este requisito es por una parte muy difícil, por otra parte feliz es la Universidad que dispone con este elemento.

Como las tres definiciones no son independientes sino acumulaciones de la misma noción, el catedrático fuera de ser un investigador, tiene que ser un buen maestro, cuya característica ya se ha dado.

El universitario ideal según los preliminares y la segunda definición es también un hombre constructor. Posee la facultad biológica de la combinación, tal vez la de la creación. Siendo los elementos de la combinación y el punto de partida de la creación.

Los conocimientos científicos ya existentes, él adquiere éstos con la mayor diligencia y rapidez, para poder dedicarse a su destino intelectual, a la ampliación del mundo. Entonces, se considera que el universitario ideal es un registrado perfecto, es decir, cada escalón superior de la gente estudiantil cumple también lo ideal del escalón inferior.

La tercera definición ya no se refiere a la actividad dentro de la Universidad. Como el cuartel general despide sus tropas que entrarán en lucha, asimismo la Universidad despide su elemento: el hombre constructor capacitado por el conocimiento de los métodos de la investigación científica de actuar contra la degradación del mundo. Y como las tropas agradecen por la perfección de las armas que se les ha suministrado, del mismo modo el universitario despedido de las aulas va a agradecer por el arma recibida de la Universidad para la lucha contra la degradación del mundo.

De acuerdo a los fines especiales, técnica intelectual, etc., de la Universidad, su ambiente debe ser también especial. Este ambiente consiste en el elemento material o intelectual. El material se presenta en la edificación universitaria. La edificación moderna experimentó cambios radicales en el transcurso del tiempo. Comienza con el estilo "por sí". Se condensó en la fachada sin tener en cuenta qué se halla detrás de ésta. No se prestó mucha atención a la disposición racional de la planta, siendo lo principal de mirar el exterior pero no el mundo de vivir en el interior.

Siguió después de la época de las lindas fachadas la edificación racional. No importó nada de la fachada sino, la conveniencia del interior para la ejecución de la fina a que el edificio fue elevado. En fin, se agregó a este estilo la edificación de la condición de ser expresada por su fachada al diseño seguido.

La última manera de edificación corresponde a los fines de la Universidad. Por un lado el ambiente material tiene que intensificar la acción sugestiva de la enseñanza. Por ejemplo, la facultad de leyes en la que se enseña el orden codificado de la vida social, aparece con la fachada de una corte suprema según el modelo consciente; la facultad de medicina lleva el exterior de un hospital moderno con la expresión de la máxima higiene y caridad; la sección destinada a la ingeniería mecánica tiene la cara de una fábrica; y la sección química expresa por su exterior que en su interior no puede ocurrir nada más que el trabajo químico con su especificación propia. La idea de la ciudad o el barrio universitario es sumamente sana. Pero solamente cuando corresponde al estilo universitario enunciado. En este caso, la separación y al exclusividad aumenta el poder, sugestivo. Por otro lado el interior universitario debe superarse en la colaboración para llegar al máximo grado de la sugestión. Tiene que ser solemne y simultáneamente íntimo. Debe resolverse la contradicción entre el templo y el hogar exhalando el aire de la elevación intelectual y la camaradería. Y, aparte del equipo puramente material, ordenado sistemáticamente, las paredes quedan adornadas por los retratos de los héroes más grandes de la ampliación del mundo. Una sala de electrotecnia que consiste en mesas, bancos y pizarrón sin el retrato de Faraday, es un crimen contra la tradición y piedad científicas. En fin, el catedrático debe tener su sitio privilegiando, su púlpito elevado, orientado según el mejor alumbrado y acústica, de donde puede ejercer con fuerza múltiple su profesión sugestiva con el mayor rendimiento.

El ambiente universitario intelectual solamente puede tener su fuerza sugestiva si excluye todos los elementos de superposición y obstáculo mental.



Es decir, excluye todo lo que no corresponde a su esencia. Su mundo es el colectivo y por consiguiente expele el de los deseos. En resumen: la Universidad no puede contener nada que no tiene el carácter del conocimiento científico, es decir, la máxima probabilidad del mundo de su concurrencia. Entre estos fenómenos el más contradictorio a la esencia de la Universidad es la política. La política procede del mundo de los deseos y no tiene nada común con el conocimiento científico; su entrega no es la ampliación del mundo. Este resultado es tan importante que vale la pena su deducción esmerada.

¿Cuál es el origen de la política? El descontento humano con respecto al propio nivel de vida en comparación con la de las clases privilegiadas y la defensa de éstas contra las manifestaciones del descontento. El campo de la discusión es generalmente la vida material, la economía, por ser controlable. La riqueza o pobreza es el mundo apronte del hombre hacia afuera cuya percepción es directa. Evidente es que la política, no siendo ciencia, no ha podido elegir mejor terreno por sus fines. Para salvar su actuación trivial intenta adquirir la apariencia de una ciencia promedio de principios acentuados como absolutos. Según uno de éstos la situación material de la gente determina su mundo colectivo. Basta citar la clasificación del hombre desde el punto de vista de los conocimientos científicos: el registrador, talento y genio que son clases biológicas y no económico-sociales para la refutación del principio en general. Otro enunciado de responsabilidad nula es la predicción del orden económico más próximo que según la propaganda de los partidos será mejor que el actual.

No falta mucho para probar estas profecías por validez. El movimiento económico se suma de las relaciones materiales y psíquicas de la gente. El elemento de deseo está siempre presente y donde él empieza a reinar, termina el dominio del conocimiento científico. ¿Qué ha sabido predecir el hombre del sistema económico más próximo? ¡Nada!

¿Quién ha sospechado que a la época de la manufactura sigue el capitalismo mecanizado? ¡Nadie! lo que comprobamos es que la política está muy lejos de ser una ciencia. Y no solamente el futuro diferente está oculto ante los ojos humanos. No domina y no entiende ni lo presente. El capitalismo en que vivimos marcha a ojos cerrados sin dominación propia. Por ejemplo, si en el año 1870 tres inventores hubiesen ofrecido al capital el automóvil, la radio y el avión como inventos importantísimos para el progreso de la humanidad, se serían rechazados por motivo de no existir el capital para su realización. Pasaron algunas décadas y automóvil, radio y avión son realidades sin poder dar cuenta sobre la marcha forzosa de estas cosas. Claro es que el hombre no domina el mundo de los deseos sino, el mundo de los deseos domina a él. En 1870 no había capital necesario para la realización de inventos importantísimos y en algunas décadas había. ¿Por qué no se ha podido predecir este cambio? El hombre no puede resolver sus problemas de otro modo que suspendiendo la marcha del tiempo. Está considerando siempre el presente. En el mundo colectivo intelectual por el cálculo se deja disminuir la variable independiente, el tiempo hasta cero-que no es nada más que la expresión del tiempo suspendido en su marcha- y por este método puede hallarse la ley diferencial. Su genio ha posibilitado la integración de esta ley entre intervalos finitos. Por el número de las variables debe ser limitado. El mundo de los deseos tiene como variable independiente y dominante, la avaricia por la dominación, el poder. Pero de esta variable depende un número infinito de otras variables: La ganancia, prestigio, placer, etc, Motivo por el cual la resolución de la ley diferencial es imposible. No conociendo ésta no puede determinarse el fenómeno entre intervalos. Se substituye el método no existente por la simple extrapolación cayendo en el terreno de la incertidumbre absoluta. Todo esto quiere decir que la ampliación del mundo por métodos políticos es imposible. En cambio, la ampliación científica en su terreno da resultados de máxima probabilidad.

El progreso humano no es el resultado de la política sino, es la obra del hombre constructor. En fin, no el deseo del orden económico más justo con respecto al nivel de la vida determina la marcha ascendente de la humanidad sino, la ampliación del mundo colectivo.

Entre los deseos políticos el más desnaturalizado es el de la igualdad del nivel intelectual como consecuencia del igual nivel material de la vida. Nadie puede cambiar su nivel total de vida sin adquirir el contenido intelectual del nuevo. Y en este punto también decide la clase del hombre según sus facultades con respecto a la ampliación del mundo. El registrado tiene un mundo constante. En vano intenta de aparecer como miembro de una clase superior, faltándole los requisitos intelectuales. Puede resultarle su intento en sentido del nivel material de vida, pero se queda atrás en su nivel intelectual de vida. Como ejemplo ilustrativo de la poca validez de la ciencia que la situación material determina el valor intelectual. En cambio, el mundo del hombre constructor continuamente se dilatava no obstante cualquiera que sea su nivel material de vida. No le importan las clases. No es miembro de ninguna clase social sino, un individuo que se diferencia de los otros por su carácter de talento y genio.

La Universidad sirve para el reconocimiento, salvación y educación del elemento constructor y como para su elemento no vale la clasificación social, tampoco vale para sí mismo. La Universidad no pertenece a ninguna clase social y no tiene interés directo en las luchas políticas. Pero, cuando menos es su interés en la política como movimiento no científico, tanto más es el efecto de su actividad propia equivalente a la ampliación del mundo, en la coordinación económica en el sistema y justicia de la producción y distribución. Como está lejos del mundo de los deseos, ella es el árbitro nacido en la discusión social, sin palabras. No odia y no quiere. El color político es indiferente para ella y falla sobre los sistemas discutidos según el mayor rendimiento material, intelectual y social.

Se deduce, entonces que la Universidad ideal es apolítica. En su ambiente en el cual la evaluación de las cosas se dirige según su máxima probabilidad, no hay campo para los fenómenos y acontecimientos que quedan afuera del alcance de sus métodos. La política no es objeto de la investigación sino, la pura registración. Finalmente, el objeto científico es reproducible y por frecuentes repeticiones comprobable. La política no es reproducible, sino que sigue su camino de variaciones y no es repetible por ser dependiente de la duración, es decir, del tiempo irreversible o biológico y no del tiempo reservable o físico. En el tiempo irreversible se acumulan no solamente las cantidades, sino también las calidades, tales que no se puede desaparecer: Está sometida a una variación de probabilidades máximas y por consiguiente no es accesible para ninguna medición, quiere decir, a la investigación científica.

La Universidad ideal excluye la política pero no por orgullo, tampoco por comodidad sino, "sine ira et studio". Por ser del punto de vista de su esencia inmensurable e insubstancial. La política debe tener un solo control sobre la Universidad. En el punto de las condiciones de la admisión. Por ser la Universidad la escuela de los métodos de la investigación científica cuyos frutos solamente el hombre constructor puede cosechar y por ser el talento y genio como fenómeno biológico, independiente de la clase social, el bachillerato como privilegio de la clase dominante, no puede ser la condición de la admisión. Cuantos registradores han abusado de la Universidad por el simple hecho de ser bachiller y cuantos talentos, hasta genios se han perdido por sí y por la humanidad por no poseer este privilegio de la clase dominante.

La Universidad ideal es el ejército de salvación del hombre constructor no obstante del origen del cual procede. La admisión no puede sin control, ni para el bachiller, ni para el talento aparente. El fin de secundaria es la educación por la registración, quiere decir, la del mundo colectivo existente sin referir a su ampliación.



La aptitud a la última es “la piedra de toque” para la admisión en la Universidad. Y no importa que haya cursado o no el postulante escuelas registradores, lo principal es su categoría del hombre constructor. Esto debe comprobarse por el examen de admisión.

Otro punto político discutido sin fin, relacionado con la enseñanza es que sea nacional o internacional. Con la misma razón podría discutirse que si 1 es la unidad, como puede consistir en  $1/6$ ;  $1/3$  Y  $1/2$ . Se ve que entre nacional e internacional no hay contradicción. Son parecidos a círculos concéntricos, siendo el internacionalismo de mayor diámetro. Una es la parte y al otra es la unidad.

Las revelaciones universitarias proceden de ambas fuentes: son tanto nacionales, como internacionales. Los métodos de investigación que enseña, son los tesoros del mundo colectivo que no conocer fronteras y pasaporte. El conocimiento científico penetra a través del muro chino o le dan paso libre. La única visación imprescindible es u máxima probabilidad. En este sentido. La verificación más legítima del internacionalismo es la ciencia. 1:1 intercambio científico es sin contradicciones por su objeto, el conocimiento científico de carácter tal que excluye la contradicción; motivo por el cual el medio propio del entendimiento mutuo de las naciones es la ciencia. En cambio, el intercambio de los mundos de los deseos necesita bombas y tanques en reserva. Puramente nacional es, de lo contrario, el objeto y la expresión especiales de la investigación. El objeto especial resulta de las necesidades e interés particular de cada nación. La expresión diferente es debida al propio idioma y temperamento por el cual se presenta el conocimiento científico.

La ciencia puede compararse en su relación nacional-internacional con la música clásica que corresponde al conocimiento científico en el mundo de los sonidos. Ella es también bienvenida por su valor en el amplio mundo y no solamente entre las fronteras limitadas de la nación de su compositor; no obstante su particularidad nacional en la expresión.

Puede entregarse por la fuerza sugestiva a recibirla. Refiriendo lo dicho a la Universidad, se enuncia que la Universidad es tanto nacional, como internacional en una armonía orgánica. Que no tolera la contradicción provocada alrededor de estas nociones por el mundo de los deseos. Tampoco necesita equilibrarse entre éstas, que según el concepto universitario, son coordinadas y no contrarias.

Antes de terminar el tratamiento de la Universidad, ideal se epiloga el sistema desarrollado con la discusión de la jerarquía y autonomía universitaria. La idea de la igualdad intelectual contradice cualquier jerarquía. Pero hemos comprobado con bastante esmero que esta igualdad no existe, y con conciencia tranquila podemos dirigirnos a este tema delicado. Otra vez se subraya punto de partida de la discusión: La Universidad es la escuela del hombre ampliador del mundo y luchador contra la degradación del mundo.

En la última relación la hemos comparado con un cuartel general intelectual. ¡Aprovechemos la última comparación! En un cuartel general no tiene que buscarse el elemento no militar; en la Universidad no tiene que actuar el elemento no universitario, llamado filisteo. Por filisteo se entiende literalmente el elemento burgués. En modismo universitario equivale al elemento puramente registrados: La Universidad es un círculo cerrado en cuya puerta en vano está golpeando el elemento no constructor. Su método es la sugestión por la cual el catedrático liberta a su escucha del mundo de los deseos; condición absoluta de la recepción de los conocimientos científicos. La fuerza sugestiva se basa en un prestigio real, en el valor constructivo del catedrático. Este poder no puede existir simultáneamente en un ambiente de la igualdad intelectual aparente, la jerarquía intelectual corresponde a la esencia de la Universidad y es imprescindible. El cimiento de esta jerarquía es que en la enseñanza universitaria no puede intervenir nadie, solamente el portador del título facultativo. Tampoco en su ejecutivo supremo.

El legislativo universitario tampoco puede ser elemento ajeno al principio desarrollado, la representación docente se compone de portadores de título facultativo y la representación estudiantil de superflua por que ella no puede albergar otro elemento que el mencionado. Tanto mas importancia tiene una Universidad bastarda.

La Universidad ideal es esencialmente autónoma. Por una parte, porque no vivimos en épocas en las que se prohibió y castigó la ampliación del mundo. Hoy día no se mete al descubridor de un nuevo suero o un isótopo químico en la hoguera. Nadie impide la ampliación del mundo, por que se ha comprobado que esto es imposible, siendo el único concepto ambiguo y confuso de la libertad, el de la ampliación del mundo. Esta libertad no figura en el arsenal del político, a saber; su ejercicio exige requisitos sobre los cuales no dispone el hombre del mundo de los deseos y probablemente registrador: Esta libertad no necesita ninguna defensa sino, el trabajo positivo para su cumplimiento. Es una libertad curiosa. Es un deber y no un derecho. Por otra parte, la masa registradora está aprovechando el trabajo universitario por recepción pasiva de los conocimientos científicos y por consiguiente está con todo conforme.

La autonomía universitaria es más bien un postulado material e indica la libre disposición sobre los fondos dentro de su presupuesto. Quiere decir, que esta disposición no depende de otra autoridad que de su propio legislativo. La libertad de la enseñanza equivalente a la autonomía universitaria en sentido intelectual, es una tradición sagrada por el martirio de un Jordán Bruno o la tortura de un Galileo Galilei, pero hoy día ya sin objeto. De lo contrario, el efecto de la misma osadía que produjo los mártires de la edad media, sería hoy el premio Nobel. Por consiguiente, sospechosos son aquellos que no tienen más en la boca la necesidad de la defensa de la autonomía universitaria.

En sentido económico es razonable, pero en sentido intelectual es sospechoso. Ocasiona la impresión que los héroes no motivados por ninguna emergencia quieren apoderarse del amparo del reino privilegiado de la Universidad para desviar la atención de sus intentos muy poco claros, probablemente prestados del mundo de los deseos. Y cuando la autonomía universitaria no corresponde a este mundo, ellos son los primeros que la traicionan, siendo el trampolín de las ambiciones más importantes que el salto espiritual. Generalmente no hay contra quién defender la autonomía universitaria, sino contras sus defensores falsos.

Se tiene presente que formas abstractas deducidas rigurosamente no se producen en la vida, así, tampoco la Universidad ideal. Es entonces justo epilogar este tratamiento con la reconciliación entre abstracción y realidad. Empezamos con la división de la clase registradora; se divide en dos clases muy diferentes; en la del hombre reproductor y la del hombre vegetativo. La distinción ya no se refiere a la ampliación del mundo, sino, a la aplicación de los conocimientos, especialmente la de los conocimientos científicos. Ser constructor o reproductor es semejante al papel del soldado. En la guerra contra el caos al hombre constructor representa la tropa de asalto y en la guerra contra la degradación del mundo el ejecutor es el hombre reproductor: Su actividad es tanto más eficaz, cuanto más perfecta es la preparación por parte del constructor. En este sentido real estado del reproductor no es lamentable, como hemos constatado en la parte teórica sino, importantísimo. Y debe ser así siendo la mayoría de la gente de valor humano, reproductora.

La Universidad real es una institución humana y puede equivocarse referente a su materia humana. Puede ocurrir que el universitario aparentemente constructor y admitido por medio de examen es puramente reproductor. Es decir, la Universidad real trabaja también con un rendimiento, intelectual.



Este rendimiento disminuye en medidas catastróficas cuando la Universidad real pierda su objeto y se convierte en una bastarda al dedicarse a la enseñanza simplemente registradora, la del carácter secundario. Por esta sentencia no quiere herirse a nadie sino, quiere insinuarse la consideración sobre este punto. El darle paso equivale a la confesión. Se empieza a reconocer que esta acumulación es debida a deberes imaginarios enfrente a un estado imperfecto de la enseñanza secundaria oficial. Intenta salvar la situación ajena. Pero la misma puede ahogarse por consecuencia de su noble intento. Admitiendo que la Universidad real intenta asegurarse el máximo número de universitarios bien en la registración, entre los cuales seleccionará por medio del examen de admisión el tipo constructor, hace mejor acumulándose la enseñanza no de los alumnos sino, de los profesores secundarios. Este procedimiento no contradice a su objeto. Gesta los creadores de su materia, entre los cuales se encontrará el talento y genio pedagógico según un rendimiento accidental. Y para que su obra sea completa debe lograr la colaboración de los dueños de la secundaria, en el sentido que la condición para ejercer la profesión del profesor de secundaria sea el título facultativo. Este cuerpo didáctico sabrá todo directamente de las exigencias de una Universidad.

Del hombre vegetativo no vale la pena decir más, sino del carácter de protección. Es parecido en el jardín de la humanidad a la cizaña que merece que el tiempo por la selección natural y social del desyerbe. Como no está en relación alguna con la ampliación directa del mundo, tampoco con la lucha contra su degeneración. Solamente la producción le interesa en sentido inverso: intenta consumir más que producir. Mejor dicho, su único interés es la consunción, tanto en el campo material como en el intelectual. O, si absolutamente necesario, quiere ganar con el menor trabajo posible lo máximo posible. De esta clase de seres se recluta el ejército internacional de la flojera.

Están presentes en todo el globo. Por ser su ocurrencia independiente de la clase social, se presenta como vagabundo, charlatán, politiquero, cientifi quero o intelectualoide. Su señal es que está siempre atrás de los productores, esperando los bocados gratuitos. Este elemento sería veneno para la Universidad. Su portero debe cerrar bien las puertas cuando se presenta.

Como la realidad no puede abstraerse de las acciones exteriores, la Universidad real tampoco es absolutamente apolítica. Es en sentido concreto, pero no en sentido general. Componiéndose de elemento constructor presta toda su simpatía al propio elemento y al reproductor sin distinción de la clase social. En la discusión de las clases referente a los defectos del mundo de los deseos, es imparcial. En tanto del punto primordial de estas discusiones, considera cero condición básica que la regeneración corporal y la posibilidad del progreso intelectual es un derecho natural y no el objeto de compra y venta, no por sentimentalismo sino, como consecuencia de su esencia dada en las tres definiciones y requiere un arreglo orgánico que servirá para más intensa ampliación del mundo y lucha contra la degradación de éste. Con este postulado utilitario toma parte en el mundo de los deseos.

En este sentido la Universidad es radical pero con menos autenticidad que el político de buen voluntad. El político necesita la masa y entre ésta se encuentra el hombre vegetativo, el ejército internacional de la flojera y el ejército de la avidez ciega de dominación, los dos espantos diabólicos del mundo de los deseos. Con éstos ella elude cualquier contacto.

La Universidad real es un ser vivo, La Universidad ideal es una abstracción. Todo lo noble en el mundo intenta aproximarse al ideal. El resultado depende de muchos factores. Moralmente basta la presencia de este intento para servir a su objeto. Prácticamente el rendimiento intelectual es la medida del efecto.

Las Universidades en una competencia caballeresca se esfuerzan para lograr su objetivo que puede condensarse en el lema:

**¡Ampliad el mundo colectivo!**

Y

**¡Luchad contra la degradación del mundo exterior!**



# SMOG EN SANTIAGO Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

Andrés Soto Bubert  
Ingeniero Civil Químico



**Los COV generan irritación de ojos, nariz y otras mucosas, y en altas concentraciones promueven la aparición de asma. A largos periodos de exposición son promotores de cánceres.**

**E**l smog es un vocablo anglosajón que es la combinación de dos palabras: smoke (humo) y fog (niebla). La contaminación atmosférica de esta naturaleza, es producida por diversos agentes contaminantes, sean estos sólidos, líquidos o gases, con un impacto significativo en la disminución de la visibilidad. Evidentemente existen factores climáticos que permiten su acumulación (o disminución), movimiento y dispersión en la atmósfera.

En Santiago, dadas sus condiciones geográficas de cuenca rodeada de cordilleras y cerros y sumado a esto la inversión térmica y ausencia de vientos significativos en los meses de Otoño e Invierno, el aumento del parque industrial y automotriz y la disminución de áreas verdes, han sido factores decisivos y prácticamente irreversibles en la generación de esta niebla química tóxica. Debe adicionarse a esto que la ciudad tiene inviernos poco lluviosos (450 mm al año aprox.) y la lluvia es un proceso de limpieza del aire.

Se sabe que en los meses invernales la mortalidad en la capital es mayor que en el resto de los meses del año (del orden de un 70%), sobre todo si son meses de alta contaminación diaria, por lo que el frío sumado al mal aire producen sinergia en poblaciones sensible como son niños menores, adultos mayores y personas con debilidad respiratoria y asmas.

Lo anterior es un observable en Santiago, en los meses de invierno sobre todo en la zona poniente de la ciudad, ya que con el frío de las noches invernales la capa de inversión térmica disminuye, aumentando la concentración de estos tóxicos, ya que estos se desplazan de preferencia en las noches a esta zona de la capital por movimientos de masa de aire, lo que repercute en una serie de problemas en la salud de la población cuando hay peaks de contaminación. Con el calor del día de invierno esta capa aumenta, diluyendo los contaminantes, los que se desplazan por lo general a la zona Oriente de la ciudad. Si sumamos a esto la calefacción por leña que contribuye con otros tóxicos, el problema se agrava.

Los contaminantes más comunes encontrados en esta niebla son el monóxido de carbono (CO), el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas en suspensión, plomo, óxidos de nitrógeno, ozono, hidrocarburos (COV) y el dióxido de carbono.

Las principales fuentes de generación de monóxido de carbono son los motores de automóviles, proceso industriales y centrales a carbón.

El dióxido de azufre por lo general se desprende de generadoras de electricidad que funcionan a base de petróleo y carbón y proceso industriales que tienen ácido sulfúrico presente en su faena. Las partículas en suspensión tienen su origen en vehículos de motor, ya sea por sus tubos de escape o por el desplazamiento de los vehículos en su camino sobre todo en sectores con caminos rurales o en calles sucias y polvorosas, que levantan particulado, procesos industriales y generadoras termoeléctricas. El plomo es una contribución que aparece por fábricas y baterías o fundiciones de plomo. Los óxidos de nitrógeno por su parte, son una componente que genera la combustión automotriz, las generadoras termoeléctricas, plantas que usen ácido nítrico y fábricas de fertilizantes y explosivos.

Finalmente, el combustible que es vaporizado por mal rendimiento del motor de combustión de hidrocarburos, las fábricas químicas que usan solventes orgánicos contribuyen con compuestos como etano, etileno, propano, butanos, pentanos, acetilenos, octanos, parafinas, etc, que se suelen reducir bajo la abreviación de COV (compuestos orgánicos volátiles). Un último componente significativo es el dióxido de carbono, producto que es considerado inocuo por ser químicamente el producto de una combustión completa de compuestos que presentan carbono, pero que se responsabiliza de contribuir de manera significativa al calentamiento global por ser un gas invernadero. Los efectos en las personas son variados y dependen del tipo de contaminante, su tiempo y dosis de exposición. De hecho, estos factores definen una buena parte de la legislación ambiental vigente en nuestro país y otros.

El monóxido de carbono (CO) es afín a la hemoglobina de la sangre y desplaza al oxígeno por lo que altas dosis de este contaminante se traduce en una asfixia a nivel celular. Según el nivel creciente de exposición y dosis genera desde dolores de cabeza y mareos, hasta la muerte. Adicionalmente, inhibe la acción de algunas enzimas y la acción de algunos fármacos y drogas.

El SO<sub>2</sub>, es uno de los responsables, junto a los óxidos de nitrógeno, de la lluvia ácida. Sin contar el daño que genera en pérdidas materiales, este tóxico agrava cuadros de asma, bronquitis y enfisemas. Los óxidos de nitrógeno dañan el pulmón e inhiben sus mecanismos de defensa, dejándolo expuesto al ataque viral y bacteriano. Los COV generan irritación de ojos, nariz y otras mucosas, y en altas concentraciones promueven la aparición de asma. A largos periodos de exposición son promotores de cánceres. El ozono producido por reacciones fotoquímicas en presencia de óxidos de nitrógeno y COV, generan afecciones pulmonares como asma e irritan los ojos.

Finalmente el material particulado se considera polvo en suspensión y se habla de PTS (partículas totales en suspensión). Este material además tiene un desglose según su tamaño, ya que dicho tamaño está directamente relacionado con factores de riesgo a la salud. Mientras más pequeña es una partícula, mayor posibilidad tiene de afectar los pulmones ya que tiene mayor poder de penetración en el pulmón. Es común el uso de terminologías para las partículas en PM<sub>10</sub> o PM<sub>2,5</sub> que no es otra cosa que establecer el radio promedio de la partícula en micras, definiendo un tamaño máximo. Se considera que esta clase de contaminación es el agente de mayor impacto a la salud ya que contiene componentes muy dañinos como plomo, hierro, carbón, nitratos y sulfatos entre otros. El plomo, produce una disminución del coeficiente intelectual en escolares si las concentraciones superan los 9ug/100 dL de sangre, lo que en Chile el 14% de los niños menores de 18 meses ya superan.

Se calcula que si se invierte 1 dólar en descontaminación en Chile se ahorrarían 1,5 dólares en costos de salud. Posiblemente, del mismo modo que se han puesto barreras legales y desincentivos para el consumo de tabaco, se deba pensar en tomar algunas iniciativas para desincentivar o desacelerar el crecimiento del parque vehicular y por qué no, de la actividad industrial en ciudades contaminadas como Santiago. Posiblemente estas iniciativas sean adicionalmente un precursor de descentralización urbano.



# El Azaroso Ascenso del Agua en las Plantas

Dr. Miguel Jordan Zimmermann  
Dirección de Investigación  
e Innovación  
Universidad Mayor

**En las plantas, el agua se encuentra en un ambiente celular, lo cual sugiere por una parte que el proceso es tal que: la difusión de las moléculas de agua en definitiva su "potencial", es afectado por las particularidades físicas inherentes a la célula vegetal, sin representar una superficie libre de evaporación.**

## 1) Introducción: La base del fenómeno

La teoría del ascenso del agua en las plantas es una de las más antiguas, en cuanto a su estudio en la disciplina de la fisiología vegetal. Es relevante, indicar que al contrario de lo que ocurre con algunos descubrimientos recientes realizados en biología molecular (los cuales están bien establecidos), el tema atingente al ascenso del agua (o exactamente de la savia cruda con elementos minerales tomados del suelo) para árboles de gran altura (Ej. de 50 de 100 m), aún está en exploración buscándose aún más antecedentes científicos que puedan añadir información hacia la comprensión integral de este fenómeno.

Lo señalado anteriormente, dado que el ascenso de la savia, siendo un proceso de movimiento netamente pasivo regulado, completamente por las leyes de la física, requiere del soporte de un sinfín de adaptaciones funcionales y estructurales en las células conformantes del sistema conductor a lo largo del continuo suelo-planta-atmósfera (SPAC), con valores de presión particulares complejos en su cuantificación.

El ascenso del agua implica considerar el concepto de la continuidad de la columna de savia ascendente al interior de la planta, explicar el mecanismo de su movimiento, y la fuerza inductora de su movimiento o "driving force".

Los resultados conocidos, indican que para el ingreso del agua desde el suelo a la planta, y su posterior ascenso vertical a alturas que alcanzan una variedad de árboles (incluyendo máximos de 90-100m) con su posterior paso a la atmósfera, no existe ningún consumo de energía por parte de la planta. Lo anterior, acontece por medio de un mecanismo de "transporte pasivo". El agua/la savia, se mueve en la planta por difusión, siguiendo exclusivamente las leyes de la termodinámica, lo que implica adicionalmente: dirección, sentido y velocidad.

La segunda ley de la termodinámica, (también llamada del "aumento de entropía"), es la causal de la difusión del agua. Las moléculas evolucionan en su movimiento entre puntos terminales, tales que la variación global de energía libre (trabajo útil) es cada vez menor. Estos procesos son espontáneos. Otra forma de expresar lo señalado anteriormente, es indicar que las reacciones en la naturaleza siguen la tendencia de evolucionar desde estados del sistema de mayor a menor organización. Existe, en consecuencia una tendencia al desorden (dispersión) molecular, o aumento de la entropía.

De esta forma, para el caso del agua en una planta, esta difunde desde el lugar donde existe mayor concentración de sus moléculas hacia otro estado de menor concentración (a modo de ejemplo, el desecamiento de un suelo o de una laguna, ocurre por el mismo fenómeno; la pérdida de agua por difusión de moléculas de agua en forma de vapor ingresando a la atmósfera lo que se denomina evaporación). En sistemas más complejos existe mayor energía libre o capacidad para hacer trabajo.

Así esta mayor energía libre es la causal de difusión de moléculas a lugares de menor energía libre. El trabajo (energía libre) se evidencia como presión o "potencial", que se expresa, en una de sus acepciones, en MPa (megapascuales); así 1 MPa corresponde a 10 Atmósferas, lo que es lo mismo que 10 bars, aprox. De manera que cuanto más MPa tiene un sistema (más moléculas/vol. posee), contando con mayor energía libre y consiguientemente, representando una mayor capacidad de realizar trabajo. La expresión de MPa del sistema puede variar según contenido de moléculas en un volumen particular, por efecto de la temperatura y variación del volumen o espacio donde dichas moléculas se encuentran.

Es posible argumentar que en lo que dice relación con la economía del agua en la vecindad de las plantas y, considerando que el compuesto agua está comúnmente en déficit y bajo tensión, los valores de potenciales químicos (variación de la energía libre con el número de moles por componente, a presión y temperatura constante) en el sistema son mayormente negativos.





# El Azaroso Ascenso del Agua en las Plantas

El potencial hídrico ( $\Psi_w$ ), expresado en MPa, indica el nivel y disponibilidad de agua en la planta para hacer trabajo y/o difundir, determinando sentido, cantidad y velocidad del desplazamiento de las moléculas de agua. Este potencial,  $\Psi_w$ , como expresión de la energía libre es, sin embargo, la resultante de un conjunto de parámetros físicos existentes en el ambiente celular, tales como:

1)  $\Psi_\pi$  = que representa el contenido de solutos presentes en el agua, (minerales u orgánicos) o disueltos en el citosol (los que provocan pérdida de energía libre de las moléculas de agua). Los solutos están mayormente referidos a sales minerales/iones en caso de células de la raíz y de compuestos azucarados en células foliares.

$(-)\Psi_\pi$ , es igual a  $(-)$  iCRT, siendo:

$i$  = Cte. de disociación de molécula(s) de soluto (s), particular.

$C$  = concentración de soluto, en moles/L,

$R$  = la Cte. gases (0.0083 L MPa mol<sup>-1</sup>) y,

$T$  = temperatura absoluta en grados Kelvin en que opera el sistema (=273°C).

2)  $\Psi_m$  = que refiere a los elementos proteínicos de carácter coloidal y otros existentes en el contenido celular (los que igualmente provocan pérdida de trabajo útil de las moléculas de agua). En la práctica, en vegetales el potencial mátrico es poco significativo dado que, principalmente los vasos del xilema están constituidos por células muertas.

3)  $\Psi_p$  = correspondiente a la presión que ejercen las paredes celulares sobre el contenido celular (citosol), provocando un aumento de energía libre, particularmente en la células funcionales y, en aquellas correspondientes a raíces que se encuentran en condiciones de plenitud de agua. En ellas, la abundancia de agua en el contenido celular genera "turgor", o sea una presión del contenido hacia las paredes. Como fuerza de reacción las paredes presionan el contenido denotando así un  $(+)\Psi_p$  alto, en sentido de compresión del contenido celular, resultando en un aumento de la energía libre. Sin embargo, la presión de pared de valor positivo en células vivas se hace negativa a nivel de los vasos del xilema dada la tensión que ejerce la atmósfera sobre la columna ascendente, ahusándola.

4)  $\Psi_g$  = referida a la presión gravitacional la cual opera a nivel de la columna de agua en los vasos conductores xilemáticos de plantas de gran altura. En árboles que superan los 10 m, y más de altura, la presión gravitacional provoca un aumento del peso de la columna. (Su valor es igual a 0 o irrelevante en plantas de escasa altura pero alcanza valores de aprox. 0.1 MPa en alturas de 10 m y, aun mayores en arboles más altos).



En resumen, a nivel celular, el agua se mueve de célula en célula pasivamente siguiendo los gradientes de energía libre. Dicho gradiente y movimiento pasivo es igualmente válido para el desplazamiento vertical del agua desde el suelo a las hojas y luego hacia la atmósfera. Para lo anterior, las células vegetales, a diferencia de células animales, tienen escasos elementos coloidales, especialmente los vasos conductores del tallo o tronco (xilema/madera), al corresponder estas a células muertas; así que el valor de potencial hídrico  $\Psi_m$ , reviste poca importancia y, por otro lado, considerando plantas que no superen alturas por 10 m, los valores para  $\Psi_g$  son iguales a 0. Así, la fórmula de potenciales hídricos se simplifica escribiéndose como:

$$(-)\Psi_w = (-)\Psi_\pi + (+)\Psi_p$$

## 2) El mecanismo de ascenso del agua en las plantas: desde las raíces por el tronco a las hojas y su pérdida a la atmósfera?:

La evolución de las plantas desde áreas marinas a ambientes terrestres (y por tanto variables en cuanto a disponibilidad de agua), les acarrea una serie de desventajas:

1) en primer lugar, el tener que suplir/abastecer en adelante la demanda de agua por parte de las células de las hojas y sus tallos para mantener una condición hídrica que permita su subsistencia/viabilidad celular y funcional;

2) su inmovilidad estando sujetas por sus raíces al substrato suelo; lo que a su vez implica;

3) tener que desarrollar adaptaciones fisiológicas, funcionales y de estructura, por ejemplo, la necesidad de generar un tejido conductor de agua;

4) tolerar las inclemencias del tiempo, (temperaturas, heladas, radiación, lluvias, vientos, ajustar periodos de fructificación, etc.);

5) minimizar el ataque de herbívoros, plagas y pestes; y,

6) crear unidades dispersantes resistentes (semillas) de larga subsistencia afín de lograr propagar la especie, establecer hábitats, colonizar y establecer poblaciones.

Con respecto a la economía del agua, esta es requerida por la planta/célula para permitir/manejar/sostener:

- El Crecimiento: que consiste en divisiones celulares y en gran medida elongación celular (aumento del volumen celular) resultante de la presión de turgencia ejercida por el contenido celular (citosol) en contra de las paredes, que se distienden con resultado del crecimiento. Sin contenidos de agua suficientes el proceso de crecimiento por elongación celular no ocurre. El contenido de agua además, debe ser el apropiado para mantener activos procesos metabólicos al interior de la célula.

- Lograr disipación de calor: a objeto de reducir el calor que se genera en la superficie de las hojas por incrementos de temperatura, impuesta por la radiación solar. Con la evaporación de agua, es decir su conversión de condición de fase líquida a vapor se consume energía calórica de la hoja, con lo que esta se enfría. El mecanismo anterior permite proteger y mantener la estabilidad de los componentes proteicos con sus funciones diversas en la célula, dentro de los rangos vitales de operación/reacción.



# El Azaroso Ascenso del Agua en las Plantas

• Contrarrestar el gradiente de tensión que ocurre en los vasos conductores (xilema) dada la pérdida de agua por transpiración, causa del potencial extremadamente negativo a nivel de la atmósfera. Esto se debe a los valores extremos de potencial en que se encuentra respecto a los de la planta en la región sub-estomática. Lo anterior dado que el agua en la atmósfera está constituida solo por vapor representando la humedad relativa. Con solo un 50% de humedad relativa, la tensión en MPa, en términos de demanda de difusión de agua en la atmósfera es muy negativa del orden de -90 MPa mientras que frente a un 98% de humedad relativa es mucho menor de aprox. solo -2.70 MPa. De manera que el agua de la atmósfera en forma de vapor, nunca puede ser aprovechable por la planta dado que por gradientes, no puede difundir al interior de la planta. Por contrario, aun ante una alta HR, (99%) la planta aún debe ceder agua. La demanda de agua (tensión) sobre las hojas y que es cedida a la atmósfera como vapor, se evapora en forma de gas a nivel de la cavidad sub-estomática. La tensión se transmite a lo largo de la columna xilemática la cual proyecta luego dicho déficit a la raíz y al suelo, en un gradiente de tensión más negativo a menos negativo manteniendo, la estabilidad de la columna en tensión. La entrega de agua se hace dentro de un gradiente en el suelo por debajo del cual la difusión no continua, la columna se colapsa y las plantas se secan (marchitan). El proceso es reversible dentro ciertos límites de potencial pero se torna irreversible a nivel del punto de marchitez permanente (PMP) en el suelo al superar la tensión de aprox. -1.5 MPa.

• Evaporación por viento. Finalmente, si bien el viento provoca enfriamiento al evaporar el agua por los estomas (en interfase de vapor en la cámara sub-estomática) hacia la superficie, también desplaza llevando consigo las "micronubes" de humedad, disipándolas, con lo que se incrementa la demanda y volumen de entrega de agua a la atmósfera.



### 3) La Teoría de Ascenso del Agua: Cohesión y Tensión (CT) o Coheso-Tenso-Transpiratoria.

La teoría de ascenso de agua, (que funciona según el sentido de potenciales descrito, desde la mayor abundancia de agua en el suelo, hasta la menor a nivel de la atmósfera) se ha denominado "coheso-tenso-transpiratoria", o recientemente CT, de cohesión y tensión. De "cohesión" puesto que las moléculas de agua pura denotan altas fuerzas cohesivas entre sí y, de "tensión", puesto que la columna de savia atañe a un continuo en la vía "raíz-tronco-hojas". Dicho continuo es afectado en todas sus partes por los valores hídricos imperantes en la atmósfera que se transmiten a lo largo de toda la columna y hasta el substrato suelo. Así, la columna logra, mediante la cohesión, servir de medio de transporte de nutrientes disueltos entre las moléculas de agua de la savia, hacia las hojas en permanente ascenso.

La presencia de solutos, de gases (burbujas de aire) y a causa de la presión atmosférica reduce la cohesión entre las moléculas de agua favoreciendo la posibilidad de embolia o colapso con peligro de cavitación de la columna cortando su continuidad. Es evidente que con mayor altura el peligro de cavitación de la columna en ascenso aumenta. Para asegurar la estabilidad de la columna, a nivel de todos los órganos involucrados a lo largo del SPAC, las plantas han generado una red de diferentes resistencias específicas, adaptaciones que además aparecen ser comunes a todas las especies vasculares superiores desde plantas herbáceas, arbustos o árboles.

### Movimiento del Agua a nivel del Suelo y la Raíz.

A pesar que existe un rango de disponibilidad de agua en el suelo para el uso de las plantas (que difunde hacia las raíces), el consumo a reponer por transpiración puede ser bastante alto. En abedules se han reportado niveles por sobre 100 litros de agua/día. Cualquier cifra por debajo aun es alta y es agua que debe ser repuesta desde una fuente. Para poder explicar el movimiento de agua por las raíces a nivel del suelo se formula hoy de un "flujo hidráulico" que permitiría un ingreso de agua al sistema radicular mucho mayor o más eficiente de lo esperado o asumido. La limitación se debe al hecho de la presencia de una capa de células en la raíz denominada "endodermis", que corresponde a una zona impermeable al paso o ingreso del agua (y de solutos), debiendo buscar vías alternativas. La vía alternativa es el paso por las membranas celulares al citosol (vía simplástica) para continuar su camino al xilema.

La endodermis tiene como función frenar y filtrar el flujo de iones los cuales, con su ingreso, podrían provocar las cavitaciones al reducir la cohesión de las moléculas de agua en la columna de ascenso. El resto del flujo continuaría por las paredes de celulosa (hidrofílicas) y por las llamadas "aquaporinas", verdaderos canales de agua insertos en las células. Los potenciales de agua a este nivel aunque negativos son muy cercanos a 0, o sea; denotan plenitud de agua. Efecto de lo anterior y en ciertos casos, en plantas de escasa altura (< 1 m.) las raíces denotan presiones positivas dadas la alta turgencia de las células).

### Movimiento del Agua en el Tronco/Xilema.

Es la parte o zona de ascenso de la columna de agua por excelencia. La situación de las presiones es absolutamente diferente, sino inversa en los componentes celulares. Como se indicó antes, el xilema está conformado por células muertas, tráqueas y traqueidas, que no poseen contenido celular, ni realizan metabolismo que pudiese generar solutos o gases, contrarios a la facilitación del transporte de ascenso por parte de la columna. Su anatomía y diferenciación está solo revestida en función de favorecer el transporte en ascenso de la savia evitando se genere la ruptura en el continuo de la columna y para conseguir en cada punto el ajuste idóneo entre las presiones extremas encontradas en el suelo/raíz vs. el follaje/atmósfera. Tráqueas y traqueidas están formadas principalmente por lignina, sus paredes celulares son por tanto gruesas, rígidas y muy resistentes. Cuentan con una dimensión (diámetro) muy semejante en la naturaleza que favorece la capilaridad, para apoyar el ascenso de la columna. Por su contenido de lignina se impregnan de la savia ascendente y están comunicadas entre sí verticalmente simulando un tubo continuo.



# El Azaroso Ascenso del Agua en las Plantas

Por sus varias características físicas y estructurales, sin protoplasma y rigidez son resistentes y pueden contrarrestar el colapso o embolia, tendencia al vacío frente a tensiones a que es sometida la columna. Aun cuando la columna tensionada por la atmósfera, tienden a adelgazarla, las paredes xilemáticas mantienen su disposición, efecto no posible de acometer por células normales. Esto implica físicamente un efecto de presión contrario por parte de la pared; su rigidez determina que la expresión de potencial corresponda ahora a un valor de  $\Psi_p$  "negativo". Lo anterior hace que la ecuación en el xilema se formule como:

$$(-) \Psi_w = (-) \Psi_{\pi} + (-) \Psi_p$$

Los vasos cuentan además de un mecanismo de protección en caso de cavitación, consistente en válvulas de chequeo reversibles, intercomunicadas entre sí. Con dicha adaptación, es recuperado en su nivel de savia el haz conductor dañado por colapso con savia ascendente de otros haces paralelos contiguos comunicantes.

A objeto de verificar la adaptación de los vasos a la tensión ejercida a la columna y resistencia a la embolia se generaron plantas genéticamente modificadas afín de alterar la síntesis de precursores de lignina en el ciclo de su síntesis, a nivel de fenilpropanoides. Precursores, tales como aldehído siringico y de vanillina, fueron parcialmente inhibidos en su síntesis generándose así vasos con paredes más delgadas en dichas plantas. Frente al estrés hídrico, y a diferencia de los de los controles, estas colapsaron evidenciando deformación de sus paredes celulares.

Al respecto es aún poco cierta de cuál es la condición (presiones) de la savia dentro de las columnas de células más jóvenes en proceso de lignificación que se encuentran a mayor altura. Por otro lado, aun se precisan de mayores estudios que den cuenta de cómo el peso de la columna de savia afecta en su expresión sobre los diferentes parámetros de potencial a nivel de los vasos; y en particular, en árboles de gran altura. En estos últimos la savia debe ascender igualmente hacia las copas donde es requerida para sostener el crecimiento y metabolismo, debiendo su entrega ser proporcional a la demanda por causa de la acción en la atmósfera. Sin suficiente suministro de agua, no habría crecimiento de los tallos en las regiones meristemáticas y los especímenes no alcanzarían las alturas que se manifiestan en la vegetación arbórea iiiiii

## Movimiento del Agua en las Hojas

En el follaje, o en la copa de los árboles, las células, a diferencia del xilema sintetizan nuevamente solutos, principalmente carbohidratos a través de la fotosíntesis. Al citosol, se le incorporan conjuntamente todos los nutrientes minerales, iones, y otros componentes (aminoácidos) transportados así como otros productos de síntesis derivados del metabolismo fotosintético, sin considerar lo que representan los elementos membranosos de los organelos (cloroplastos, mitocondrias, retículo, etc). etc. y demás componentes presentes en células vivas. La diferencia de potencial, permite que el agua xilemática en ascenso (savia cruda) ingrese a ellas. Con ello aumenta el volumen celular y en respuesta y la presión de pared asume valores positivos, mientras que  $\Psi_w$  de agua, dada la gran concentración de solutos resulta en valores negativos muy por encima del hallado en los vasos y en ajuste al gradiente impuesto por la tensión atmosférica.

## Movimiento del Agua a nivel de la Atmósfera.

La atmósfera con una HR. de 50%, como se indicó, representa valores de potencial hídrico más negativos que -90 MPa, muy distantes o diferentes de lo que ocurre a nivel de las hojas. Por supuesto que ante H.R. más bajas en la atmósfera, (lo cual es común por Ej. en zonas desérticas) estos valores se hacen aún más negativos. En las cámaras subestomáticas anexas al mesófilo de las hojas, y debido a esta inmensa diferencia, se debe producir como respuesta la evaporación del agua celular a través de las paredes con paso posterior a la atmósfera en forma de vapor a través de las aperturas estomáticas. La regulación de la pérdida de agua lo ajustan por tanto las células de guarda del complejo estomático, células que no representando más allá del 1% de la superficie foliar regulan el 95% del paso (salida o pérdida) de agua a la atmósfera. La apertura y cierre estomático es una adaptación de gran significado en la economía de agua para la células al poder las hojas contrarrestar y regular efectivamente el efecto ocasionado por las inmensas tensiones (potenciales) a que son sometidas, correspondientes a tensiones a veces 100 veces más altas respecto a su propio ambiente celular. Un resumen de las diferentes situaciones de potencial en el ambiente suelo-planta-atmósfera se ilustra en la Fig. 1.

Conclusión: si bien el continuo SPA con sus múltiples adaptaciones celulares específicas a cada órgano en particular (raíz, tronco, hojas) da cuenta de la continuidad del ascenso vertical de la columna de savia a lo largo del sistema, la teoría de Cohesión-Tensión (CT) por causa de la acción de la atmósfera, si bien aceptada universalmente, y acorde a lo principios físicos, requeriría de más estudios complementarios. En la literatura hay discrepancias en cuanto a que la tensión de la atmosfera sobre CT no daría cuenta per se de toda la fuerza tensil necesaria para explicar en su totalidad el movimiento ascendente de la savia/agua a través del SPAC, especialmente en especies de gran altura. Algunas argumentaciones suponen errores en mediciones hechas sobre la tensión xilemática que han debido de ser corregidas debido a artefactos y/o imprecisiones de las medidas dado la dificultad experimental y por detalles del equipamiento. Lo anterior referiría a la expresión de la presión xilemática y su relación a causa del efecto transpiratorio. Entre otras evidencias de componentes en estudio sobre facilitación del movimiento del agua, se argumenta además sobre la existencia de mecanismos de flujo, que junto con ser de carácter osmótico sería a la vez hidráulico, todo lo cual haría más factible la disponibilidad de agua y su transporte a nivel del sistema radicular, al resto de la planta.

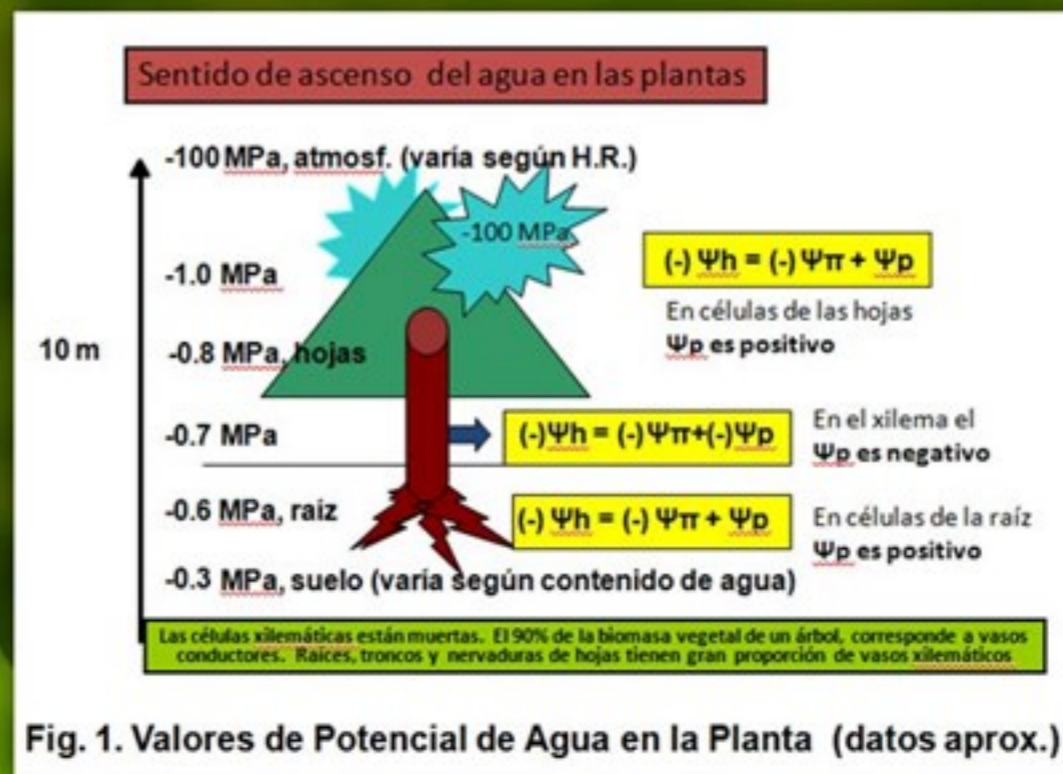


Fig. 1. Valores de Potencial de Agua en la Planta (datos aprox.)





# Reflexiones en torno al Desarrollo de Organismos Genéticamente Modificados en Beneficio del Hombre.

Dr. Miguel Jordan Zimmermann  
Dirección de Investigación e Innovación  
Universidad Mayor

Intensos debates se han venido realizando a nivel de la comunidad científica, por parte de autoridades gubernamentales y la comunidad a partir de los años 80, vinculados al potencial de riesgo que, los denominados posteriormente organismos transgénicos y/o organismos genéticamente modificados (OGM) pudiesen ocasionar en seres humanos, animales y sobre el medio ambiente. Transgenia, OGMs, Tecnología ADN-Recombinante, Ingeniería Genética, Biología Sintética, Transformación, etc., son todos términos que han sido acuñados en la medida que tanto científicos como empresas biotecnológicas evidenciaron avances formidables en el campo de la biología molecular experimental. A partir del descubrimiento del código genético, de su funcionamiento y estructuración junto con el advenimiento de nuevas técnicas e instrumental, fue posible avanzar en la comprensión del mecanismo de regulación genética, la manipulación del genotipo, la inserción de genes a nivel interespecífico, entre plantas, animales y microorganismos lo cual ha permitido determinar en éstos características anteriormente inexistentes en la naturaleza. Estos rasgos, ahora insertos y/o instalados en la codificación nuclear, permanecerían estables en cuanto a su expresión y serían además heredables, transmisibles a la descendencia.

La esencia de la técnica, en particular, la transgenia, mediante inserción de genes foráneos, prometía potenciar diversos atributos en toda clase de organismos (especialmente en aquellas especies de importancia económica, Ej. cultivos /ganadería).

Nuevas características deseables, anteriormente inimaginables y/o otras que nunca se hubiesen podido dar en la naturaleza a lo largo de todo el camino evolutivo en la tierra, ahora logradas por el hombre, serían sin embargo consideradas transgresiones inaceptables por parte de la sociedad. Uno de los temas de mayor preocupación, estaba referido al peligro que podrían ocasionar para la salud humana (refiérase por Ej. alimentación) el advenimiento de los diversos OGMs, los que en adelante implicaría el deber aceptar/consumir productos con "contaminantes", ajenos a los dados por la naturaleza a la especie, con posibles efectos nocivos, desconocidos e insospechables en el corto y largo plazo.

Sobre la base de la permutabilidad del ADN entre toda clase de organismos, se logró primeramente manipular diversos microorganismos para luego realizarse en plantas y animales, pudiéndose así "triangular" el material genético (ADN) entre dichos participantes. Sobre esta base se contaba a continuación con la capacidad tecnológica de introducir a voluntad nuevas características; lo cual ocurriría en diferentes laboratorios en el mundo, a tasas de progreso formidables.



Así, recombinaciones genéticas impensables que quizás o que tal vez nunca se hubiesen podido fundar por azar; estaban aconteciendo a diario al contar el hombre con pleno conocimiento y posesión del "accionar" del código genético. Lo anterior implicaba poder hacer uso de las "piezas" o partes del ADN y con ello, controlar la expresión de dichos genes. El caso de la producción de insulina sintética humana (ADN-recombinante), poco antes del año 1980 representó a uno de los ejemplos más relevantes y fue de beneficio para el hombre. La hormona insulina, que controla el nivel de azúcar en la sangre/células, y que es sintetizada por genes de los islotes de Langerhans en el páncreas, fueron aislados e insertos en microorganismos, en este caso bacterias (*Escherichia coli*), las que multiplicadas en biorreactores, permitieron lograr su síntesis fielmente a la insulina natural en cantidades sorprendentes, a voluntad.

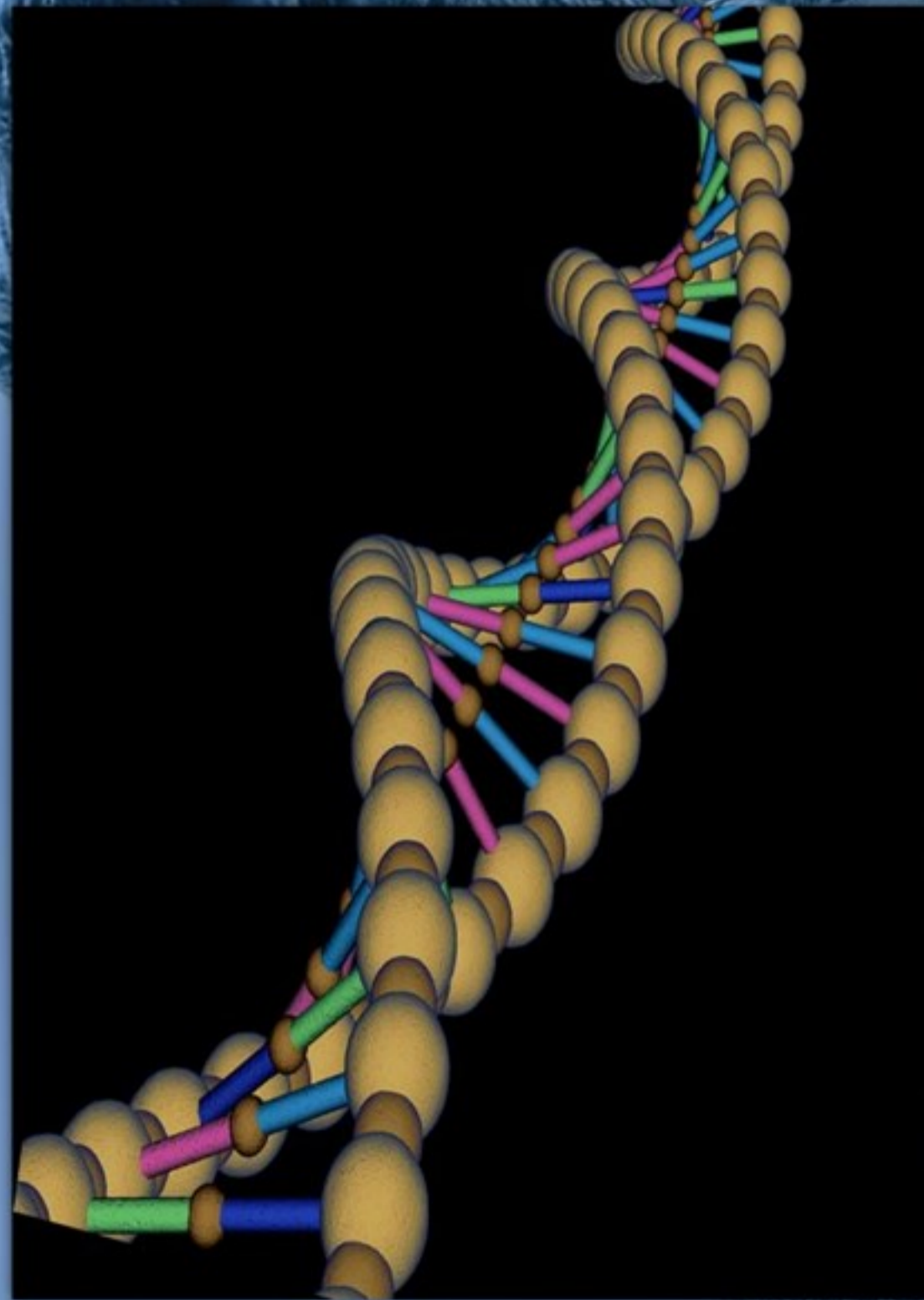


Este experimento y su resultado marcaron un hito trascendental en cuanto a lo que la tecnología ADN-recombinante podía ofrecer: un avance y comprobación factible del potencial ahora a mano. Lo anterior implicaba una nueva revolución en la ciencia y obviamente para la industria dada ahora la posibilidad de explorar respecto a la generación de otros diversos productos mediante uso de organismos modificados. La tecnología se potenciaba además al aplicar simultáneamente las técnicas de mejoramiento vía tradicional mediante cruzamientos por convencional "breeding". En adelante la realidad de un desarrollo vertiginoso en biotecnología, no tenía otro límite que la capacidad del ser humano de imaginar, actuar y dar vida a nuevos descubrimientos y aplicaciones antes insospechables.

Por qué es esto realmente factible? La respuesta la da la propia naturaleza, o la "intención" que Dios contempla en su creación respecto a la "vida" y sus "seres". La base de toda la vida conocida en la Tierra radica en que "todos los organismos", ya sean animales, plantas como también microorganismos comparten y están estructurados con las mismas unidades químicas, conformantes del ADN. Las unidades esenciales que lo componen son las bases adenina, guanina, citosina y timina, que según su secuencia codifican para la fabricación de elementos fundamentales para la vida. Estos corresponden a proteínas, enzimas, metabolitos primarios, secundarios y otros elementos más "permanentes" en el tiempo, conformantes de la estructura (Ej. paredes celulares en vegetales).



## Reflexiones en torno al Desarrollo de Organismos Genéticamente Modificados en Beneficio del Hombre.



El ADN, corresponde a una secuencia de genes, cada uno de los cuales ejecuta una diferente función vital de síntesis que el organismo precisa para su metabolismo, crecimiento, desarrollo y mantención de la vida, incluyendo su reproducción. La diversa disposición en la secuencia de las bases indicadas a lo largo de la cadena de ADN codifica el tipo de aminoácidos a generar y según esa secuencia se continúa con la generación de otros aminoácidos. El tipo y disposición de dichos aminoácidos, una vez juntos o estructurados y totalizados, conforman finalmente las proteínas específicas. Por tanto, cada proteína es el resultado de la secuencia y frecuencia en que se repiten aminoácidos determinados, y de hecho, dicha secuencia determina luego el tipo de armado, su configuración y finalmente realizar una función específica.

Ahora bien, sobre la base que todos los organismos comparten las mismas unidades que permiten su vida, y que estas son comunes entre sí y acotadas, se presenta la otra permisividad en cuanto a que, sus partes, son al mismo tiempo "intercambiables"; es decir, transferibles entre los diversos tipos de organismos de la naturaleza.

El ADN cuenta con la propiedad que es posible lograr (temporal o permanentemente) la separación de sus partes, consiguiéndose realizar cortes en lugares deseados de esta cadena. Asimismo, es igualmente posible tomar parte del ADN (Ej. un gen) de otro ser viviente e insertar este en el primero.

Lograr juntar material genético de dos o más individuos vivientes es la esencia para así poder generar un organismo transgénico. Finalmente, siendo ejecutada y aceptada, correcta y funcionalmente la inserción del gene foráneo en el ADN del receptor, solo falta que este gene codifique la característica deseada que conlleva y que esta se exprese. De manera que actualmente, es posible "recombinar" características deseables que el hombre imagine como convenientes, buscando genes en "dadores" e introduciéndolos en especies de beneficio "receptores" para incrementar su valor, especialmente para necesidades alimenticias. Así por hoy, y solo referente a plantas de importancia económica, un avance trascendente representó por el año 2000 la obtención del "Golden Rice" (arroz dorado, con un gene funcional para producir betacaroteno (convertible en el cuerpo humano en vitamina A); similarmente, la generación de soja resistente al herbicida glifosato fue reportada ya por 1994 implicando un incremento significativo en su producción, superficie plantada, rendimiento y beneficio a productores. Cabe citar también el logro en tomates (Flavr Savr™) en misma fecha donde se ha podido frenar la velocidad de su maduración con la consiguiente reducción de pérdidas económicas particulares al cultivo (almacenamiento/pérdida por sobre-maduración, pudrición, entrega programada a consumidores, etc.). Junto a muchos otros ejemplos podría finalmente citarse la papa, en donde se logró recientemente (2012) insertar el gene productor de la insulina humana. Así, a través de un consumo controlado del tubérculo, podría ser reemplazado el requerimiento de inyección reiterada de insulina y reducir riesgos en el grupo de diabéticos afectados.

Sin ahondar en más ejemplos pero, respecto al debate de posiciones contrarias a la generación, existencia, producción y consumo de transgénicos, la plataforma de discusión y su rechazo se basa en: (1) el hombre estaría alterando la naturaleza, perturbando el producto de la evolución generado en la tierra por millones de años y que "ha prosperado bien" sin ayuda de la ciencia; (2) los transgénicos generados se estarían dispersando por doquier en el mundo, sin reversa y contaminando con sus genes a las especies naturales; (3) siendo los transgénicos por manos del hombre "mejor ajustadas al estrés medioambiental, podrían desplazar y/o eliminar por competencia a aquellas especies que la naturaleza ha forjado o que han sido domesticadas por el hombre durante cientos de años, (4) Enfermedades: se insertan y presentarían con presteza nuevos riesgos, como ejemplo alergias o posibles nuevas enfermedades, si no resultantes tóxicas ahora presentes en los productos para alimentación humana o animal; (5) posible acción terrorista "terrorismo biológico/guerra biológica" insertando genes deletéreos, o dispersando patógenos/genos deletéreos (Anthrax?) en productos de consumo por el hombre y, por último (6) "la indigna intención de querer el hombre "doblar la mano de Dios" interviniendo en su Creación, para los más críticos.





## Reflexiones en torno al Desarrollo de Organismos Genéticamente Modificados en Beneficio del Hombre.

Ante lo anterior y ante la evidencia que sin embargo, por hoy no hay reportes referidos a aspectos negativos como los mencionados arriba, existen obviamente también posiciones contrarias, a favor. ¿Porqué no ayudarse de la ciencia en el logro de “bienes” que benefician al hombre? Ellos están a favor de decir que, en cuanto a qué es o no es conveniente de realizar debería ser resultante de una conclusión pluralista derivada de juicios de científicos, expertos, gobernantes, etc. y de las necesidades de los ciudadanos del mundo en cuanto a alimentación y salud. Indican también que el examen en cuanto a bondades y desventajas de un nuevo producto biológico, debe canalizarse estrictamente “caso a caso”, no generalizando, según la naturaleza del mismo. Cada ejemplo y sus posibles efectos corresponden a un caso muy distinto y diferente serán las implicaciones. El “arroz dorado” desde su generación no ha sido liberado en Suiza, donde se gestó, sin embargo probablemente ello esté ahora mismo en camino en China, donde se logró recientemente arroz transgénico aun con mayor contenido en betacaroteno. El beneficio mundial en prevenir la ceguera de miles de habitantes en el mundo cuya dieta se basa principalmente en arroz y que cuentan tan solo de pocos recursos para su subsistencia es tan impactante que merece una decisión sobre su pronto uso. La historia de lo bueno o malo que pudiese acontecer a futuro ante cada descubrimiento biológico, no está aún escrita.

En la medida de intentar comentar objetivamente el tema, es de utilidad tener presente las siguientes consideraciones:

a) Con las técnicas de ingeniería genética (cada vez más simples de ejecutar estando por hoy aún al alcance de estudiantes de educación media (1)), lo más frecuentemente reportado es la inclusión o inserción a causa de un solo gene (aun siendo posible de más). Las causas del rechazo y de la alarma mundial fue en respuesta a los puntos 1-6, (y otros no mencionados) citados arriba. Lo anterior particularmente en Europa, (aunque no tanto en Argentina, Brasil, Paraguay y México), donde hay plantaciones de varios cultivos transgénicos) va denotando día a día mayor apertura ya sea en el viejo continente como en Norteamérica.



b) Respecto al punto anterior de “un solo nuevo gene ajeno” añadido a una planta se podría contrastar un ejemplo de hibridación en el pasado donde la reacción de la sociedad, (y o entre científicos) fue más bien “ninguna” y, hasta el día de hoy, si bien el nivel de comunicación estaba mucho menos desarrollado que ahora iiii Se trata sin embargo de una recombinación genética mucho “más violenta”, en particular de la síntesis o generación de un nuevo cereal conocido como “Triticaleiiii. Triticale es un producto logrado a través de un cruzamiento interespecífico; un híbrido generado por las técnicas genéticas de mejoramiento vegetal tradicional, nunca impugnado por la sociedad. Triticale resulta del cruzamiento entre trigo y centeno (*Triticum aestivum* x *Secale cereale*), siendo estas dos especies de género distintoiii. La denominación Triticale viene de la fusión de nombres de ambos géneros. Este cereal nunca existió antes en la naturaleza. Representa sin duda a un nuevo cultivo el cual fue aceptado-sin restricciones, universalmente. Pero, porqué se trae como ejemplo? Simplemente: para su “confección hubo que combinar el 100% de los genes de cada una de las especies aportante, lo que implica una máximo grado de transgenia recombinante. Nadie reclamó, por esta acción. ¿No correspondería considerar aquí, nuevamente los criterios que se ponen en frente (los mencionados) para los casos donde sólo el objetivo era insertar un solo gen? Gran pregunta.

c) Para quienes están contrarios afectar a la naturaleza vale indicar que en muchísimas ocasiones, a nivel de Instituciones Nacionales de Investigación de Gobiernos, se ha insertado un solo gene, (o un conjunto limitado de genes) a objeto de conferir resistencia a una enfermedad, un hongo o una virosis en cultivos por “breeding tradicional”, mediante cruzamientos absolutamente convencionales con la mezcla 100% de genes presentes en el F1 (híbrido 100% resultante de la primera cruce). Mediante el método, comúnmente dos variedades, una resistente y la otra no, (pero la segunda deseable en cuanto a sus caracteres), posterior retrocruza del F1, permite recuperar al máximo los genes deseables de la especie de cultivo aunque ahora incorporando al gen ajeno de interés. El único problema del procedimiento es que el proceso puede demorar del orden de 10 años (incluyendo costos y esfuerzo), para volver a concentrar los genes iniciales deseables, evitable vía técnica ADN-recombinanteiiii

¿No debería haber habido aquí también preocupación mundial o local por los consumidores con estas pruebas? Al respecto, tampoco se han reportado “cruzas” perniciosas, escape de material genético o daño al ambiente, en ningún caso.

d) Entre paréntesis: “La naturaleza permite cierto grado de hibridación natural. El ejemplo más cercano de un 100% de hibridación interespecífica, (y que para nadie resulta de inquietud, siendo además natural/ sin intervención del hombre), es el resultado de la cruce natural entre caballos y asnos, (nuevamente especies distintas) con resultado de la “mula”, animal absolutamente viable y funcional hasta su muerte. Si bien no puede reproducirse nadie diría que este ser no fuese “admisable” por la Naturaleza. Cierre de Paréntesis !!!







# CONSTRUYENDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES:

## Parte 4: Modelos Matemáticos de Aprendizaje conducentes a su uso en Redes Neuronales Artificiales

Oscar A. Inostroza  
Ingeniero Civil Electricista  
Universidad de Chile

Para poder conceptualizar correctamente algoritmos de aprendizaje inteligentes, debemos primeramente formular el aprendizaje en términos matemáticos. Tal como lo hemos señalado en los artículos que han precedido a éste, consideraremos un peso sináptico  $W_{kj}$  de una neurona  $k$  con señales presinápticas y postsinápticas  $x_j$  y  $y_k$ , respectivamente. El ajuste que se aplica al peso sináptico  $W_{kj}$  momento  $n$  es expresada como sigue:

$$\Delta w_{kj}(n) = F(y_k(n), x_j(n))$$

Donde  $F(\cdot, \cdot)$  es una función de ambas señales (pre y post sinápticas); las que frecuentemente son tratadas como señales no dimensionales. A continuación se introducirá en diversos modelos matemáticos de aprendizaje.

### Aprendizaje Competitivo o bajo un régimen de Competencia

En el aprendizaje competitivo tal como su nombre lo señala, las neuronas de salida de la red neuronal artificial compiten entre ellas para ser la activa (la que se dispara). Mientras que en una red neuronal artificial de aprendizaje Hebbiano, varias neuronas pueden estar activas simultáneamente. En el aprendizaje competitivo solo una única neurona esta activa en un momento dado. Esta característica hace que el aprendizaje competitivo sea muy adecuado para descubrir características estadísticas sobresalientes que pueden usarse para clasificar conjuntos de patrones de entrada. Esta técnica es ampliamente utilizada en el reconocimiento de configuraciones, sean éstas de imágenes, texto o voz.

### Los tres elementos básicos para una regla de aprendizaje competitivo se basan en:

- Que exista un conjunto de neuronas artificiales, todas iguales, con la excepción de los pesos sinápticos distribuidos aleatoriamente, y por lo mismo con una respuesta diferente a un conjunto de patrones de entrada.
- Se impone un límite de "fuerza" a cada una de las neuronas.
- Se aplica un mecanismo que permite a las neuronas competir por el derecho a responder a un subconjunto de entradas dado, tal que solo una neurona de salida, o sólo una neurona por grupo, se encuentra activa en un momento dado. La neurona que gana la competencia sigue el esquema de "el ganador lo toma todo".

De esta manera, las neuronas individuales de la red neuronal artificial aprenden a especializarse en conjuntos de patrones similares, y de esta forma se vuelven detectores de características para diferentes clases de patrones de entrada (imágenes, texto o voz). Las neuronas individuales de la red aprenden a especializarse en conjuntos de patrones similares, y de esta forma se vuelven detectores de características para diferentes clases de patrones de entrada. En la forma más simple del aprendizaje competitivo, la red neural tiene sólo una capa de neuronas de salida, cada una de ellas está completamente conectada a los nodos de entrada, pudiendo esta red incorporar conexiones de retroalimentación entre las neuronas.

En esta arquitectura la conexión de retroalimentación genera una inhibición lateral, donde cada neurona tiende a inhibir a la neurona a la que lateralmente se encuentra conectada. En contraste, las conexiones sinápticas realimentadas positivamente en la neurona son todas excitatorias. Para que una neurona  $k$  sea la ganadora, el campo local inducido  $v_k$  para un patrón de entrada específico  $X$  debe ser el más grande entre todas las neuronas de la red. La señal de salida  $y_k$  de cada neurona ganadora  $k$  es igual a uno, las señales de salida de todas las neuronas que pierden la competencia es igual a cero. Esto se escribe como:

$$y_k = \begin{cases} 1; & \text{Si } v_k > v_j \text{ para todo } j, j \neq k \\ 0; & \text{de otra manera} \end{cases}$$

En donde el campo local inducido  $v_k$  representa la acción combinada de todas las entradas, neuronas conectadas positivamente y las neuronas que retroalimentan, de la neurona  $k$ . Si  $w_{kj}$  el peso sináptico conectando al nodo de entrada  $j$  a la neurona  $k$ . Suponga que cada neurona tiene permitido un monto fijo de pesos sinápticos, por ejemplo, todos los pesos sinápticos son positivos, los cuales son distribuidos entre los nodos de entrada,

$$\sum_j w_{kj} = 1 \quad \text{para todo } k$$

La neurona aprenderá cambiando sus pesos sinápticos de los nodos de entrada desde inactivo a activo. Si una neurona no responde a un patrón de entrada particular, no ocurre aprendizaje en dicha neurona. Si una neurona particular gana la competencia, cada nodo de entrada de dicha neurona disminuye una porción de su peso sináptico, y esa porción de peso sináptico entonces se distribuye equitativamente entre los nodos de entrada activos. De acuerdo a la regla estándar de aprendizaje competitivo, el cambio  $\Delta w_{kj}$  aplicado en el peso sináptico  $w_{kj}$  es definido como:

$$\Delta w_{kj} = \begin{cases} \eta(x_j - w_{kj}); & \text{si la neurona } k \text{ gana la competencia} \\ 0; & \text{si la neurona } k \text{ pierde la competencia} \end{cases}$$

En donde  $\eta$  es el parámetro de la tasa de aprendizaje. Esta regla tiene el efecto global de mover el vector de peso sináptico  $w_k$  de la neurona ganadora  $k$  hacia el patrón de entrada  $x$ .





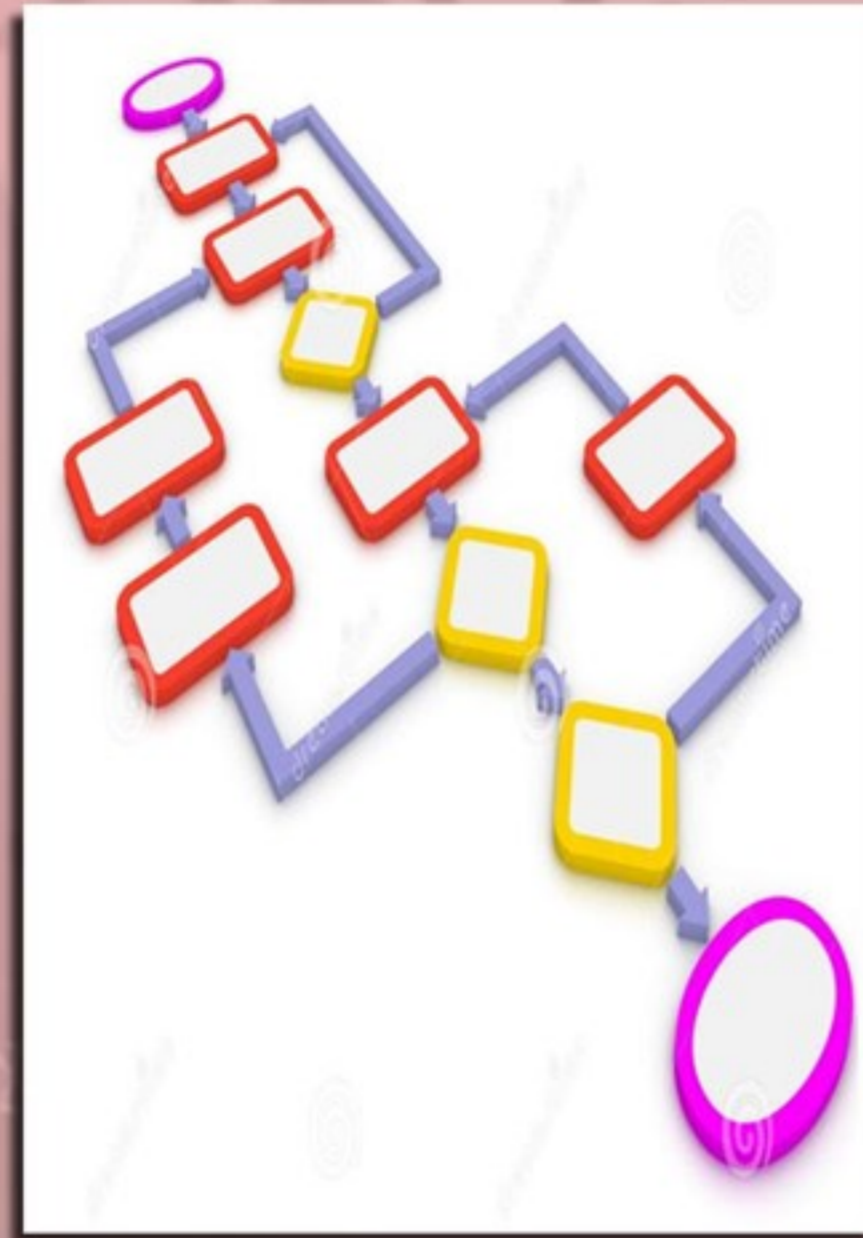
# CONSTRUYENDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES:

## Parte 4: Modelos Matemáticos de Aprendizaje conducentes a su uso en Redes Neuronales Artificiales

### Aprendizaje de Boltzmann

La máquina de Boltzmann al ser una máquina estocástica, hace natural mirar una teoría de probabilidad para un apropiado índice de rendimiento. Un criterio es la Función de Verosimilitud. El objetivo del Aprendizaje de Boltzmann es maximizar la función de verosimilitud o, equivalentemente, la función de verosimilitud logarítmica, de acuerdo con el Principio de máxima verosimilitud. Si denotamos a  $\mathcal{F}$  al conjunto de ejemplo de entrenamiento de la distribución de probabilidad de interés. Se supone que los ejemplos son todos de dos valores. Un subconjunto del vector estado  $X$  dicho  $X_\alpha$  denota el estado de las neuronas visibles. La parte restante del vector estado  $X$  dicho  $X_\beta$  representa el estado de las neuronas ocultas. Los vectores estados  $X$ ,  $X_\alpha$  y  $X_\beta$  son la realización de los vectores aleatorios respectivamente. Hay dos fases para la operación de la máquina de Boltzmann:

- Fase positiva: en esta fase la red opera en su condición fijada (por ejemplo, bajo la influencia directa del conjunto de entrenamiento).
- Fase negativa: en esta segunda fase, la red se puede ejecutar libremente, y por lo tanto, sin entrada medioambiental.



Dado el peso sináptico  $w$  para la red entera, la probabilidad que las neuronas visibles estén en el estado  $x_\alpha$  es  $P(X_\alpha = x_\alpha)$ . Con los muchos posibles valores de  $x_\alpha$  contenido en el conjunto de entrenamiento  $\mathcal{F}$ , es de suponer que es estadísticamente independiente. Por lo que la distribución de probabilidad global es la distribución factorial  $\prod_{x_\alpha \in \mathcal{F}} P(X_\alpha = x_\alpha)$ . Para formular la función verosimilitud logarítmica  $L(w)$ , se toma el logaritmo de esta distribución factorial y trata  $w$  como el vector de parámetro desconocido. Podemos así escribir:

$$L(w) = \log \prod_{x_\alpha \in \mathcal{F}} P(X_\alpha = x_\alpha) = \sum_{x_\alpha \in \mathcal{F}} \log P(X_\alpha = x_\alpha)$$

Para formular la expresión para la probabilidad marginal  $P(X_\alpha = x_\alpha)$  en términos de la función energía  $E(x)$ , usamos lo siguiente:

- ❖ La probabilidad  $P(X_\alpha = x_\alpha)$  es igual a  $\frac{1}{Z} \exp\left(\frac{-E(x)}{T}\right)$ .
- ❖ Por definición, el vector estado  $x$  es la combinación conjunta de  $x_\alpha$  perteneciente a las neuronas visibles y  $x_\beta$  perteneciente a las neuronas ocultas. Por consiguiente, la probabilidad de encontrar las neuronas visibles en estados  $x_\alpha$  con cualquier  $x_\beta$  es dada por:

$$P(X_\alpha = x_\alpha) = \frac{1}{Z} \sum_{x_\beta} \exp\left(\frac{-E(x)}{T}\right)$$

donde el vector aleatorio  $X_\alpha$  es un subconjunto de  $X$ . La función partición  $Z$  es así misma definida por:

$$Z = \sum_x \exp\left(\frac{-E(x)}{T}\right)$$

Así es que, sustituyendo las dos ecuaciones anteriores con la ecuación (que tiene log), se obtiene la expresión deseada para la función logarítmica de verosimilitud<sup>2</sup>:

$$L(w) = \sum_{x_\alpha \in \mathcal{F}} \left( \log \sum_{x_\beta} \exp\left(\frac{-E(x)}{T}\right) - \log \sum_x \exp\left(\frac{-E(x)}{T}\right) \right)$$

La dependencia en  $w$  es contenida en la función energía  $E(x)$ , como muestra la siguiente ecuación:

$$E(x) = -\frac{1}{2} \sum_i \sum_j w_{ji} x_i x_j$$

<sup>2</sup>En ingles es llamado Log-likelihood Function.



# CONSTRUYENDO ALGORITMOS DE APRENDIZAJE INTELIGENTES:

## Parte 4: Modelos Matemáticos de Aprendizaje conducentes a su uso en Redes Neuronales Artificiales

Diferenciar  $L(w)$  con respecto a  $w_{ji}$  de la ecuación anterior, obtenemos el siguiente resultado después de algunas manipulaciones de términos:

$$\frac{\partial L(w)}{\partial w_{ji}} = \frac{1}{T} \sum_{x_\alpha \in \mathcal{F}} \left( \sum_{x_\beta} P(X_\beta = x_\beta | X_\alpha = x_\alpha) x_j x_i - \sum_x P(X = x) x_j x_i \right)$$

Para simplificar las cosas, introducimos dos definiciones:

$$\rho_{ji}^+ = \langle x_j x_i \rangle^+ = \sum_{x_\alpha \in \mathcal{F}} \sum_{x_\beta} P(X_\beta = x_\beta | X_\alpha = x_\alpha) x_j x_i$$

y

$$\rho_{ji}^- = \langle x_j x_i \rangle^- = \sum_{x_\alpha \in \mathcal{F}} \sum_x P(X = x) x_j x_i$$

En un amplio sentido, podemos ver el primer promedio,  $\rho_{ji}^+$ , como la tasa de disparo medio o correlación entre los estados de neuronas  $i$  y  $j$  con la red operando en su fase positiva o fijada, y similarmente visto el segundo promedio,  $\rho_{ji}^-$ , como la correlación entre las fases de neuronas  $i$  y  $j$  con la red operando en su funcionamiento libre o fase negativa. Con estas definiciones podemos simplificar la ecuación anterior a:

$$\frac{\partial L(w)}{\partial w_{ji}} = \frac{1}{T} (\rho_{ji}^+ - \rho_{ji}^-)$$

El objetivo del aprendizaje de Boltzmann es para maximizar la función logarítmica de verosimilitud  $L(w)$ . Podemos usar la gradiente de ascenso para lograr ese objetivo al escribir:

$$\Delta w_{ji} = \epsilon \frac{\partial L(w)}{\partial w_{ji}}$$
$$\eta = (\rho_{ji}^+ - \rho_{ji}^-)$$

Con  $\eta$  siendo el parámetro de tasa de aprendizaje; este es definido en términos de  $\epsilon$  y la temperatura de operación  $T$  como:

$$\eta = \frac{\epsilon}{T}$$

La regla de la gradiente de ascenso es llamada regla de aprendizaje de Boltzmann. El aprendizaje se desarrolla en lotes; eso es, los cambios para los pesos sinápticos son hechos en la presentación del conjunto entero de los ejemplos de entrenamiento. De acuerdo a esta regla de aprendizaje, los pesos sinápticos de una máquina de Boltzmann son ajustados utilizando solo las observaciones disponibles a nivel local bajo dos diferentes condiciones:

- (1) fijado,
- (2) funcionamiento libre.



Esta importante característica del aprendizaje de Boltzmann simplifica en gran medida la arquitectura de la red, particularmente cuando se trata de grandes redes. Otra característica útil del aprendizaje de Boltzmann, es que la regla para ajustar el peso sináptico de la neurona  $i$  a neurona  $j$  es independientemente de que estas dos neuronas son ambas visibles, ambas ocultas, o una de cada una. Desde un punto de vista de aprendizaje, los dos términos que constituyen la regla de aprendizaje de Boltzmann tienen significado distinto. Se puede considerar el primer aspecto, correspondiente a la condición fijada de la red, esencialmente como una regla de aprendizaje Hebbiano, el segundo aspecto, la red corriendo libremente se puede considerar como un des-aprendizaje o condición de olvido.

### Aprender con profesor

Podemos conceptualizar este paradigma diciendo que el profesor tiene conocimiento del entorno, y que este se representa como un conjunto de ejemplos de entrada-salida. El entorno, sin embargo, no conoce a la red neuronal de nuestro interés. Suponiendo que tanto el profesor como la red neural estarán expuestos a un vector de aprendizaje atraído desde el entorno. Por medio del conocimiento construido en él, el profesor es capaz de proveer a la red neuronal con una respuesta esperada para ese vector de aprendizaje. De hecho, la respuesta deseada representa la acción óptima que desarrollara la red neuronal. Los parámetros de la red son ajustados bajo la influencia combinada del vector de entrenamiento y la señal de error. La señal de error se define como la diferencia entre la respuesta deseada y la verdadera respuesta de la red. Este ajuste se realiza iterativamente de una manera paso a paso, con el objetivo de hacer que la red neuronal emule al profesor eventualmente. Esta emulación presume ser óptima en un sentido estadístico. De esta manera, el conocimiento del entorno que posee el profesor se transfiere a la red neuronal a través del entrenamiento tan completamente como se puede. Cuando se alcanza esta condición, podemos prescindir del profesor y dejar que la red neuronal enfrente el entorno completamente sola.

Esta forma de aprendizaje supervisado que se acaba de describir está basada en un aprendizaje error-corrección.

### Aprender sin profesor

En este caso, no existe un profesor que supervise el proceso de aprendizaje. Esto quiere decir que no existen ejemplos etiquetados de la función que aprenderá la red. Bajo este sistema se identifican dos subdivisiones.

• **Aprendizaje reforzado.** Este aprendizaje consiste en un mapeo de entrada-salida, y se realiza a través de una interacción continua con el entorno de manera de minimizarlo a un índice de desempeño escalar. El sistema estará diseñado para aprender bajo refuerzo retrasado, esto quiere decir que el sistema observa una secuencia de estímulos temporales, por ejemplo vectores de estado, también recibidos del entorno, los cuales eventualmente resultan en la generación de una señal de refuerzo heurístico. El objetivo de este aprendizaje es minimizar la función de costo, definida como la expectativa de costo acumulado de las acciones realizadas sobre una secuencia de pasos de tiempo son de hecho las mejores determinantes del comportamiento total del sistema. La función del aprendizaje de máquina, que constituye el segundo componente del sistema, es descubrir estas acciones y alimentarlas de nuevo al entorno.

Este aprendizaje es de difícil desarrollo debido a dos razones básicas:

- \* No existe profesor para proveer de una respuesta deseada a cada paso del proceso de aprendizaje.
- \* El retraso incurre en la generación de la primera señal de refuerzo implica que la máquina de aprendizaje debe ser capaz de asignar crédito y culpa individualmente a cada acción en la secuencia de pasos temporales que conducen a la salida final, mientras el refuerzo primario puede sólo evaluar la salida.

No obstante las dificultades, el método de aprendizaje de refuerzo retrasado es muy atractivo. Provee las bases de un sistema que interactúa con el entorno, aprendiendo así a desarrollar una tarea únicamente en la base de la salida de una experiencia que es el resultado de la interacción.

• **Aprendizaje sin supervisión.** En el aprendizaje sin supervisión o auto-organizado no existe un profesor externo o crítico que supervise el proceso de aprendizaje. Incluso más, se hace una provisión para la medición independiente de tareas de la calidad de representación que la red requiere para aprender, y los parámetros de la red se optimizan en relación a esta medición. Una vez que la red se ha sintonizado a las regularidades estadísticas de los datos de entrada, desarrolla la habilidad de formar representaciones internas de las características codificadas en la entrada y de esta manera, crear nuevas clases automáticamente.

Para poder desarrollar este método eficientemente se debe usar una regla de aprendizaje competitivo.

En la siguiente parte, presentaremos los diferentes modelos de redes existentes, en forma cronológica, de manera que se pueda apreciar no tan sólo el estado del arte, sino que también el nivel de complejidad que éstos han ido incorporando.



# EL CONTROL ÓPTIMO EN LA INDUSTRIA

## DE PROCESOS (Parte III)

Gustavo E. Ceballos  
Ingeniero Civil Electricista  
M.Sc. Ingeniería Eléctrica  
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas  
Universidad de Chile.

En esta tercera parte, intentaremos dar solución al problema de control óptimo planteado en las partes I y II, es decir, se desea determinar la señal de control  $u(t)$  que minimice la funcional de costo  $E_u = \frac{1}{R} \int_{t=0}^T [u^2(t) - x_1(t)u(t)] dt$ . Recordar que el problema original consiste de un modelo simplificado de una línea de transmisión o circuito RC.

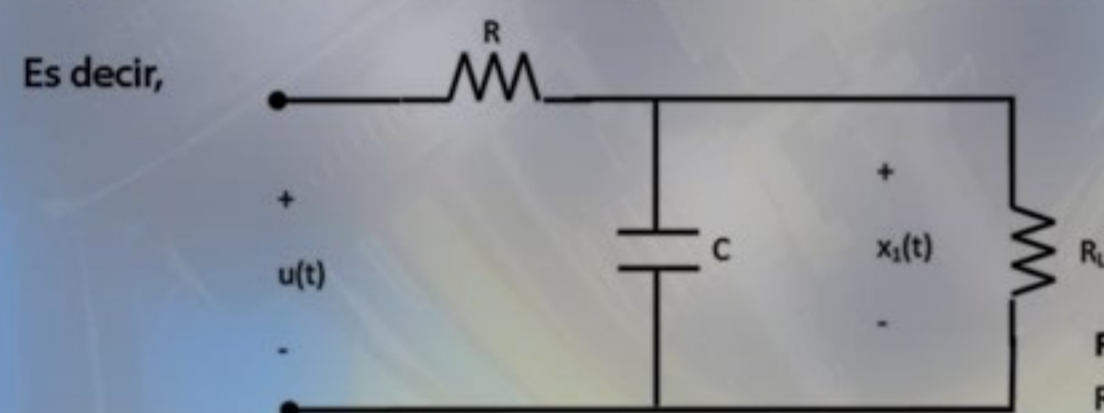


Figura 1:  
Red Eléctrica RC (modelo simplificado de una línea de transmisión).

Recordar también que el Hamiltoniano se define como:

$$g_a(x_1(t), u(t), \lambda(t)) = \frac{1}{2} [u^2(t) - x_1(t)u(t)] + \lambda(t)(-a x_1(t) + bu(t))$$

Y las condiciones necesarias, en términos del Hamiltoniano, son:

$$\dot{\lambda}^*(t) = -\frac{\partial g_a(x_1(t), u(t), \lambda(t))}{\partial x_1}$$

$$0 = \frac{\partial g_a(x_1(t), u(t), \lambda(t))}{\partial u}$$

El conjunto de ecuaciones necesarias que garantizan la minimización de la funcional de costo  $E_u$  son las siguientes.

$$\dot{\lambda}^*(t) = \frac{u^*(t)}{2} + a\lambda^*(t)$$

$$u^*(t) = x_1^*(t) - \lambda^*(t)b$$

$$\dot{x}_1^*(t) = -a x_1^*(t) + bu^*(t)$$

Entonces, reemplazando  $u^*(t)$  de la segunda ecuación en la primera y tercera, se llega al siguiente sistema,

$$\dot{x}_1^*(t) = (b-a)x_1^*(t) - b^2\lambda^*(t)$$

$$\dot{\lambda}_1^*(t) = \frac{1}{2}x_1^*(t) + \left(a - \frac{b}{2}\right)\lambda^*(t)$$

En forma más compacta o matricial se tendrá,

$$\begin{bmatrix} \dot{x}_1^* \\ \dot{\lambda}^* \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (b-a) & -b^2 \\ \frac{1}{2} & \left(a - \frac{b}{2}\right) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1^* \\ \lambda^* \end{bmatrix} \quad (1)$$

Este es un sistema dinámico autónomo expresado en variables de estado del tipo,

$$\dot{X} = AX$$

Ahora bien, para obtener una solución particular óptima de la trayectoria  $x_1(t)$  se deben especificar las condiciones iniciales, es decir,  $x_1(0)$  y las condiciones finales  $x_1(T)$ . Dependiendo de dichas condiciones iniciales, existen variados casos. Veamos un caso típico como es  $x_1(0) = 5$  y  $x_1(T) = 0$ . Es decir, el tiempo de control es finito y todos los estados del sistema tenderán a 0 conforme el tiempo se aproxime a  $T$ . Este es un caso especial del problema de Regulación. Supongamos que  $T = 10$ .

Aplicando transformada de Laplace al sistema de ecuaciones (1) y realizando algunas manipulaciones algebraicas se llega al siguiente sistema,

$$X_1^*(s) = \frac{x_1^*(0) \left[ s - \left( a - \frac{b}{2} \right) - b^2 \frac{\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} \right]}{s^2 - \frac{b}{2}s + \left( \frac{3ab - 2a^2}{2} \right)}$$

$$\lambda^*(s) = \frac{X_1^*(s)}{2 \left[ s - \left( a - \frac{b}{2} \right) \right]} + \frac{\lambda^*(0)}{\left[ s - \left( a - \frac{b}{2} \right) \right]}$$

Ahora bien, para simplificar algo más el problema, asignemos valores a los parámetros (ej:  $a=1$  y  $b=3$ ), luego se tendrá que:

$$X_1^*(s) = \frac{x_1^*(0) \left[ s + \frac{1}{2} - \frac{9\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} \right]}{(s-1) \left( s - \frac{1}{2} \right)} \quad (2)$$

$$\lambda^*(s) = \frac{X_1^*(s)}{2 \left( s + \frac{1}{2} \right)} + \frac{\lambda^*(0)}{\left( s + \frac{1}{2} \right)}$$





# EL CONTROL ÓPTIMO EN LA INDUSTRIA DE PROCESOS (Parte III)

Expandiendo en fracciones parciales la primera ecuación del sistema (2) se llega a,

$$X_1^*(s) = x_1^*(0) \left[ \frac{A}{(s-1)} + \frac{B}{\left(s-\frac{1}{2}\right)} \right]$$

$$A = \lim_{s \rightarrow 1} \frac{(s-1) \left[ s + \frac{1}{2} - \frac{9\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} \right]}{(s-1) \left( s - \frac{1}{2} \right)} = 3 \left( 1 - \frac{6\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} \right)$$

$$B = \lim_{s \rightarrow \frac{1}{2}} \frac{\left( s - \frac{1}{2} \right) \left[ s + \frac{1}{2} - \frac{9\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} \right]}{(s-1) \left( s - \frac{1}{2} \right)} = 2 \left( \frac{9\lambda^*(0)}{x_1^*(0)} - 1 \right)$$

Finalmente,

$$X_1^*(s) = \left[ \frac{3(x_1^*(0) - 6\lambda^*(0))}{(s-1)} + \frac{2(9\lambda^*(0) - x_1^*(0))}{\left(s-\frac{1}{2}\right)} \right]$$

Tomando la transformada inversa de Laplace, se llega a:

$$x_1^*(t) = 3(x_1^*(0) - 6\lambda^*(0))e^t + 2(9\lambda^*(0) - x_1^*(0))e^{\frac{t}{2}} \quad (3)$$

Por otro lado, aplicando las condiciones iniciales y finales, entonces,

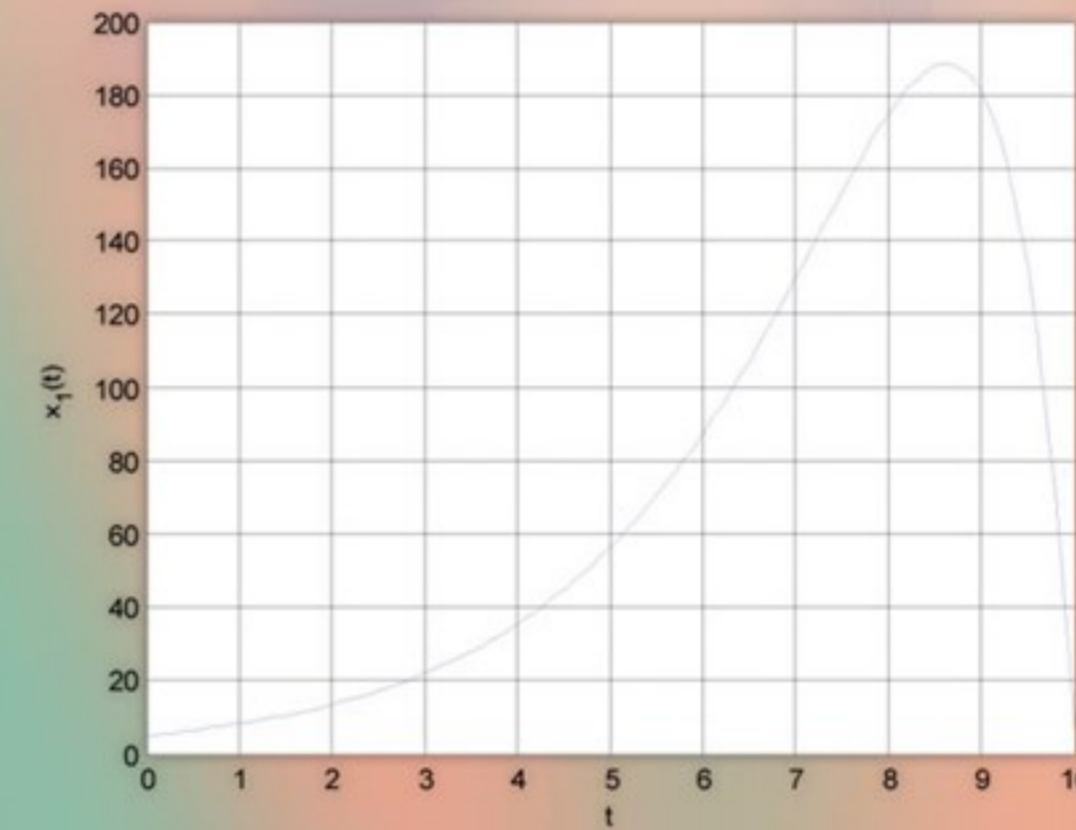
$$x_1^*(10) = 0 = 3(x_1^*(0) - 6\lambda^*(0))e^{10} + 2(9\lambda^*(0) - x_1^*(0))e^5 \text{ o bien,}$$

$$x_1^*(10) = 0 = 3(5 - 6\lambda^*(0))e^{10} + 2(9\lambda^*(0) - 5)e^5$$

De esta ecuación se obtiene que  $\lambda^*(0) = 0,8352$ . Así, reemplazando este valor en la ecuación (3) se llega a:

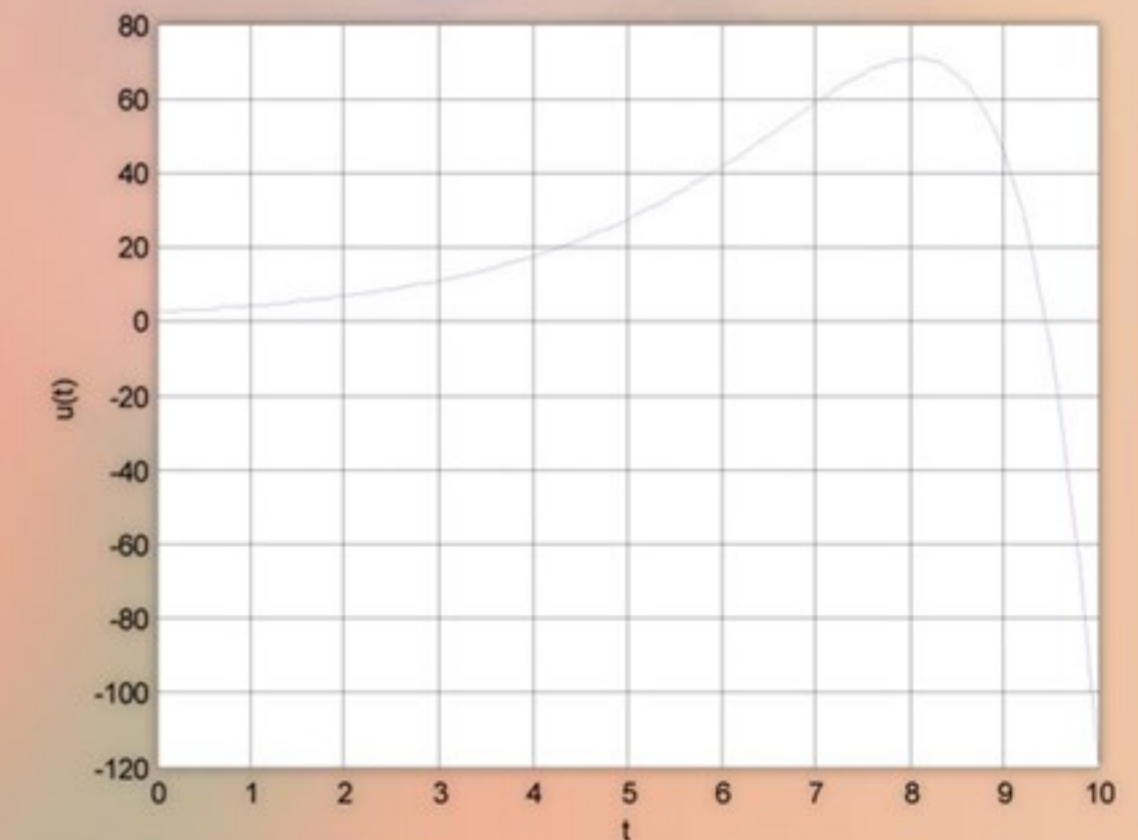
$$x_1^*(t) = -0,0336e^t + 5,0336e^{\frac{t}{2}} = \text{Voltaje en la Resistencia de carga } R_L.$$

Que es la trayectoria óptima del problema del modelo simplificado de la línea de transmisión. Veamos una gráfica del voltaje en la resistencia de carga  $x_1(t)$ .



Por último, el control óptimo  $u^*(t)$  se puede obtener de la ecuación de estado, es decir,

$$u(t) = \frac{x_1^*(t) + ax_1(t)}{b} = \frac{x_1^*(t) + x_1(t)}{3}$$



En este caso,  $u(t)$  corresponde al voltaje de entrada.

Es evidente la complejidad matemática del uso de las técnicas de control óptimo. Es por ello que es fundamental el desarrollo de métodos numéricos para abordar de forma práctica este potente enfoque del control de sistemas.

Por otro lado, en próximos capítulos veremos una forma más típica de índices de desempeño para el Control Óptimo como son las formas cuadráticas del tipo,  $J = \int_{t=0}^T [\bar{x}^T Q \bar{x} + \bar{u}^T R \bar{u}] dt$  en que  $\bar{x}^T$  es el vector de estado transpuesto del sistema, lo mismo para la señal de control  $u(t)$ .

Las soluciones para este tipo de problemas, permiten una mayor simplificación analítica y han sido ampliamente tratadas, al menos desde el punto de vista teórico.



# Aseguramiento de la calidad académica

Mg. Eduardo Ávila Arancibia  
Ingeniero Comercial



En el actual debate sobre la reforma educacional, particularmente en el ámbito de la calidad, las instituciones de educación superior enfrentan el desafío de desarrollar en los alumnos los conocimientos y habilidades que conforman las competencias profesionales propias de sus disciplinas. Para ello, las instituciones del sector disponen de una poderosa estrategia como es el aseguramiento de la calidad académica y enriquecer el modelo educativo. Asegurar la calidad académica significa identificar las áreas del proceso enseñanza-aprendizaje-desarrollo que requieren de atención permanente para lograr su adecuado cumplimiento. Por su parte, enriquecer el modelo educativo implica revisar las acciones del último decenio para identificar prácticas exitosas y potenciarlas mediante elementos que contribuyan a mejorar la formación de los alumnos. Estas dos acciones son interdependientes, ya que no es posible implementar de manera exitosa un proceso de enriquecimiento del modelo educativo sin una oferta académica de calidad. Por tanto, surge la necesidad de establecer líneas de acción relacionadas con los alumnos, los docentes, los recursos de apoyo tecnológico, la investigación y la generación de una cultura de autoevaluación, de acreditación permanente y del aseguramiento de una operación autofinanciable en cada institución de educación superior.

En el modelo educativo, los contenidos académicos se orientan a la formación científica y tecnológica de los alumnos, contribuyendo al desarrollo de habilidades del pensamiento creativo, espíritu emprendedor y liderazgo. Un componente esencial del modelo es el rol activo que asumen los alumnos en el que guiados por sus profesores adquieren conocimientos relevantes y significativos, aprenden a trabajar colaborativamente y mejoran su aprendizaje mediante la retroalimentación continua por parte de sus profesores. Este rol activo de los alumnos, facilita el desarrollo de la capacidad de investigar y aprender por cuenta propia, lo que finalmente se expresará como la capacidad de actualizarse a lo largo de su vida profesional. En este contexto, la actividad académica se caracteriza por utilizar técnicas didácticas que enfrentan a los alumnos con problemas del mundo real y del ámbito laboral, lo cual otorga un enfoque práctico a su formación académica. Algunas de las técnicas didácticas más utilizadas en el aprendizaje colaborativo son: la discusión, el debate, la simulación, el método de casos, el aprendizaje orientado a proyectos, el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en la investigación.

La formación académica se puede ampliar con experiencias de intercambios y pasantías en el extranjero, las que otorgan a los alumnos la posibilidad de adquirir un pensamiento global coherente con el funcionamiento de un mundo global. Además, el modelo educativo debe considerar el uso de plataformas tecnológicas entre las que se destacan los laboratorios con tecnología digital como son el laboratorio de idiomas y los laboratorios de física, química, robótica y automatización.

El compromiso con la calidad académica es uno de los principios básicos de la educación y para cumplirlo, toda institución formadora de capital humano debe actualizar permanentemente su modelo educativo a través de evaluaciones y certificaciones realizadas tanto por organismos internos como externos. Los ámbitos de mejoramiento continuo incluyen estrategias, métodos y procesos didácticos que los profesores utilizan en la práctica. Los procesos que se observan con mayor frecuencia son: a) el profesor en clase aclara dudas, estructura conceptos y realiza breves exposiciones para que los alumnos profundicen en los conocimientos, b) relaciona los contenidos del curso con otras materias y también con la realidad a través de la presentación de experiencias, casos y conferencias de invitados expertos, c) combina el aprendizaje de conocimientos y la socialización mediante debates, discusiones y trabajo en equipo, con el propósito de desarrollar actitudes como el respeto y la valoración de los demás, d) incorpora actividades de estudio individual, con búsqueda y análisis de información en documentos digitales e impresos y la utilización de simuladores y laboratorios virtuales o físicos.



El profesor puede construir procesos didácticos integrando varias de estas actividades, para lo cual se requiere experiencia y creatividad en la planeación. Así, es posible comprender que las técnicas didácticas son las estrategias o caminos que el profesor implementa para incorporar al proceso de aprendizaje las características del modelo educativo que impera en su institución. Para alcanzar los máximos resultados del modelo se debe formar y capacitar a los docentes, ya que si un profesor no entiende que el alumno aprende a través de experiencia y participación activa o no sabe cómo vincular al alumno con la realidad para que éste analice situaciones complejas, los alumnos tampoco lo harán y su experiencia de aprendizaje no será adecuada. Por lo tanto, se deben realizar esfuerzos sistémicos para desarrollar programas de formación docente en el que adquieran las herramientas de planificación necesarias para lograr el rediseño de sus cursos y mejorar el desempeño de los alumnos. La capacitación en este nivel es tan importante, que en un futuro próximo, será requisito que todos los docentes se sometan a procesos de certificación individual para desempeñar su rol.

Respecto de la investigación científica y tecnológica, se recomienda optar por el desarrollo de programas que se orienten a las áreas ambientales, sociales, económicas y del uso sustentable de los recursos naturales. Para ello, se debe formar doctores e investigadores de acuerdo con necesidades nacionales y regionales y favorecer la cooperación para la investigación, el desarrollo y la innovación, generando clusters, consorcios y redes. Dado que el principal recurso para el desarrollo de la investigación son los profesores investigadores, la organización de la investigación se debe realizar a través de las cátedras de investigación, los programas de postgrado, los centros de investigación, los centros de apoyo a la industria, las incubadoras y los parques tecnológicos. Todos ellos, fomentan la transferencia y la aplicación del conocimiento.



# Impacto de la Investigación. Medición cualitativa y cuantitativa.

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

## I.- Palabras de Introducción:

La Universidad entendida como una Comunidad de Maestros y Discípulos se alimenta de conocimiento de frontera, es decir de la investigación regular y sostenida de los constituyentes de las Instituciones de Educación Superior. Se realiza investigación por cuanto se desea saber y transferir ese conocimiento nuevo y racionalizado a los pares y aprendices.

Todo proceso complejo de esta naturaleza considera una serie de indicadores de desempeño; algunos de estos cualitativos y otros cuantitativos. Se han escrito miles de sentencias con respecto a la necesidad de investigar e ítems relacionados, sin embargo creo que la lectura realizada es necesariamente incompleta. El medir a Instituciones y Profesionales solo por el impacto cuantitativo que realiza el ISI (Institute for Scientific Information) es razonable, siempre y cuando incluyamos adicionalmente un conjunto de indicadores cualitativos.

El mundo de la Academia no es una obra teatral como tampoco una pieza musical, es de mayor envergadura y, por lo tanto requiere de una mirada no destemplada y rigurosa.

Lo indiscutible es el objetivo maestro, el cual reza:

“La Academia y sus integrantes buscan alcanzar la excelencia y calidad, para lo cual realizan investigación en la frontera del conocimiento. Es deber de la Academia transferir esa información a generaciones de jóvenes en formación, de modo de disponer de cuadros académicos relevantes que sostengan el bagaje y acervo cultural de la nación”.

Resulta indispensable, como ha sido insinuado en estas Palabras de Introducción, dar cuenta de los elementos que dan vida, continuidad y progreso a la Academia, oxigenando a generaciones diversas de jóvenes talentosos ávidos por incorporarse a estos núcleos de alta sensibilidad y creatividad.



## II.- Indicadores cuantitativos y cualitativos. Indicadores de calidad y excelencia.

### (2.1) Publicaciones ISI

#### (2.1.1) Indicadores Cuantitativos.

##### Consideraciones preliminares:

Con el paso del tiempo, el Instituto de Investigación Científica (ISI) de los Estados Unidos de América, ha ido consolidando una posición de gran prestigio a nivel del orbe. Surge con una base de datos que, sin dudas es probablemente la más vasta en volumen de revistas y con una serie de indicadores que es preciso analizar con cierto detalle. La primera tentación de personas, ha sido emplear datos incompletos, extraídos de estas bases con el propósito de resaltar el trabajo propio y de sus amigos, en desmedro del trabajo de otros, los cuales son de bajo perfil, pero gozan de mayor talento que personalidad. Tiempo a la fecha, el Doctor Igor Saavedra dictó una conferencia magistral en una Institución de Educación Superior en el norte de Chile. En esa época, ambos trabajábamos en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile (FCFM), lugar donde personas de la capacidad y talento de este distinguido ser humano levantaron exitosamente una «apuesta intelectual» de envergadura, la cual demostró ser la mejor Facultad de Ingeniería del país. Me enteré del cúmulo de críticas ácidas de sectores de personas que enarbolaban banderas de intelectualidad y de logros, esgrimiendo argumentos y disparando con todo tipo de artillería en contra de la imagen país de uno de los frutos más preciados que ha visto crecer la República de Chile.

Se acercó un gran amigo y me expresó su molestia y preocupación por estos ataques arteros en contra de nuestro querido Profesor Saavedra. Este respetado amigo, ex Decano de la FCFM, ex Presidente de Conicyt y distinguido Ingeniero, Doctorado en el MIT «Massachusetts Institute of Technology» de los Estados Unidos de América, había leído las críticas destempladas de aquellos que han seguido un camino muy distinto al elegido por este eximio maestro.

Este académico y colega de trabajo, me decía que, tal vez era el momento de redactar una declaración pública en favor de los planteamientos vertidos en dicha conferencia magistral dictada en el norte de Chile. Constaté en este amigo y colega, su «buena cuna», su respeto por el pensamiento diverso y tantos elementos que marcan la diferencia entre los seres humanos.

No tuve la respuesta adecuada, en ese instante para Mauricio Sarrazín y, tal vez ha llegado el momento de dársela: Si es necesario educar a los más jóvenes a ser mejores que nosotros y el maestro, una vez más, dio la cara sin «necesariamente poner la otra mejilla», con el objetivo de señalar el camino a seguir.

No tengo el contenido de la citada conferencia en mis manos, sin embargo, el planteamiento no es posible olvidarlo: «más proyectos, más alumnos y más artículos», en un sistema en el cual no hemos dado pasos sustantivos para premiar a los mejores y existe más de una mirada con respecto de los procedimientos que se sigue en Conicyt para formar los grupos de estudio, quienes tienen un poder desequilibrado que es necesario eliminar.

Estos grupos reciben el conjunto de proyectos a ser evaluados, deciden los árbitros a los cuales se les solicitará su opinión y posteriormente, ellos mismos realizan una evaluación «la cual es decisiva» para el éxito y/o fracaso de un proyecto. Una de las grandes debilidades reside en el hecho que ellos compiten por los mismos fondos asignados por el Gobierno Central, de modo que es posible elaborar teorías y modelos de variada naturaleza. Estos se mueven en todo el espectro, desde juicios negativos hasta opiniones muy favorables al sistema actual. Existe una sensación de gran desilusión en el autor de estas líneas, por cuanto fue el Profesor Saavedra quién sacó adelante junto a otros maestros estos proyectos Fondecyt, para dar un fuerte incentivo a la creación de conocimiento nuevo, válido universalmente.



# Impacto de la Investigación. Medición cualitativa y cuantitativa.



Puedo decirles a todos ustedes que, el maestro nunca postuló a estos proyectos por cuanto siempre consideró que era impropio «sacar partido» de una obra en la cual él participó como fundador y creador. Su opinión es, en consecuencia autorizada y legítima, y merece mi total reconocimiento. No es fácil llegar al maestro, por cuanto está cumpliendo una nueva tarea en su vida, la cual consiste en «dejar que otros continúen el camino que señaló en su oportunidad». Es el camino de la creación y el «dar hasta que duela».

Lo esbozado en los párrafos anteriores, es una aproximación muy simple a nuestra realidad. En lo personal, esperaba cambios con la nueva administración de Conicyt, sin embargo, prefiero seguir trabajando con mis alumnos y no perder energía en discusiones estériles con personas que «manejan el sistema» sin contrapeso. Es lamentable que en Chile, los «papers sean considerados como balas en el cinturón» y no necesariamente como frutos preciados para formar a nuevos y mejores profesionales en el estado del arte, junto a una sólida y robusta relación del tipo Universidad-Sector Productivo.

## (2.1.2) Análisis, Presente y Futuro de las Ciencias en Chile.

Es indiscutible la necesidad de realizar investigación del más alto nivel, sin que esto signifique «sacar del camino» a personas talentosas que pueden realizar un aporte sustantivo a la creación de riqueza.

En este sentido el Instituto para la Investigación Científica (ISI), ha realizado una gran contribución, al entregar una ordenación y jerarquización de las publicaciones en el orbe. «Recordemos que no se publica donde se quiera, se publica donde se puede», en consecuencia resulta de la máxima relevancia la honestidad y la elección del momento adecuado para abordar otras tareas, en la esperanza que nuestros «discípulos» sean mejores que nosotros, este es la norte que nos debe animar a continuar. El momento final de nuestras vidas, nos debe encontrar en el desarrollo integral de esta obligación moral, es decir, la de transparentar y socializar nuestro hacer y nuestras verdaderas obras.

Escribir y transmitir nuestras experiencias, es sin lugar a dudas de relevancia y «las vivencias de los doctos y probos, serán siempre nuestra mejor arma para avanzar en la vida, con la frente en alto, mirando a los ojos y con nuestras manos abiertas». Cuando se analizan las bases de datos del ISI, se indican en forma muy clara y precisa, los indicadores que se usan para la jerarquización de trabajos en revistas de disciplinas y sub-disciplinas (tanto puras como mixtas), en consideración a la necesaria yuxtaposición de contenidos y metodologías de trabajo.

De esta forma, las revistas en una disciplina dada, son clasificados en las categorías A, AB, B, C y D. De esta forma, las revistas de categoría A, pertenecen al 10 % superior y así en orden decreciente. No es discutible que publicar en revistas de categoría A, es un claro indicador de la calidad del trabajo realizado. No obstante, los seres humanos evolucionan y han encontrado la necesidad de introducir nuevos indicadores, de modo de minimizar la posibilidad de error.

A modo de ejemplo, en el Instituto de Bajas Temperaturas e Investigación de Estructuras de Wroclaw, Polonia, se considera la jerarquización del ISI como un buen punto de partida, sin embargo se han introducido nuevos indicadores, tales como los que menciono a continuación: (a) Números de citas, (b) Número de auto citas, (c) Número de autores, (d) número de Instituciones participantes, (e) Regularidad de Publicaciones, (f) Índice de Impacto de la Revista en la disciplina y sub-disciplina.

A todo lo señalado anteriormente, se le debe sumar el número de alumnos a los cuales se les han guiados tesis de grado y profesionales. A modo de ejemplo, si un artículo, con independencia de su categoría del ISI tiene más de dos autores, se examina de inmediato si se trata de una Institución o de más de una. De igual forma, examinan con mayor detalle situaciones en las cuales el número de autores es igual o superior a tres y si el número de Instituciones distintas a las cuales pertenecen estos científicos es superior a dos. El consenso ha sido considerar «en honor a la verdad y a la transparencia institucional» contar como publicaciones del Instituto aquellas en las cuales exista a lo menos igualdad o predominio de autores del Instituto. Si la situación es inversa, entonces no se considera como una publicación propia generada en el Instituto.

Ciertamente, la publicación engrosa el currículum vitae (CV) del investigador, pero no tiene el valor que el Instituto espera de sus investigadores.





# Impacto de la Investigación. Medición cualitativa y cuantitativa.

## (2.2) Impacto Cualitativo:

He participado a lo largo de mi vida académica, en extensos y fuertes debates con respecto del tema que dice relación con la evaluación docente. El resultado ha sido prácticamente invariante y, se acepta que esta actividad solo puede medirse en forma cualitativa.

Muchos hablan de las bondades de encuestas docentes y, las alertas tempranas de modo de minimizar el riesgo que los(as) alumnos(as) no rindan lo necesario y en consecuencia, no aprendan bien sus lecciones. Este razonamiento no es lineal, por cuanto y como es ampliamente conocido los pre requisitos existen en todo ordenamiento curricular, de modo de ir entregando a los (as) alumnos (as) los conocimientos y la madurez necesaria para enfrentar en curva ascendente las asignaturas que deberá tomar al semestre siguiente y así sucesivamente. Los contenidos de las asignaturas deben aprobar todo lo relacionado con la calidad, excelencia y oportunidad de lo que estamos entregando a nuestros alumnos.

Es tremendamente dañino para los (as) alumnos (as) el no lograr los conocimientos y la lucidez que se espera de ellos (as) después de ir completando los diversos ciclos semestrales de asignaturas, semestre a semestre. Sí este es el caso, nos encontramos frente a una situación que amerita una acción urgente y ciertamente un reforzamiento inmediato de contenidos, actitudes y propuestas iluminadoras para sorprender a los (as) alumnos (as) e incentivarlos a comenzar el ciclo por la senda correcta.

La Universidad entendida como una Comunidad de Maestros y Discípulos es el lugar apropiado para encender el espíritu de creación de los alumnos y sus deseos de realizar investigación. Se requiere trabajar con la calidad de los alumnos que ingresan a nuestras aulas, por lo tanto es imprescindible recibirlos con maestros del más alto nivel, cuya calidad y eficiencia tenga un amplio reconocimiento. Estos maestros son personas que practican en calidad de rutina de vida, la investigación de modo de mostrar a los (as) alumnos (as) el camino del desarrollo y de la proyección hacia un futuro laboral cada día más exigente.

Algunos indicadores cualitativos que es menester considerar de modo de afianzar, desde el ingreso a nuestras aulas a los alumnos en temas, tales como investigación real y eficiente.

(2.2.1) Disponer de cuadros académicos de alto nivel de suficiencia académica.

(2.2.2) Alumnos de ingreso, susceptibles de ser seducidos y motivados por estos(as) maestros (as)

(2.2.3) Revisar los contenidos de las clases en forma regular y sostenida, de modo de llevar un catastro actualizado de las materias que se están abordando. En este punto, es importante contar con la disposición de los profesores y alumnos de modo de resolver situaciones no previstas.

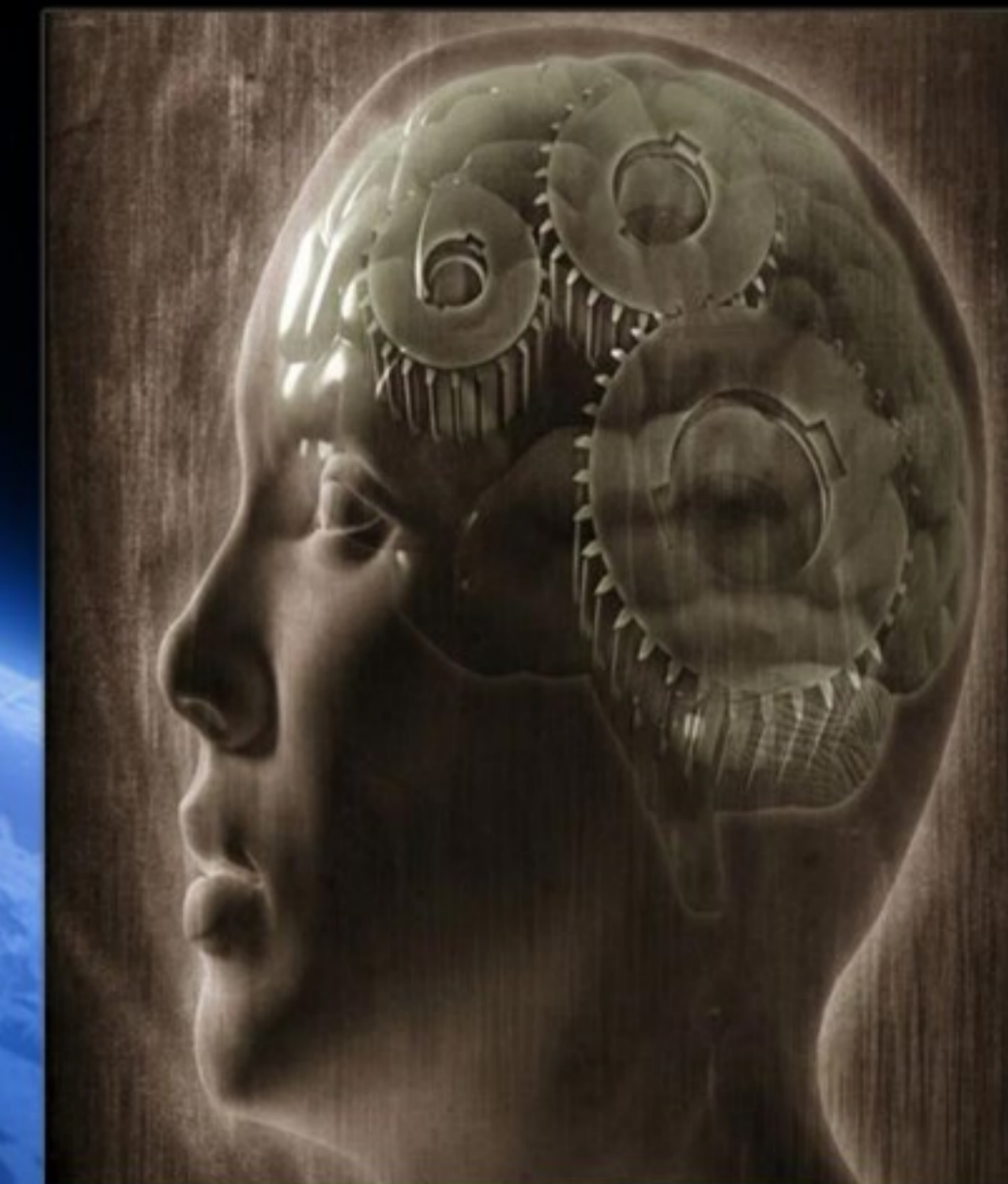
(2.2.4) Control con respecto de pruebas y exámenes, lo cual debe apuntar hacia una estrategia razonable de homogeneización de contenidos y grados crecientes de madurez y convergencia. Los alumnos deben estar dispuestos a avanzar en grupos de estudios con la guía de profesores aptos.

(2.2.5) Los profesores de las diversas asignaturas deben realizar investigación educacional-técnica, de modo de ser capaces de innovar en sus clases y pasar de un esquema modular a uno holístico.

(2.2.6) Se deben formar talleres de debate de contenidos y de grados de aprendizajes en las asignaturas de los diversos ciclos (semestres) de modo de minimizar el retraso y las faltas de contenidos para hacer que las asignaturas tengan el peso específico adecuado y tributen a las de los ciclos superiores.

(2.2.7) Talleres de investigación para todos los cursos como parte de las planificaciones. Los (as) alumnos (as) deben tener claridad que las materias que se les enseñan tienen propósitos bien definidos. Esto es relevante y no puede seguir esperando. Se trata de evitar la desmotivación de los alumnos desde el inicio.

(2.2.8) Solo profesores-investigadores son capaces de llevar a cabo esta tarea, en consecuencia se deben observar y normar las buenas prácticas para las contrataciones.



Con este tipo de acciones es posible, avanzar en la construcción de una serie de indicadores de desempeño, tanto a nivel cuantitativo como cualitativo, todo lo cual debe fortalecer a la Institución en la formación de profesionales investigadores y, capaces de crear redes de respetabilidad en el Sector Productivo. De igual forma, la Institución puede adoptar una política de contrataciones de sus mejores profesionales con el sello Institucional de la Universidad Mayor.



A hand is formed from various electronic components and circuit boards. The fingers are composed of different types of boards, including a large multi-layer PCB on the thumb, a smaller board on the index finger, and several other boards on the middle, ring, and pinky fingers. The wrist is a large, complex board with many components. The background is dark with some abstract white lines.

Revista  
**INGLOMAYOR**  
Ingeniería Global Mayor

[www.inglomayor.cl](http://www.inglomayor.cl)