

**DECÁLOGO DE RECOMENDACIONES PARA EL  
ESTUDIANTE DE  
INGENIERÍA CIVIL**

Ing. Oscar A. Andrés

**CONFERENCIA DE CIERRE PARA EL**

**IV CONGRESO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL  
DE LA ASOCIACION  
NACIONAL DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL**

**BAHÍA BLANCA, 6 – 8 DE OCTUBRE DE 2011**





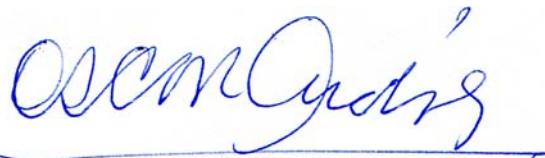
# DECÁLOGO DE RECOMENDACIONES PARA EL ESTUDIANTE DE INGENIERÍA CIVIL

Ing. Oscar A. Andrés

## PRÓLOGO

*Ante los comentarios favorables recibidos luego de mi Conferencia de cierre de IV CONEIC, sumado a mi permanente deseo de ayudar y orientar a los jóvenes estudiantes de Ingeniería Civil, no sólo en el desarrollo de sus estudios sino también durante el ejercicio profesional, he decidido redactar el texto que sigue. Se trata en realidad de una reconstrucción y ampliación en algunos puntos, (conservando el estilo original, es decir, una conferencia) escrita sobre la base de las notas de apoyo utilizadas para pronunciar mis palabras en la mencionada conferencia.*

*Mi deseo es que este texto llegue a jóvenes que estudiaron Ingeniería Civil, a quienes están estudiando hoy y también a los futuros estudiantes. Quizás sea esta una pretensión excesiva pensando en las evoluciones de la tecnología. Sin embargo, la Ingeniería se mueve en el marco de las leyes de la Naturaleza y éstas, lo sabemos bien son permanentes e inmutables con el tiempo. A todos ellos, los estudiantes de ayer, hoy y mañana les dejo mi modesta experiencia. Este es mi legado.*



*Bahía Blanca, Octubre de 2011*



IV CONGRESO DE ESTUDIANTES DE INGENIERÍA CIVIL  
Conferencia de cierre – 8 de octubre 201 – Bahía Blanca  
Salón Teatro Don Bosco  
Conferencista y auditorio

## Introducción

Sean mis primeras palabras de agradecimiento a los organizadores que han tenido la gentileza de invitarme para esta conferencia de cierre, distinción que me honra y aprecio. Además deseo felicitarlos por el éxito que han logrado.

Al mismo tiempo agradezco a los asistentes que han respondido tan ampliamente a la convocatoria. Me siento muy feliz de estar entre ustedes, hermanados por la vocación de ser ingenieros civiles, es decir adquirir las capacidades y el conocimiento propio del ingeniero que es el saber hacer.

Usualmente en estos casos se acostumbra un estilo formal y hasta solemne; yo prefiero adoptar el estilo de una charla informal como siempre lo hice cuando me dirigí a mis alumnos.

Cuando Nicolás Leiboff y Jorge Sebastián Ballaben me invitaron, me sugirieron que transmitiera mi **experiencia como Ingeniero Civil**.

El propósito de esta charla es responder a esa sugerencia.

Las palabras que voy a decirles son las que a mí me hubiera gustado escuchar cuando comencé a estudiar Ingeniería Civil, cuando empecé a ejercer la profesión, cuando me inicié en la docencia y en la investigación.

Se ha dicho que el hombre que aprovecha su propia experiencia es inteligente, pero más inteligente aún es el que aprovecha la experiencia de un tercero. Mi propia experiencia, a lo largo de 6 años de estudiante y 59 de graduado es lo mejor que puedo dejarles.

*“...en las escuelas hay tanto que aprender que rara vez queda tiempo para pensar.”*

*Eduardo Torroja (1899-1961)*

Las palabras que están leyendo las escribió uno de los ingenieros más notables del siglo pasado, el ingeniero Eduardo Torroja.

Desde 1961 a la fecha los conocimientos que el ingeniero debe dominar han crecido exponencialmente; simultáneamente se ha acortado la duración la carrera. Se imaginan cuánto menos tiempo nos queda hoy para pensar.

Yo les pido que me acompañen ahora a reflexionar sobre las 10 recomendaciones que resumen mi experiencia. Ellas son:

- 1 .- Importancia de los conocimientos básicos.
- 2 .- Conocimiento de los idiomas.
- 3 .- Ejercicio de la autonomía del pensamiento crítico.
- 4 .- Desarrollar la apetencia del saber
- 5 .- Ejercicio de la imaginación y la creatividad.
- 6 .- Adaptabilidad y evolución: formación continua.
- 7 .- Lograr la consolidación y maduración de los conocimientos.
- 8 .- Escape a la rutina: investigación e innovación.
- 9 .- Ser cuidadoso con el uso de los materiales
- 10.- Pertenencia y participación en las Asociaciones Profesionales

*ADVERTENCIA: nunca fue de mi agrado hablar en público de mi persona, pero en este caso, tratándose de mi propia experiencia, no me queda otro camino que hablar en primera persona .Espero que no se interprete esto como una muestra de petulancia o vanidad personal. De ningún modo pretendo mostrarme como paradigma del Ingeniero.*

## 1 - Importancia de los conocimientos básicos.

Ciertamente, igual que la mayoría de ustedes, cuando empecé a estudiar yo estaba ansioso por aprender el saber propio del ingeniero que es el saber hacer: hacer edificios, puentes, caminos, etc.

Pero tuvimos que toparnos con las materias básicas, luego con las Ciencias de la Ingeniería hasta llegar a las materias profesionales.

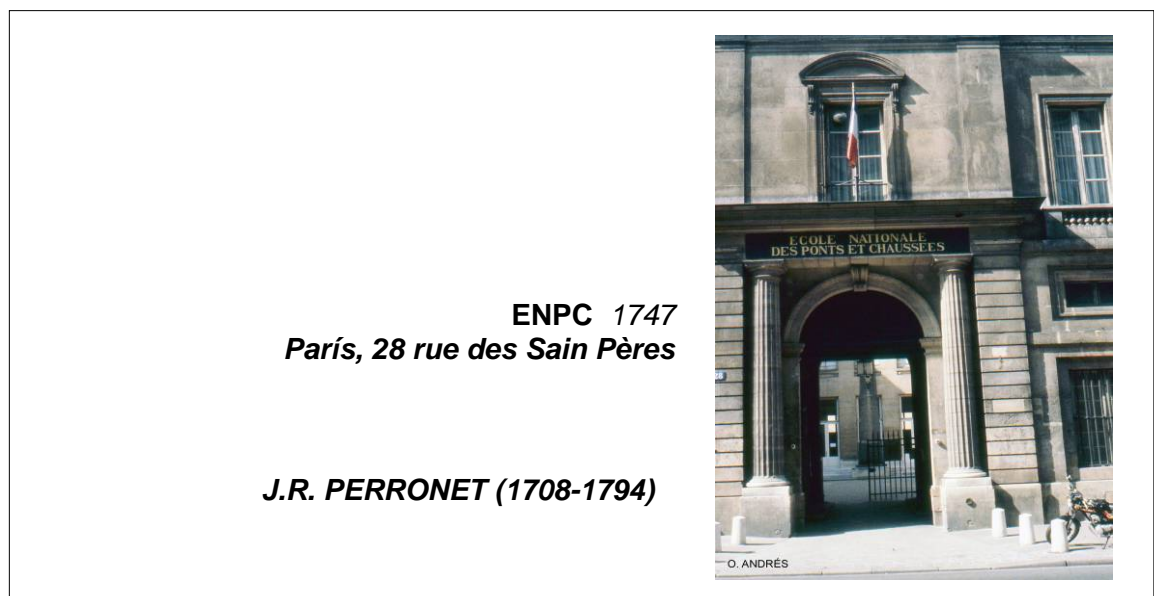
Esto es así, en primer lugar, por una razón histórica. En el siglo XVIII ya teníamos la revolución industrial y el desarrollo de las Ciencias.

Habían aparecido **nuevos materiales** como el acero y posteriormente el hormigón armado.

El Arquitecto protagonista único y hegemónico de la Construcción, sin más herramientas que el empirismo no podía manejar esos nuevos materiales.

Aparece un **nuevo personaje** en la Historia de la Construcción: el Ingeniero Civil. Somos los primeros Ingenieros de la Historia formados en la Universidad. Motivo de orgullo, título que debemos honrar.

Ese personaje se forma aquí en 1747 cuando Jean Rudolph Perronet crea la famosa ENPC (Escuela Nacional de Puentes y Caminos).



Allí siguen estando nuestras raíces. Será bueno conocerlas cuando visiten París ya sea por Internet o personalmente.

La formación de ese nuevo profesional se construye sobre las materias básicas, sobre ella se asientan las Ciencia de la Ingeniería y luego las profesionales.

Por qué énfasis sobre la importancia de las materias básicas?

1. Cuanto más **firme y más amplia sea esa base mayor será la estabilidad de la torre de cocimientos.**
2. Las materias básicas tienen una **vigencia** permanente frente a la rápida obsolescencia de las profesionales. Mucho más que la mitad de los conocimientos correspondientes a las materias profesionales que aprendí en la Facultad no me servirían hoy para ejercer la profesión.
3. Constituyen una **plataforma de lanzamiento** para enfrentar nuevos desafíos y avanzar en el ejercicio profesional.

Dentro de las materias básicas ocupa un lugar importante la **Matemática**, herramienta valiosísima para el Ingeniero.

Pero atención ¡!!!!!!!!!!!!: NO SOBREVALORARLA!!

1. No confundir Matemática (ciencia **abstracta**) con Ingeniería (estudio de la **realidad** )
2. La realidad es muy compleja y para manejarla necesitamos formular hipótesis simplificadoras que **nunca son exactas.**
3. En base a ellas nos elevamos al **mundo de la abstracción** donde todo es perfecto.
4. Allí nos movemos con la Matemática
5. Alcanzamos un resultado: exacto y perfecto para el matemático.
6. Para el ingeniero ese resultado debe ser ajustado según su propio criterio y experiencia.

He visto a más de un estudiante, y algún colega, que ignorando esta verdad permanece en las nubes de la idealidad, sin aterrizar. El **ingeniero debe poner los pies en la tierra.** Siempre recuerdo al Ing. Revuelto, mi anciano y sabio profesor de Análisis Matemático II que nos daba esta definición: "Un ingeniero es un hombre que puede hacer con un peso lo que otros necesitan dos."



## 2 – Conocimiento de los idiomas.

Seguramente esto ya lo saben ustedes. Permítanme sin embargo enfatizar sobre este tema.

1. Muy **bajo techo** de desarrollo le espera a quien no conozca una segunda lengua; podrían ser tres, como es en Europa desde hace años.
2. El conocimiento de idiomas aumenta la capacidad competitiva especialmente hoy en el mundo globalizado en que vivimos.
3. Les diré por propia experiencia que en el bachillerato tuve que estudiar (porque así lo imponían los programas de estudio) francés, inglés e italiano; en la Facultad me exigieron Alemán técnico (en aquellos años – 1952—la Ingeniería argentina se nutría principalmente en la Ingeniería alemana: las normas DIN con todos sus anexos de tablas y manuales eran la Biblia del Ingeniero). Los cuatro idiomas fueron de gran ayuda para un mayor acceso a la bibliografía y para comunicarme no sólo con mis colegas sino con la gente en general.
4. Sin ellas me hubiera privado de muchas satisfacciones que me dio la vida.

**"Tienes tantas vidas como lenguas sabes"**

*Antiguo proverbio griego*

Nunca olvidaré estas palabras que me dijo un compañero de la Facultad a quien admiraba por la cantidad de idiomas que sabía. Y esto es una gran verdad que conviene tener en cuenta en beneficio propio.

Los idiomas enriquecen al hombre, no sólo técnicamente, **culturalmente** también.

### 3 - Ejercicio de la autonomía del pensamiento crítico.

Con esto pretendo recomendar al estudiante:

1. Aprender a elaborar criterios propios y **jerarquizar los conocimientos**, es decir distinguir los conocimientos esenciales de los puramente accesorios. Esta tarea marca una clara diferencia entre el estudiante secundario y el universitario. El ejercicio de esta tarea conduce a la maduración del pensamiento.

El estudiante universitario (cualquiera sea su carrera) debe ejercitarse en cuestionar con espíritu crítico los conceptos que recibe ya sea que provengan del profesor, de libros, de sus propias conclusiones y también de las palabras que ahora les estoy diciendo.

2. Por esta razón siempre recomendaba: **primero pensar**, después **preguntar**. (La regla de las tres: **ppp**)
3. Cuando el alumno pregunta al ayudante antes de pensar por propia cuenta podría recibir un conocimiento “regalado” Hay que tener presente que siempre se logra una mayor **permanencia** de los conocimientos que se graban con el esfuerzo personal; los conocimientos “regalados” duran poco.

### 4 – Desarrollar la apetencia del saber

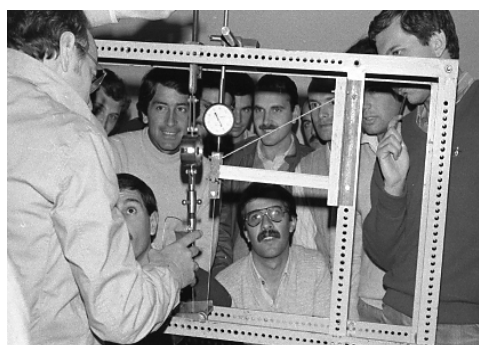
1. Antes de enseñar un tema el alumno debe ser **motivado**. Debe lograrse su participación activa para entrar en “sintonía profesor > alumno”
2. Antes de estudiar un tema el alumno debe **SENTIR** (no basta con el deseo) la necesidad de saber es tema.
3. Digo **SENTIR:** no es lo mismo desear un plato de comida que sentir necesidad, hambre de comida.
4. Sentir apetito, tener **HAMBRE** de saber: es el estado mental que debe alcanzar el alumno antes de estudiar un tema
5. Una vez que el alumno está motivado, se transforma en **investigador**.

6. Entonces la mitad de la batalla por el saber ya está ganada.

NOTA: es importante aclarar el significado con que se usa aquí la palabra *sentir*. No se trata de una sensación que se percibe con los sentidos, sino más bien con la mente. No es el *feeling* del inglés sino más bien el *einsfühlung* del alemán donde el prefijo *eins* está indicando que tiene que ver con el interior.

## 5 – Ejercicio de la imaginación y la creatividad.

1. La palabra “ingeniero” tiene su raíz en la voz latina “*ingenium*”, en cambio “*engineer*” (inglés), tiene una connotación relacionada con la máquina..
2. El ingenio, la imaginación están ligados al origen y naturaleza del ingeniero.
3. El **análisis y el diseño** han sido dos pilares básicos de la Ingeniería desde sus orígenes hasta nuestros días.
4. La imaginación se desarrolla básicamente con el ejercicio del diseño.
5. En los planes de estudio de nuestra universidad existió supremacía del Análisis.
6. Para mejorar el equilibrio análisis vs. Diseño introdujimos un ejercicio de diseño promoviendo la competencia entre estudiantes hace ya más de cuarenta años.



Competencia de creatividad entre alumnos: 1971 a la fecha  
Estructuras Especiales – Laboratorio de Modelos Estructurales  
Universidad Nacional del Sur

# “Sobre una Experiencia Ensayada en la Enseñanza de las Estructuras”

O. Andrés, R. Serralunga y N. Salvatori

Memorias de las XV Jornadas Sudamericanas  
de Ingeniería Estructural  
Porto Alegre, diciembre de 1971

Ante la aceptación y el interés puesto de manifiesto por los alumnos hicimos esta presentación en 1971. Donde los interesados podrán informarse de todos los detalles. El año, 1971, acredita a la UNS como pionera en esta innovación. Posteriormente otras universidades y la misma AIE la adoptaron.

Permítanme ahora introducir una breve anécdota que ilustra la importancia de la **imaginación** para salir de la formación tan estructurada y ortodoxa que nos da el análisis.



Este es el Club Argentino construido en el año 1906. En 1952 hacía mis primeras armas en la profesión trabajando para el estudio de Hilario Fernández Long quien años más tarde sería Rector de la UBA. Mi trabajo consistía en quitar una columna de la planta de la estructura de tres pisos. Mi mente estaba programada para seguir el procedimiento convencional: encontrar en los planos originales del edificio la carga de cálculo de la columna y en base a ella calcular la viga que la sustituiría. Todos mis esfuerzos para encontrar esos planos fueron vanos. Recuerdo que H. Fernández Long me dio entonces una lección muy valiosa: cuando la vía ortodoxa no funciona hay que hacer un paso al costado y buscar con imaginación una solución viendo el problema desde otro punto de vista. Si no tenemos la carga que llega a esa columna porqué no calculamos la máxima carga que puede admitir esa columna? En efecto bastaba medir los perfiles que formaban la columna para conocer su sección y multiplicar por la máxima tensión admisible del acero con que estaba hecha la columna y así con esa carga máxima calculamos la viga que la sustituyó. Como verán más adelante esta lección fue muy importante en mi futuro: poner imaginación y no olvidar la visión lateral frente a un problema.

## 6 – Adaptabilidad y evolución: formación continua.

Esta diapositiva ilustra claramente la adaptabilidad que tuve que aceptar a lo largo de mi carrera con relación a mis herramientas de cálculo. Lo mismo ocurrió con las normas y otros aspectos inherentes al ejercicio de la profesión.





La PC y BRAZO ESPACIAL  
Escaneando en 3D un  
Modelo Homeostático

Obviamente de no haber aceptado estos cambios, hoy no ocuparía este lugar de privilegio que ustedes me han concedido.

El ingeniero debe tener **sensibilidad** a la evolución no sólo de la técnica sino también de la cultura, la sociedad, la economía y todos los aspectos de la vida cotidiana.

Ya lo dijo Ortega y Gasset: “El ingeniero debe estar alerta y otear el horizonte si no quiere que le quiten el suelo debajo de sus pies”.

De aquí la necesidad de la **Formación Continua** que ha sido mi caballito de batalla en la Enseñanza de la Ingeniería.

Los estudios de **postgrado** pueden ser académicos y profesionales. Lamentablemente en Ingeniería Civil poco nos hemos preocupado por este tema: ahora mismo estamos tratando de implementar la Ingeniería Arquitectónica como un curso de Especialización.

Las palabras que siguen pertenecen al distinguido Ing. Enrique Butty (1887-1973) e ilustran claramente esas ideas.

“El título de Ingeniero que otorgan las Facultades sólo  
representa una indicación de capacidad para llegar a  
serlo  
con el esfuerzo personal”

## 7 - Lograr la consolidación y maduración de los conocimientos.


Al cabo de unos años de profesión el ingeniero gana en **experiencia y confianza en su tarea.**

Adquiere nuevos conocimientos y habilidades. Consolida su formación.

Se siente apto para enfrentar nuevos desafío y exigencias.

Aprecia cuáles son sus fortalezas y sus debilidades. La maduración nunca llega antes de los 40 años según opinión de famoso constructor de puentes Ricardo Morandi.

Sólo dos excepciones conozco: Torroja 40 años, Distéfano a los 36. (Néstor José Distéfano fue distinguido profesor de la UNS en los años 1956/58)

<b>Ingenieros Civiles y sus respectivas edades de maduración</b>	
<i>Perronet, Jean Rodolph. 1708-1794</i>	47
<i>Telford, Thomas. 1757-1834</i>	62
<i>Roebing, Johan y Washington(1802-1869) (1837-1926)</i>	65
<i>Kahn, Fazlur R. 1929-1982</i>	41
<i>Eiffel, Alejandro G. 1832-1923</i>	57
<i>Esquillan, Nicolás. 1902-1984</i>	58
<b><i>Torroja, Eduardo. 1889-1961</i></b>	<b>36</b> 
<i>Isler, Heinz. 1926-2009</i>	42
<i>Nervi, Pier Luigi. 1891-1979</i>	60
<i>Tsuboi, Yoshikatzu. 1907- 1990</i>	57
<i>Kawaguchi, Mamoru. 1932</i>	60
<i>Calatrava, Santiago. 1951-</i>	41
<i>Levy, Matthys P. 1929-</i>	65
<b><i>Distéfano, Néstor José. 1931-1975</i></b>	<b>27</b> 

## 8 - Escape a la rutina: investigación e innovación.

La madurez tiene un **peligro**: engendra la comodidad y la rutina. ¿Cuál es el remedio? Investigación e innovación.

No hace falta **título** de investigador: desde la profesión y desde la docencia se puede intentar investigar e innovar.

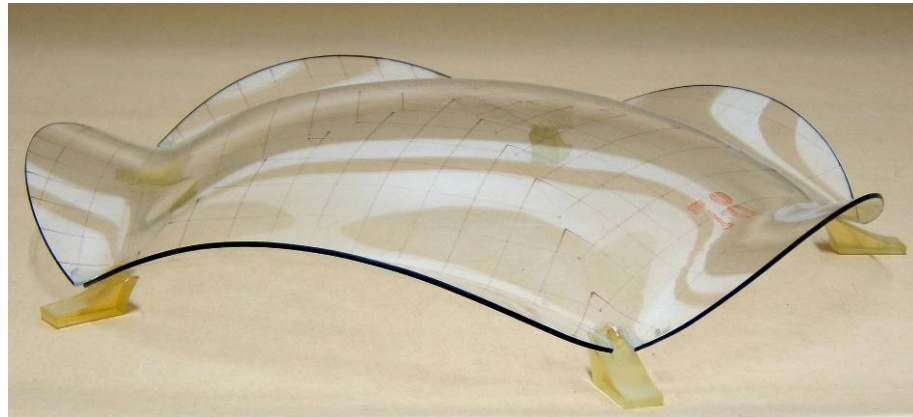
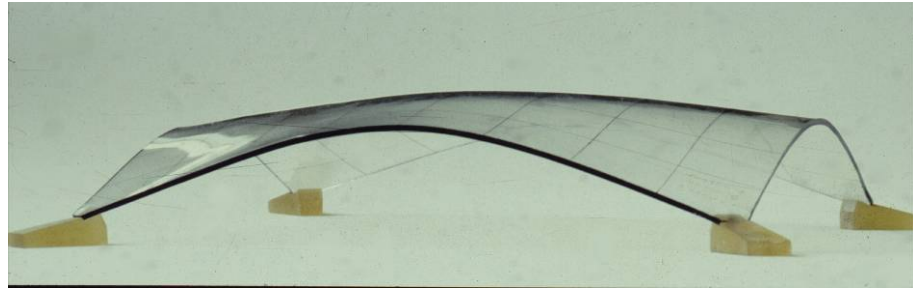
Qué se necesita? En mi opinión tres cosas son fundamentales:

- a) **Concebir un objetivo innovador muy claro**
- b) **Sentir hambre de pasar la frontera del conocimiento.**
- c) **Perseverancia.**

Resumo mi propia experiencia en dos campos de la investigación:

1. **Enseñanza de la Ingeniería**: necesaria y obligatoria para el docente. No es lo mismo saber una determinada materia que saber enseñar esa materia.
2. **Diseño Estructural**, especialmente la MORFOLOGÍA ESTRUCTURAL que concede gran importancia a la forma de la estructura en lo concerniente a su resistencia.
3. En particular me dediqué a la **MORFOGÉNESIS**: generación de nuevas formas, tema que ha adquirido gran desarrollo en la última década.
4. Preferí seguir la vía experimental y alcancé un resultado que me dio muchas satisfacciones: la **TÉCNICA DEL MODELO HOMEOSTÁTICO**, conocida en la literatura técnica con la sigla en inglés "HMT".





5. Para tener una idea de lo que estamos hablando les muestro estas fotos: son dos modelos homeostáticos; están contruidos en acrílico, pero la estructura real se construye H<sup>o</sup>A<sup>o</sup> y pueden cubrir espacios de más de 20 m de luz con espesor de 10 cm. Sólo se apoyan en los vértices y no requieren vigas de borde, ni arcos ni nervaduras.
6. Estos modelos nacen de la aplicación de una técnica que combina una ley de la **Fisiología** de los organismos vivos con leyes de la **Mecánica Estructural**.
7. En lugar de una explicación de la técnica (que no correspondería en esta oportunidad) trataré de responder a la pregunta reiterada que siempre me hicieron los especialistas cuando expuse este tema: ¿Cómo se le ocurrió esta **idea tan extraña**: mezclar Fisiología con Mecánica Estructural?

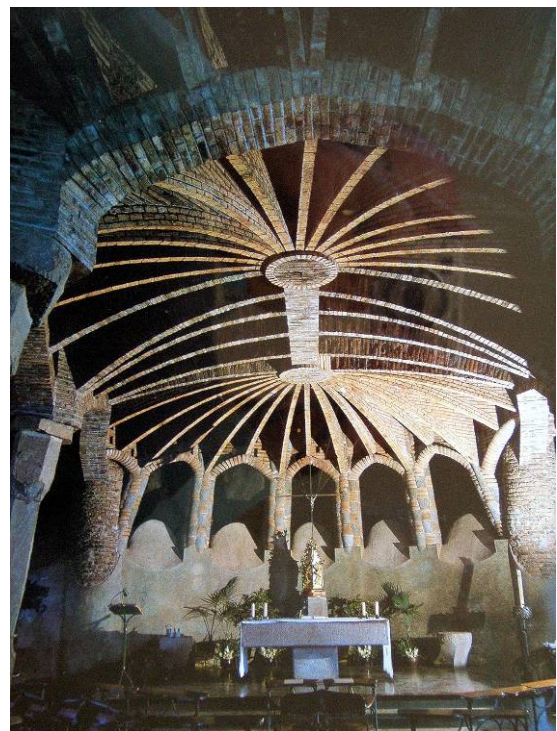
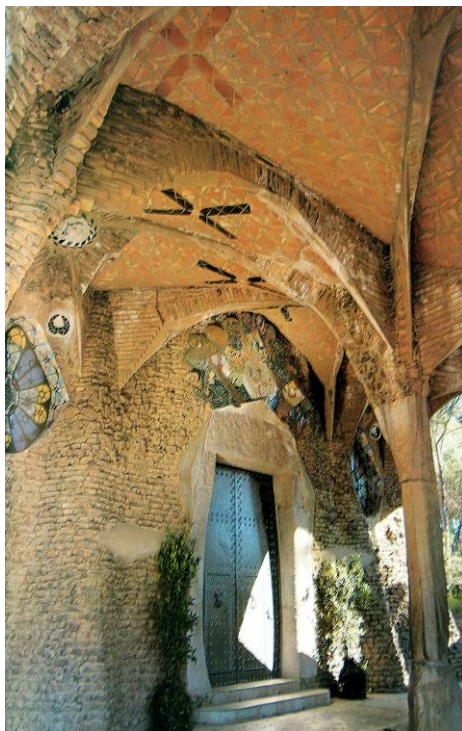
Brevemente les relataré esta historia con la intención que pueda dejarles alguna enseñanza.

Para empezar les diré que esta técnica tiene sus raíces en las ideas del Arq. Catalán Antonio **Gaudí** sobre las propiedades del **funicular**.

En 1948 cursaba el tercer año de Ingeniería cuando tuve mi primer conocimiento sobre la vida y obra de Gaudí por boca del profesor de la materia Arquitectura, Arquitecto Marcelino Ugarte quien depositó en mi mente la semilla de la curiosidad: a partir de ahí leí cuanto libro encontré sobre Gaudí.

En 1966, mientras hacía un curso de especialización en el Instituto Torroja visité Barcelona y tuve mi primer contacto con las obras de Gaudí. Quedé impactado por la genialidad y el trabajo de ese hombre especialmente cuando vi la más pequeña de las obras de Gaudí y quizás la menos conocida: la cripta de la Capilla Güell, a mi juicio la más preciada joya que nos dejó el arquitecto catalán. Esa obra fue la planta piloto donde Gaudí ejecutó y ensayó sus ideas que más tarde iba a llevar a escala monumental en el templo de la Sagrada Familia. Estas fotos reflejan algo del impacto que había recibido allí.





De regreso a mi país, aquel impacto había generado en mí un fuerte **interrogante**: por qué no aplicar la técnica del funicular a las obras actuales de hormigón armado? Ese interrogante me iba a perseguir y acicatear mi mente por más de 22 años. Sentía crecer en mi interior una gran ilusión por alcanzar esa meta.

En mi 1971, luego de numerosas tentativas llegué a la elaboración de una técnica que llamé “La retícula elástica”. En lugar de los hilos inextensibles de Gaudí utilizaba hilos extensibles (de goma, los mismos utilizados por los chicos para hacer las hondas). De esta forma sustituía las superficies curvas de una lámina por un poliedro formado por triángulos en cuyos vértices aplicaba las cargas. Si bien la presentación del trabajo en el IASS Simposio de Kyoto me brindó muchas satisfacciones (entre ellas la opinión favorable y el aliento de Stephan Makowski, profesor de la Universidad de Surrey, Inglaterra) no me satisfacía porque además de la pesada tarea de construir el modelo físico, exigía una larga elaboración numérica para llegar a una evaluación aproximada de las tensiones principales. Entendí que esta técnica se apartaba mucho de mi propósito inicial. Yo quería llegar a un procedimiento de diseño en el que la construcción del modelo físico fuera sencilla y rápida y la visualización de los resultados se lograra en forma inmediata.

Los años siguientes continué realizando nuevas tentativas en línea con ese propósito sin alcanzar resultados satisfactorios. Por momentos me surgía en la mente esta pregunta (la misma que le habrá surgido –supongo yo, a todo investigador): ¿será posible lo que estoy buscando o se tratará de una pura utopía?

Me dediqué entonces a revisar todo cuanto se había escrito sobre Gaudí, que no era mucho. Téngase en cuenta de la mayoría de los libros que hoy existen sobre recién aparecieron después de las Olimpiadas de Barcelona (1992) cuando Gaudí alcanzó reconocimiento universal.

Había leído todo lo que tuve a mi alcance sobre la vida y obra de Gaudí pero caí en la cuenta que me faltaba lo más importante: el pensamiento de Gaudí, es decir el repertorio de ideas que fueron la base sobre las que Gaudí cimentó sus proyectos y la técnica utilizada para llegar a ellos.

La búsqueda de ese ideario me llevó largo tiempo. Téngase presente que Gaudí no dejó libros, ni tampoco dictó clases. Finalmente pude encontrar una fotocopia de un escrito hecho de su puño y letra que estaba en el museo de Reus, su ciudad natal. En ese escrito conocido como el Dietario de Gaudí se mezclaban muchas cosas: sus ideas y principios, órdenes de servicio para las obras, presupuestos, etc. En esa fotocopia encontré esta frase, muy propia de su espíritu religioso

“Los que buscan las leyes de la naturaleza  
para formar nuevas obras  
colaboran con el Creador”

Antonio Gaudí  
1852 - 1926

**Ahí estaba la clave: las leyes de la naturaleza!!!!**

Me había faltado el **paso al costado** que antes mencioné: ¿por qué limitarme a las leyes de la mecánica? Debía extenderme a las leyes de la naturaleza.

Era el año 1988, había transcurrido 40 años desde mi inquietud inicial y de pronto, en el término de pocos días surgieron varias circunstancias felices vinieron en mi ayuda

#### Dos circunstancias felices

1- CONCEPCIÓN ORGÁNICO - VITAL DE LAS ESTRUCTURAS

2 - **HOMEOSTASIS:**

TENDENCIA A RESTABLECER EL EQUILIBRIO DE LAS FUNCIONES VITALES FRENTE A UNA AGRESIÓN.

1. Recordé la teoría orgánico vital aplicada a la redistribución de momentos en vigas de  $H^0A^0$  que había explicado muchas veces sin disimular mi admiración por el comportamiento solidario de esas estructuras en las que ante un incremento de las cargas (agresión), las secciones mas solicitadas (las de apoyo) reciben la ayuda de las menos solicitadas (las de tramo) haciendo todo lo posible para resistir antes de colapsar.
2. Leyendo un artículo sobre Enseñanza de la Ingeniería encontré la palabra “homeostasis” y busque su significado. Se refería a las acciones que desarrolla todo ser vivo frente a cualquier agresión para restablecer sus funciones vitales. Curiosamente y para mi asombro, los Fisiólogos usaban los mismos los mismos términos que yo empleaba en mis clases de  $H^0 A^0$ . El fenómeno estudiado en profundidad es sumamente complejo, pero en síntesis se puede describir diciendo que todo ser vivo desarrolla procedimientos de solidaridad muy inteligentes entre sus órganos tendientes a evitar sucumbir frente a una agresión, del mismo modo que una viga hace todo lo posible para evitar colapsar ante un incremento de las cargas.

Otras circunstancias no menos felices se sumaron inmediatamente:

3. Había visto que en el Laboratorio de Fotoelasticidad (contiguo al de Modelos) las placas de un material termo-plástico (araldita) sufrían grandes deformaciones cuando se las calentaba en el horno y luego recuperaban su rigidez original cuando se enfriaban, manteniendo su forma.
4. Ya estaba **la idea**: si en lugar de utilizar el hilo de Gaudí (apto para representar solamente estructuras planas) utilizaba una placa termo-

plástica, apta para representar estructuras espaciales, al agredirla no sólo con cargas sino también con calor, la placa perdía su resistencia a la flexión y buscando no colapsar resistía la carga como membrana; entonces quedaba toda traccionada como el hilo de Gaudí, pero en tres dimensiones.

5. Corté un trozo de placa de araldita, lo colgué de los cuatro vértices, lo cargué con tuercas y lo calenté en el horno.
6. Fue muy **emocionante** ver a través de la ventana del horno cómo se movía la placa hasta transformarse en membrana. Se gestaba **un nueva forma resistente**
7. Cuando se enfrió invertí la forma y ya tenía la forma de compresión buscada.
8. Había logrado el resultado tan esperado. Sin salir de la emoción agradecí a Dios haberme otorgado el privilegio de ver ese fenómeno y sentí liberarme de una obsesión que me había atrapado durante años.
9. Hicimos algunas comprobaciones vía análisis teórico manual y todo funcionaba.

A pesar del éxito logrado no me atrevía a exponerlo públicamente. La idea era tan innovadora como extraña: la mezcla de principios de la Fisiología con principios de la Mecánica Estructural yo no la había visto en ningún lado y no tenía a mi alcance a ningún especialista para consultar.

10. Aquí vino en mi ayuda una nueva circunstancia feliz: la visita de **Eladio Dieste** a la Universidad. En efecto, el famoso ingeniero uruguayo de prestigio internacional, especialista en cáscaras construidas con cerámico visitó la UNS para dar una conferencia. Aproveché esta circunstancia para invitarlo a ver nuestro Laboratorio de Modelos y lo que allí habíamos hecho. Mi intención era explicarle mi técnica; vio algunos modelos y apenas pude iniciar me explicación me dijo palabras que nunca olvidaré: "Basta, aquí no hace falta ninguna explicación, usted ha descubierto el procedimiento para materializar la superficie de presiones de la lámina y tiene la obligación de publicarlo" Por si fuera poco y sin que yo se lo pidiera me ratificó sus conceptos en una carta que conservo como preciado tesoro. Gracias a sus palabras de aliento mis modelos traspasaron el umbral del laboratorio y visitaron cinco continentes.
11. Tuve éxito en mi primera presentación en Argentina y luego vinieron las satisfacciones: premio, cursos, conferencias en Congresos y Universidades del país y del exterior.

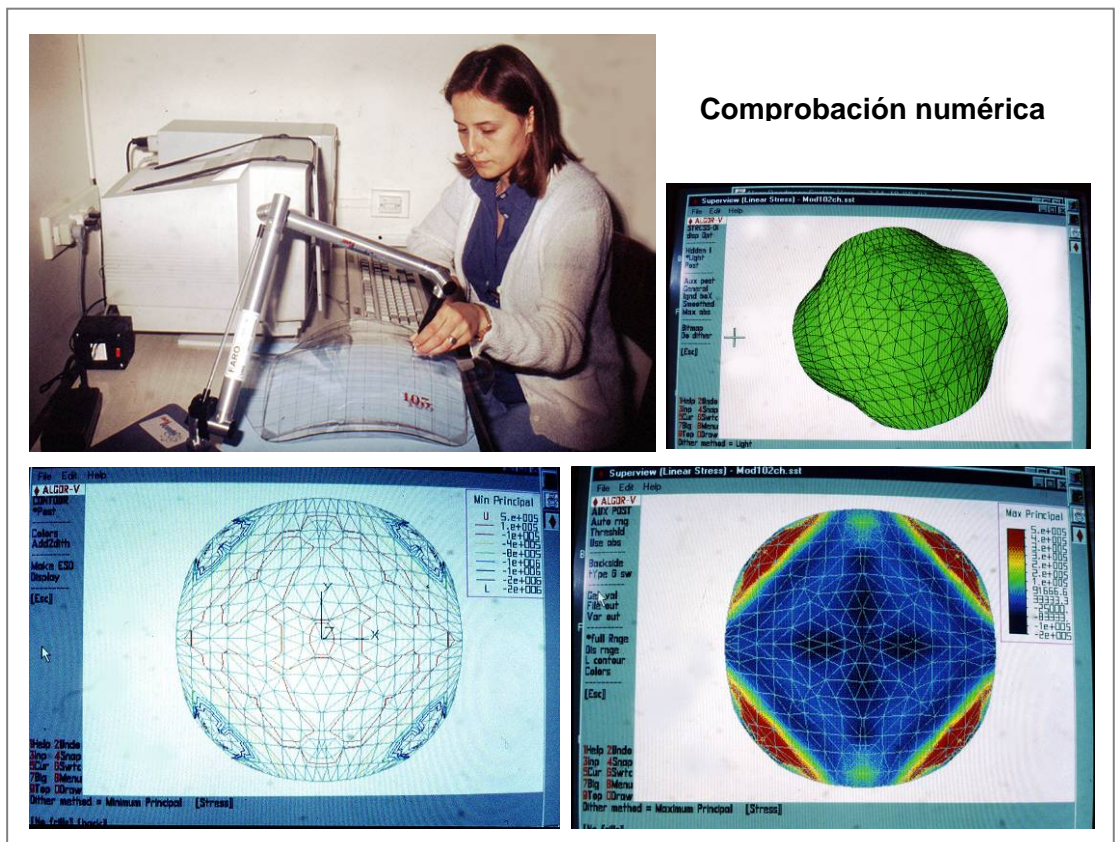
12. Sin duda la mayor satisfacción que compensaba mis años de esfuerzo la logré en el Congreso IASS de Montpellier. Allí la técnica del modelo homeostático fue reconocida en sesión plenaria por el Prof. Ingeniero Mamoru Kawaguchi, presidente de la IASS, como “la técnica más avanzada para generación de formas mediante modelos físicos.”

Había comprendido entonces cuánta razón tenía Mark Twain.

“Un hombre con una nueva idea es un loco ...  
hasta que tiene éxito”

Mark Twain  
1835 - 1910

Más tarde, con la adquisición de brazo espacial (escáner de tres dimensiones) más un Algor (programa de análisis estructural) pudimos verificar los resultados y comprobar que aquella **sensación** que había tenido cuando inicié esta investigación pensando que era posible expandir la técnica de Gaudí a los materiales de la actualidad no estaba errada.



Sin que me lo propusiera vino a mi memoria una frase de Leonardo Da Vinci que leí en la Mansión de Close Lucé (hoy museo), en Amboise a orillas del Loire donde murió ese gran genio el Renacimiento:

*“OGNI NOSTRA COGNIZIONE PRINCIPIA DAI SENTIMENTI”*

*(“Cada uno de nuestros conocimientos comienza por los sentimientos”)*

Leonardo Da Vinci  
(1452-1519)

**MORALEJA PARA CERRAR ESTE PUNTO:** se necesitan fundamentalmente: objetivo muy claro, “hambre” de avanzar en el conocimiento y perseverancia.

*NOTA: caigo ahora en la cuenta que me he extendido en este tema mucho más allá de mis palabras de la conferencia donde existían naturalmente limitaciones de tiempo que aquí no tengo. Ruego al lector sepa disculpar esta licencia que me he tomado que no es sino el resultado de mi entusiasmo por el tema. Para aquel lector que quiera conocer la parte técnica de este tema me permito dirigirlo al trabajo **EXTENSIÓN DE LA TÉCNICA FUNICULAR DE GAUDÍ A LA CONCEPCIÓN Y GÉNESIS DE SUPERFICIES ESTRUCTURALES** y otros trabajos de este autor que podrá encontrar en la Biblioteca Central de la UNS.*



## 9 - Ser cuidadoso con el uso de los materiales

Los materiales son el “**pan nuestro de cada día**”, para el Ingeniero Civil. Nuestro trabajo se nutre con el acero, el hormigón, entre otros materiales, sin ellos no podríamos sobrevivir como ingenieros. Por tanto debemos ser cuidadosos del uso que hacemos de ellos.

El derroche de materiales en obras nacidas de la egolatría y la vanidad personal dañan no sólo a la a la profesión sino también a la sociedad.

El ejercicio de la profesión implica un compromiso con la sociedad que no debemos olvidar.

La desaprensión por el bienestar social, la falta de sensibilidad ha llevado al sociólogo Roszak a esta frase cruel:

“...científicos y tecnólogos miran  
al mundo  
con ojos de muertos.”

Theodore Rozak  
1835 - 1910

Está en nuestra responsabilidad profesional revertir este concepto.

## 10 - Pertenencia y participación en las Asociaciones Profesionales

Debemos tener presente la necesidad de integrarnos a las asociaciones profesionales (Colegios, Centros, Asociaciones de Especialistas).

La acción conjunta potencia la capacidad individual para la defensa de los derechos de la profesión y brindar mayores aportes a la sociedad.

Es necesario recuperar el prestigio de épocas pasadas en lo social, cultural y en la política gracias a las acciones de ingenieros civiles tales como Carlos Pellegrini (padre del homónimo que fuera Presidente de la Nación), Luis Huergo, Guillermo White y tantos otros cuyas biografías es recomendable leer.

El éxito que ustedes han logrado en este Congreso me exime de todo comentario. Solamente me queda felicitarlos por la iniciativa que han tenido y pedirles que continúen en ese camino cuando ingresen en la vida profesional.

Antes que se agote mi tiempo y la paciencia que me han brindado, para borrar el sabor amargo de la frase de Rosazk, permítanme dejarles este lema:

“Una de las cosas  
más bella de la vida  
es trabajar con ilusión”

A handwritten signature in black ink, reading "Antoni Gaudí", with a large, decorative flourish extending from the end of the name.

1852 – 1926

A mí me ha brindado muchas satisfacciones y espero que a ustedes también.

Trabajar con ilusión significa tener la esperanza y confianza de concretar un proyecto personal, ya sea profesional o académico, en beneficio de la sociedad. Esto reconforta y alienta frente a las adversidades

#### *AGRADECIMIENTO*

*El autor agradece a su hijo Fernando Oscar y deja constancia de la valiosa ayuda que le brindara en la edición de este documento.*

*Bahía Blanca, Diciembre de 2011.*

## **BREVE RESEÑA BIOGRÁFICA DEL AUTOR.**



### **OSCAR A. ANDRÉS**

*Ingeniero Civil graduado en la UBA en 1952. Durante más de una década ejerció activamente la profesión compartiendo esta tarea con la docencia que años más tarde asumió en forma exclusiva.*

*El Diseño de Estructuras y la Enseñanza de la Ingeniería han sido los temas principales de su actividad desarrollada durante 59 años en la UNS como docente e investigador.*

*Fundador y Jefe del Laboratorio de Modelos Estructurales de la UNS donde concibió y desarrolló una técnica original para la generación de formas estructurales posteriormente reconocida como el método más avanzado para el diseño mediante modelos físicos en el congreso de la Asociación Internacional de Estructuras Laminadas (IASS) celebrado en Francia en el año 2004.*

*Dio cursos y seminarios en Universidades del país y del exterior. Conferencista invitado en reuniones nacionales e internacionales de su especialidad.*

*Autor de trabajos publicados en el país y en el exterior. Uno de ellos fue distinguido con el Primer Premio en concurso internacional auspiciado por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas de España*

*Miembro Fundador de SAEI (Sociedad Argentina para la Enseñanza de la Ingeniería).*

*Socio vitalicio y Vicepresidente del Centro de Ingenieros de Bahía Blanca.*

*Miembro Permanente de la Asociación Argentina del Hormigón Pretensado.*

*En 1992 la UNS le otorgó el título de Profesor Consulto y en 1993 la UB (Universidad de Belgrano, Buenos Aires), el título de Profesor Plenario.*