

## **CARTA A UN JOVEN QUE CURSA EL CICLO SECUNDARIO Y ASPIRA A SER INGENIERO PERO NO SE ATREVE PORQUE NO ES BUENO EN MATEMÁTICA**

---

**Arturo J. Bignoli**

### **Querido aspirante a ser ingeniero:**

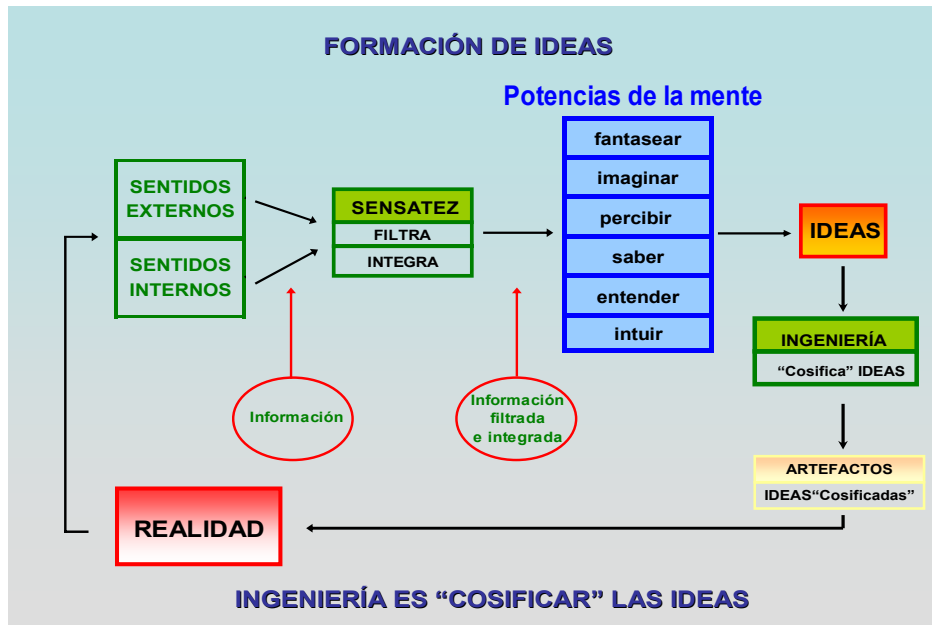
Estás por elegir una carrera universitaria. Te gusta mucho la ingeniería pero tienes miedo porque te han dicho que requiere estudiar mucha Matemática y a ti en esa materia no te va bien. Para que no dejes de estudiar Ingeniería, te voy a contar algunas cosas que conviene tengas en cuenta para decidir si vas a ser ingeniero o te lo vas a perder.

La Matemática, para el ingeniero, es una herramienta. Un excelente ingeniero puede no ser un excelente matemático. Para un matemático la matemática es un fin en si misma. ¿Se te ocurriría no estudiar ingeniería porque tienes mala letra? Seguro que no. Sin embargo, te costaría más mejorar la letra que aprender Matemática; aunque no lo creas.

Estudiando Matemática y Física vas a adquirir una forma coherente de razonar y de afrontar los problemas. No te preocupes por la Matemática. Ten paciencia, te van a enseñar todo lo necesario para ser ingeniero. Mientras tanto, mejora tu letra que eso sí es un trabajo difícil, que te servirá aunque no estudies ingeniería.

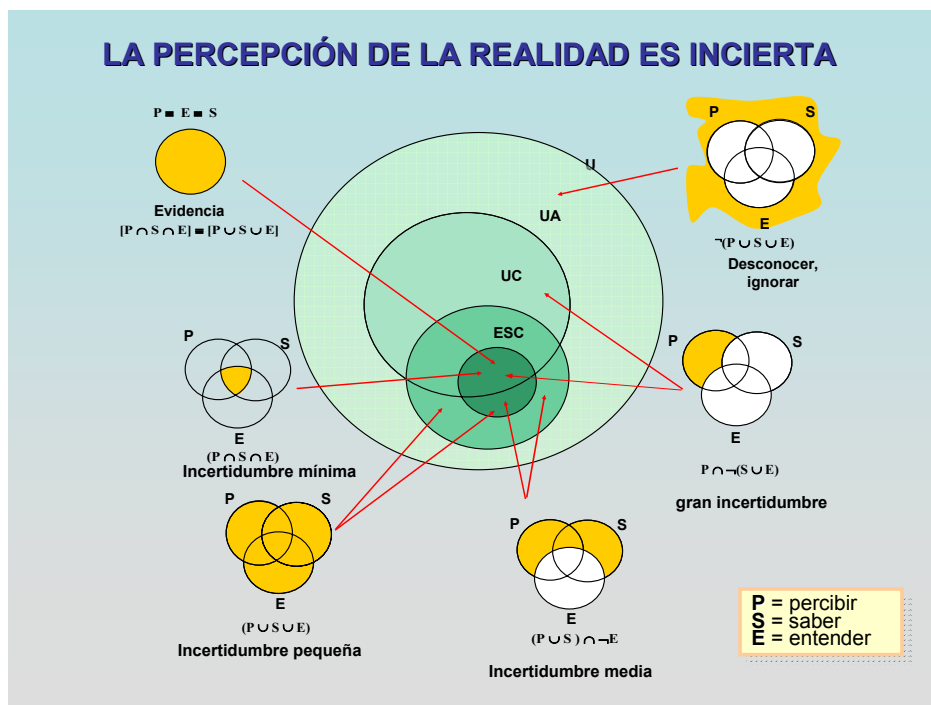
Para explicarte qué es la ingeniería y puedas tomar tu decisión, voy a comenzar haciéndote notar que **ya has actuado como un ingeniero**, sin serlo todavía y sin darte cuenta de ello. Presta atención porque vale la pena. Lo primero que tiene que hacer un ingeniero, igual que cualquier otro ser humano, es tener una **idea lo más clara posible** de lo que quiere hacer.

¿Cómo se forman las ideas? La figura que sigue aclara el proceso:



Habitualmente educamos nuestras capacidades mentales para **discernir, saber y entender**; olvidando las de **fantasear, imaginar e intuir**. Estas últimas son innatas en quienes las poseen, y deben ser cultivadas para poder usarlas en la **formación de ideas**. Esto es importante para ser un ingeniero y yo diría que es lo más importante. La figura que sigue ilustra esquemáticamente cuál es y cómo es **la realidad** (el universo) en el que estamos inmersos.

## LA PERCEPCIÓN DE LA REALIDAD ES INCIERTA



Hay cosas que **percibimos**, pero que **no sabemos** ni **entendemos**. Hay otras respecto de las que sólo podemos **imaginar** algo, o aún **fantasear**. Para que los tengan ese don, es posible **intuir**, lo que no podemos **percibir**.

En la segunda figura se observa que todo lo que llega a impresionar nuestros sentidos internos o externos tiene **incertidumbres**, que derivan -en primer término-(,) de nuestras apreciaciones que; al ser **subjetivas**, no son **nítidas** sino **borrosas**.

En efecto, a lo que resulta de la aplicación de nuestras potencias mentales podemos adjudicarle un cierto grado de **veracidad**, variable entre la **imposibilidad** y la **evidencia**; con valores intermedios como, por ejemplo, la **posibilidad**, la **probabilidad** y la **verosimilitud**. Dada la veracidad adjudicada a un cierto acontecimiento, podemos atribuirle un grado de **asentimiento**, variable entre la **ignorancia** y la **certeza**, con valores intermedios que pueden ser: la **duda**, la **opinión** o el **juicio**.

Cada sujeto, según sus exigencias de veracidad, podrá tener certeza, formarse un **juicio** u **opinión**, o -simplemente- ignorar el acontecimiento en cuestión. Todo esto es puramente **subjetivo** y, por lo tanto, **incierto**. La Matemática clásica (la que te asusta) no puede manejar lo incierto y por ende no puede regir los problemas de la ingeniería.

Cómo ves, es más importante que ejercites tus capacidades de **fantasear, imaginar e intuir**, que estudiar **Matemática**. Atención, esto no significa que puedas dejar de lado la Matemática, sino que sus resultados no siempre son creíbles como para merecer nuestro irrestricto **asentimiento**. Es decir; como para considerarlos **ciertos**.

La incertidumbre puede disminuir mediante el **consenso del juicio de expertos**. El **consenso** se acepta como "objetivo", pero mantiene cierta incertidumbre.

Por lo expuesto, se acepta que la ingeniería no es ciencia, sino arte de hacer, que se sustenta en la ciencia. Podemos decir que es una **ciencia práctica activa**.

La ingeniería es el reino de lo **aproximado y real** y la ciencia (deductiva o inductiva) el ámbito de lo **exacto y virtual**.

Si, además, se considera con Ortega y Gasset, que "*para ser ingeniero no basta con ser ingeniero, es preciso estar alerta y salir del propio oficio, otear bien el paisaje de la vida que es siempre total. La facultad suprema para vivir no la da ningún oficio ni ninguna ciencia, es la sinopsis de todos los oficios y de todas las ciencias. La vida humana y todo en ella es un constante y absoluto riesgo*"; llegamos a la conclusión que la Matemática sola no puede resolver los problemas de la ingeniería.

Formadas las ideas de algo, percibiendo mediante nuestros sentidos la realidad que nos rodea y aplicando nuestras potencias mentales, el paso siguiente, para un ingeniero, es transformar en cosas reales dichas ideas: "cosificar" las ideas. Quiero explicarte cuando y como actuaste como un ingeniero, sin darte cuenta(,) y sin saberlo.

Hace muchos años, cuando yo era un niño de diez años de edad o aún menos, me regalaron un juego que se llamaba Meccano. Estaba fabricado en el Reino Unido y lo teníamos, importado, en Buenos Aires. El mundo no estaba globalizado, pero teníamos todo lo fabricado en Europa y en Estados Unidos; mientras en Europa y en Estados Unidos comían carnes vacunas argentinas, mejores que las propias que comen hoy. La globalización **inexistente** funcionaba mejor que la actualmente existente.

El Meccano era una caja muy prolija que contenía chapas pintadas de color verde y buloncitos de bronce con los que podías **armar** puentes, casas, autos y otras cosas, siguiendo los dibujos de un manual. Es decir, **uníamos partes** para lograr un **todo**, que previamente elegíamos en el manual. Esto mismo es lo que hace un ingeniero: reunir **las partes convenientes para formar un todo**, que es la "**cosificación**" de **la idea preconcebida**.

Luego apareció otro juego, éste de madera que se llamada "Thinker-Toy", es decir, "Juguete para pensar". Las partes eran **varillas de madera**, y **rueditas perforadas**, que servían para unir las varillas, que eran **las partes** y formaban un **todo**, que

también podía elegirse en un manual. Naturalmente había que **escoger** las varillas y las rueditas adecuadas para **lograr el todo deseado**. Ingeniería pura.

Después apareció otro juego más llamado Rasti "**mis ladrillos**" y -como en los anteriores- podía **elegirse el todo** en un manual, eligiendo las partes necesarias; es decir, los ladrillitos convenientes.

Si eres muy joven, puede ser que no hayas conocido los juegos antes mencionados. Pero es probable, en ese caso, que hayas jugado con el SIMCITY y armado en la computadora ciudades, puentes, rutas y hasta montañas, ríos y bosques a partir de **partes** correctamente elegidas con tal fin. Entonces, estarás pensando que ingeniería es unir cosas (**partes**) adecuadas por sus características, para lograr un **todo** que cumpla una determinada función. Piensas bien, la **ingeniería consiste en unir correctamente partes para lograr un artefacto** (edificio, puente, automóvil, avión, tijera, programa de computación, etc., etc.; que es el todo que cumple la función deseada.

Entonces ¿Armar un equipo de fútbol o de rugby es hacer ingeniería? ¡Sí, es ingeniería, no lo dudes! Las **partes** son tus amigos que convocas para jugar en determinadas posiciones, dadas sus habilidades, de modo que todo el equipo sea el **todo** más apto para cumplir el fin de marcar goles. Es decir que de un simple "rompecabezas" de cubitos o un "puzzle" a un traspasador interplanetario ¿todo es ingeniería? Sí.

En una de esas jugaste con alguno de esos juegos y entonces ya "has sido ingeniero" sin saberlo. ¿Verdad que era lindo y fácil ver como se iba formando el "todo"? Lo mismo nos pasa a los ingenieros cuando realizamos algo que hemos pensado o imaginado o fantaseado. A partir de esa idea fantástica se llega a tener algo real que cumpla una función deseada.

Como ejemplo ilustrativo, podemos tomar el de Leonardo Da Vinci en el proceso que siguió desde la **fantasía** (en la época en que vivió) de hacer volar a un hombre hasta la "cosificación" de esa idea fantástica en las diferentes "máquinas de volar" (con alas) que no lograron volar, a las que llegó como último recurso, ante sus fracasos con el "tornillo de aire" y el "paracaídas".

Te cuento con más detalle porqué Leonardo Da Vinci -que fue, sin duda, el "**primer ingeniero del mundo**" siguió (con) en su razonamiento un camino para pasar de las ideas a las cosas; para "**cosificar**" su fantasía".

En los tiempos en que vivió Leonardo, hace más de cinco siglos pensar en hacer volar a un hombre era una fantasía, es decir una idea que estaba fuera de la realidad conocida en aquellos días. Pero como Leonardo era un ingeniero creativo, no tenía el límite de lo real en sus pensamientos, que podían ser fantásticos.

Los pasos de Leonardo tratando de "cosificar" su fantasía podrían haber sido:

- 1º. Hacer volar a un hombre.
- 2º. Recordar sus estudios sobre el vuelo de los pájaros.
- 3º. Recordar que había pintado ángeles con alas.
- 4º. Ahora sus fantasías se unen con sus experiencias e imagina que **el hombre volará con alas.**

Ya ascendió de la **fantasía** (ideas o cosas **irreales**) a otras **reales** - las alas aplicadas al hombre).

- 5º. Su problema ahora es reunir las **partes** – el hombre, las alas y todo lo necesario para fijar estas al hombre – obteniendo el **hombre alado** que podía volar.
- 6º. Fijó las alas a los brazos del hombre, pero la energía de un hombre no le alcanzaba para desarrollar con sus brazos la potencia necesaria para volar.
- 7º. Trató de ayudar a los brazos con las piernas y construyó una máquina para volar. Había “cosificado” su fantasía, pero el hombre no volaba.
- 8º. ¿Fracasó Leonardo en esto, porque a pesar de todo **faltaba potencia** para volar? A Leonardo le faltó un motor de potencia adecuada, mayor a la del hombre, y que aún no existía. Su idea era correcta pero no logró cosificarla totalmente.
- 9º. Inventó también el “**tornillo de aire**”. Una superficie espacial en forma de hélice de diámetro variable y eje vertical que un hombre, moviéndola con un juego de poleas, la iba atornillando en el aire y elevando al operador de las poleas. Tal vez pensó en éste “tornillo” después de su fracaso con las alas. ¿Era el antecesor del helicóptero?
- 10º. También inventó el “**paracaídas**” de forma piramidal y de base cuadrada. ¿Sería para usar en un eventual fracaso de los artefactos anteriores? Tal vez sí.

Por lo tanto, todo fue “cosificado”, se hizo la ingeniería correspondiente a las alas el tornillo y el paracaídas, pero no se logró el resultado pretendido, porque no tenía, ni pudo crear, el motor con la potencia necesaria. La conclusión es que “cosificar” no es todo, debe tenderse a lograr, con la idea “cosificada”, el fin pretendido, que también forma parte de la idea.

“Cosificar” sin lograr que la “cosa” cumpla el fin perseguido solo es llegar a tener un artefacto **que falla.**

Entonces, podemos decir que un ingeniero que no sepa fabricar **artefactos útiles**, es simplemente un “fabricante de artefactos”. Para escoger fines útiles, hay que saber

muchas cosas que no pasan por el conocimiento de la Matemática y la Física. Hay que tener conocimientos generales de muchas disciplinas no, además de fisicomatemática.

Por eso Ortega y Gasset dijo **“para ser ingeniero no basta con ser ingeniero”**. Es decir, para ser ingeniero no basta con haber egresado de una facultad de ingeniería, hay que tener imaginación, fantasía, intuición; y éstas no las puede enseñar la facultad, son innatas, son dones de Dios. Pero la facultad sí puede recordarnos que, con mayor o menor intensidad, todas las poseemos, y entrenarnos (en su uso) para utilizarlas.

Proponernos **“todos”** para cumplir fines bien claros y dejar a nuestro cargo la tarea de buscar las **“partes”** adecuadas que, estructuradas (ordenadas) y unidas entre sí (ligadas) en debida forma, cumplan el fin deseado; con una **propensión a fallar tan baja** como para ser aceptada.

Por lo tanto, olvídate por ahora de la Matemática, ya te enseñarán lo que hace falta y haz una autoevaluación. ¿Tienes vocación de solucionar problemas en bien de la humanidad? Por ejemplo ¿te preocupa el problema de la escasez de vivienda económica y que pueda construirse en tiempos breves? Ese es el **todo** de tu problema, una casa virtual. Este todo debe cumplir varias condiciones **técnicas**:

- Una casa durable y comfortable.
- **Económica**, tener bajo costo.
- **Financiera**, forma de pago accesible
- **Social**, ser aceptable por los futuros ocupantes
- De acceso geográfico fácil
- **Psicológica**, estar de acuerdo con el nivel social de quienes la ocuparán
- **Política**, que sea aceptada por lo políticos
- Tal vez algunas más.
- Un conocimiento lo más claro posible de la importancia de lo ignorado.

Podemos llamar, al “todo” que cumple con todas las condiciones enumeradas: **DEMANDA (D)**.

Debemos buscar las “partes” (materiales, mano de obra, ubicación, artística dibujo/planos etc.) que den por resultado una casa real que sea la “cosificación” de todas las condiciones que impusimos a nuestra casa **virtual**. A esta **casa real** la

llamaremos capacidad **de respuesta (CR)**. El cumplimiento de la D por la CR pretendemos que sea:

$$\boxed{CR \geq D}$$

$$\boxed{A (CR-D)} = MS \geq 0 \text{ llamamos "margen de seguridad de cumplimiento"}$$

$$\boxed{A (CR/D)} = (CS) \geq 1 \text{ llamamos "coeficiente de seguridad de cumplimiento"}$$

Si el problema fuese tratable en forma matemática, bastaría con que se cumplieran  $(MS) = 0$  y  $(CS) = 1$  pues ambos resultan de  $OR = D$ , o sea del cumplimiento **estricto** de la demanda con la capacidad de respuesta. Pero esto nunca ocurre, pues hay incertidumbre tanto en D como en CR. Por ello decimos que hay una **propensión a fallar (P.F.)** Siempre hay una propensión a fallar que no es posible evaluar matemáticamente.

Entonces, no pienses que no puedes ser ingeniero- como te gustaría- porque no eres bueno en Matemática o Física. Esto te lo van a enseñar en la facultad. Lo importante para ser ingeniero es que te guste "cosificar" ideas que resultarán de la **creatividad** (fantasía, imaginación, intuición y capacidad de evaluar la importancia de lo desconocido). Las ciencias fisicomatemáticas son una magnífica herramienta que puede aprenderse a usar correctamente mucho más fácilmente que a usar la creatividad, que muere si se pretende matematizarla.

Deja volar las potencias de la mente y, si tu **vocación es ser ingeniero**, no dudes con iniciar la aventura de llegar a serlo. Te va a gustar mucho y te sentirás útil.

Lo más importante es que tengas **vocación de ser ingeniero** y eso nadie lo sabe mejor que tu mismo.

Si tienes vocación, comienza a pensar en problemas de ingeniería, a partir de armar un "rompecabezas" de cubos. El todo es la lámina que quieres ver. Como cada cubo tiene seis caras, hay seis láminas posibles. Elegida una tienes que ubicar cada cubo (los cubos son las partes) con la cara correspondiente a la lámina elegida hacia arriba. Además, tienes que colocarlo en la posición correcta. Esta **elección y colocación** en posición es "hacer ingeniería"; elementalísima, por supuesto.

Luego piensa en armar una grúa con tu Meccano. La grúa es el "todo". Tendrás que elegir partes (chapitas verdes y buloncitos) que se corresponden y unirlos



correctamente para que resulte la grúa. Esto también es ingeniería, un poco más compleja que la anterior.

Luego piensa en “cosificar” una idea cualquiera (fantástica o imaginaria). Tendrás que ser **creativo** para elegir las partes reales o virtuales y sus uniones también reales o virtuales. Si lo logras, también habrás hecho ingeniería. ¿Cuándo usaste Matemática en los tres ejemplos? ¡Nunca! Y, sin embargo, hiciste ingeniería. ¿Te das cuenta de cómo es la cosa?

Espero que lleguemos a ser colegas.

Un saludo afectuoso de un viejo ingeniero, que no era bueno en Matemática.