



La enseñanza de la ingeniería y las nuevas ingenierías

Ing. Tulio Calderón
INVAP

1/4

Ing. Julio Ortiz:

Los expositores anteriores han desarrollado un concepto que se conecta directamente con las exposiciones que vienen ahora. Han remarcado la importancia de la educación en todo el proceso futuro de la Argentina. El tema que vamos a abordar ahora con el concurso de cuatro prestigiosos colegas es la Enseñanza de la Ingeniería, que tiene que ver con la generación de bienes y servicios, con la distribución del ingreso, con todo lo que hace al sistema socio-económico de un país. Agradecemos la presencia de los cuatro expositores, que nos van a desarrollar el tema de la Enseñanza de la Ingeniería y las nuevas ingenierías.

En primer término, vamos a escuchar al Ing. Tulio Calderón, actualmente Gerente de Proyectos Aeroespaciales y Gobierno de INVAP, una empresa de tecnología de la provincia de Río Negro, que opera en las áreas de tecnología nuclear, aeroespacial, industrial, medicina y defensa. En su formación profesional, es Master en Management de la Universidad de Stanford, California, e Ingeniero Nuclear del Instituto Balseiro, Bariloche, Argentina.

Ing. Tulio Calderón:

Buenos días, es un gusto estar aquí, quiero agradecer al CAI por invitarnos para exponer en este panel. Y mi intención para aprovechar estos 20 minutos es contarles qué es INVAP, qué hacemos, cómo viven los Ingenieros haciendo cosas adentro de nuestra empresa, y como somos una empresa esencialmente estamos demandando Ingenieros, así que también una visión particular de la demanda de Ingenieros vista desde nosotros. INVAP es una sociedad del Estado, pero a efectos prácticos somos como una sociedad anónima, no tenemos presupuesto, vendemos y pagamos sueldos, por lo tanto, operamos como una empresa privada. Trabajan en ella unas 500 personas, tenemos que vender US\$ 50 millones por año como para estar bien, para tener una facturación anual de unos US\$ 100 mil por persona, que permite pagar buenos sueldos, y, por supuesto, competir mundialmente. Es una métrica más o menos típica. Y andamos en el núcleo de INVAP más el grupo de empresas asociadas en Bariloche, unas 500 personas. Poseemos sucursales en aquellos países donde tenemos proyectos grandes. Actualmente en Australia, Egipto, EE.UU. y existe algo chico en Brasil. Y por supuesto, INVAP nace dentro de lo que fue el Plan Nuclear Argentino.



La enseñanza de la ingeniería y las nuevas ingenierías
Ing. Tulio Calderón
INVAP

2/4

Argentina tiene a esta altura casi 60 años de inversión en la parte nuclear, así que en los '70 nace como brazo especializado en desarrollo de proyectos en el área nuclear, en los '90 empezamos a trabajar dentro del Plan Espacial Argentino, que arranca fuertemente en los '90, y actualmente estamos tratando de trabajar en otras áreas también derivativas.

¿Qué tipo de cosas hacemos? Sistemas tecnológicos de alta complejidad (vaya una generalización para lo que son satélites, reactores, radares), tienen misión crítica, es decir, tienen que tener una alta confiabilidad, mucha seguridad, una performance como la de los mejores competidores, y esencialmente son adquisiciones de bienes de capital estratégicas para los que los compran, es decir, nuestros típicos clientes son Estados, o sea, de la facturación de INVAP en los 30 años que tenemos le debemos haber vendido el 70-80% a no más de 10 o 12 agencias estatales, 2 ó 3 de Argentina, y el resto las agencias de energía atómica de los distintos países donde hicimos proyectos. Y nuestra diferenciación es que, debido a que tenemos muy buena capacidad de Ingeniería en la Argentina, podemos hacer adaptaciones a medida de lo que requiere el cliente. Así que somos mucho mejores haciendo proyectos que tienen una alta personalización, y generalmente son series cortas. Es decir, un satélite es una pieza única, un reactor de los que hacemos nosotros de investigación de los chicos, también es una pieza única que cumple una cierta función.

Las grandes áreas de la empresa son básicamente la nuclear, la espacial, el equipamiento médico, los temas industriales y temas que estamos empezando en aplicaciones en seguridad y defensa. El área industrial es derivativa de las otras, como ejemplo, lo que está acá abajo si se ve es una cosa larga, es una computadora que está al fondo de un pozo de petróleo, que es la unidad inteligente que dirige un trépano de MWD, que es medición durante perforación, que es un derivativo clásico de la parte espacial. O sea, sobrevive a 100°, este ambiente es de muy alta vibración mecánica, pero está hecha con la misma tecnología con la que hacemos la electrónica del control de un satélite, y usa los mismos algoritmos: campo magnético a 700 km de altura, es lo mismo que 2 km bajo el suelo, así que son los mismos algoritmos.

Actualmente estamos con otro satélite para la Comisión de Actividades Espaciales Argentinas, la CONAE, que es un convenio con NASA, es el SAC-D, que es un satélite que va a volar, este aparato que está acá arriba, que es un radiómetro, mide en



La enseñanza de la ingeniería y las nuevas ingenierías
Ing. Tulio Calderón
INVAP

3/4

banda L la temperatura del agua y con eso infiere salinidad global, y eso entra en un modelo de cambio climático, es el proyecto binacional más grande entre Argentina y EE.UU. No hay otra cosa que estemos haciendo entre los dos países cofinanciada. EE.UU. gasta US\$ 180 millones, Argentina gasta unos 40, entonces la Argentina pone el bus, la plataforma del satélite, y EE.UU. pone el radiómetro, que es el experimento este que cuesta más o menos unos ciento y algo de millones de dólares, más un lanzamiento de 70. Éste es el proyecto actual que tenemos en colaboración con EE.UU. Para mencionar otro, ahora estamos recién empezando con ARSAT, la nueva empresa argentina de comunicaciones que reemplaza a Nahuel Sat, en el concepto de un satélite geoestacionario argentino de comunicaciones. Ése es un despiece, un satélite clásico hoy en día. Básicamente el lanzamiento en algún lanzador comercial, y, para ocupar las dos posiciones argentinas que son la 72 Oeste y la 81 Oeste, y bueno, estamos este año entrando en la definición de la Ingeniería básica. Así que esto es para una idea de qué hacen los aeroespaciales.

¿Qué ventajas tenemos para exportar tecnología? Aparte del apoyo estatal, que es muy fuerte trabajar con las agencias estatales, hay una parte interesante, que es la capacidad de innovación. La verdad, la calidad de la Ingeniería en la Argentina es muy buena. Uno la ve comparativamente con otros países, y, para hacer las cosas con lo que hay, uno se las ingenia. Y hay una tradición también de innovar organizadamente cuando uno le pone método a esos temas también. Hay un tema de menor costo-mano de obra, eso es solamente relevante en algunos proyectos que son mano de obra intensivos, en los satélites hay un pequeño diferencial en eso.

Entonces, la esencia de lo que hacemos en INVAP es: productos de alto valor agregado en series cortas, muy basados en aplicar diversas disciplinas. Las capacidades multidisciplinarias de gestión de proyectos y de Ingeniería, donde hay dos temas: integración y validación de estos sistemas, que son críticos como para demostrar que un producto funciona. Así que, en eso, ya entrando en lo que somos nosotros como empresa que tiene muchos Ingenieros, estamos cerca de unas 500 personas, 176 Ingenieros, Licenciados y Doctores, sumamos más de 200, estamos creciendo en esto, la edad promedio es 42, un poquito alta, quizás, pero la vamos a compensar incorporando gente nueva ahora, y la antigüedad media es de 12 años. INVAP tiene 30 años, así que incorporamos por oleadas, los fundadores están llegando más o menos a los 60, yo estoy en una segunda generación de los 50 y hay muchos Ingenieros que están llegan-



La enseñanza de la ingeniería y las nuevas ingenierías
Ing. Tulio Calderón
INVAP

4/4

do a los 40. Son las oleadas clásicas de los '70, los '80 y ahora los fines de los '90.

Nuestra unidad de negocio es el proyecto. Así que cualquier cosa que hagamos, sea ingeniería, desarrollo, innovación, está en el marco de un tiempo, así que necesitamos ciertas ingenierías que acá en la Argentina no se dan pero la gente las aprende. Un tema de formación continua. Obviamente está la gestión de proyecto (Project Management), hay un tema de Ingeniería en sistemas, que en otros lados es directamente ley; uno hace una oferta de un sistema complejo afuera, control de tráfico aéreo, y un documento de oferta, es el plan del sistema (Systems Engineering Management Plan). Acá, hasta donde yo sé, no se dicta en ningún lado. Y es una especialidad que tiene que ver con un sistema operando bajo ciertos requerimientos con muchas interfaces entre muchos subsistemas. Y es el llevar el proyecto sabiendo que el todo es una suma de partes, sabiendo muy bien esas partes cómo interactúan entre sí, tal que pueda tener multidisciplinaria en un marco organizado.

Manejo de riesgos es otra cosa, que viene más de la parte financiera. Pero es un tema importante en gestión de proyectos. Y el soporte logístico integrado que es básicamente asegurar la disponibilidad. Nosotros estamos viendo la industria de nuestro rincón, pero hay mucha discusión respecto de en qué ingenierías invertir, y quién se lleva la carga, el peso, a US\$ 100 mil por Ingeniero, si uno hace la cuenta de los miles de Ingenieros que se necesitan por año, son inversiones bastante grandes.

Y finalmente, hay que hacer un plan paralelo de formación de técnicos y operarios. Se dijo ya en la mesa. Los técnicos son igualmente valiosos en el contexto de un proyecto, y eso merece toda una discusión en paralelo.

Nada más, muchas gracias.