

# ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA

LUIS LIMA – ACADÉMICO DE NÚMERO



## INTRODUCCIÓN

*“Vean, pues, los ingenieros como para ser ingeniero no basta con ser ingeniero”*

*José Ortega y Gasset: “Sobre la técnica”*

La elaboración de un plan de estudios de cualquier temática que sea no consiste, como a veces se supone, en definir un conjunto de asignaturas y adjudicarles una secuencia temporal y una carga horaria a cada una. Todo lo contrario, esta tarea, para ser fructífera, solo puede ser la culminación de un largo camino previo que dé adecuado fundamento a la elaboración del futuro plan de estudios. Este fundamento debe ser elaborado y debe responder a al menos dos condiciones de borde ineludibles, por un lado, tener definido qué conocimientos debe adquirir un futuro Ingeniero, para emplearlos en qué, dónde y cuándo y, por otro, las características del contexto en que este proceso de enseñanza-aprendizaje y la aplicación de los saberes adquiridos se planteen, lo que implica la tarea no menor de imaginar los escenarios actuales de la enseñanza y los futuros del ejercicio profesional, en un lapso no menor a treinta años. Como vemos, se debe “formar para lo desconocido”<sup>2</sup> y, para lograrlo, hay que imaginar escenarios futuros haciéndolo en base a fundamentos borrosos<sup>3</sup> y aleatorios, lo que implica que la definición del plan de estudios deberá ser lo suficientemente dúctil como para que todo ingeniero pueda adaptarse sin demasiadas incertidumbres al que en su caso se materialice en cada tiempo. Ambas son condiciones de borde ineludibles que, si no se las plantea en forma adecuada y no se las respeta seriamente a posteriori, no tiene dema-

siado sentido hablar de planes de estudio, pues el resultado que se obtenga difícilmente vaya a tener alguna relación con el objetivo buscado. De no tenerse en cuenta dichas condiciones de borde, sea porque no se advirtió su importancia esencial, porque por algún motivo se priorizaron otros hechos, o por lo que fuere, cosa que lamentablemente es bastante común, lo que se obtenga no será más que una elucubración teórica de dudosa o nula relación con la realidad. Han existido innumerables planes de estudio supuestamente “excelentes”, si se los considera en sí mismos, pero desarrollados para destinatarios y contextos inexistentes, pues sus creadores no se tomaron el trabajo de preguntarse sobre los objetivos esenciales de lo que se estaba haciendo. En definitiva, no se habrá dado respuesta al problema planteado por el contrario, se habrá fracasado en el cometido. En consecuencia, lo primero que haremos será preguntarnos sobre las calidades y cualidades que se espera tengan los destinatarios de la enseñanza de la ingeniería en los tiempos que corren, y luego definir el contexto en el cual lo que se diga cobre real significación.

Finalmente existe una realidad a tener adecuadamente en cuenta pues, si bien la enseñanza es uniforme para quienes estén dispuestos a aprender estudiando -a todos se les enseña lo mismo-, el proceso de aprendizaje es individual y cada quien necesitará sus tiempos y, en alguna medida, su metodología particular de aprendizaje, y tiene el derecho de exigir que así sea, siempre que realice el esfuerzo necesario para aprender estudiando y para alcanzar los niveles de conocimiento que sea necesario tenga, lo que vuelve a ser una exigencia masiva, pues esto vale para todos.

<sup>1</sup> ARTÍCULO PUBLICADO EN EL DIARIO LA NACIÓN, DE BUENOS AIRES, EL 12 DE MAYO DE 1935.

<sup>2</sup> ACERTADA FRASE DEBIDA EL ENTONCES RECTOR DE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA, JORGE BROVETTO.

<sup>3</sup> ME REFIERO AL EMPLEO DE LA TEORÍA DE CONJUNTOS BORROSOS.

En este análisis no vamos a incluir un problema que habrá que encarar tratar a no demasiado largo plazo, es el de la forma de establecer las incumbencias profesionales. Ello se debe a que, en el planteo que vamos a hacer, ellas van a surgir y van a ir modificándose, necesariamente, en función de lo que cada Ingeniero esté en condiciones de encarar como realización profesional en cada momento de su desempeño como tal. A esta altura de los tiempos no tiene ningún sentido distorsionar un plan de estudios para -muchas veces simular- cubrir incumbencias que alguien alguna vez estableció para otras realidades, otras circunstancias y otros contextos.

## **SOBRE EL EJERCICIO DE LA INGENIERÍA**

En el desarrollo de este punto vamos a seguir de cerca el pensamiento de alguien que ha meditado seriamente sobre la Técnica como ejercicio de la Ingeniería y que, además, lo ha hecho en castellano, evitándonos así las inevitables ambigüedades que implica la traducción de todo texto de filosofía. Nos referimos a José Ortega y Gasset y su obra "Meditación de la Técnica"<sup>4</sup>.

En esta tesitura, podemos decir que "el ejercicio de la Ingeniería consiste básicamente en la utilización de los conocimientos de la física, y en alguna medida de otras ciencias naturales, para adaptar el medio a las necesidades del hombre", que es todo lo contrario de la adaptación al medio de las restantes especies zoológicas. Esta aplicación de los principios de la física se puede materializar básicamente de dos formas, como un saber-hacer empírico, que es lo que ocurrió con las industrias líticas de los homínidos originales, pero que no por eso dejaron de ser aplicaciones de la física para comenzar a adaptar el ambiente a las necesidades humanas o como una aplicación de estos principios construyendo modelos matemáticos

que los interpreten adecuadamente teniendo en cuenta las aplicaciones que de ellos se esperan. Esta construcción de modelos matemáticos de los fenómenos observados, destinada a su empleo en realizaciones tecnológicas se inició aproximadamente a partir del siglo XVII Modelos que permiten, entre otras ventajas que tienen, prever comportamientos futuros -forma de reaccionar del modelo frente a acciones externas bien definidas- extrapolables a la realidad. Aún hoy se encuentran, sobre todo en la práctica laboral, gran cantidad de soluciones basadas en un saber-hacer no científico sino práctico para las cuales, si son exitosas, se buscan luego los modelos matemáticos que las interpreten y permitan extrapolarlas.

### **Qué es la Técnica**

Una primera aproximación a una definición de Técnica, se puede enunciar como "la reforma que el hombre impone a la naturaleza en vista de la satisfacción de sus necesidades". Pero esta definición, como ocurre con cualquier otra, solo nos va a servir en la medida en que sepamos de qué estamos hablando. Luego, para darle contenido, se debe hacer un estudio un poco más detallado del problema, el que encararemos profundizando nuestro análisis de las cualidades intrínsecas de la técnica y de quienes la aplican.

### **En qué consiste la técnica**

En principio podemos establecer las siguientes constataciones referidas a la técnica, a algunas de las propiedades que la caracterizan y a las consecuencias de su creación y aplicación. Comenzaremos refiriendo que a quienes aplican la técnica se los denomina "ingenieros" lo cual, a grandes trazos, significa decir que el ejercicio de la ingeniería consiste en la aplicación de la técnica la cual, al aplicarla, se la va creando en

mayor o menor grado. Algunas características significativas de la técnica son: a) su exclusividad humana pues no hay hombre sin técnica, más aún, donde aparece la naturaleza alterada de alguna forma, aunque solo sea una piedra burdamente labrada para transformarla en herramienta, ello está indicando la presencia de humanos, pues ningún otro animal tiene esta habilidad; b) la técnica varía con el transcurso del tiempo, y actualmente lo hace en sumo grado y es sobremanera inestable, dependiendo de cuál sea la idea de bienestar que el hombre en cada momento. Piénsese que el método olduvayense de fabricar utensilio de piedra se empleo durante más de 1.500.000 años prácticamente sin modificaciones y el que lo sustituyó, el achelense, lo hizo durante más de 1.000.000 de años, con naturales superposiciones con su predecesor, algunas veces debido a que ciertos grupos evolucionaron antes que otros en su quehacer técnico y otras, porque en determinadas tribus se comenzó a emplear uno u otro método según las conveniencias del momento y el utensilio a elaborar, criterio de ahorro de esfuerzo que representa, de por sí, un avance técnico significativo. Esta fue, en el origen, la velocidad de variación de las técnicas humanas y dichos escenarios técnicos constituyeron el ámbito de trabajo de los que podríamos denominar, con fundamento, los "ingenieros" de entonces. En la actualidad, por el contrario todo se ha trastocado y la velocidad de variación de la técnica se ha incrementado de forma escalofriante, y lo sigue haciendo. Ilustremos este cambio con un ejemplo simple que está lejos de las grandes velocidades de cambio tecnológico que se encuentran hoy en día, nos referimos a la forma de almacenamiento de la música -en realidad del sonido-, un problema que comienza a tener soluciones reales para el gran público, no mucho antes del comienzo del siglo XX. Se pasa vertiginosamente de

los rodillos con púas de las cajas de música, a los rollos perforados de las pianolas, a los discos de pasta de 78 rpm, a los vinilos de 33 rpm, las cintas magnética, los CD y los pen-drive, y esta evolución acelerada seguramente no va a parar acá. Debido al cambio del soporte material del elemento almacenador -la memoria-, lo que se modificó enormemente fue la capacidad de almacenamiento disponible y la facilidad de su empleo; c) hay entre todas las técnicas, pasadas y presentes, un vínculo que ha permitido ir acumulando ideas y descubrimientos, naturalmente con no pocas desapariciones, retrocesos y pérdidas. Entre un efecto y el otro se llega a que el cúmulo de los conocimientos técnicos no ha cesado de crecer, y lo ha hecho en forma exponencial, lo cual conduce forzosamente a nuevos escenarios, cambios que son de gran influencia en los procesos educativos. Durante los primeros cientos de miles de años de la historia humana los artesanos líticos, por ejemplo, dominaban todos los aspectos técnicos de la fabricación de diferentes herramientas y utensilios de piedra y lo que habían aprendido inicialmente les servía durante toda la vida sin modificaciones, y seguía sirviendo, también sin modificaciones, durante generaciones y generaciones. Con la aceleración en la producción de los cambios técnicos y con la acumulación progresiva de conocimientos, los períodos de vigencia de las diferentes técnicas se fueron reduciendo paulatinamente. De este fenómeno solo se tuvo clara conciencia cuando los períodos de vigencia de algunas técnicas comenzaron a ser menores que la vida activa de quienes los aplicaban, y esto obligó a los ingenieros, al menos en algunas especialidades, a actualizar periódicamente sus conocimientos. En la actualidad, y desde hace relativamente poquísimos tiempo-décadas frente a cientos de miles de años- el problema se ha agudizado y ya no son suficientes las actualiza-

<sup>4</sup>EDITORIAL REVISTA DE OCCIDENTE, COLECCIÓN EL ARQUERO, MADRID, 1964.

ciones periódicas para que alguien pueda dominar el campo completo de una sola técnica, surgió así la necesidad de que los ingenieros se fueran especializando, forzados por la realidad, en diferentes ramas y luego en áreas de conocimiento, dentro de cada rama, cada vez más y más pequeñas.

### La ingeniería y la técnica

Colocamos como acápites de este texto la frase de Ortega que expresa, "Vean pues, los Ingenieros, como para ser Ingeniero no basta ser Ingeniero", la que el autor completa aclarando, de la siguiente forma, el por qué de lo que afirma de la siguiente forma, "pues, mientras se está ocupando en su faena particular, la historia le quita el suelo de debajo de los pies. Es preciso estar alerta y salir del propio oficio escudriñando el paisaje de la vida, que es quien va marcando las necesidades humanas y su continuo cambio". Lo significativo de la frase y su fundamento consiste en que pone de manifiesto qué es lo que, además de ser ingeniero, necesita un Ingeniero para hacer ingeniería.

Expondremos seguidamente, solo a título de ejemplo, algunos de los hechos más salientes que permiten a un ingeniero hacer ingeniería, es decir, "ser más que un ingeniero". Ellos son del tipo de los siguientes: a) no basta que el hombre tenga inteligencia técnica para que la técnica exista, pues la inteligencia técnica es solo una capacidad, mientras que la técnica es algo más, es el ejercicio efectivo de esa capacidad, capacidad que bien podría quedar en solo lo que es, una posibilidad sin ninguna significación práctica; b) solo en un proceso en el que la inteligencia funcione al servicio de una imaginación creadora de proyectos vitales, puede ponerse en evidencia la capacidad técnica. En otras palabras, a la técnica le es prefijada la finalidad que debe alcanzar y es el ingeniero, motu proprio o interpretando nuevas inquietudes sociales, quien está en mejores condiciones de marcar y orientar estas finalidades.

Esto es lo que habilita a decir que, actos técnicos propiamente dichos no son aquellos en que se hacen esfuerzos para satisfacer directamente alguna necesidad, sino aquellos en que se dedica el esfuerzo primero a inventar y luego a ejecutar un plan de actividades que permita: 1) asegurar la satisfacción de las necesidades prioritarias; 2) lograr esa satisfacción con el mínimo esfuerzo; 3) crear posibilidades completamente nuevas, produciendo objetos que no hay en la naturaleza del hombre y que este muchas veces ni siquiera ha podido imaginar pero que, llegado el caso, se adoptan masivamente. Un buen ejemplo es el caso de la televisión, un producto industrial puesto a punto antes de la existencia del correspondiente mercado. Esta última posibilidad conduce al riesgo cierto de dedicar tiempo y esfuerzo a la creación y difusión de lo inútil y de lo superfluo.

### Situación particular del ingeniero frente a los avances técnicos

Para cerrar este punto digamos que lo que permite avanzar a la ingeniería en el territorio de la técnica, es su falta de posiciones dogmáticas frente a los hechos de la naturaleza y habrá que educar en tal sentido. Ello significa que, frente a hechos que contradicen las hipótesis y postulados básicos adoptados para resolver un problema, lo que hay que hacer es modificar estos. Pues sería un desatino tratar de forzar la realidad para que coincida con los postulados previamente enunciados. De no hacerlo, ocurrirá lo que le sucedió al astrónomo alejandrino Ptolomeo, quien pese a tener excelentes observaciones astronómicas, al plantear su sistema geocéntrico, basándose dogmáticamente en las ideas de Platón y Aristóteles, distorsionó completamente la realidad y llegó a un resultado absurdo.

### CONTEXTO

El contexto en que se desarrolla un proceso educativo influye en qué enseñar y en la

forma de hacerlo y, en alguna medida, en el peso que se ha de dar a los diversos temas que conforman un plan de estudio, por eso resulta importante delinearlos ajustadamente. En tal sentido vamos a definir el contexto en que se habrá de poner en práctica el tipo de enseñanza de las ingenierías que desarrollaremos en el próximo punto 4, en base a un conjunto de premisas. Conjunto de premisas que están organizadas como sistema, por lo que se las debe respetar a todas y, así mismo, a las relaciones que puedan existir entre ellas, dado que en un sistema estas también forman parte del conjunto. Por otro lado y como consecuencia, no existe orden de prioridad alguno entre los elementos componentes y, por supuesto ninguno puede faltar sin modificar completamente el sistema. Puede haber quien piense que el conjunto de que vamos a exponer se debe modificar, es una pretensión válida, pero en tal caso se deberá replantear el sistema de enseñanza-aprendizaje que acá se propone para adecuarlo al nuevo contexto.

Hemos planteado la ingeniería como una actividad esencialmente creativa que debe estar en condiciones de dar respuestas originales a problemas concretos siempre variables en mayor o menor medida, y hacerlo sin preconcepciones. En consecuencia el ingeniero, cualquier ingeniero, debe ser capaz de generar pensamiento original y creativo y estar en condiciones de exponerlo con claridad. También deben existir condiciones que le permitan exponerlo libremente sin que por ello deba sufrir ningún tipo de represalia. Además debe estar capacitado para defender sus ideas con argumentos racionales. Todo esto solo puede suceder en un ambiente de libertad y de respeto escrupuloso de los derechos humanos, de todos los derechos humanos, tal como los definieron las Naciones Unidas, por unanimidad, en 1948. En un medio dogmático no hay posibilidades de creatividad científica o técnica, hay innumerables ejemplos de esto último y, un poco más adelante referiremos uno de ellos. Por ahora solo basta recordar los

sinsabores de Galileo Galilei o Giordano Bruno por intentar pensar y opinar libremente sobre en cuestiones científicas en un ámbito completamente dogmático.

### En qué tipo de Universidad estamos pensando

El concepto de Universidad en el que estamos pensando, tiene límites bastante amplios pero precisos, más allá de los cuales la institución de enseñanza deja de ser una Universidad -un universo de ideas en libre confrontación y debate- para transformarse en otra cosa. Por ejemplo en una Escuela Técnica destinada a la enseñanza de ciertos saberes y saber hacer específicos y su aplicación, lo que no es malo pues sigue siendo una organización destinada a la enseñanza aunque no de nivel universitario. O en una institución dogmática, destinada a la difusión de determinada forma de pensar o de determinada ideología, lo que sí es muy malo pues no se trata de un ámbito de educación propiamente dicho, sino en uno de adoctrinamiento. Religioso o político, tanto da.

El contexto que consideramos necesario para plantear la enseñanza de las ingenierías, debe ser uno donde se haga el esfuerzo de aprender estudiando, por parte de los alumnos, y se garantice, por parte de la institución universitaria, que este esfuerzo inevitable va a ser fructífero. En tal sentido, el único lugar en que se puede exigir esto son, por sus características globales, las Universidades públicas y a ellas nos referiremos. Esto no quita que alguna privada pueda adoptar el sistema si así lo desea, pero no está obligada a ello, cosa que si debe ocurrir en las públicas por el origen de su financiamiento. En consecuencia, el marco de referencia que estamos imaginando para que exista efectivamente una Universidad de este tipo, es el siguiente:

a) Debe estar abierta a todos quienes deseen aprender estudiando y debe ser gratuita en lo que hace a los estudios de grado y, en lo posible, a lo que en el presente planteo

naturalmente les sigue: la educación continúa durante toda la vida.

b) Con autonomía para decidir libremente los caminos más aptos para alcanzar los niveles de excelencia que la sociedad espera de ellas, Sin el esfuerzo continuado de todos los universitarios para alcanzar y sostener niveles de excelencia, la gratuidad puede dejar de tener sentido. Incluso puede dejar de tener sentido la propia existencia de la institución como órgano creado por la sociedad para mejorar su calidad de vida.

c) Debe enseñar a generar, en sus docentes y estudiantes, pensamiento original, crítico y creativo del más alto nivel.

d) Debe darle a todos el derecho a expresar libremente su pensamiento individual, sin coacciones ni represalias de ningún tipo. En otras palabras, una Universidad que enseñe a pensar libremente y a expresar dicho pensamiento sin restricciones.

e) Pero cuidado, de ninguna manera una Universidad debe pretender enseñar qué pensar, pues en este caso no se trataría de una Universidad sino de una Escuela Teológica, independientemente de que de lo que se trate sea de enseñar una verdad "revelada" o un pensamiento basado en determinada ideología, como ya dijimos. Este tipo de situaciones no tienen cabida en el marco de las presentes consideraciones.

Este conjunto de condiciones, y algunas otras que le son complementarias, es lo que entendemos por enseñanza laica.

Una aclaración necesaria. Lo anterior implica que en las Universidades, en todo tiempo, deben enseñar los mejores. Ello conduce a la necesidad de evaluar periódicamente las calidades y cualidades de los Profesores en actividad y de quienes aspiren legítimamente a serlo. Los concursos públicos de oposición y antecedentes parecieran ser el camino más apto para lograrlo, pero en tal

caso habrá que pensar una forma de realizarlos que impida las trampas y fraudes que en demasiados casos se realizan en la actualidad, incluso en muchas Universidades supuestamente "serias". El proceder propuesto presenta otro problema al que hay que dar solución: puede haber personas que pierdan su cargo. Habrá que buscar, en consecuencia, vías que garanticen a todos su estabilidad salarial, pero cuidado, se tiende a confundir, no siempre inocentemente, estabilidad salarial, que debiera ser un derecho de todos, con estabilidad laboral docente, que es algo totalmente diferente y que en cada caso deberá ganar el interesado con su esfuerzo intelectual.

#### **Enseñanza sin dogmas. La laicidad**

*"Creer en brujas, Garay, dije a mi viejo criado, no señor, porque es pecado, pero haberlas si las hay"*

#### **Sabiduría popular española.**

El plantear que la enseñanza debe ser laica, que no puede estar atada a dogma alguno, no es de ningún modo una postura ideológica, es todo lo contrario, es una conclusión a la que lleva la experiencia y que surge naturalmente del análisis de la realidad. En este caso un buen ejemplo vale más que mil palabras.

Los griegos disponían de observaciones astronómicas confiables y de buena factura y de un espíritu suficientemente libre como para concebir un sistema solar heliocéntrico y, por ejemplo, calcular con buena aproximación la distancia de la tierra al sol. Aristarco de Samos, nacido en el año 310 antes de nuestra era, describió correctamente el sistema solar ubicando al sol en el centro y a los planetas girando en órbitas a su alrededor. Por el contrario, la escuela de Alejan-

dría, bajo la pesada influencia de la filosofía de Platón y de la física aristotélica, ubicaron a la Tierra en el centro del universo e hicieron describir al sol y a los planetas órbitas geocéntricas. Peor aún, se obstinaron en suponer que estas órbitas debían ser circulares "porque el círculo es la figura ideal". Como las tablas de observaciones astronómicas de que disponían -el Almagesto de Ptolomeo- eran suficientemente precisas, se debió imaginar un sistema tremendamente complicado de cicloides<sup>5</sup> para representar el movimiento de los planetas en este sistema aberrante<sup>6</sup>. Poco importaba la complejidad de la explicación, lo esencial consistía en salvaguardar dogmáticamente al círculo. Por corrupción ideológica, por apego a los grandes relatos sin fundamento y/o por rechazo a la realidad experimental, la ciencia griega se paralizó y paralizó la técnica por cerca de veinte siglos. Copérnico estableció su sistema heliocéntrico en el siglo 16, pero recién se pudo publicar después de su muerte por miedo a las represalias. Galileo Galilei, a caballo de los siglos XVI y XVII, abrazó el sistema heliocéntrico copernicano, lo que casi le cuesta la vida, pero en la "universidad" seguía enseñando el de Ptolomeo, con ángeles y todo. Recién en el siglo XVII, la técnica comienza a liberar a la ciencia del yugo de cierta filosofía transformada en dogma religioso. Como complemento, no solo se ignoró la filosofía griega anterior a Platón sino que se destruyó toda su obra<sup>7</sup>. Hemos citado este ejemplo pues es innegable y se apoya en la pura realidad, pero podríamos haber puesto otros, en general más crueles y arbitrarios.

#### **Quién es el destinatario de la enseñanza**

Esta es una cuestión esencial pues, de la respuesta que se le dé van a surgir las hi-

pótesis básicas que orienten y fundamenten la construcción intelectual sobre la que reposa la enseñanza de las Ingenierías. Sobran ejemplos de teorías conceptualmente correctas pero aplicadas a un destinatario equivocado, a un ser inexistente, en lugar del humano, como lógicamente debiera ser. Esto, cuando ocurre, lo hace siempre debido a errores en las hipótesis de partida.

Hay que evitar los preconceptos sin apoyo fáctico, como el de la "tabla rasa" -la idea de que la mente humana carece de una estructura inherente y que consecuentemente se puede escribir en ella a voluntad-, que han fundamentado ciertos proyectos de ingeniería social tendientes a "remodelar" la humanidad, muchos de los cuales condujeron a algunas de las mayores atrocidades de la historia. Este supuesto vacío, postulado como "verdad revelada", fue aprovechado por los regímenes totalitarios para alcanzar sus objetivos: adoctrinar.

No puede existir aprendizaje si no se cuenta con un conjunto de circuitos cerebrales innatos que lo hagan posible, y los humanos, todos los humanos, la tienen. A esto es a lo que se designa como cultura, que puede pensarse como un fondo común de innovaciones tecnológicas y sociales que la humanidad ha ido acumulando a lo largo de la historia. Cosa que ha ocurrido con todos los humanos.

Pero "estas formas de conocer fueron adecuadas para el estilo de vida que tenían los humanos antes de la aparición de la escritura. Este estilo de vida se abandonó hace unos pocos miles de años, demasiado pocos para que la evolución haya podido hacer grandes cosas en nuestro cerebro, si es que ha hecho algo. No disponemos de herramientas mentales para comprender, intuitivamente, la nueva concepción del mundo que la ciencia y la tecnología han propicia-

<sup>5</sup> FIGURAS DESCRIPTAS POR UN PUNTO DE UN CÍRCULO QUE ROTA SOBRE OTRO CÍRCULO.

<sup>6</sup> EL SISTEMA CONSISTÍA EN 57 ESFERAS MOVIDAS POR 57 ÁNGELES.

<sup>7</sup> A NOSOTROS LO POCO QUE NOS HA LLEGADO SOBRE EL SISTEMA SOLAR DE LOS PRESOCRÁTICOS HA SIDO A TRAVÉS DE UN POEMA DEL EPICÚREO LUCRECIO, "SOBRE LA NATURALEZA", DEL SIGLO I ANTERIOR A NUESTRA ERA.

do. Las personas no muestran una comprensión intuitiva espontánea de la física moderna, la cosmología, las matemáticas, etc. Pese a ello el hombre está equipado con un conjunto de aptitudes que le permiten razonar y aprender de determinada forma y hay que enseñarle a emplear esos instrumentos para dominar problemas para los que no fueron diseñados<sup>8</sup>. Este último proceso es al que nos estamos refiriendo: la educación.

Finalmente hay que señalar algo esencial, no se deben confundir principios morales referidos a cómo hay que tratar a las personas, con hipótesis científicas sobre cómo son las personas. Son dos cosas completamente diferentes. Los humanos tienen una carga cultural que en general es distinta, mucho o poco, de uno a otro, esto no implica que unos sean mejores que otros, simplemente son diferentes, y esto debe tenerse en cuenta en todo proceso de enseñanza-aprendizaje a fin de garantizar la igualdad de oportunidades que todo ser merece tener. En tal sentido, la enseñanza debe ser global, a todos se les enseña lo mismo pero, si se pretende que todos aprendan lo mismo, el proceso de aprendizaje debe ser individual pues cada uno, según sus propias particularidades, posibilidades y deseos, necesita circunstancias diversas para alcanzar los mismos niveles de excelencia buscados.

### **Acerca del financiamiento de los estudios**

El modelo que consideramos más adecuado para encuadrar esta propuesta es el de una Universidad autónoma financiada por el tesoro nacional. Esto implica, como dijimos, gratuidad de la enseñanza “de grado” y, dentro de lo posible, del proceso de educación continua que la complementa. Esta gratuidad implica que el estudiante no debe pagar

por lo que se le enseña en la primera etapa de su aprendizaje, el grado, y en la actualización permanente de conocimientos a que la realidad actual obliga.

Esto lleva a algunas conclusiones evidentes: a) el proceso de enseñanza tiene un costo y si el estudiante no paga algún otro deberá hacerlo; b) en el esquema que se plantea, quien paga la enseñanza es el conjunto de la sociedad a través de los impuestos que abona; c) lo hace como una forma válida de generar recursos humanos que colaboren en el mejoramiento de la sociedad en la que vive y, a partir de esto, elevar la calidad de vida de todas las gentes que la integra. Si esto último no se cumple, la idea de gratuidad no tiene demasiado sentido social y no está justificada.

El derecho a la gratuidad de la enseñanza conlleva, para quien lo usufructúa, una obligación primaria inexcusable: debe hacer el esfuerzo necesario para aprender estudiando y, al aprende, mejorar intelectualmente. Pero hay, en paralelo, otra obligación que se asume y que no siempre se tiene demasiado en claro, el compromiso implícito de aplicar sus conocimientos para mejorar la calidad de vida de la sociedad en la que ha estudiado.

### **La irrupción de la informática**

Desde los últimos 50 años o muy poco más, está a disposición de los ingenieros en general una herramienta que ha trastocado radicalmente, y sigue haciéndolo, tanto el aprendizaje cuanto el ejercicio de la ingeniería. Se trata, sin duda, de una herramienta poderosa y, como tal, debe ser bien utilizada para que no se transforme en peligrosa. Pero no es esto de lo que vamos a hablar ahora. Nos ocuparemos de cómo incide en la ingeniería su presencia cada vez más invasiva y que, a todas luces, lo será cada vez

más en el futuro. Además no se puede ignorar la velocidad con que ha hecho su aparición y la aceleración con que evoluciona -los que estudiamos en la década de los 50 no disponíamos de computadora alguna, pues la primera de que dispuso la UNLP es de la década de los 60-, lo que dificulta poder evaluar ajustadamente su influencia, pues ella es cambiante a ritmo creciente.

Respecto a la informática en el ejercicio de la ingeniería, da la sensación que una evaluación holística y genérica es menos ardua. Para comenzar, hay que recordar que construcciones estáticamente audaces siempre las hubo<sup>9</sup>, pues siempre hubo ingenieros que comprendieron las bases del comportamiento estructural sin necesidad de recurrir a modelos matemáticos. Isidoro de Mileto construyó en Constantinopla la impresionante estructura de Agia Sofía en el 580. También vale la pena señalar, dentro de esta categoría y solo a título de ejemplos, la cúpula del Duomo de Florencia y muchas de las iglesias góticas y, en el siglo XX, yo incluiría en esta nómina, entre unos pocos, a Eduardo Torroja. Lo que ha logrado la informática a este respecto, es posibilitar que un gran número de ingenieros puedan sustituir el genio de los citados, del que carecen, con probada capacidad intelectual y el correcto manejo de complejos modelos matemáticos, democratizando la profesión en el sentido de ampliar de forma significativa el número de individuos capaces de materializar obras singulares. Es uno de los grandes logros de la informática, la que en estos casos resulta insustituible. Además, manejar correctamente complejos modelos matemáticos -en el sentido de entender, a través de ellos, el comportamiento resistente de una estructura- no es un logro menor.

Por otro lado, la informática presenta incon-

venientes evitables, pero no fáciles de evitar, sea por exceso, llevando la espectacularidad estructural que citábamos, al campo de lo superfluo o de lo ridículo, construyendo por ejemplo edificios en altura torsionados como tornillo, algo inútil, innecesario e innecesariamente costosos y, lo que es peor, más contaminantes que uno normal; sea por defecto, cuando herramientas de tal potencia son manejadas por ineptos, pues los programas informáticos siempre dan una respuesta pero si los datos de partida son erróneos también lo van a ser los resultados y, en estos casos, lo más común es que quien carga dato equivocados resulte incapaz de darse cuenta que el resultado obtenido no tiene ninguna lógica. Este es el origen de gastos innecesario e incluso de accidentes graves, y acá es donde entran la enseñanza y el aprendizaje.

La influencia de la computación en el proceso de enseñanza-aprendizaje es compleja, y esta complejidad queda reflejada en los siguientes hechos:

a) Los ingenieros deben saber cómo y cuándo emplear los programas de cálculo informático, lo que implica conocer sus posibilidades y campos de aplicación, incluso deben poder solicitar a quien corresponda, llegado el caso y en obras que así lo justifiquen, la confección de programas específicos “a medida”. Lo que no es necesario que sepan hacer es operarlos, pues para ello existe otro tipo de especialistas.

b) Deben saber hacer, teórica y prácticamente, lo que hacen los programas de cálculo que utiliza, aunque luego por razones operativas no lo pueda llevar a la práctica. Por ejemplo debe saber resolver estructuras hiperestáticas de cualquier tipo y saber qué tipo de solicitaciones originan en ellas una carga dada, de esta forma podrá controlar, al menos a grandes rasgos, los resultados

<sup>8</sup>VER STEVEN PINKER: “LA TABLA RASA”, EDITORIAL PAIDÓS, BARCELONA, 2018.

<sup>9</sup> ME VOY A REFERIR A UNA RAMA DE LA INGENIERÍA, LA ESTRUCTURAL, QUE ES LA QUE MEJOR DOMINO PERO CASOS SIMILARES SE PRESENTAN EN TODAS LAS OTRAS ESPECIALIDADES.

que los programas le faciliten.

c) Deben cobrar consciencia de que estas poderosísimas herramientas son falibles, sea por errores del operador, por errores de programación<sup>10</sup> e incluso, por errores de software como ya ha ocurrido, y no aceptar como buenas las respuestas que se obtengan sin un análisis razonado de la viabilidad de estos. Acá es donde entra lo dicho en el punto precedente.

### Advertencia final

Para cerrar este punto, debe quedar bien en claro que lo peor que le puede pasar a un proceso de enseñanza aprendizaje es que sea mentiroso, que termine certificando la posesión de conocimientos y saberes que en realidad no se tienen. Además de hipócrita y peligroso, en el escenario que planteamos un tal proceder es una estafa a quienes pagan la enseñanza, que no tienen control directo sobre los resultados de sus aportes. En una Universidad autónoma, el proceso de enseñanza-aprendizaje no puede ser más que un proceso de buena fe hacia la sociedad que la sostiene. Quienes no respeten esta condición esencial, no deberían tener cabida en una Universidad autónoma.

## CÓMO ENSEÑAR INGENIERÍA

A partir de los análisis efectuados precedentemente, surgen con nitidez algunas constata-

ciones básicas, las que van a actuar como condiciones de contorno en el planteo del esquema genérico de plan de estudio de la ingeniería que vamos a desarrollar.

La primera de ellas se refiere, naturalmente, al ejercicio de la ingeniería en sí, es decir, a la técnica y a la aceleración continua de su evolución. Este hecho produce dos situaciones insoslayables: los períodos de vigencia de una técnica se reducen progresivamente y, en paralelo, la acumulación de conocimientos crece en forma exponencial. La respuesta a ellas puede venir dada, en un plan de estudios, si se tienen en cuenta las siguientes realidades y constataciones esenciales:

1. Un ingeniero del siglo XXI solo puede aspirar a dominar y ejercer en áreas reducidas del amplio campo actual de la ingeniería y debe preparárselo para ello<sup>11</sup>.

2. El plan de estudios debe ser dúctil, para permitir que los conocimientos que se imparten en el "grado"<sup>12</sup> puedan ser adaptados sin dificultad y con el apoyo de adecuados estudios complementarios de "educación continua"<sup>13</sup>, a diversos escenarios futuros posibles.

3. Esto implica que, durante la vida profesional útil del graduado, este deberá actualizar continuamente sus conocimientos y, de ser necesario, incrementarlos en determinadas áreas de su interés particular<sup>14</sup>. Es lo que denominamos "educación continua durante toda la vida".

La segunda condición de borde de un plan

<sup>11</sup> LA DEFINICIÓN DE LAS ÁREAS DE COMPETENCIA VARÍA CON EL TRANCURSO DEL TIEMPO Y ESCAPA AL DESARROLLO DE ESTE ARTÍCULO.

<sup>12</sup> DENOMINAMOS "GRADO" A LOS ESTUDIOS FORMALES QUE CULMINAN CON UNA TITULACIÓN QUE GARANTIZA LA POSESIÓN, POR PARTE DEL "GRADUADO", DE DETERMINADOS CONOCIMIENTOS Y SABERES. EN ESTA ETAPA, CUYA DURACIÓN SE PUEDE ESTIMAR EN EL ORDEN DE CUATRO (4) AÑOS, A TODOS SE LES ENSEÑA LO MISMO -SEGÚN LA ESPECIALIDAD QUE HAYAN ELEGIDO- Y SE ESPERA QUE TODOS APRENDAN LO MISMO.

<sup>13</sup> ESTUDIOS QUE TODO INGENIERO DEBE REALIZAR, INDIVIDUALMENTE, DURANTE TODO EL PERÍODO DE SU ACTIVIDAD PROFESIONAL, ELEGIDOS EN FUNCIÓN DE NECESIDADES DE ACTUALIZACIÓN Y PROFUNDIZACIÓN DE CONOCIMIENTOS EN EL ÁREA DE SU ESPECIALIZACIÓN LABORAL O, INCLUSO, DE AMPLIAR ESTA. ESTOS ESTUDIOS, SEGÚN LOS CASOS, VAN A APORTAR NUEVAS INCUMBENCIAS.

<sup>14</sup> A PARTIR DEL GRADO, EL CURRÍCULO DE CADA INGENIERO SE VA PERSONALIZANDO EN FUNCIÓN DE SUS NECESIDADES, APTITUDES Y DESEOS.

<sup>10</sup> FRENTE A LOS PROGRAMAS ACTUALES EL INGENIERO NO ESTÁ EN CONDICIONES DE JUZGAR SI SON CORRECTOS O NO, POR LO QUE LOS QUE UTILICE DEBERÁN ESTAR RESPALDADOS DE ALGUNA MANERA

de estudios de ingeniería actual, la marca la aparición de la informática, que constituye un condicionamiento distinto del anterior. El ingeniero no necesita saber diseñar programas de cálculo computacional, ello corresponde específicamente a otras áreas del conocimiento pero, indefectiblemente, debe saber para resolver qué tipo de problemas sirven, el fundamento teórico de lo que hacen y cuándo usarlas<sup>15</sup>. Es inevitable que quien emplea en ingeniería un programa informático, entienda lo que este hace, conozca los límites de su posible aplicación y, lo que resulta una capacidad imprescindible, pueda juzgar sobre la racionalidad de los resultados obtenidos.

### Qué formación se debe poseer para ejercer la ingeniería

El tipo de aplicación de la física en que consiste la técnica, se efectúa operando "modelos matemáticos"<sup>16</sup> que representen la realidad con aproximación adecuada. Naturalmente, antes de operar un modelo hay que crearlo, lo que también es un cometido del ingeniero. Surgen así los grandes temas formativos de los que nos ocuparemos en su momento, los que vamos a ordenar en tres categorías:

1. Conocimientos de amplio espectro tratados con profundidad suficiente de física -eventualmente de química y otras ciencias naturales- y matemática.

2. Conocimientos actualizados y tratados

con suficiente detalle de las realizaciones técnicas vigentes en su área de especialización.

3. Capacidad para generar con plena libertad pensamiento original, crítico y racionalmente fundado.

De acá vamos a extraer, llegado el caso, qué enseñar, cómo hacerlo, en qué secuencia y en qué contexto.

Todos los conocimientos que debe poseer un Ingeniero para cumplir adecuadamente con las tareas técnicas que se le puedan presentar durante su vida profesional activa, cambian con el tiempo, ello es obvio y no requiere mayores explicaciones, pero lo hacen a muy distinto ritmo. Algunos, a los que denominaremos saberes básicos, evolucionan en el tiempo con suficiente lentitud como para que, si se los aprende bien en los estudios "de grado" siguen siendo aplicables durante toda la "vida útil" del Ingeniero, a lo sumo el profesional, si quiere mantenerse actualizado, deberá asimilar algunos nuevos ítems que vayan apareciendo después de su graduación. Otros, por el contrario, se modifican y sustituye por nuevo conocimiento en lapsos muy inferiores al período de actividad de cualquier profesional, son conocimientos perecederos, por evolución o por sustitución, que deberán ser actualizados todas las veces que sea necesario durante el período de ejercicio de la profesión. Cuáles van a variar y en qué momento van a hacerlo, es algo imposible de saber con antelación, habrá que ocuparse de ellos en

<sup>15</sup> SERÍA IMPENSABLE, HOY EN DÍA, QUE UN INGENIERO IGNORASE PARA QUÉ Y CÓMO USAR LAS PODEROSAS HERRAMIENTAS QUE LE PROVEE LA INFORMÁTICA.

<sup>16</sup> ESTOS MODELOS DE LA REALIDAD TAMBIÉN PUEDEN SER ENCONTRADOS EMPÍRICAMENTE, PERO ENTONCES LOS PROCEDIMIENTOS PARA LLEGAR A ELLOS SON ALEATORIOS Y DEPENDIENTES DEL AZAR EN MUCHOS CASOS, POR LO QUE NO SON FÁCILES DE TIPIFICAR, COMO OCURRE CON LOS QUE EMPLEAN LA MATEMÁTICA COMO SOPORTE.

el momento que en cada caso corresponda. Esta división debe ser tenida muy en cuenta al planificar los procesos de enseñanza que conduzcan al aprendizaje de las Ingenierías.

### **Características de los conocimientos que requiere un ingeniero**

La enseñanza de la Ingeniería debe responder a un programa que contenga conocimientos de diferentes categorías, en principio: permanentes y transitorios; luego veremos cómo desagregar estos últimos.

Vamos a definir como conocimientos permanentes a los que, se puede suponer razonablemente, no requerirán actualizaciones significativas durante la vida activa del Profesional. Son:

1. Conocimientos sólidos, profundos y suficientes sobre todas las áreas de la Física que hayan sido comprobadas experimentalmente, no para "hacer física" sino para imaginar sus posibles aplicaciones tecnológicas. Más allá de la diferente orientación señalada, la profundidad de los estudios teóricos debe ser la misma en ambos casos pero, según la rama de la ingeniería elegida, habrá áreas que deberán verse con más detalle, como sería la mecánica de fluidos en el caso de la ingeniería hidráulica,
2. Conocimientos sólidos, profundos y suficientes sobre todas las áreas de la Matemática relacionadas a la construcción y operación de los modelos de la Física.
3. En ciertas especialidades ocurrirá lo mismo con la Química u otra rama de las ciencias naturales.

Se trata, en resumen, de conocimientos destinados a la creación de sus propias aplicaciones prácticas, es decir, a la creación de hechos técnicos. Los trabajos prácticos referidos a estos conocimientos tendrán dos objetivos principales: por un lado, los clásicos trabajos prácticos destinados a una me-

yor comprensión de la teoría y, por otro, los destinados a la creación y operación de modelos matemáticos que representen hechos físicos -o de otras ciencias naturales- con vistas a su aplicación tecnológica.

Los conocimientos transitorios, por su parte, son conocimientos con plena vigencia durante el período de los estudios de grado, pero que probablemente vayan a modificarse, complementarse o ser sustituidos, durante la vida activa del ingeniero. Habrá que estudiarlos con la misma profundidad que los permanentes, pero con un enfoque distinto, el que surge de su hipotético carácter perecedero. Se trata del estudio de hechos técnicos vigentes y el enfoque particular de su análisis consiste en considerar a qué necesidades humanas dan respuesta y cómo se los podría modificar para que ella sea más eficiente en algún sentido. En otras palabras, se los estudiará en el marco de su evolución histórica, incluyendo las causas de su aparición y, en base a ello, imaginar posibles líneas de evolución o eventuales soluciones técnicas alternativas. Los trabajos prácticos referidos a conocimientos transitorios o perecederos, tendrán mucho más peso que los correspondientes a los permanentes y se orientarán, por un lado, a comprenderlos y operarlos con solvencia y, por otro, a explorar los límites de su validez actual tendiendo a imaginar su ampliación y/o su posible sustitución por modelos superadores.

### **Los conocimientos a impartir**

Debe tenerse en claro que siempre van a ser conocimientos "a aplicar" o que den soporte a aplicaciones del conocimiento.

Los conocimientos permanentes hay que aprenderlos de forma de tenerlos permanentemente presentes. En principio no deberían requerirse actualizaciones significa-

tivas, el grueso del conocimiento de estos temas, aprendidos durante los estudios de grado, debe alcanzar para cubrir la vida útil de cualquier Ingeniero. Esto significa que no es necesario que el profesional esté atento a los nuevos logros en el área, más allá de sus intereses personales. Estos conocimientos permanentes deberán ser suficientes como para permitir imaginar nuevas aplicaciones tecnológicas de ellos.

Los conocimientos transitorios son todos "de aplicación" directa. También se los debe aprender en detalle, al menos a los que sean paradigmáticos en sus respectivas áreas durante el período de aprendizaje formal. Pero se debe tener claro que van a perder actualidad a corto o largo plazo, cuando sean sustituidos por otros más acordes con las necesidades humanas en cada tiempo. Una vez en condiciones de realizar trabajos profesionales, el Ingeniero debe optar, no tiene alternativas, por el ejercicio profesional en algún área más o menos extensa de los conocimientos transitorios aprendidos.

Ya instalado en el área del ejercicio profesional que, por algún motivo, ha elegido para desarrollar su actividad, debe prestar atención a la evolución de ella a fin de ir adquiriendo, durante el período de educación continua que indefectiblemente debe seguir a los estudios de grado, los conocimientos y saberes necesarios para mantenerse suficientemente actualizado en el desarrollo de su quehacer ingenieril. En estos estudios posteriores al grado, que naturalmente van a generar nuevas aptitudes laborales, está buena parte del problema de cómo fijar incumbencias planteado al inicio.

Finalmente, hay algo que en los estudios de grado resulta necesario: a todos se les enseña lo mismo y se busca que todos terminen este ciclo sabiendo lo mismo. Entre estos dos estadíos, lo que se enseña al alumno y lo que este termina sabiendo, existe uno de

fundamental importancia que es el que determina los logros del proceso de enseñanza: el proceso de aprendizaje.

### **Acerca del aprendizaje**

Como ya dijimos, el de aprendizaje es un proceso puramente personal en lo que hace a las formas de llevarlo a cabo, depende de la calidad de los estudios previos realizados por el alumno, del interés por él puesto de manifiesto, y de las posibilidades de todo tipo de quien estudia, por un lado y, por otro, de la eficiencia de la forma de estudiar de cada uno y de lo fructífero que resulte el esfuerzo intelectual que se realiza. En otras palabras. De en qué medida el esfuerzo de estudiar -que suponemos se hace pues, de lo contrario, lo que estamos planteando no tendría sentido- conduce efectivamente al aprendizaje, a adquirir nuevos conocimientos. Pero no por lo dicho la Universidad debe desentenderse del problema, todo lo contrario, pues es aquí donde entran a jugar dos aspectos cruciales del proceso de enseñanza-aprendizaje: la libertad del alumno para decidir por sí mismo la metodología de su aprendizaje y la evaluación.

El estudiante debe tener suficiente libertad de acción como para determinar sus propios métodos y ritmo de aprendizaje. Métodos, pues solo él puede saber por qué vías logra que el esfuerzo que dedica a estudiar sea más eficaz. Ritmo, a fin de poder adoptar, dentro de plazos razonables, el que más se ajuste a sus particularidades y conveniencias. Por ejemplo debe tener la libertad de poder definir en qué momento del período de estudio de una asignatura, está en buenas condiciones de preparación para ser evaluado mediante un examen. O sea, que debería ser el alumno el que determine el momento de ser examinado<sup>17</sup>.

<sup>17</sup>ES UN CONTRASENTIDO QUE SEA EL PROFESOR, O PEOR AÚN UN BURÓCRATA DEL ÁREA DE GESTIÓN, QUIEN DETERMINE EN QUÉ MOMENTO SE RINDA UN EXAMEN, SIN TENER LA MENOR IDEA SI LOS ALUMNOS, TODOS Y CADA UNO DE ELLOS, TUVO TIEMPO SUFICIENTE PARA ESTUDIAR Y PARA QUE LO ESTUDIADO MADURE Y DECANTE.

Por otra parte se tiene la evaluación que confirme, o no, que el cometido educacional de la Universidad, para cuyo cumplimiento se la financia, efectivamente se cumple. Esta evaluación tiene, al menos, dos aspectos esenciales, hay que evaluar si el alumno, mediante el esfuerzo de estudiar, ha aprendido, y un buen camino para lograrlo es una prueba en la que pueda demostrar la calidad de su saber. Es decir, tomándole un examen que cubra una parte suficientemente amplia de los conocimientos correspondientes al área temática de que se trate.

“Pero esta evaluación solo va a ser válida si el examinador posee las condiciones y saberes que lo habiliten a hacerlo, lo que significa que hay que evaluar previamente a los evaluadores -los docentes- a lo que ya nos referimos en un punto anterior<sup>18</sup>.

Para concluir este punto vale la pena relatar una experiencia que me tocó vivir y que resulta tenebrosa. Una empresa constructora estaba montando una estructura metálica de grandes proporciones y el comitente hizo revisar los cálculos originales por un ingeniero joven que, aplicando un programa de cálculo computacional, dictaminó que había que reforzar una gran cantidad de elementos. La empresa constructora comenzó a hacerlo pero, ante el costo no previsto de estos refuerzos, pidió la opinión de un ingeniero experimentado, quien concluyó que el cálculo original era correcto y que se había utilizado mal el programa informático, por lo que los refuerzos eran innecesarios. Interpelado seriamente por el empresario, el ingeniero joven solo atinó a decir “es lo que me enseñaron en la Facultad”. Evidentemente “la Universidad” -no la institución sino sus integrantes- había estafado a este joven haciéndole creer, mediante la expedición de un “título habilitante”, que podía hacer cosas para las que no estaba capacitado. Evidentemente, la falla acá se encuentra en el nivel docente pues, o no se enseñó bien o no se

evaluaron bien los conocimientos adquiridos. Pero la víctima fue el estudiante. Estas cosas, más comunes de lo que se puede imaginar, no deben ocurrir en una Universidad pública.

### **Conclusiones**

En resumen, estamos proponiendo: a) enseñanza laica; b) igual para todos y del mejor nivel posible; c) libertad del estudiante para definir las formas y tiempos de aprendizaje que le resulten más favorables y para determinar la fecha en que se lo evalúe de forma de optimizar los resultados de su esfuerzo; d) exigencia de niveles óptimos en los resultados del aprendizaje. Como trasfondo de todo esto, es imprescindible que los docentes estén en condiciones de orientar el aprendizaje del alumno y de evaluar los resultados de este aprendizaje.

<sup>18</sup>EN LA UNIVERSIDAD PÚBLICA SIEMPRE DEBEN ENSEÑAR Y EVALUAR LOS MEJORES