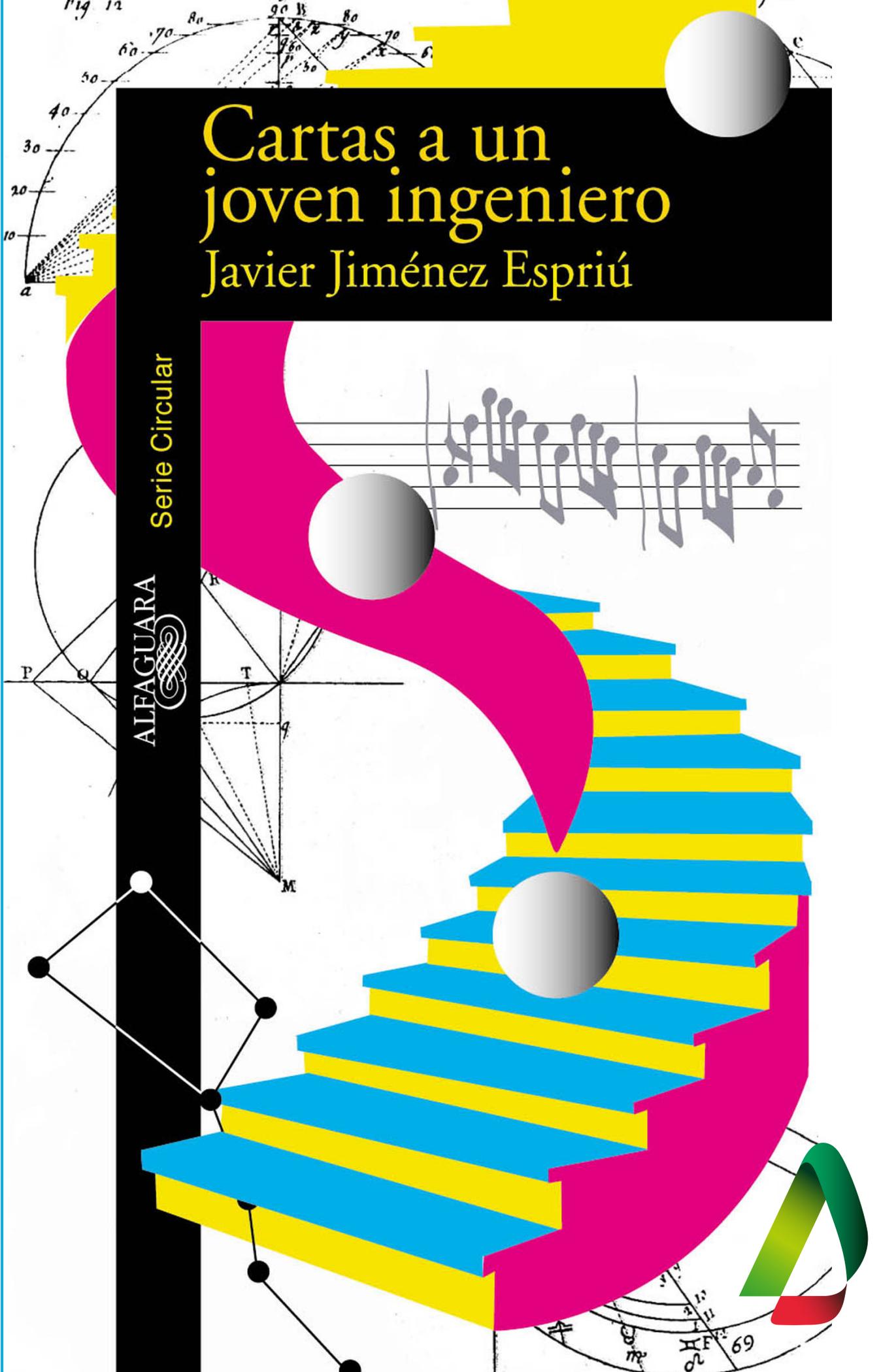


Cartas a un joven ingeniero

Javier Jiménez Espriú

Serie Circular

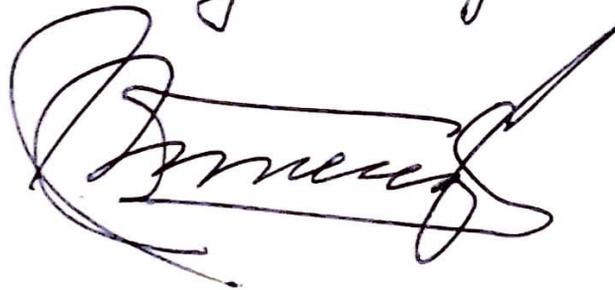
ALFAGUARA



Para la Academia de
Ingeniería.

Para quienes han sido,
son y serán individuos
suyos.

Con mi gratitud plena

A stylized, cursive handwritten signature in black ink, appearing to read 'Arreola'.

Noviembre 2023



Academia
de Ingeniería México

Cartas a un joven ingeniero

Javier Jiménez Espriú
Cartas a un joven ingeniero

ALFAGUARA


ALFAGUARA


CARTAS A UN JOVEN INGENIERO

D.R. © JAVIER JIMÉNEZ ESPRIÚ, 2002

D.R. © De esta edición:

Santillana Ediciones Generales, S.A. de C.V., 2004

Av. Universidad 767, Col. Del Valle

México, 03100, D.F.

Alfaguara es un sello editorial del **Grupo Santillana**.

Éstas son sus sedes:

ARGENTINA, BOLIVIA, CHILE, COLOMBIA, COSTA RICA, ECUADOR, EL SALVADOR,
ESPAÑA, ESTADOS UNIDOS, GUATEMALA, MÉXICO, PANAMÁ, PARAGUAY, PERÚ,
PUERTO RICO, REPÚBLICA DOMINICANA, URUGUAY Y VENEZUELA.

Primera edición: febrero de 2003

Primera reimpresión en Santillana Ediciones Generales S.A. de C.V.:
marzo de 2004

Sexta reimpresión: mayo de 2011

ISBN: 978-968-19-1174-4

D.R. © diseño de cubierta: EDUARDO TÉLLEZ

Impreso en México

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida, ni en todo ni en parte, ni registrada en o transmitida por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico, magnético, electroóptico, por fotocopia o cualquier otro, sin el permiso previo, por escrito, de la editorial.

Índice

| | |
|---|-----|
| Agradecimientos | 11 |
| Advertencia | 13 |
| Carta I Sobre la verdadera vocación | 15 |
| Carta II Sobre la ética profesional | 23 |
| Carta III Sobre qué es la ingeniería | 33 |
| Carta IV De cómo debe ser un ingeniero mexicano | 47 |
| Carta V De la historia de la ingeniería mexicana | 67 |
| Carta VI De la evolución tecnológica, herramienta fundamental de la ingeniería | 87 |
| Carta VII Del área y de la función..... | 101 |

| | |
|--|-----|
| Carta VIII | |
| Del futuro de la profesión..... | 113 |
| Carta IX | |
| De la cultura del ingeniero | 129 |
| Carta X | |
| Del aprovechamiento del tiempo y la planeación..... | 141 |
| Carta XI | |
| Del buen ingeniero y la educación permanente | 151 |
| Carta XII | |
| Sobre los idiomas y la informática | 165 |
| Carta XIII | |
| Del compromiso social del ingeniero | 173 |
| Carta XIV | |
| Sobre la sustentabilidad y los antitecnologistas | 181 |
| Carta XV | |
| De la perseverancia, la tenacidad y otros menesteres..... | 195 |
| Posdata | 205 |
| Bibliografía | 211 |

*A mis hijos Javier, Elisa Verónica
y Alejandra, y a todos los jóvenes
que ven en la profesión el medio
para cancelar las diferencias.*

Agradecimientos

A todos los que han participado en mi desarrollo profesional; a mis maestros y a los alumnos que me han ayudado en mis actividades académicas.

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.

A quienes encuentren en este libro algo que me dijeron, que me aconsejaron, que me corrigieron, que me criticaron.

Al excelente equipo editorial de Alfaguara, y a Ramón Córdoba, quien tuvo a su cuidado la edición de este libro, por su profesionalismo, su sensibilidad y su tacto.

A mi esposa Bibis, que me ha acompañado en todo lo que he hecho, aprendido, gozado y padecido, y luego me ha aguantado cuando pasé a escribirlo.

Advertencia

La serie de cartas que componen este libro fue originalmente pergeñada por el autor para su hija Verónica, hoy ingeniera mecánica electricista de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Al decidir su publicación, cabía la posibilidad de adecuar la redacción al título elegido, o titularlas *Cartas a una joven ingeniera*. Se optó por mantener el título en masculino y la destinataria en femenino —aunque no a la manera de Flaubert, que escribía a George Sand como “Querida *maestro*”—, a pesar de que aparentemente, y sólo aparentemente, haya una incongruencia. Se trató así de conservar la naturalidad de las misivas y, al mismo tiempo, de ofrecer los mensajes que contienen a todos quienes, sin distinción de género, busquen en la ingeniería el camino de su dedicación profesional.

El deseo de quien esto escribe, es el de que a los jóvenes que pretendan dedicarse a esta carrera profesional, igualmente apta para hombres y mujeres —aunque ellas hayan conquistado su “igualdad ingenieril” sólo recientemente—, les sean útiles las experiencias y opiniones de quien ha gozado esta profesión por más de cuatro décadas.

Carta I

Sobre la verdadera vocación

Querida Vero:

Tu decisión de estudiar ingeniería, que me has comunicado con esa cara alegre y satisfecha con que siempre expresas lo que supones me ha de llenar de júbilo, me lleva a algunas reflexiones que plasmo en esta carta, siguiendo aquella vieja y maravillosa costumbre de la comunicación epistolar, tan disminuida por los adelantos tecnológicos, pero aún no superada ni en sus características de cosa muy personal y de objeto afectivo y privado, y que tanto nos uniera cuando tú, muy menor, fuiste a estudiar fuera del país.

La primera de mis reflexiones toca un aspecto delicado e importante, fundamental te diría, que es el de tu vocación para la profesión que has elegido; superado éste, y ratificada en su caso tu decisión, podríamos iniciar un diálogo que nos permitiera ahondar tanto en los grandes asuntos de la profesión como, desde luego, en los detalles que le dan sentido y contenido a la vida profesional.

Quiero expresarte que estaré satisfecho, encantado, si seleccionas la actividad profesional que te ofrezca la posibilidad de realizarte a plenitud; la que sea, la que te permita colmar tus expectativas, la que te dé la oportunidad de gozar en su realización, de buscar

con el ánimo del descubridor caminos nuevos y retos de altura; la que te abra el horizonte de todos los anhelos y garantice a tu dedicación la proscripción del tedio; la que te entregue, en suma, al desarrollo y al goce pleno de tus facultades. Esa es la llave para que seas una profesional de excelencia, meta que debe tener toda persona que aspira a un título.

Lamentablemente, no siempre ocurre que se analicen con cuidado las aristas de un asunto tan especial como es decidir a qué te vas a dedicar profesionalmente el resto de tus días. Y no sólo eso: a menudo el momento de la elección está señalado con mensajes inciertos, con restricciones innecesarias, con desinformación o con información insuficiente, o incluso con normas, costumbres y tradiciones que coartan la libertad.

Hace no mucho, las familias mexicanas aspiraban a contar entre sus miembros a un militar, a un médico y a un sacerdote —siempre hablando de los hijos varones, ya que las mujeres estaban claramente limitadas a atender el hogar, cuando no a consagrarse a Dios—. Hoy, aunque se han modificado tales patrones, no hemos superado del todo esa consideración ancestral y, con otros matices pero con criterios muy semejantes, continuamos “orientando” o tratando de orientar a nuestros hijos por los senderos que —a menudo sin siquiera comentarlo con ellos— juzgamos más seguros, más dignos o más rentables.

Todos conocemos al padre que exige a su hijo, quien pretende ser torero, futbolista, violinista o pintor, que antes de dedicarse a “eso”, le traiga su título de arquitecto o de doctor. Y conocemos también al licenciado, al ingeniero, al médico o al odontólogo que estudiaron

sin vocación, lanzados a esas profesiones sólo porque en su familia, durante generaciones, alguien las ha estudiado o porque lo hicieron su padre o su madre, a quienes admiran o creen que admiran en lo profesional. También conocemos a quienes se dedican a cosa diferente a la que estudiaron o, peor aún, se mecen en la hamaca de la mediocridad profesional y lamentan con amargura su mala elección.

Yo sé, querida Vero, que tú has demostrado en todo instante firmeza en tus decisiones y carácter, pero considero necesario en este momento preciso —nunca estará de más— subrayar la importancia de acogerte, sin cortapisa alguna y únicamente, a tu albedrío; deshazte de toda atadura, no tomes en consideración, de ninguna manera ni con ningún matiz, si a tus padres o a persona distinta de ti les gustaría que fueras una cosa o la otra. Escucha, pide opiniones, pero que al final sean sólo tus intereses, tus gustos, tus aspiraciones, tus habilidades, tu sensibilidad, tu vocación, los que definan tu decisión. Así lograrás también hacer felices a quienes quieres y ser útil a la sociedad en la que vives.

Siempre he pensado que para poder darse con generosidad —que es uno de los mayores goces en la vida— es necesario ser un tanto egoísta. No se puede hacer felices a los demás si no se es feliz, como tampoco se puede ser feliz sin darse generosamente a los demás. Y la actividad profesional es muy probablemente, si se ha elegido bien y por lo tanto se desempeña con gusto, con pasión y con emoción, el mejor vehículo para darse a los demás; y no sólo a “los demás” cercanos y conocidos, sino también a quienes,

lejos de nuestra vista o de nuestros afectos, resultan beneficiarios de una profesión bien atendida.

Dedícale un momento de reflexión a estas palabras que te escribo con la intención de invitarte, antes de emprender la maravillosa aventura de la formación profesional, a un último examen de conciencia sobre la realidad de tu vocación; nunca será tiempo perdido y te servirá, además de para reafirmar o reorientar tu selección, para iniciar el tránsito vital, infinito, apasionante y esencial que los filósofos de la antigüedad proponían —persuadidos de que tal es la base de la sabiduría y la primera de todas las ciencias— en la inscripción “Conócete a ti mismo” que hicieron grabar en el frontispicio del Templo de Delfos y de la cual Sócrates hizo profesión de fe.

A ese respecto, Durand-Lasalle escribía en 1873, en *El generalato. O de la educación, de la instrucción, de los conocimientos y de las virtudes necesarias*:

Aquellos hombres sensatos habían conservado con razón, en el primer plano, ese conocimiento esencial e indispensable para conocer al resto de los hombres, lo que resulta insoslayable para acometer cualquier acción trascendente. Estudiar a los otros y observar lo que hacen; preguntarse lo que en su lugar nosotros haríamos, interrogarnos a solas en el fondo de nuestras cavilaciones, llegando al fin a lo más íntimo del corazón; allí, el individuo, separado de los demás, exento de la influencia del amor propio, logra descubrirse tal como es.

Naturalmente que tu análisis, oteador de futuros, presenta el reto de múltiples incertidumbres —única certidumbre, por cierto, que hoy tenemos—. Muchas preguntas se agolpan en la mente de la juventud cuando debe imaginar horizontes de amplio espectro y de largo plazo y al mismo tiempo escudriñar los rincones más profundos del propio ser.

A cada pregunta surgirán muchas más, y a mayor profundidad en el análisis, brotarán nuevas dudas, nuevas inquietudes, pero también nuevas expectativas. Curiosamente, te garantizo, cada nueva pregunta que te hagas te hará más segura; aunque no tengas todas las respuestas habrás abierto nuevas ventanas, entrará más luz, se habrá ampliado tu horizonte, y principalmente, desaparecerá el miedo —siempre en todos presente— a preguntarte cosas trascendentes, y adquirirás la necesaria confianza de inquirirte, de buscar, de decidir.

El aprendizaje se logra con base en muchas preguntas y de una que otra respuesta, de búsqueda más que de descubrimientos, de dudas más que de acatamiento.

No quisiera alargarme demasiado en este primer envío, del que deducirás mi profundo interés en que aciertes. Pero antes de dar por concluida esta carta, debo aclararte que mi insistencia en tu reflexión no la inspira ni la duda en tu decisión original, ni la sombra de una idea personal sobre un camino distinto para ti. (Reitero, esto es asunto únicamente de tu albedrío.) Surge de una cierta deformación profesional de ingeniero —que persiste en mis hábitos, incluso familiares—, que pide una última revisión del cálculo de la estructura antes de firmar la responsiva, para ga-

rantizar que el edificio se mantendrá en pie independientemente de la magnitud de los sismos que lo sacudan, o que el sistema no fallará.

Por otra parte recuerda —y no las olvides nunca— las sabias palabras del Quijote: “La libertad, Sancho, es uno de los más preciosos dones que a los hombres dieron los cielos: con ella no pueden igualarse los tesoros que encierra la tierra, ni el mar encubre. Por la libertad, así como por la honra, se puede o se debe aventurar la vida.”

Pero por esa libertad, y con esa libertad, tienes que tomar en cuenta que enfrentarás, aun en este momento, en los albores mismos del nuevo milenio, la resaca de una vieja costumbre machista, que sugiere que hay carreras adecuadas para las mujeres, entre las que no está la ingeniería.

Hace casi cincuenta años —tan sólo cincuenta—, cuando ingresé a la Escuela Nacional de Ingenieros —todavía no era Facultad—, en mi generación, que era de poco más de 800 alumnos, había sólo una mujer. La ingeniería “no era una profesión para las mujeres”. Corría incluso la especie, por ejemplo, de que una mujer no podía bajar al tiro de una mina, porque era de “mal farío”, ¡hazme el favor! Naturalmente que a las poquísimas que se aventuraban a estudiar ingeniería nunca les pasaba por la cabeza incursionar en esa especialidad.

Hoy los prejuicios van desapareciendo, e incluso en algunas especialidades el sexo femenino se impone ya en número, como desde hace un buen rato lo ha hecho en cuanto a capacidad; de la misma forma acabó hace años, con evidencias indiscutibles, con la

malévola leyenda que calificaba a las mujeres, según su belleza, como hermosas, guapas, regulares, feas y... ¡de ingeniería!

Esto no quiere decir, querida hija, que ya se haya superado todo en forma definitiva y que vayas a encontrar el camino libre de obstáculos machistas. Aún te toparás con algunos profesores —de todo hay en la viña del Señor y también en las escuelas de ingeniería— y con algunas profesoras —los celos también cuentan— que exigen a las mujeres más pruebas que a los hombres para ver “si de veras las pueden”.

Ya no te tocará, en el caso de que estudies ingeniería, ser solitaria pionera, como mi compañera de la generación del 54, pero sí seguir pisando fuerte, para ratificar las capacidades del “sexo débil”. ¡Débil!

En todo caso, si tu vocación se encuentra en alguna de las carreras de la ingeniería, esas pruebas adicionales, absurdas, no harán sino reafirmarla y ayudar a que cada vez sea más “normal”, lo que normal debiera ser: que en cualquier profesión el género no tenga influencia y sólo la capacidad marque las diferencias. Mis reflexiones, con las acotaciones que ahora hago, porque se trata de una realidad vinculada con nuestra idiosincrasia, serían igualmente válidas si tú fueras varón.

Concluyo por ahora este asunto, que reabriremos si lo consideras conveniente, en espera de tus comentarios; pero en vista de que queda mucha tinta en el tintero —así se decía antes de que las computadoras acabaran con los manuscritos, algunos, aunque no sería mi caso, verdaderas obras de arte de la caligrafía y el color, y también con los tinteros, algunos también

piezas bellísimas—, y como hay múltiples y variados asuntos por abordar, te propongo que al tiempo de tus cavilaciones, iniciemos ese diálogo al que me referí al principio sobre el maravilloso tema de tu futuro profesional, para el que te ofrezco el ya cargado acervo de mis experiencias. Estoy cierto te será útil en tus reflexiones, como lo fueron para mí los consejos que recibí cuando pasé, hace ya muchos años, por trance semejante.

Con todo cariño,
tu padre

Carta II

Sobre la ética profesional

Querida hija:

Me da gusto saber que la carta que te escribí hace unos días te llegó, según dices, en un momento muy oportuno, y que has recogido con entusiasmo mis propuestas, tanto sobre una última reflexión libre y personal, como sobre nuestro coloquio epistolar, que desde luego no sustituye nuestras pláticas, tan frecuentes como sea posible. Estoy seguro de que ambas se estimularán; además, teniendo estas reflexiones por escrito, las podrás hojear de vez en cuando y a lo mejor un día hasta dirás: ¡Caray, era un poco necio, pero no estaba tan errado el viejo!

Me indicas que tus primeras reacciones ante el reto de tu análisis personal —una especie de psicoanálisis sin psicoanalista, práctica siempre conveniente y considerablemente más económica—, te confirman tu vocación hacia la ingeniería. Ello me da pie para iniciar nuestra incursión en el vasto territorio de esa profesión tan antigua como la humanidad —aunque adquiriera su nombre pasados muchos siglos— y tan llena de vericuetos, matices y posibilidades, que nos exigirá seguramente un amplio espacio tocar tan sólo sus temas esenciales.

Emilio Rosenblueth, un distinguido ingeniero civil mexicano recientemente desaparecido, repetía con fre-

cuencia: “Todo lo que parece estar más allá de la ingeniería, no es sino sola y pura ingeniería”, y agregaba: “el ingeniero no puede estar hecho sólo de las ciencias de la ingeniería; la cultura, la sensibilidad social, la ideología, la economía, la política, la filosofía, el arte, son ropajes de los que no se puede desprender.” Como ves —estoy de acuerdo con Emilio—, tendremos mucha tela de donde cortar.

Estas cartas pretenden, por ello, corresponder al menos a dos de las acepciones del vocablo que ofrece la Real Academia Española: “1. Papel escrito, y ordinariamente cerrado, que una persona envía a otra para comunicarse con ella” y, particularmente: “2. Mapa en que se describe el mar, o una porción de él, con sus costas o los lugares donde hay escollos o bajíos”.

No trato con esto de tomar cartas en el asunto, que es a todas luces personalísimo —recuerda lo del albedrío, del que estoy convencido—; te ofrezco, en cambio, poner mis cartas sobre la mesa para que tengas toda la información posible, y desde luego carta blanca para que en su momento puedas jugar tu mejor carta; las mías te las propongo como esas cartas de navegación, esas cartas de rutas que tanto sirvieron a los viejos navegantes, a los descubridores, a los conquistadores, ya que lo que inicias ahora es una aventura semejante a las que acometieron quienes han escrito páginas épicas de la humanidad. Espero que los datos que he recogido en mi largo trashumar por mares agitados, procelosos o tranquilos, pero siempre interesantes, enriquecedores, provocadores, queden expuestos en estas nuestras cartas, para tu conocimiento y beneficio.

Antes de abrir el cofre de mis recuerdos y experiencias, quiero transmitirte una preocupación fundamental que ha presidido mi existencia, y que encontré expresada en bella forma y con prístina claridad en una conferencia que Gabriela Mistral dictó en ocasión cuya fecha y motivo desconozco, pero que afortunadamente leí en mis mocedades. La gran maestra y poetisa —o poeta, como hoy se dice— chilena, nacida Lucila Godoy Alcayaga, escribió:

todo el desorden del mundo viene de los oficios y las profesiones mal o mediocrementes servidos: político mediocre, educador mediocre, médico mediocre, sacerdote mediocre, artesano mediocre, esas son nuestras calamidades verdaderas.

Conversaba yo una vez con Ramiro de Maeztu sobre las diferencias que corren entre sajón y latino. Él me marcaba, entre otras, que, al igual de la afirmación anterior, se me quedó hincada en la memoria por la gravedad que arrastra: el latino sería un hombre que suele desarrollar sus morales al margen de la profesión de que vive; el sajón sería casi siempre un hombre que trenza la moral adoptada con su oficio. Maeztu se puso a contarme cómo los obreros suizo-alemanes de relojería, por ejemplo, consideraban al reloj construido de su mano como una especie de testimonio personal, de rúbrica de su honradez y de piezas de su responsabilidad completa.

Verídica y terrible afirmación. Nosotros conocemos tipos bastante opuestos al del relojero suizo. El abogado defensor de pleitos turbios sue-

le pensar que su honorabilidad personal sufre poco o nada de sus defensas deshonestas; el médico torpe por descuido de sus curaciones, duerme, come y vive tranquilamente, encima de su degradación profesional; el pedagogo que se consiente didacta del 1800, estima que el no informarse y el sestear sobre pedagogía relevada, no tiene gran cosa que hacer con su probidad de hombre.

Mucho más que el hombre latino, que al cabo cuenta al sabio francés para salvar su déficit, es el latinoamericano quien ha hecho una cortadura traicionera entre oficio y moral, entre función pública y conducta individual. Hasta tal punto sube entre nosotros esta falta, yendo desde la culpa al delito, que ya el grado universitario o el título oficial dicen bastante poco, y son más bien aproximaciones que afirmaciones. Decimos “licenciado” y el sustantivo de toda sustantividad no aúna a nadie; decimos “químico” y el apelativo tan técnico no asegura ninguna técnica; decimos “ingeniero” y el jefe de una empresa de minas pedirá al candidato un noviciado de prueba, antes de entregarle la dirección del laboreo.

De tal manera, hemos venido a parar en una especie de quiebra del crédito universitario en casi todas partes. Y la Universidad, dondequiera que exista, debe constituir una institución de calidad pura, de apretada selección.

Yo pediría a ustedes que mediten sobre este asunto que sólo dejo apuntado como una indicadora, y que se decidan a comenzar una cruzada in-

terior y exterior por la dignificación profesional o gremial. Digo interior, porque cada día creo más en que las reformas salen del tuétano del alma y asoman hacia afuera, firmes como el cuerno del testuz del toro, o bien se hacen en el exterior como cuernecillos falsos pegados con almidón. El primer tiempo será pensar la profesión lo mismo que un pacto firmado con Dios o con la ciencia, y que obliga terriblemente a nuestra alma, y después de ella a nuestra honra mundana. El segundo tiempo será organizar las corporaciones o gremios profesionales donde no existen y donde ya se fundaron, depurarlos de corrupción y de pereza, vale decir, de relajamiento.

El tercer tiempo será obligar a la sociedad en que se vive a que vuelva a dar una consideración primogénita a las profesiones que desdeña y rebaja.

La tercera grada sube blandamente desde las otras dos: a la larga siempre se respeta lo respetable, y se acaba por amar lo que presta buen servicio.

Esta terrible y grave aseveración, por cuanto con frecuencia verdadera, querida Vero, debe impulsarnos en una cruzada por la dignificación del individuo, de la profesión y del gremio, y a insistir cada día, en cada función, en cada responsabilidad, en cada foro, en la obligación de los profesionales, desde que inician su formación académica, de trabajar por la excelencia en la disciplina que su título ampara y en la magnitud de su compromiso social.

Considerar la actividad profesional dentro de un marco ético único, indivisible e inquebrantable, implica postular como valores dedicación, estudio, calidad, lealtad, verdad, equidad, congruencia, y debiera ser consubstancial al individuo.

Lamentablemente, no siempre se actúa en forma correcta y ello afecta la confianza en los profesionales y en la profesión. Se llega por ello a decir: “Es un ingeniero excelente, pero...” (cobra en demasía, sugiere un equipo por conveniencia personal, se sobreprotege...). Esto es inaceptable. En la excelencia profesional no hay pero que valga. Aquí sí, la expresión shakespeariana: “Ser o no ser”, tiene validez absoluta. Todo en la profesión es discutible, excepto el comportamiento ético, en el que debemos ser intransigentes.

Emmanuel Kant, el célebre filósofo alemán del siglo XVIII, anunciaba así su curso de ética del invierno de 1765:

Ética. La filosofía moral, más aún que la metafísica, tiene el destino peculiar de tomar la apariencia de la ciencia y un aire de profundidad, aunque nada de eso pueda encontrarse en ella. La causa es esta: la distinción entre el bien y el mal en las acciones, y el juicio sobre la rectitud moral pueden ser fácil y correctamente reconocidos por el corazón humano a través del llamado sentimiento, y pueden ser conocidos directamente y sin el rodeo de pruebas. Por tanto, dado que la cuestión está ya decidida antes de cualesquiera fundamentos de la razón —lo cual no sucede en metafísica—, no es de extrañar que nos empeñe-

mos demasiado y demos por buenas razones que sólo tienen apariencia de certeza. A causa de estos hechos no hay nada más común que el título de filosofía moral, y nada más raro que merecer ese nombre.

[...] Y, dado que en ética considero siempre histórica y filosóficamente lo que sucede, antes de indicar lo que debe suceder, explicaré el método por medio del cual debemos estudiar al hombre —no ese hombre que, a través de las formas variables que su condición cambiante le imprime, se ha deformado y como tal ha sido siempre juzgado equivocadamente aun por los filósofos, sino la naturaleza permanente del hombre y su posición única en la creación— de manera que podamos saber qué perfección le es propia en el estado de simplicidad pura y cuál en el estado de simplicidad sabia; y, por otro lado, cuál es el precepto de su conducta si, excediendo los límites de ambas, aspira a alcanzar el punto más alto de la excelencia moral y física aunque se desvíe más o menos de ambas. Este método de investigación ética es un grato descubrimiento de nuestros tiempos y, si lo consideramos en su proyecto completo, era del todo desconocido para los antiguos. (Paul Arthur Schilpp, *La ética precrítica de Kant*.)

Estoy de acuerdo con Kant: lo ético es fácil de reconocer, ¿no piensas lo mismo? No sólo se nota o se deduce, se siente; por eso el análisis filosófico, necesario para el conocimiento y para el esclarecimiento de dudas sobre el comportamiento del individuo y sus

respuestas vitales, es un apoyo y no una ley inmutable. Los decálogos éticos, los juramentos profesionales, son útiles como llamadas de atención, como guías sociales, siempre limitadas y lamentablemente siempre interpretables, pero no pueden sustituir a la única norma inalterable, que es la moral propia, la que se arraiga en el alma, la que nos convierte en jueces de nuestros actos, la que se resuelve en el único juicio indiscutible, inapelable, que es el que cada quien hace de sí mismo.

Con la misma convicción, Confucio aconsejaba: “Contrólate a ti mismo hasta en tu casa; no hagas, ni aun en el lugar más secreto, nada de lo que puedas avergonzarte”, y aquel Lord inglés, cuyo nombre es cualquiera, definía: “Un caballero es aquel que toma el té sin azúcar, aunque se encuentre solo.” Piaget, el famoso pedagogo, dejó escrito: “La ética no puede enseñarse de modo temático, como una asignatura más, sino que debe ejemplarizarse en todas las actividades.”

Interrumpo mi perorata moralizante —que espero no haya resultado farragosa—, cuya semilla, estoy seguro, cae en tierra fértil. Sé que muchos de los conceptos que te expongo se riñen con los “valores” que propone la modernidad materialista en atractivos *spots* radiofónicos, en videos musicalizados, en espectaculares que ocultan el paisaje, deterioran el ambiente y agravan el idioma; pero sé también que es fundamental para los ingenieros tener claridad en estos conceptos.

El tema es tan sensible, que en su reciente *Declaración mundial sobre la educación superior en el siglo XXI*, la UNESCO señala:

dado que tiene que hacer frente a importantes desafíos, la propia educación superior ha de emprender la transformación y la renovación más radicales que jamás haya tenido por delante, de forma que la sociedad contemporánea, que en la actualidad vive una profunda crisis de valores, pueda trascender las consideraciones meramente económicas y asumir dimensiones de moralidad y espiritualidad más arraigadas.

Así, a tu pregunta de si la selección de una profesión debe ser exclusivamente “por amor al arte” o hay que considerar las posibilidades del mercado para vivir bien de ella, respondo que deben considerarse ambos aspectos; pero señalo también que, si como espero, tu ambición en lo material no desborda los límites de lo razonable y se ubica en los terrenos éticos a los que me he referido, el “amor al arte” es el que te dará más satisfacciones y te asegurará, como dice el dicho: “un buen pasar para ir la pasando”.

Demos ahora un rato a tu reflexión. En la próxima carta entraremos al mundo fascinante de la ingeniería.

Te quiere,
tu padre

Carta III

Sobre qué es la ingeniería

Querida Vero:

Me alegra que te hayan gustado tanto el fondo como la forma del escrito de Gabriela Mistral; coincido contigo en que cuando la expresión es bella, lo dicho tiene mayor impacto y se guarda en la memoria y en el alma con mayor intensidad. La estética debiera ser parte consustancial de todas las cosas.

En este caso, la reunión de la ética y la estética, en hermosa comunión, ofrece el marco mejor para un asunto de la mayor importancia: la transformación de los conceptos que contiene en hábito de vida; la transfusión de estas ideas en la corriente sanguínea—donde pienso que deben alojarse los principios—; su aceptación racional como condición primaria e insoslayable para un ejercicio profesional y para una vida respetables, son un paso de la mayor trascendencia. Como Lenin dijo: “Hay que hacer de la ética una estética”.

Lo expresado hasta aquí es válido para cualquier oficio o profesión, pero en algunos como la ingeniería, por el efecto multiplicador y profundo que sus acciones tienen en la sociedad, adquiere una importancia mayor. Como quieres ser ingeniera, dejemos

las generalidades de toda profesión y hablemos específicamente de la que has elegido.

Querida hija, sería interesante que, sin pensarlo mucho, trataras de contestar estas dos preguntas: ¿qué es para ti la ingeniería?, ¿por qué quieres estudiar esa profesión?

Antes de dar cabida a tus respuestas, que seguramente serán varias, debo decirte que sé que las preguntas no son fáciles —yo en tu lugar sudaría frío para contestarlas—, por más que hayas ratificado la firmeza de tu vocación. En vista de que mis cartas no pretenden echarte “toritos” para detectar inconsistencias o crearte complicaciones, sino proponerte opciones para que elijas la que te atraiga, déjame contarte que, en una encuesta aplicada a cincuenta ingenieros de distintas edades —desde principiantes hasta próximos a jubilarse— por Claudine Lange, autora del libro *Être ingénieur aujourd’hui* (Ser ingeniero hoy), todas las respuestas fueron distintas: cada uno tenía su propio concepto, su percepción de lo que era la ingeniería, dependiendo de su actividad y experiencia: por lo que, a la manera de Ortega y Gasset, podríamos decir: “El ingeniero es él y su circunstancia.”

Visto con optimismo, como te sugiero ver todas las cosas, esto no deja de tener su lado positivo. La flexibilidad que permite irte formando y adaptándote a la profesión de acuerdo con tus deseos, preferencias, aptitudes, y de conformidad con las oportunidades que la vida te vaya ofreciendo, tiene en la ingeniería altos grados de libertad, lo que es un atractivo que se debe aprovechar, pues abre horizontes a veces insos-

pechados y obliga a estar siempre listo para cambiar, para adecuarse, para “reciclarse”, como hoy se dice.

Decía Flaubert en sus *Pensamientos*: “Vivimos en un mundo donde los hombres se visten con trajes ya confeccionados. Peor para ti que tienes demasiada talla.” Yo sé que podrás hacerte un hermoso traje a la medida.

Hay, sin embargo, un marco de referencia común, características que dan a la profesión singularidad dentro de la extensa variedad de sus posibilidades, y que justifican su nominación única; el que muchas actividades aparentemente diversas sean agrupadas dentro de la denominación de “ingeniería”. El libro de Ralph J. Smith *Engineer as a Career* (Ingeniero como carrera) recopila una serie de definiciones que recojo a continuación:

Thomas Tredgold (1828): La ingeniería es el arte de dirigir las grandes fuentes de poder de la naturaleza para el uso y conveniencia del hombre.

A.M. Wellington (1887): Sería bueno que la ingeniería fuese menos generalmente considerada, e incluso definida, como el arte de construir. En cierto e importante sentido es incluso el arte de no construir; o, para definirla ruda pero no impropriamente, es el arte de hacer bien con un dólar lo que cualquier chambón puede hacer, en cierto modo, con dos.

Henry G. Scott (1907): Ingeniería es el arte de organizar y dirigir hombres y controlar las fuerzas y materiales de la naturaleza para el beneficio de la raza humana.

Willard A. Smith (1908): Ingeniería es la ciencia de la economía para la conservación de la energía, cinética y potencial, proveída y almacenada por la naturaleza, para el uso del hombre. Es asunto de la ingeniería utilizar esa energía en la forma más ventajosa, a manera de lograr el menor desperdicio.

Alfred W. Kiddle (1920): Ingeniería es el arte o ciencia de utilizar, dirigir o instruir a otros, en la utilización de los principios, fuerzas, propiedades y sustancias de la naturaleza, para la producción, manufactura, construcción, operación y uso de cosas [...] o de medios, máquinas, implementos y estructuras.

S.E. Lindsay (1920): Ingeniería es la práctica de aplicaciones seguras y económicas de las leyes científicas que gobiernan las fuerzas y los materiales de la naturaleza, a través de organización, diseño y construcción, para el beneficio general de la humanidad.

R.E. Hellmund (1929): La ingeniería es una actividad distinta al trabajo puramente manual y físico que se realiza para la utilización de los materiales y leyes de la naturaleza, para el beneficio de la humanidad.

J.A.L. Wadell, Frank W. Skinner, y H.E. Wessman (1933): La ingeniería es la ciencia y el arte de manejar eficazmente materiales y fuerzas [...] comprende el diseño y la ejecución más económicos [...] asegurando, cuando se logra adecuadamente, la más ventajosa combinación de precisión, seguridad, durabilidad, rapidez, simplicidad,

eficiencia y economía posibles, para las condiciones de diseño y servicio.

Vannevar Bush (1939): La ingeniería [...] en un sentido amplio [...] es la aplicación de la ciencia en forma económica para las necesidades de la humanidad.

T.H. Hoover y J.C.L. Fish (1941): La ingeniería es la aplicación profesional y sistemática de la ciencia para la utilización eficiente de los recursos naturales para producir bienestar.

M.P. O'Brien (1954): La actividad característica del profesional de la ingeniería es el diseño de estructuras, máquinas, circuitos o procesos, o la combinación de esos elementos en sistemas o plantas y el análisis y la predicción de sus comportamientos y costos bajo condiciones de trabajo establecidas.

L.M.K. Boelter (1957): Los ingenieros participan en las actividades que dan a los recursos de la naturaleza disponibles, formas benéficas para el hombre y proveen sistemas que las hacen servir óptima y económicamente.

John C. Calhoun, Jr. (1963): Es responsabilidad de los ingenieros estar pendientes de las necesidades sociales y decidir cómo las leyes de la ciencia pueden ser mejor adaptadas a través de trabajos de ingeniería para satisfacerlas.

The Engineers Council for Professional Development (1963): La ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las matemáticas y las ciencias naturales, obtenido con estudio, experiencia y práctica, es aplicado con juicio para

desarrollar caminos para utilizar los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad.

En los años setenta, durante una caldeada discusión entre ingenieros y economistas ocurrida en la Universidad, en la que se disputaba la primacía de las actividades importantes para el desarrollo, un maestro de la Facultad de Ingeniería concluyó: “Los economistas se pasan la vida especulando sobre el Producto Interno Bruto. Los ingenieros lo hacemos.”

Otras definiciones, más recientes, ponen énfasis en alguno de los elementos que concurren en la profesión. El Diccionario Enciclopédico Larousse de 1983 ofrece la siguiente:

Ingeniero: 1. Persona cuyos conocimientos lo hacen apto para realizar funciones científicas o técnicas activas para prever, crear, organizar, dirigir, controlar los trabajos que de ello derivan (investigaciones, estudios, fabricación, construcción, explotación, etc.) así como mantener una función de “cuadro”.

Contrástala con la que aparece en la edición de 1865 de la Gran Enciclopedia Larousse, que te transcribo como curiosidad y como caricia al ego profesional:

Ingeniero. Hombre que inventa construcciones a hacer, máquinas o instrumentos a ejecutar, y planos y diseños necesarios para su ejecución: Los ingenieros son en Francia, un cuerpo que debe su

establecimiento al Mariscal Vauban. (Lunier.) El ingeniero es el rey de la época.

Después de esta “real” declaración enumera y describe las diferentes ingenierías existentes: civil, militar, naval, de puentes y caminos, de minas, geólogo, de aguas y bosques, geógrafo, hidrógrafo, mecánico, óptico, matemático y, ya en esa época... ingeniero para la cirugía.

El Diccionario de la Real —esa sí— Academia de la Lengua Española (2001) establece:

Ingeniero, ra (de ingenio, máquina o artificio). m y f. Persona que profesa la ingeniería o alguna de sus ramas. MORF. U. t. la forma en m. para designar el f.: Silvia es ingeniero // 2. m. ant. Hombre que discurre con ingenio las trazas y modos de conseguir algo.

y define a la ingeniería como:

Estudio y aplicación, por especialistas, de las diversas ramas de la tecnología. // 2. Actividad profesional del ingeniero. // —genética. f. Tecnología de la manipulación y transferencia del ADN de unos organismos a otros, que posibilita la creación de nuevas especies, la corrección de defectos génicos y la fabricación de numerosos compuestos útiles.

Como ves, no hay acuerdo sobre si es ciencia, arte, técnica, práctica, actividad, oficio... sencillamente

porque la ingeniería suele mezclarse todo en diferentes proporciones, según el propósito, el objetivo, el fondo y la forma, el momento, la idiosincrasia... incluso el “estilo”.

Por eso, todas las definiciones nos parecen incompletas; la que no olvida a la persona como fin, la ignora como medio fundamental; la que da énfasis al aspecto técnico, minimiza el impacto social o el económico; y así como las definiciones de años atrás hacían caso omiso de lo que hoy se llama sustentabilidad —que se refiere al cuidado del ambiente y que hoy es un ingrediente insoslayable—, sólo las muy recientes contemplan evoluciones tecnológicas y su impacto, como pudiera ser la relativa a la ingeniería genética, y pocas incluyen el componente ético.

En su libro *Engineers and Ivory Towers* (Ingenieros y torres de marfil), Hardy Cross comenta: “Si los ingenieros se han de clasificar, deben considerarse más humanistas que científicos.” Estoy convencido de que para ser un ingeniero pleno, se debe ser primero humanista, no referido a una ocupación o actividad, sino a una actitud y a una sensibilidad.

Después de este largo recuento, te sugiero que intentes una definición de la ingeniería, quizá en función de lo que te gustaría hacer como ingeniera. Verás que habrá una nueva propuesta, clarificadora de tus expectativas e ideales; irás moldeando tu perfil profesional —el vestido para tu talla— y descubrirás que esta profesión ofrece herramientas y posibilidades para desempeñarse en casi cualquier actividad.

Te convencerás también de que la ingeniería tiene como objetivo la solución de necesidades del hombre

y la búsqueda de su bienestar, a través del uso racional de los recursos que la naturaleza y la inteligencia ponen a disposición, y que tiene como infraestructura de conocimiento las *ciencias duras*: matemáticas, física, química.

Me alegra saber que el rigor y la dificultad que para muchos tienen estas ciencias a ti no te asustan, lo que te ha permitido elegir tu carrera, como es deseable, en función de lo que te gusta, y no como tantos, que huyen de lo que creen que no les atrae por las dificultades que les ha significado en el tránsito escolar, y que deciden por eliminación y no por selección. Quién sabe cuantos que pudieron haber sido buenos ingenieros, son malos abogados, o peores economistas; ¡malo para ellos y seguramente peor para todos los demás!

Déjame insistir: la atención de necesidades es función sustantiva de la ingeniería; y me refiero a todas las necesidades del individuo, de las elementales a las más sutiles para la existencia; de las que exigen abrigo y alimento, a las que requieren respuestas estéticas; de las que se refieren a la pobreza del cuerpo, a las que buscan la belleza y la superación del espíritu; incluso las que se pudieran calificar como triviales.

Aunque este asunto es vasto, sirvan como ejemplos de respuesta a necesidades la rueda, la pólvora y la imprenta; construcciones como el faro de Alejandría, las pirámides de Keops, la Muralla china, el Taj-Majal, la Torre Eiffel, el puente Golden Gate, la Sala Nezahualcóyotl; los vuelos interplanetarios, la cirugía remota, la resonancia magnética; la música o la consulta de una enciclopedia en disco compacto y

la Internet; el descifre del genoma humano, la invasión de la telefonía celular. La ingeniería está, como ha estado siempre —y aquí cito la respuesta a la pregunta, ¿dónde está Dios? del catecismo del padre Ripalda—: “en el cielo, en la tierra y en todo lugar”.

(Desde luego, me refiero a la ingeniería en toda su evolucionada amplitud, pero sacudida de los excesos de la modernidad que han usurpado su casto nombre para designar procesos de dudosa legalidad como “ingeniería electoral”.)

Pero te invito a volver a las definiciones, porque quiero llamar tu atención sobre la de Wellington antes transcrita, donde se afirma que ingeniería “es en cierto sentido, también, el arte de no construir”. La responsabilidad del ingeniero es seleccionar la mejor opción, y no hay duda que a veces la mejor opción es, en efecto, “no construir”. Ya verás en tu camino cuántas “magníficas” plantas, “soberbias” construcciones y “sofisticados” sistemas resultaron espectaculares, glamorosos, impresionantes, “elefantes blancos” que causaron la ruina de sus promotores; y si bien algunos son obras bellísimas que incluso se convirtieron en atractivos turísticos y puntos de referencia obligada, otros son sólo monumentos a la soberbia y la vanidad, testimonio de ineptitud o falta de ética.

Augusto Dotoeuf, ingeniero de L'École Polytechnique de Francia —una de las más reputadas escuelas de ingeniería del mundo—, escribió: “Hay tres formas de arruinarse en la vida: las mujeres, el juego y los ingenieros; las mujeres es la más agradable, el juego la más estúpida, pero los ingenieros la más segura.”

Por cierto, el libro de Dotoeuf es de gratísima lectura, pleno de humor y sabiduría; su título es *Propos de M. Barenton, confiseur —El propósito de M. Barenton, confitero—*. El buen humor, que es síntoma de salud mental y no debe faltar nunca ni en los momentos de mayor apuro, no debe servir para tender un velo que oculte verdades, ni hacer simpáticos vicios, sino servir para resaltarlos críticamente y combatirlos.

Decir que no es difícil a menudo, porque puede significar no realizar un proyecto y dejar de percibir los honorarios correspondientes o malquistarse con quien lo promueve, pero es parte del compromiso del profesional consigo mismo, de lealtad con sus principios, de ética elemental. Decir que no, o proponer una solución sencilla frente a una propuesta de alta tecnología cuando así debe ser, aplicar la tecnología adecuada al problema y las circunstancias del caso, es lo que sí merece el nombre de ingeniería, y quien así la ejerce merece nombrarse ingeniero.

Aplicar a la solución de un problema la última tecnología disponible, aunque esté sobrada, porque en esa forma demostramos “estar al día”, no es sino, en el mejor de los casos, tecnocracia. Hay que estar al día para conocer todas las opciones y emplear la más adecuada, utilizando los recursos más fácil y económicamente disponibles. Este concepto es crucial en un país como el nuestro, en que muchas de las necesidades por atender requieren de una ingeniería óptima, sin desperdicio ni exceso de gasto.

Sobre este tema, Jacinto Viqueira, maestro de muchas generaciones de ingenieros mexicanos —entre ellas de la mía—, escribe en su libro *Introducción a la ingeniería:*

Las condiciones climáticas no han variado apreciablemente en Mesoamérica desde la época de los antiguos mayas. Se caracterizan por una temporada de lluvias que dura aproximadamente la tercera parte del año, en la cual se tiene agua en exceso, y una temporada de estiaje, especialmente marcada y larga en las tierras altas, durante la cual se tiene un déficit de agua.

Sigue existiendo la motivación para el desarrollo de obras hidráulicas que permitan regular el escurrimiento de las aguas superficiales, mejorar la agricultura y, en la época moderna, suministrar energía a la sociedad industrial.

Sin embargo, el México moderno, fascinado por la imitación de otras culturas, parece mucho menos capaz de adaptarse a las condiciones climáticas y aprovecharlas eficientemente, que los antiguos habitantes de Mesoamérica en sus periodos de esplendor.

A través de la historia nos llegan una enseñanza y una advertencia. Por una parte, la enseñanza de las posibilidades de florecimiento con que cuenta una cultura que sabe adaptarse a su medio ambiente y lo aprovecha sin destruirlo. Por otra parte, la advertencia de las consecuencias catastróficas que puede causar un desequilibrio entre las características naturales y el desarrollo de la sociedad.

Para la siguiente carta me propongo comentarte lo que considero debe ser un ingeniero mexicano de cualquier especialidad, pues estoy convencido de que todo profesional debe tener en cuenta en forma pre-

ponderante, como advierte el maestro Viqueira, las condiciones del país en el que desarrollará sus actividades. Desde luego, tus aspiraciones deben ser las de ser una ingeniera con conocimientos suficientes para ejercer en cualquier parte del mundo, pero si tus actividades principales se desarrollarán normalmente en México, su mejor conocimiento te dará ventajas competitivas.

En ese nuevo capítulo de nuestra correspondencia quisiera ir orientando y enriqueciendo mis propuestas según tus comentarios e inquietudes; creo que este largo “rollo” —como ustedes dicen— es más que suficiente por hoy.

Hasta la próxima,
tu padre

Carta IV

De cómo debe ser un ingeniero mexicano

Querida Vero:

Te comentaba al final de la carta anterior mi convicción de que en la selección de una carrera no pueden dejar de considerarse las condiciones del entorno, y el nuestro, como país que aún no encuentra el camino del desarrollo equitativo de sus ciudadanos, como lamentablemente le sucede a prácticamente todos los países latinoamericanos, presenta rasgos que debemos tener siempre presentes.

Como sabes, nuestra demografía es uno de los graves problemas que enfrentamos. Los prácticamente cien millones de habitantes que vivimos en el territorio nacional —número que sigue aumentando a tasas elevadas a pesar del relativo éxito de los programas de control demográfico instrumentados en las últimas décadas—, requerimos de enormes esfuerzos que no se han podido ofrecer con suficiencia, lo que ha acumulado graves rezagos.

El marco de referencia de los profesionales de la ingeniería es el siguiente: nuestro nivel educativo es muy bajo, la escolaridad promedio de la población es de 7.5 años y hay una magra atención de la educación superior, que sólo alcanza al 18% de quienes están en edad universitaria; el déficit de casas habita-

ción, con criterios políticos —siempre suaves y exculpantes—, se ubica en el orden de los cinco millones; las condiciones de nutrición de la mayoría de los mexicanos son precarias; hay apenas 14 líneas telefónicas por cada cien habitantes; nuestra infraestructura de transporte —carreteras, puertos, aeropuertos, vías férreas— es insuficiente y está mal conservada; la infraestructura hidráulica es igualmente escasa y está deteriorada; hay un enorme y creciente grado de deforestación y pérdida de tierras de cultivo, y un desarrollo industrial precario e inestable; asimismo, hay una grave dependencia científica y tecnológica, un bajo cuidado del ambiente y un alto índice de desempleo.

Además, si hoy hiciéramos una radiografía de la ingeniería mexicana, el resultado no parecería halagador. Las severas dificultades económicas que el país ha sufrido en las dos décadas pasadas y algunas decisiones nacionales tomadas ante el acoso de la globalización han deteriorado su posición y han afectado un desarrollo que es necesario retomar.

Esta situación es justamente la que hay que superar; se trata de un círculo vicioso que es necesario romper. Por una parte, es claro que las necesidades del país requieren de más y mejor ingeniería, pero la incapacidad económica y política para atenderlas ha afectado a ésta también.

He aquí una más de las responsabilidades de la profesión: convencer a la sociedad de la trascendencia vital de su existencia, de modo que quienes tienen a su cargo las decisiones estratégicas del país, den a la ingeniería y al desarrollo tecnológico la prioridad que merecen. La relación de necesidades que anoté

es la confirmación obvia de la importancia de la profesión. ¿Cómo resolver estas carencias sin una ingeniería nacional de primer nivel?

Te darás cuenta de que nuestro país requiere competir en el mundo para sobrevivir, y requiere antes, sobrevivir para poder competir en el mundo; la ingeniería juega en ambos asuntos un papel de primera importancia.

La función del ingeniero mexicano se ubica en tres planos: atender las necesidades del pequeño México del primer mundo para que pueda competir en la globalidad, atacar las penurias del enorme México subdesarrollado para incorporarlo al bienestar que no conoce, y al mismo tiempo restaurar la propia casa profesional, que ha quedado maltrecha por las inclemencias de los malos tiempos.

Afortunadamente, contamos con importantes recursos, particularmente energéticos, que deben ser, como reza la mayoría de las definiciones de la profesión, usados con eficiencia y honestidad, explotados racionalmente y empleados para el bienestar de la sociedad, y desde luego, contamos con los propios mexicanos, que tenemos un enorme potencial, tanto en los renglones de la productividad y la creatividad, como en el del mercado.

Así pues, lo que aquí te planteo es que debemos ver las condiciones del país que antes enumeré como una rica gama de posibilidades. “En medio de las dificultades están las oportunidades”, decía Albert Einstein. Ya te imaginarás que lo que quiero es analizar contigo todo lo que hay por hacer, seguro de que para ti, como para los jóvenes que aman a su patria, el co-

nocimiento de las carencias y las posibilidades los estimulará en el estudio. Es necesario pagar la hipoteca para ser dueños de nuestra casa.

Durante los próximos cuarenta años, que será el lapso aproximado de tu ejercicio profesional, nuestra población crecerá hasta cerca de 140 millones de habitantes. Requeriremos disminuir nuestros rezagos y ampliar las posibilidades de nuestra infraestructura para la competencia global; dar habitación a 40 millones más de mexicanos —es decir construir 1,000 viviendas diarias—; más que duplicar el número de empleos; producir el doble de alimentos; triplicar al menos el número de líneas telefónicas; duplicar la capacidad de generación de energía eléctrica; y, desde luego, dotar a todos los mexicanos de obras sanitarias, de agua potable, y sobre todo, de educación, para citar sólo satisfactores esenciales. Todo ello con recursos limitados, con el fantasma deshumanizado del desempleo en la “lucha global”, en plena era de la información y la inteligencia, y ante la necesidad vital, hecha ya conciencia universal, de preservar los ecosistemas como condición *sine qua non* del desarrollo.

Dibujado con trazos burdos, este es el complejo y apasionante marco de referencia de los retos de la ingeniería mexicana. Pero este marco, que como he señalado, explico en los amplios términos del nuevo paradigma, requiere de un profesional universal. Hugues de Jouvenel, director de Futurable, una prestigiosa organización francesa de prospectiva, dijo en una conferencia que ofreció en la Academia Mexicana de Ingeniería:

El porvenir de México depende, ciertamente, por un lado, de lo que harán los mexicanos, de lo que decidan no dentro de 10 años, sino de lo que decidan hoy y mañana; de las acciones que emprendan pero también del contexto internacional en el que México mantiene relaciones cada vez más estrechas.

El surgimiento de un nuevo paradigma técnico-económico se debe en gran parte a lo que podríamos calificar como la revolución de la inteligencia, o bien a la referencia de la transición de la era industrial hacia la era pos-industrial o hacia la era de la sociedad de la información y de la comunicación.

Se hace cada vez más estratégica la inversión inmaterial, la inversión cerebral, la inversión de inteligencia y la inversión terciaria que interviene antes y después de la producción agrícola. Antes, será el avance genético de las plantas, de los animales, será el mejoramiento en investigación y el desarrollo de las semillas y los injertos. Después serán todas las actividades relacionadas con la cuestión del almacenamiento, el sistema de distribución, la cadena de refrigeración, la mercadotecnia, la publicidad, el servicio financiero, etc.

Este fenómeno que se observó en la agricultura es todavía más patente en el sector industrial.

Si de la misma forma fraccio el precio de un automóvil, veo que su precio total no depende ya tanto del costo de la lámina de acero o del plástico, ni de los salarios del personal, sino que depende cada vez más de los gastos hechos por el

fabricante en ingeniería de concepción, en investigación y desarrollo, en publicidad, en servicios financieros, en distribución, etc.

Si tomamos como ejemplo el famoso microprocesador, se estima por lo general que el trabajo industrial representa aproximadamente 5% del precio de ese componente.

Me parece que estamos presenciando un desplazamiento de los principales centros de valor agregado, de grandes consecuencias en el funcionamiento de las economías modernas. Desde ahora lo esencial del valor agregado no vendrá de los productos, sino de lo inmaterial incorporado al producto.

Pero este fenómeno está ligado también a la aparición de nuevos materiales que sustituyen a los anteriores. El caso más evidente es, por ejemplo, que hoy 50 kilos de fibra óptica transportan tantos mensajes telefónicos como ayer una tonelada de fibra, y que de paso, se consume 20 veces menos energía.

Algunos países han avanzado lejos en esta dirección, ya que a producción igual, el Japón entre 1960 y 1985, disminuyó 60% de sus consumos de materia prima energética y no energética.

Este fenómeno en sí encierra graves consecuencias tanto a nivel macro como a nivel microeconómico.

La competitividad de nuestras empresas depende cada vez más de inversiones inmateriales y no de inversiones físicas. La inversión inmaterial incluye los gastos de programas, de capacitación, de organización y de administración.

Y no hablemos de la esfera financiera:

Sabemos que actualmente se estima el flujo de capitales intercambiados cada día sobre el planeta, de 80 a 100 veces superior al volumen de bienes y servicios efectivamente intercambiados.

El premio Nobel Maurice Alles decía, hace poco tiempo todavía, que en los siete países más industrializados, el famoso G7, los flujos financieros alcanzan cada día 60 mil millones de dólares, 10 veces la producción física del mundo entero, y 35 veces más que las transacciones comerciales reales.

Esto trae también consecuencias en las relaciones Norte-Sur, graves consecuencias también en el plano macroeconómico: gran número de empresas con una imagen industrial, en realidad son empresas que sacan lo esencial de su beneficio especulando en la esfera financiera.

Otro ejemplo: los grandes comerciantes sacan más provecho de la administración de su tesorería, que del dinero que obtienen de los productos que distribuyen.

Otro tema delicado es la disociación entre el crecimiento económico y la creación de empleos bajo el efecto de la carrera por la competitividad, ahora que tenemos una economía que podemos llamar globalizada.

Asistimos en realidad al surgimiento de una economía globalizada que se organiza según una lógica de razón que no corresponde ya en nada a la lógica territorial sobre la cual se basa el principio de soberanía nacional.

Esto viene del hecho de que las fuentes principales de riqueza ya no provienen de materias físicas sino de lo inmaterial. Cuando las principales fuentes de riqueza son programas, patentes o flujos financieros, la economía se vuelve más volátil y fugaz.

En 2005, es sorprendente constatar que la población de los países industrializados representará muy poca cosa. Para ilustrar esto con cifras, si en 1960 los 27 países que componen los llamados países industrializados contaban con poco menos de 25% de la población mundial, en el 2005 tendrán un 12%, esto siempre y cuando no surjan importantes cambios de aquí a esa fecha.

El 20% de los países más ricos del planeta detentan aproximadamente 80% de la riqueza mundial. La diferencia entre los ingresos del 20% de los países más ricos y el 20% de los países más pobres, se ha incrementado considerablemente.

Quiero insistir en estas desigualdades, que aumentan evidentemente desde el punto de vista financiero. Observen la transferencia financiera Norte-Sur. Un dólar invertido en los países del Sur, rinde, *grosso modo* tres dólares a los países del Norte.

La búsqueda de la competitividad pasa principalmente por la innovación.

Desde otra atalaya, Henri Martre, presidente del Grupo de Industrias Aeronáuticas y Espaciales de Francia, opina de la siguiente manera:

La nueva dinámica mundial de globalización y regionalización y el surgimiento de una impresionante red de flujos comerciales internacionales y empresas multinacionales; las nuevas exigencias sociales para la preservación del medio ambiente; la escasez de agua y de energía y su vinculación con la ecología; la generación de nuevos mercados por la aparición de nuevas tecnologías, nuevos productos y nuevos métodos de producción, son el marco general de nuestras preocupaciones.

Los microprocesadores invaden igualmente los complejos sistemas de comunicación y los juguetes; los materiales compuestos aparecen tanto en los artículos deportivos como en los satélites; las nuevas cerámicas componen los artículos de casa y las turbinas de los aviones supersónicos; la química extiende por todas partes sus aplicaciones. Los productos industriales se han convertido en obras maestras de la imaginación y en maravillas de la realización.

La propia industria ha cambiado completamente su naturaleza: la informática y la robótica invaden las oficinas de estudios y los talleres y sustituyen progresivamente a los obreros. La producción integrada, las cadenas de ensamble robotizado, los talleres flexibles, se convierten en imperativos de la productividad y de la competitividad.

Correlativamente, las dimensiones económicas de las unidades industriales crecen ante la presión de los costos de inversión dedicados al desarrollo de productos y al equipamiento de las fábricas. Las concentraciones se multiplican y trascendiendo

las fronteras encuentran límites que no pueden ser superados sino por la cooperación. Ya no se encuentran en el mundo sino tres productores de aviones comerciales, una docena de fabricantes de automóviles y otro tanto para implementos electrónicos.

Sin embargo, a pesar y a menudo en razón de este progreso, las contradicciones se acumulan, se promueve la industrialización, pero al mismo tiempo la protección ambiental que la frena y encarece; se propugna por la productividad pero se habla igualmente del desempleo y de la división del trabajo; se pretende liberar el comercio, pero se permite el establecimiento de caos monetarios que no pueden conducir sino al proteccionismo.

Por eso es necesario insistir en que, además del conocimiento profundo y permanentemente actualizado de su disciplina, los atributos de honestidad, cultura, gratitud, compromiso, amor, generosidad, solidaridad, son esenciales en los ingenieros mexicanos, quienes deberán responder a los retos que plantean problemas graves, la mayoría lacerantes, y que no tienen solución a corto plazo; las soluciones se lograrán —si los jóvenes de hoy trabajan en ellas— sólo en el largo camino de los lustros.

Ustedes, los ingenieros de mañana, deben ser capaces de atender y provocar los cambios requeridos; de enfrentar los riesgos y la incertidumbre de un mundo que se hace más complejo cada hora; de discutir sin cortapisas las tendencias que orientan los

pasos de la humanidad; de disertar sobre los temas que hoy convocan al análisis del porvenir; de cuestionar las contradicciones que parecen bloquear nuestras hipótesis y nuestros deseos; de polemizar sobre las paradojas que oponen a las sociedades actuales, y dentro de ellas a sus diferentes sectores.

Sí, querida Vero, te repito: los ingenieros deben ser magníficos especialistas en su disciplina, pero al mismo tiempo sensibles en todo lo demás, y para serlo, deben saber que hoy no es sino el futuro de diversos ayeres; que la historia es elemento fundamental del porvenir. No deben caer en la arrogancia de ignorar la herencia milenaria de las civilizaciones; de siglos y siglos de pruebas y errores; de la acumulación de experiencias y de conocimientos de innumerables generaciones.

No podemos aceptar, con Jorge Manrique, que “cualquier tiempo pasado fue mejor”, porque significaría que vamos hacia atrás, como los cangrejos, pero se debe admitir que los beneficios de la modernidad son resultado de un proceso de civilización que debemos continuar, y deben distribuirse con equidad. Octavio Paz nos dice: “La historia nos da una comprensión del pasado y, a veces, del presente. Más que un saber es una sabiduría.”

En fin, Vero, la ingeniería requiere de inteligencias claras, de espíritus sensibles y generosos. Por eso la formación del ingeniero no puede restringirse al aprendizaje de las técnicas de la ingeniería. Debe comprender todo lo que conduzca a las múltiples respuestas de la serie de preguntas que Fernando Savater plantea así:

¿Debe la educación preparar aptos competidores en el mercado laboral o formar hombres completos? ¿Ha de potenciar la autonomía de cada individuo, a menudo crítica y disidente, o la cohesión social? ¿Debe desarrollar la originalidad innovadora o mantener la identidad tradicional del grupo? ¿Atenderá a la eficacia práctica o apostará por el riesgo creador? ¿Reproducirá el orden existente o instruirá a los rebeldes que puedan derrocarlo? ¿Mantendrá una escrupulosa neutralidad ante la pluralidad de opciones ideológicas, religiosas, sexuales y otras diferentes formas de vida (drogas, televisión, polimorfismo estético...) o se decantará por razonar lo preferible y proponer modelos de excelencia? ¿Pueden simultanearse todos estos objetivos o algunos de ellos resultan incompatibles? ¿Hay obligación de educar a todo mundo de igual modo o debe haber diferentes tipos de educación, según la clientela a la que se dirijan? ¿Acaso existe obligación o tan siquiera posibilidad de educar a cualquiera, lo cual supone que la capacidad de aprender es universal?

Preguntas todas que en una sola: ¿educar para qué?, trataron de encontrar respuesta en un seminario sobre “Educación en el siglo XXI” donde tuve la responsabilidad de la relatoría y, tratando de sintetizar lo dicho por un grupo destacado de maestros e intelectuales, al presentar el libro que nació de aquella reunión, dije que dijeron:

Educarse, para preservar la vida; esa es la primera respuesta. Pero no sólo para eso, educarse, para creer en libertad, para acentuar el necesario nivel de pertenencia, para la tolerancia inaplazable.

Educarse para estar en el mundo y a la vez ser uno mismo; para no regresar y permanecer en las supersticiones, para esquivar el dogma, que así se educará para progresar.

Educarse para la duda que surge de la información y no para la afirmación que del dogma nace. Educarse para satisfacer necesidades; para la confianza; para imaginar; educarse finalmente para la rebeldía...

...para alcanzar la felicidad, mejorar la calidad de la vida, desarrollar el ser, vivir en plenitud...

...para contestar ¿por qué? y ¿para qué? a preguntas fundamentales como: ¿ir a la modernidad?, ¿ser productivos y eficientes?, ¿ser competitivos?

Para buscar la equidad y disminuir las diferencias; para mantenerse vivos, para ocupar una posición en el aparato productivo; para atender las necesidades del mercado, para generar empleos. Todo eso está bien, pero no a costa de todo lo demás.

Lo demás, que aquí no es lo de menos, es: para sobrevivir, para vivir y en algunos casos para revivir; para hacerlo en la globalidad y en la mexicanidad; en la universalidad y en la soberanía; en la identidad individual y en la colectiva, en la nacionalidad; para ser hombre o mujer del planeta sin dejar de ser mexicano; para politizar; para la verdad, la crítica y la tolerancia; para saber y para saber ser; para conocer el equilibrio del hombre

con la naturaleza; para el futuro y para la destrucción, esa que nos permite la reconstrucción; para aprehender y aprender de manera permanente.

En resumen, “educar para la razón”, como propone Spinoza en su *Ética* inmortal.

Educar para formar rebeldes frente a la sinrazón que campea por doquier. Educar para lograr el máximo de conocimientos y cancelar al mínimo los dogmas y prejuicios. Prepararse para responder a retos extraordinarios, claros y complejos, como los que se deducen de estos párrafos de *La sociedad digital* de Mercier, Plassard y Scardigli:

Frente a la multitud de las nuevas tecnologías de la información, ante la insidiosa metamorfosis de un entorno cotidiano en el que los automóviles se ponen a hablar, las lavadoras a “pensar” y los tubos catódicos a exigir que se les responda, uno tiene derecho a preguntarse: ¿a dónde nos lleva todo esto? “Todo esto” no puede reducirse únicamente al desarrollo tecnológico. La técnica no es un fenómeno externo a la realidad social. Sea cual sea el talento de nuestros modernos Frankenstein, normalmente se contentan con modelar una criatura hecha a su imagen y semejanza; y, sea cual sea la relativa impotencia que experimentamos ante las máquinas —prótesis que el “progreso” nos impone—, no hemos perdido totalmente la libertad de elegir qué botón es preciso apretar o no apretar.

Los chips electrónicos ya han invadido nuestra vida cotidiana, y su fecundidad se anuncia fulmi-

nante. En estos momentos sólo nos sorprenden o irritan. Porque están vacíos, porque carecen de sentido. El único problema consiste en saber qué... “alma” les estamos dando.

Como habrás notado por mi vehemencia, soy un convencido de que el ingeniero debe ser primero un ser sensible, y luego un maestro de la tecnología; si las herramientas de la ciencia y la técnica se manejan fríamente, aparece “el aprendiz de brujo” que experimenta con la inteligencia artificial y un inmenso poder tecnológico sobre el destino de la sociedad, o se vuelve a ser, como tantas veces, “el elefante en la tienda de porcelanas que altera la topografía, modifica el clima, cambia la ecología con el influjo mágico de su técnica pura y arrogante, como el niño que recorta una figura de una tela de Rembrandt, sólo porque sabe usar tijeras” (Maurice Rollier).

Por eso no resisto a la tentación de transcribir aquí, a pesar de que he pasado una buena parte de mi vida dedicado a la enseñanza, una de tantas lúcidas reflexiones de Oscar Wilde: “La educación es algo admirable, pero de vez en cuando conviene recordar que las cosas que verdaderamente importa saber no pueden enseñarse.”

Te cuento todo esto, te transcribo tantas cosas excelentes que se han escrito sobre nuestros temas, porque sería sensacional que desde ahora forme parte de ti ese sentimiento tan importante, implícito en ellas, que es el de hacer de la profesión parte inseparable de la vida, sentirlas una sola cosa. No el convertir tu profesión en la esencia de tu vida —lo que sería limitarla

catastróficamente—, sino el considerar tu vida y la de los demás, como la esencia de tu profesión.

Y a este respecto, quiero decirte con enorme agrado que tus comentarios a mi carta anterior sobre la belleza arquitectónica de la Sala Nezahualcóyotl, tus inquietudes infantiles sobre su acústica, su propósito cultural, su comodidad, su solución ingenieril, en fin todo lo que me mencionas sobre la forma y el fondo, sobre el fin, el contenido y el continente de una obra como esa tienen ese sustento, son justamente la expresión de ese amplio espectro de múltiples dimensiones que un profesional debe analizar para toda acción que emprenda. La ingeniería mexicana es muy capaz y cuando se le deja en libertad, como en esa oportunidad y otras que han dejado huella en nuestra historia, ha logrado resultados de gran importancia.

Quiero contarte una de las grandes satisfacciones que me ha dado mi carrera. Hace algunos años, cuando estábamos a punto de lanzar al espacio los dos primeros satélites de comunicaciones de México, el Sistema Morelos, del que yo era responsable, un grupo de jóvenes ingenieros e ingenieras, en el que los mayores no cumplían los treinta años de edad y que, recién egresados de la escuela habían sido preparados para el futuro control de los satélites en el espacio, me propuso que cambiáramos el lanzamiento del segundo satélite —que iba a estar en su posición orbital durante algunos años, sólo en reserva, como sistema redundante—, con objeto de dejarlo en una posición tal que las fuerzas gravitacionales lo llevaran en tres años a su posición geoestacionaria, en lugar de hacerlo

con el procedimiento normal previsto, con el uso de un segundo cohete impulsor.

Con ello —me explicaron— se ahorraría el combustible necesario para el segundo impulso y para su posterior control en su posición, prolongando así su vida útil algunos años —ya que ella dependía del combustible que tuviera consigo— y garantizando un uso óptimo al artefacto, con lo que además se obtendría una rentabilidad extraordinaria que no se lograba en el proyecto original.

Entusiasmados con la propuesta, emprendimos una difícil pero exitosa negociación con la NASA para la modificación del lanzamiento, luego de que los técnicos de esa institución confirmaron que todos los cálculos de dinámica orbital hechos por nuestros jóvenes ingenieros eran precisos y el proyecto viable.

Se llevó a cabo con éxito el lanzamiento —que hubo de ser nocturno, lo que además fue maravilloso— y la vida del satélite Morelos II, que debía extinguirse en 1995, continúa hoy vigente, con lo que el país ha podido ingresar a sus arcas varias decenas de millones de dólares con los que no contaba, convirtiendo un proyecto técnicamente correcto y económicamente justo, en un éxito financiero total.

Para esa negociación me acompañó a Washington el líder de aquel grupo, un “experimentado” ingeniero de 25 años de edad.

Mi permanente confianza en la capacidad de la juventud bien preparada para enfrentar grandes retos y lograr proezas espectaculares tuvo en aquella ocasión, no sólo una ratificación contundente, sino la prueba palpable de que es en la buena formación

de la juventud en donde está la salida del oscuro túnel de las dificultades nacionales.

Quiero transferir esa confianza a ti y a los jóvenes como tú, en forma de confianza en ustedes mismos, porque de ella dependen muchas cosas que pueden cambiar, para bien, el rumbo de nuestro país.

Me encanta tu otra reflexión —de hecho toda reflexión es encantadora—, referente a que te tranquiliza que las definiciones de la ingeniería, aun las propuestas por ingenieros destacados, parezcan siempre trucas, porque no has redondeado una visión definitiva de la profesión; esto no indica sino que estás iniciando adecuada y oportunamente este diálogo contigo misma y con la profesión que has elegido, para encontrarla y encontrarte con ella y en ella. No te preocupes por eso; a medida de que avances en tu análisis, las fichas se irán acomodando para que, como se dice en el dominó, siempre tengas “la firme”.

Por otra parte, debo confesarte que, a pesar de que yo ya estoy “en la ladera de la montaña augusta de la serenidad”, como dice el poeta, sigo modificando, por hechos como el que te relato y asuntos que surgen a diario e impiden que se agote la capacidad de asombro, mi visión “total y definitiva” de la profesión.

Al igual que con el conocimiento, en que cada vez que aprendes una cosa te das cuenta que hay muchas más que ignoras —por eso al final de su vida Sócrates afirmaba *Sólo sé que no sé nada*—; que al saber más de un tema, vamos descubriendo su infinitesimalidad y la magnitud extraordinaria del conjunto de saberes que integran el todo, la ingeniería nos ofrece perma-

nentemente el reto magnífico de lo inalcanzable. Por eso, en esta profesión las definiciones no son sino aproximaciones o insinuaciones a un mundo cuyos límites se esconden más allá de nuestra imaginación, por fulgurante que ésta sea.

Te propongo continuar con este hermoso ejercicio de encuentro, que me parece cada vez más atractivo, y abordar los antecedentes de la ingeniería mexicana, para ir de lo autóctono a lo universal y continuar integrando, organizando, sugiriendo, el bagaje cultural —*cultura* es, a diferencia de *natura*, todo lo que el hombre hace— que te será necesario en el hermoso viaje que ya emprendes.

Hasta la próxima

Carta V

De la historia de la ingeniería mexicana

Querida Vero:

Como te decía en alguna de mis primeras cartas y reiteraré en la anterior, cuando uno se embarca en cualquier empresa es importante adentrarse en sus antecedentes, saber lo acontecido y sus causas, lo logrado y lo fallido, porque así, además de adquirir información relevante, disminuyen las posibilidades de repetir errores —aunque es común que nadie experimente en cabeza ajena, hay que intentarlo—; se evita invertir esfuerzos en resolver lo ya resuelto —no se inventa el agua tibia— y, sobre todo, se aprovecha el tiempo, ese maravilloso recurso cuyo buen uso tendrá una influencia decisiva en tu vida, asunto del que me gustaría hablar más adelante.

Pero hoy quiero referirme a la historia de la profesión, de la que te decía que es tan antigua como la civilización misma, aunque fuera bautizada muy posteriormente. Te propongo iniciar nuestra incursión por la paradoja mexicana, cuyo conocimiento y estudio es de la mayor importancia.

Primero debo aclararte que me atrevo a llamarla paradoja —como verás, a mi edad ya puede uno atreverse a muchas cosas—, porque su historia muestra contrastes y contradicciones formidables, aún no

suficientemente analizados y menos explicados, ejemplos extraordinarios de desarrollos de vanguardia frente a carencias elementales.

Don Jaime Torres Bodet, un destacado intelectual y maestro notable, hablaba de la necesidad urgente de educarnos para superar “la dramática asimetría que —con mayor o menor relieve— demostraron los pueblos que la historia asoció dentro de la colectividad mexicana, entre la abundancia de las manifestaciones espirituales y la escasez de los medios técnicos”. Nuestra situación actual parece confirmar tal visión, pero aun aceptándola no podemos olvidar que los ingenieros mexicanos somos herederos de una antigua y magnífica historia de hechos y obras impresionantes y trascendentes.

“La historia —decía Huizinga— es la forma en que una cultura rinde cuentas de su pasado”; otra expresión de un viejo amigo, filósofo involuntario, dice que “La experiencia es como una profecía con un espejo retrovisor”. Ambos conceptos hacen aconsejable y necesario para todo joven que quiera incorporarse al futuro de la ingeniería, el incursionar en su pasado.

Según Voltaire, “la humanidad evoluciona no de un modo mecánico, ni porque exista una fuerza superior que se encargue del progreso, sino por el esfuerzo continuado de generaciones” y la historia de ese esfuerzo no debe servir simplemente como una recopilación de acontecimientos y testimonios, sino como elemento para el análisis y la búsqueda de las ideas que los produjeron; para descubrir, como postulaba Herodoto, “no sólo lo que el hombre ha hecho, sino saber por qué lo ha hecho [...], porque

siendo el hombre criatura plenamente racional, tras cada acción histórica debe hallarse forzosamente una voluntad consciente”.

Iniciemos, pues, por lo de casa. Como sabes, nuestros antepasados nos legaron el ejemplo de obras extraordinarias para el estudio de la astronomía, de vivienda, hidráulicas, de caminos, para la práctica de los deportes, que hoy siguen siendo la admiración de propios y extraños por su perfección geométrica, matemática, de uso de materiales, técnicas constructivas, ingenio y arte.

Teotihuacán, El Tajín, Uxmal, Kabah, Edzná, Tula, Palenque, Chichén Itzá, Tulum, Mitla, Tenochtitlán, son vestigios de la capacidad de nuestros ancestros, que construyeron ciudades extraordinarias de vivos y de muertos, de hombres y de dioses, con espléndida grandeza tanto en lo que se refiere a las manifestaciones del espíritu como en la originalidad de los medios técnicos que las hicieron posibles.

Don Alfonso Reyes, otro de nuestros intelectuales de excepción, comenta con admiración sobre Tenochtitlán: “en mitad de la laguna se asienta la metrópoli como una inmensa flor de piedra” y “llega a tener al momento del arribo de los españoles en 1519, dicen algunos, 300,000 habitantes”.

Nuestros antepasados incorporaron el arte a las construcciones —la pintura y la escultura, fundamentalmente—, inventaron procesos de prefabricación extraordinarios y el uso del ladrillo cocido, lo que aún se puede observar en las ciudades que edificaron. Como sabes, no sólo atendían con su ingeniería —que obviamente no se puede calificar como incipiente—

las necesidades del cuerpo, sino también las del espíritu, desde hace más de diez siglos.

Así construyeron ciudades y sistemas de ciudades de diseño notable, con emplazamientos privilegiados y diversidades de ubicación. Así, con técnica y sensibilidad, hicieron surgir grandes urbes, incorporadas magníficamente al ambiente, con sentido y conciencia.

Bernal Díaz del Castillo relata en su *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*:

Y otro día por la mañana llegamos a la calzada ancha y vamos camino de Estapalapa. Y desde que vimos tantas ciudades y villas pobladas en el agua y en tierra firme otras grandes poblaciones, y aquella calzada tan derecha y por nivel como iba a México, nos quedamos admirados, y decíamos que parecía a las cosas de encantamiento que cuentan en el libro de Amadís, por las grandes torres y “cúes” y edificios que tenían dentro en el agua, y todos de calicanto, y aun algunos de nuestros soldados decían que si aquello que veían si era entre sueños, y no es de maravillar que yo escriba aquí de esta manera, porque hay mucho que ponderar en ello que no sé cómo lo cuente: ver cosas nunca oídas ni aún soñadas, como veíamos.

Si para los españoles aquello era fantástico en el siglo XVI, para nosotros no lo es menos en el XXI. La construcción en el lecho del lago, el Templo Mayor, las colosales pirámides, observatorios y castillos, el albarradón de Nezahualcóyotl, el acueducto de Chapultepec, los juegos de pelota, los diques-calzada, los

caminos mayas, las plazas extraordinarias, los centros ceremoniales, los sistemas hidráulicos, son muestras de la extraordinaria habilidad y del conocimiento de nuestros antepasados, y magníficos antecedentes de nuestra ingeniería.

Los más de 2,000 años de tradición astronómica y los más de mil observatorios que se han descubierto en nuestro territorio; el cálculo de la duración del año, que difiere sólo dos diezmilésimas del cómputo actual; la construcción de relojes cósmicos de piedra y el desarrollo de un modelo matemático del mundo y de un sistema numérico propio que comprende la concepción del cero —ausente en el conocimiento de griegos y romanos—, son realidades que nos deben estimular a grandes logros y no sólo a llenarnos de un orgullo nostálgico.

El ingenio de los mesoamericanos para encontrar soluciones adecuadas a los problemas de su vida cotidiana, que incluían ya el aprovechamiento y el cuidado del medio ambiente, son impresionantes. Sus soluciones en edificación, con cimentaciones en zonas pantanosas y sísmicas; el cálculo estructural para edificios de varios pisos; sus aplicaciones del talud; el arco maya, sus sistemas de irrigación; sus acueductos abiertos, cerrados y de doble caño; los desagües urbanos, muchas de cuyas técnicas perduran en los albores del siglo XXI, son también hechos de nuestra ingeniería civil inicial.

Pero no sólo en la construcción hay realizaciones admirables; en diversos aspectos que hoy se conocen como desarrollos industriales —esto debe interesarte, ya que me dices que te atrae en principio la inge-

niería industrial—, los indígenas mesoamericanos dejaron destacados testimonios en varios campos. El aprovechamiento de recursos minerales; el aislamiento de cloruro y de bicarbonato de sodio; sus tecnologías para extracción, aleación y fundición de metales; sus técnicas textiles con sus telares de cintura y vara; sus tintes, fijadores y teñidos; la elaboración de pigmentos y colorantes; la producción de fertilizantes y abonos son sólo algunos de ellos.

Todo esto nos da una idea del estado del arte, en la época precolonial, de lo que hoy llamamos ingeniería, que no requirió tecnología de importación. Ésta llegó más tarde, y a nuestra herencia extraordinaria se sumó la que vino con la Conquista, que sirvió para conformar la nación plural y multicultural que hoy somos.

No menos rico es el legado de los años de la Colonia y del México independiente. La infraestructura hidráulica con sus presas y sus grandes acueductos: Querétaro, Morelia, Oaxaca, Tembleque o El Sitio; las obras de introducción del agua del Valle de Lerma a la Ciudad de México, o las obras de desagüe, desde el Tajo de Nochistongo de don Enrico Martínez y el gran canal, antecedentes del drenaje profundo de la ciudad capital.

Y después, la evolución de la ingeniería hidráulica mexicana hasta la construcción de grandes presas y sistemas hidroeléctricos en Chicoasén, Malpaso, Infiernillo, La Angostura, Aguamilpa y Huites, por citar las más importantes.

El urbanismo, que a partir de las ordenanzas de Felipe II para la fundación de las grandes ciudades

de México, Veracruz, Puebla, Morelia y Tlaxcala, recoge la tradición precolonial, que enriquecida con las nuevas aportaciones crea las ciudades mineras, portuarias y político-administrativas, hasta los desarrollos de las modernas conurbaciones actuales y —¡ojo con la creación de monstruos!— “la ciudad más grande del mundo”.

No podemos dejar de mencionar nuestra ancestral tradición caminera, que sigue a los mayas, a través de los caminos arrieros, de postas y de diligencias, hasta nuestra actual red de carreteras y autopistas y su componente ferroviaria, que se inicia con la ruta México-Veracruz, construida en 1850, hasta el lamentablemente último gran esfuerzo, en la de Chihuahua al Pacífico en los años sesenta del siglo XX, y su vertiente aeronáutica en la red de los más de 60 aeropuertos nacionales.

Y desde luego, la tradición minera que nos dio nombre a nosotros, oro y plata a los conquistadores, “el quinto” al Rey —y se dice que con ello el principio de la decadencia del imperio español— y nuevas técnicas de amalgamación de metales al mundo, y nos convirtió en el país exportador de productos minerales por excelencia.

Sobre esto, que es de gran importancia para la existencia de la ingeniería en México y para el tema central de nuestras cartas, el ingeniero Gustavo P. Serrano dice:

De no haber sido por la minería, que logró salvar las grandes distancias y los enormes obstáculos que la imponente geografía ofrecía, el esfuerzo

español habría sido embotado por la acción de la selva o de la montaña y los pobladores y los colonizadores hubieran caído en un ruralismo enervante.

La minería ha hecho a México —así como a la América Española—, y si su importancia pretendiera desconocerse, lo gritarían las piedras: las piedras de las poblaciones, de los caminos, y de las obras de arte que a ella se deben.

Te ruego reflexiones, querida Vero, en el párrafo anterior, porque aunque la expresión absoluta pudiera discutirse, no hay duda de que, cuando menos, si no hubiera habido minería en México, no habría dejado de ser, pero ciertamente sería distinto, tanto en su vocación como en su idiosincrasia. Este asunto es un ejemplo de la importancia y el impacto de la ingeniería en la conformación de la sociedad, en las características de una nación, en el destino de sus moradores.

Sobre nuestra industria, con todas sus debilidades y sus altibajos, podemos decir que tiene también sus orígenes en tiempos precortesianos. Don Marte R. Gómez, en una conferencia magistral que ofreció con motivo de la Conmemoración de los 175 años de la creación del Real Seminario de Minas, lo expresa así:

Vinculada con la agricultura —se pierde la referencia de quién fue subestructura de la otra—, fue simplemente aceptando la definición original de “maña, destreza o artificio aplicados por el

hombre para hacer cualquier cosa”, artesanía, que independientemente de su eficiencia y su belleza, no tuvo evolución impresionante; nació, como en el resto de la historia del hombre, con la colaboración de rudimentarios implementos agrícolas: biel-dos, rastrillos, arados de palo hasta incorporar con la conquista, “las yuntas que tiraban, como jalando hacia el porvenir”.

La talabartería, la herrería, la carrocería fueron los pasos siguientes de nuestra “industrialización”.

Entre la historia y la leyenda, fray Thomas Goge relata en 1625 que había en México “buenos artesanos que practicaban la alfarería, que fabricaban mosaicos y azulejos, que eran vidrieros u orfebres; que en los conventos, o para los conventos, se preparaban conservas y confituras, y se ejecutaba la industria casera que era la conservación de frutas y legumbres”, pero también, que existían ya en nuestra patria “estancias en que se criaba ganado vacuno y mular, y junto con la industria manual básica, que consistía simplemente en la recolección de la cochinilla o de la miel de abejas, el establecimiento de los primeros ingenios azucareros”.

Ya los primeros periódicos que se imprimieron en México relataban los productos que importábamos y cómo “fragatas, bergantes, goletas, paquebotes y saetías en que venía todo el abigarrado conjunto de productos” que importábamos, “regresaban cargados, en su mayor parte, con los de nuestra minería: oro acuñado en sonoros castellanos o trabajado en piezas labradas; pesos de

plata acuñada y barras del mismo metal; láminas de cobre”, así como “sobornales de grana, zurrones de añil, tercios de azúcar, tercios de raíz de Xalapa, arrobas de ixtle, y a granel: palo de tinte, tablones de cedro, sacos y fardos de hilo de henequén”.

Esa situación prevaleció hasta el momento de nuestra independencia. Ya antes del grito de Dolores, el padre Hidalgo promovía oficios artesanales, porque señalaba que “deberíamos dejar de exportar los frutos de nuestra pobreza”.

El desarrollo de nuestra industria hubo de aceptar el pago de su gran estancamiento, producto de los movimientos sociales que nos hicieron libres, pago sin duda importante, pero que habría valido la pena, aun si hubiese sido más alto.

En la Colonia surgieron, sin embargo, los antecedentes de lo que hoy se llama ingeniería: minera, geológica, mecánica, química e industrial; y evoluciona la hoy llamada ingeniería civil. Y se da un acontecimiento fundamental: la creación de la primera casa de las ciencias en América. Es así que aquí, en “la muy noble, insigne y muy leal Ciudad de México”, hace más de 200 años se establece el Real Seminario de Minas, primera casa de la ciencia en el continente americano, primer sitio en el llamado Nuevo Mundo en que se enseñaron, sistemáticamente, la química, las matemáticas y la física,

para que nunca falten sujetos conocidos, y educados desde su niñez en buenas costumbres, ins-

truidos para el más acertado laborío de las Minas y que lo que hasta ahora se ha conseguido con prolixas y penosas experiencias por largos siglos y diversas naciones, y aún por la particular y propia industria de los mineros americanos, pueda conservarse de una manera más exacta y completa que por la mera tradición, regularmente escasa y poco fiel, es mi Soberana voluntad y mando [instruía Carlos III al virrey Antonio María de Bucareli en 1783], que se erijan y establezcan y si se hallaren ya establecidos se conserven y fomenten con el mayor esmero y atención, el Colegio y Escuelas que para los expresados fines se me propusieron los Diputados Generales del referido importante Cuerpo de Minería y en la forma y modo que se ordena en los siguientes Artículos...

Esto mandan las Reales Ordenanzas que dieron origen a la Escuela que en 1792 inició sus trabajos en la casa que hoy ostenta el número 90 de la calle de Guatemala en nuestro Centro Histórico, y que luego se trasladó al Palacio de Minería, la obra magna del neoclásico del arquitecto valenciano Manuel Tolsá: cuna, sede y símbolo de la ingeniería mexicana.

Al triunfo de la República, cuando el Benemérito Juárez reorganizó la instrucción pública en 1867, el Colegio de Minería se transformó en la Escuela Nacional de Ingenieros, creándose las carreras de ingeniero civil, ingeniero mecánico e ingeniero topógrafo y agrimensor.

Antes, en 1843, apareció en México por primera vez el título de ingeniero, al convertir a los peritos

facultativos de minas que salían del Colegio en ingenieros de minas.

Pero no es sino hasta consumada nuestra independencia política que un hombre que tuvo la característica de sustentar las ideas políticas de un retrógrada y las ideas económicas de un precursor [así definía don Marte R. Gómez a Lucas Alamán] pensara en la industria y en la industrialización y promoviera, aunque no en todo con éxito, además de la rehabilitación de las minas anegadas durante la guerra de independencia, la industria de hilados y tejidos; la cría del gusano de seda y el otorgamiento de patentes, que consideraba la palanca fundamental para el desarrollo de inventores.

Sin embargo, es al ferrocarril —cien por ciento tecnología importada—, iniciado con concesiones de operación subsidiadas, de derecho de vía, de compra de terrenos aledaños, de explotación de bosques, y que nacionalizara muchos años después el ingeniero Alberto J. Pani, a quien toca ser el verdadero detonador de la industrialización del país, a partir de la construcción de las vías, y desde luego, por la infraestructura de transporte que proveyó.

El telégrafo mexicano —también pura tecnología importada— envía su primer mensaje en 1851, iniciando nuestras telecomunicaciones, y luego constituyó, con el ferrocarril, la infraestructura del gran movimiento social que fue la Revolución Mexicana.

Entre 1878 y 1882, se instalan en la Ciudad de México las primeras redes telefónicas, sólo tres años

después del extraordinario descubrimiento de Alexander Graham Bell —a quien hoy se acusa de plagio— y en 1902, las primeras estaciones de telegrafía sin hilos.

En 1920 llega a México la radio de aficionados y en 1930 la radiodifusión comercial, precursora de la televisión, que llega en los años cincuenta, de la comunicación analógica y digital de las siguientes décadas y de nuestro sistema satelital de los ochenta, como preludio de la entrada triunfal de las redes globales de telecomunicaciones que invadieron al mundo para finalizar el siglo XX.

Un punto de referencia para la ingeniería mexicana es el origen de la televisión en México, que se remonta a 1935, cuando Guillermo González Camarena realiza transmisiones experimentales con equipo que él mismo diseñó, patentando en 1940 un sistema de televisión en color, varios años antes de que el uso de la televisión en blanco y negro se generalizara en el país.

Es también a principios del siglo XX cuando se inician la industria petrolera y la electrificación del país y los primeros esfuerzos, malogrados, en la aeronáutica, y ya recientemente, la industria electrónica, la nuclear, y el desarrollo de las ingenierías de planeación, de sistemas, de telecomunicaciones, de cómputo, etc.

Pero en muchos ámbitos, en la mayoría de los más evolucionados, son técnicos y tecnologías del exterior que vienen a establecerse en nuestra patria, haciéndonos solamente recipiendarios de algunos servicios, operadores de algunas plantas, trabajadores de algunas empresas, y en el mejor de los casos, comprado-

res de tecnología en paquetes para la industrialización nacional.

Es importante conocer, sin embargo, algunos momentos de nuestro transcurrir, verdaderos hitos en nuestro desarrollo, entre los que destacan las decisiones de crear las Comisiones Nacionales de Irrigación y de Caminos en 1925, que permitieron establecer los cimientos de una ingeniería civil que evoluciona satisfactoriamente, que sustituye a la cómoda pero cara e inhibidora adquisición de tecnología y construcción extranjeras y que logra importantes avances propios que le permitieron, al transcurrir del tiempo, colocarse en el nivel de las mejores en el mundo.

Lo mismo sucedió en la década de los treinta con la creación del Instituto Politécnico Nacional, la Expropiación Petrolera y el establecimiento de la Comisión Federal de Electricidad, que dan cauce a las ingenierías electromecánica y petrolera, las que nos llevan, en pocos años, a la autosuficiencia en el diseño y operación de las plantas y las instalaciones necesarias para esas industrias.

La decisión de aprovechar la coyuntura de la Segunda Guerra Mundial y la política de sustitución de importaciones de los cuarenta, así como el proyecto económico estabilizador que llega hasta los ochenta, con su impulso a la construcción de infraestructura y al desarrollo industrial, dan primero una plataforma de lanzamiento al equipamiento nacional: carreteras, puentes, puertos, aeropuertos, presas, desarrollos urbanos e industriales, energía, etc., y luego al despegue de la capacidad industrial: siderúrgica, minera, petrolera, química, de bienes de capital, automotriz y de

alimentos, por mencionar las principales, y con ello a la formación y consolidación de la ingeniería mexicana y de ingenieros de alto nivel.

Se diseñan en México todas las obras de infraestructura y se construyen con empresas mexicanas; se hace la ingeniería completa de generación de energía eléctrica, transmisión y distribución, y somos autosuficientes en su instalación y operación; importamos sólo los grandes generadores, y empiezan a fabricarse, por la industria de bienes de capital que se establece, las turbinas hidráulicas.

Esto nos permitió en la época postrevolucionaria, y con un modelo económico que parecía permanentemente válido, integrar una industria y desarrollar una infraestructura nacionales que nos llevaron a ser la decimotercera economía mundial y vivir en lo que se conoció como “el milagro mexicano”.

Sin embargo, las nuevas relaciones internacionales y las decisiones políticas de los ochenta, los nuevos criterios hacia la competencia global, las decisiones de menor participación del Estado en la economía y su retiro brusco, provocan entre otras cosas la interrupción de los proyectos de bienes de capital, el inicio del desmantelamiento de la ingeniería en las grandes empresas nacionales como Petróleos Mexicanos y la Comisión Federal de Electricidad, y en centros como el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, de la misma forma que sucede en el sector central del gobierno, en donde se concentraba la ingeniería mexicana, directamente o a través de empresas nacionales que eran contratadas por el gobierno, en las desaparecidas secretarías de Obras Públicas y de Recursos Hidráulicos y en la de Comunicaciones y Transportes.

Y se dan, a partir de entonces, una serie de acciones y reacciones que trastocaron la situación de la ingeniería mexicana, con la apertura indiscriminada, inequitativa y brutal a productos y servicios del extranjero, que acrecentada después con la firma del Tratado de Libre Comercio con Norteamérica es imposible de asimilar en el corto plazo.

Esto provocó, en síntesis, la desaparición de grupos de especialistas del sector público y de empresas en el privado, la desintegración de los escasos grupos de excelencia en la investigación, la transformación de los pocos esfuerzos supervivientes en grupos de maquila y la migración de ingenieros tanto a empresas extranjeras que vienen a “hacer el trabajo a México”, como a empresas allende nuestras fronteras, que nos lo hacen desde allá.

A diferencia de lo que ya hacíamos antes, hoy los puentes importantes de nuestras carreteras se diseñan en el extranjero, en la misma forma que la ingeniería de proyecto y de detalle de las plantas industriales se hace en casa del que gana la licitación “llave en mano” —que es normalmente extranjero—; lo mismo podemos señalar de nuestras presas o de nuestras plantas de generación eléctrica, y en general de la mayor parte de las actividades que requieren una ingeniería avanzada y de calidad, y ahora, además y sobre todo, de mecanismos y fondos financieros con los que no contamos.

El panorama es delicado, pero superable, y es importante que los jóvenes de hoy, a quienes tocará revertir esta situación, sepan que con una preparación adecuada y una clara conciencia de lo que requiere

nuestra sociedad, es factible hacerlo, como lo han hecho en diversos momentos de nuestra historia nuestros ancestros, tal vez con menos conocimientos y medios técnicos de los que ustedes tendrán a su disposición.

Sin embargo, para participar en esta solución, deben conocer algunos datos de la situación prevaliente al inicio del nuevo milenio: invertimos una cantidad irrisoria de recursos en desarrollo científico y tecnológico, lo que lleva por un lado a importar tecnología que viene en “paquete” y que suele no ser la más adecuada —los países desarrollados generalmente exportan la que quieren vender y no necesariamente la que conviene a los compradores— porque nuestra capacidad para seleccionarla está disminuida, y por el otro, nos descalifica para competir en el mundo global.

Lógicamente, el número de posgraduados en ingeniería es también despreciable —ojalá que lo aumentes un día con tu aportación personal—. El número de patentes mexicanas, por lo tanto —recuerda lo que decía Lucas Alamán, a mediados del siglo XXI—, es tan pequeño, que suena ridículo ante la magnitud de nuestra economía —la novena del mundo.

Como país, te podrás dar cuenta por el relato, no hemos aprendido una lección fundamental: la autodeterminación tecnológica, que no su autosuficiencia, y por ende el apoyo al desarrollo de la ciencia y la tecnología, son cuestiones de supervivencia nacional; de no lograrla, seguiremos exportando los frutos del subdesarrollo, e importando, con la ineficiencia de la ignorancia, lo que nos vendan; y hasta hoy no sólo no lo hemos logrado, sino que estamos destruyen-

do lo conseguido en largos años y penosos esfuerzos y, desde luego, obstaculizando el florecimiento de nuevas acciones.

Todo esto hay que cambiarlo radicalmente y tu generación debe ser consciente de esta necesidad, porque sin ingeniería propia no habrá opción diferente —azares de la globalización— a ser compradores sin nada que vender, aun cuando compremos y nos compren lo “Hecho en México”, porque aunque geográfica y paradójicamente —otra paradoja— se ponga aquí ese sello, la mayor parte de las veces lo esencial y lo intangible, es decir, lo de mayor valor —la tecnología y la ingeniería—, está hecho fuera y hacia fuera se irán los beneficios.

Aunque aquella situación bonancible y de despeque y desarrollo de la ingeniería mexicana, que a los jóvenes de tu generación no les tocó vivir, introdujo formas y modelos que han influido en hábitos y costumbres que es necesario modificar, es claro que la más antigua tradición constructiva del continente y la más remota tradición en la enseñanza de la ingeniería en América sustentan nuestra vocación.

Estas tradiciones, que siento que debemos abrazar por cuanto significan como raíz, vínculo e identidad, y que necesitamos convocar por lo que aportan para iluminar el futuro —como lo hacen todas las tradiciones que nacen de los valores superiores de la humanidad—, deben ser elementos de superación y constancias de que —permíteme usar la manida expresión— ¡sí se puede!

Son tradiciones que, en lugar de abrumar, deben constituirse en compromiso y convertirse en el reto,

estimulante por extraordinario, de la juventud. Reto que es, en fin, articulación entre lo tradicional y lo moderno; reto que es la búsqueda del equilibrio entre la capacidad de ruptura y la sensibilidad de arraigo; porque si la primera es necesaria en la perspectiva del progreso y en la obligada relación con otras culturas y con países con mayor nivel de desarrollo, la segunda es imprescindible para afirmar la identidad nacional, necesaria e insustituible.

Aunque este recorrido por la historia de lo que pudiéramos llamar puntos de referencia de la ingeniería mexicana ha tenido que ser a vuelo de pájaro y ciertamente me ha obligado a dejar de lado infinidad de asuntos importantes, e incluso gestas audaces en que los ingenieros y técnicos mexicanos han sido valuarte para consolidar un camino de independencia y soberanía nacionales, como fue el caso de la expropiación petrolera, pretendo sólo llamar tu atención para que tomes interés en el tema, profundices en él, convencida de su importancia, y te sirva para ir definiendo la plataforma desde la que te gustaría lanzar tu proyecto al infinito.

En el momento de escribir esta carta, se debaten en nuestro país temas de gran importancia que impactan a la ingeniería y a su vez son afectados por ella. Esto será necesario enfrentarlo, porque no sólo está en juego el futuro de la profesión, sino las posibilidades de desarrollo de los mexicanos. Sin una ingeniería nacional, fuerte y participativa, no se podrán superar muchos problemas que es necesario resolver. Me has oído decir en múltiples ocasiones, y aquí lo reitero, que sé que la ingeniería no puede resolver

todos los problemas nacionales, pero que estoy persuadido de que ninguno, al menos de los fundamentales, se podrá resolver sin una ingeniería mexicana consistente. Su deterioro, en cambio, nos podrá llevar, en pleno siglo XXI globalizado, a volver a cambiar espejitos por los frutos de nuestro trabajo y los productos de nuestro subdesarrollo, aunque nuestros títulos y grados ya no sean del Calmécac y ya no adorne-mos nuestras frentes con penachos multicolores.

Paradójicamente —he aquí otra de las paradojas de nuestro acontecer—, si con el impulso de su juventud, su entusiasmo y su cerebro, no volvemos a encontrar el camino para nuestra ingeniería, estaremos subsidiando permanentemente el desarrollo tecnológico de los países que todo lo tienen. Si no invertimos en incrementar nuestra capacidad tecnológica, en fortalecer nuestra ingeniería, si en esto no gastamos como ricos, como advierte el dicho mexicano, mejor nos vamos acostumbrando a vivir para siempre como pobres. Confío en que tu generación y las que vengan sabrán superar este destino inaceptable.

Como puedes ver, querida hija, conociendo nuestro pasado y teniendo datos precisos para escribir un capítulo, breve pero esencial, de la historia de nuestro futuro, es necesario ser consciente de todas las aristas de la profesión a la que te quieres dedicar para gozar todos sus aspectos y aportar tu granito de arena en la conformación del destino de tu patria.

Por lo pronto, basta por hoy,
tu padre

Carta VI

De la evolución tecnológica, herramienta fundamental de la ingeniería

Querida hija:

Si el rápido recorrido por los antecedentes de la ingeniería autóctona nos llevó a una larga relatoría, hablar de la evolución de la tecnología universal desde sus orígenes nos deberá obligar a un esfuerzo formidable de síntesis y a lamentables omisiones, buscando no la ilustración completa del pasado, sino algunos asideros históricos de la profesión.

Ya te comenté que el punto de partida de la ingeniería coincide con el origen de la humanidad y que la evolución de los seres humanos ha sido un proceso acumulativo de experiencias, en el que la tecnología ha sido la clave. El contexto histórico del desarrollo tecnológico parte de la Edad de Piedra, cuando se elaboraron las primeras herramientas de que se tiene noticia, y desemboca en la era de la Internet, en que las redes de información a gran escala irrumpen con vértigo irrefrenable en la vida.

Llamo desarrollo tecnológico al proceso a través del cual los seres humanos diseñan artefactos útiles para aumentar su control y su conocimiento del entorno material, y que tiene sus orígenes en la necesidad de supervivencia del hombre y en su capacidad para crear herramientas —lo que lo distingue del

resto de los seres vivos—, que justamente le permite fabricar nuevas y mejores herramientas, base del proceso evolutivo de la tecnología.

La ingeniería, si bien requiere de conocimientos científicos como base de su disciplina, hace uso esencialmente de la tecnología para su desempeño. Los ingenieros son profesionales de la tecnología y no científicos; es más, yo diría, siguiendo a Cross, que deben ser humanistas profesionales de la tecnología, pero que, naturalmente, deben tener conocimientos científicos y, desde luego, respetar la ciencia.

La ciencia tiene como valor esencial la búsqueda de la verdad, por vocación el desarrollo de leyes generales y poco sentido práctico, a diferencia de la tecnología, que tiene como vocación definir, inventar y desarrollar artefactos y procesos con un absoluto sentido de utilidad.

A partir de esta convención y de la evidencia de que una gran cantidad de desarrollos tecnológicos se ha logrado sin el conocimiento científico de las leyes y los fenómenos que los hacen posibles, deberíamos buscar los puntos más importantes de los últimos 250,000 años para entender cómo se ha ido conformando el acervo de que dispone la sociedad moderna.

Pero descuida, daremos brincos colosales para transitar de la Edad de Piedra a la Era de la Internet en sólo una carta. Para ello te propongo un ejercicio, que nos permita llegar a las cuestiones sustantivas del tema sin dejar de considerar que lo que tenemos a mano no es obra de descubrimientos fortuitos —que los ha habido—, o el resultado de un esfuerzo reciente y aislado, sino que se basa en una evolución —como decía

Voltaire— realmente explosiva en los últimos tiempos, pero con antecedentes remotos que no debemos olvidar. Si lográramos acomodar en un año calendario el desarrollo tecnológico de la humanidad, en el que el primer momento histórico de la tecnología —la aparición de las herramientas de piedra— se diera a las cero horas del 1 de enero y ubicáramos a continuación los grandes acontecimientos, hasta los realizados en el año 2000, que se darían a las doce de la noche de nuestro 31 de diciembre, tendríamos una primera apreciación de lo que significa la evolución, y una impresión extraordinaria de la forma exponencial y vertiginosa con que la tecnología se ha desenvuelto en la época reciente. Si los astrónomos idearon los años luz para medir distancias, creo que será válido, sólo para efectos mnemotécnicos hacer uso del “año tecnológico”.

Tratemos de imaginarlo, aunque no resisto la idea de anexarte una pequeña tabla que recoja el relato:

Calendario tecnológico

| Momento histórico | Fecha equivalente en el año tecnológico |
|-------------------|---|
| 250,000 a. C. | 1 de enero, 0:00 |
| 2000 d. C. | 31 de diciembre, 24:00 |

La Edad de Piedra ocuparía del 1 de enero al 24 de diciembre —358 de nuestros 365 días disponibles, ya que aprovecharemos la licencia para trabajar sábados, domingos y días de guardar—, cuando se

iniciaría, con el descubrimiento de la aleación del cobre y el estaño, la Edad de Bronce, que diversos investigadores ubican entre los años 2300 y 600 antes de Cristo.



El 1 de enero a las cero horas, con la aparición del *Homo sapiens*, 250,000 años antes de nuestra era, encontramos las primeras herramientas de piedra labrada, que utilizó para su defensa y para la caza, y es sólo hasta el 1 de agosto, o sea 100,000 años antes de Cristo, que el *Homo sapiens sapiens* construye herramientas más elaboradas: cuchillos, macanas, lanzas, hachas, aún de piedra, pero incorporándoles mangos para su mejor manipulación.

En un párrafo y dos brincos recorrimos 150,000 años, y se nos fue como agua más de la mitad de nuestro año tecnológico, detectando sólo una muy leve evolución. Sin embargo, al elaborar sus primeras herra-

mientas, al frotar piedra contra piedra para afilarlas o darles forma, alguna vez brincó una chispa y en otra ocasión esa chispa produjo fuego, convirtiendo a aquel hombre primitivo en un primer Prometeo, aunque esto haya acontecido sin la presencia de ningún cronista. Así sucede con frecuencia: en toda búsqueda hay encuentros inesperados que a veces resultan más atractivos que el objetivo inicial; por eso, la vida debe ser una búsqueda permanente, que se convertirá en un constante descubrir.

Al 14 de diciembre, que correspondería al año 10000 a. C., damos otro brinco fantástico hasta encontrar los primeros rastros de la agricultura, y unos tres días tecnológicos después, la domesticación de animales. Jericó, la primera ciudad de la historia, nace en diciembre 18, y las primeras noticias de Sumeria —4500 a. C.—, se tienen el 22 de ese mes.

El 24, como un regalo premonitorio de Navidad, surge la Edad de Bronce, que ya contaba con algunos antecedentes extraordinarios como el descubrimiento de la rueda —3500 a. C.—, ¡ni más ni menos!, y la aparición de la escritura en China —3000 a. C.—, bueno, ¡casi nada!

Como podemos deducir, las pirámides de Keops, Kefrén y Mikerinos en el desierto egipcio, que se elevan hacia el cielo 2600 años antes de Cristo, son obras que debieron haber contado con herramientas, técnicas, procedimientos, organización del trabajo, en suma, una ingeniería que en nuestros días —supongo que estarás de acuerdo conmigo— sería de todas formas admirable y que nos resulta, aun ahora, inexplicable e inexplicable.

El 27 y 28 de diciembre corresponden a la Edad de Hierro. En ese periodo son esculpidas las cabezas colosales olmecas —más de 1100 años antes de nuestra era— y se construyen, por obra y gracia de Fidias —440 años antes de Cristo—, la Acrópolis de Atenas y su impresionante Partenón. No es sino hasta pasado el 28 de diciembre— sin que esto sea alusivo, ya que aún no se celebraba al día de los Santos Inocentes— que llegamos a nuestra era.

Recordemos algunas cosas notables —señaladas sólo como elementos de referencia— que la civilización logró en los siguientes días del calendario virtual:

29 de diciembre

5:15, Coliseo de Roma (80 d. C.)

11:53, Brújula china (271 d. C.)

17:15, Teotihuacán (425 d. C.)

19:51, Chichén Itzá (600 d. C.)

30 de diciembre

8:38, Primer libro impreso (868 d. C.)

13:14, Mezquita de Córdoba (990 d. C.)

14:42, Cerámica china (1100 d. C.)

20:11, Primera catedral gótica (1200 d. C.)

23:40, Mitla (1300 d. C.)

El último día del año tecnológico, como te puedes imaginar, es el día de los grandes descubrimientos, de los desarrollos tecnológicos que han transformado radicalmente el planeta y la vida de todos los seres que lo habitamos, en todos los órdenes; en algunos aspectos para bien y en otros no tanto. Pero detrás,

junto o enfrente, arriba o debajo de cada acontecimiento de esta naturaleza, se encuentra, como queda claro, la ingeniería.

Como recordatorio, te envío un listado de algunos de estos asuntos de último minuto de nuestro año tecnológico virtual para tu referencia, con objeto de que en su recorrido vayas imaginando la forma en que han influido en la sociedad, y también para que vayas afinando tu puntería sobre la diana en la que te gustaría acertar:

| Año | Desarrollo | Autor | País de origen |
|------------|------------------------|------------------|-----------------------|
| 1450 | imprenta | J. Gutemberg | Alemania |
| 1608 | telescopio | H. Lippershey | Países Bajos |
| 1714 | termómetro | D. G. Fahrenheit | Alemania |
| 1765 | máquina de vapor | J. Watt | Reino Unido |
| 1769 | automóvil de vapor | N. Cugnot | Francia |
| 1800 | pila eléctrica | A. Volta | Italia |
| 1803 | locomotora de vapor | R. Trevithick | Reino Unido |
| 1814 | locomotora ferroviaria | G. Stephenson | Reino Unido |
| 1821 | motor eléctrico | M. Faraday | Reino Unido |
| 1831 | dínamo | M. Faraday | Reino Unido |
| 1837 | telégrafo | S. Morse | Estados Unidos |
| 1839 | fotografía | L. Daguerre | Francia |
| 1856 | acero | H. Bessemer | Reino Unido |
| 1867 | dinamita | A. Nobel | Suecia |
| 1876 | teléfono | A. G. Bell | Estados Unidos |
| 1877 | fonógrafo | T. A. Edison | Estados Unidos |

| | | | |
|------|----------------------------|------------------------------|-----------------------|
| 1879 | lámpara incandescente | T. A. Edison | Estados Unidos |
| 1885 | motor de combustión | G. Daimler | Alemania |
| 1890 | computadora | H. Hollerith | Estados Unidos |
| 1894 | proyector de cine | F. Jenkins | Estados Unidos |
| 1895 | rayos X | W. C. Roentgen | Alemania |
| 1896 | telégrafo inalámbrico | G. Marconi | Italia |
| 1896 | radio | G. Marconi | Italia |
| 1903 | aeroplano | F. y L. Wright | Estados Unidos |
| 1924 | televisión | J. L. Blair | Reino Unido |
| 1940 | televisión a color | G. González C. | México |
| 1942 | reactor nuclear | E. Fermi | Estados Unidos |
| 1946 | computadora electrónica | J. P. Eckert | Estados Unidos |
| 1947 | transistor | Bardeen <i>et al.</i> | Estados Unidos |
| 1959 | circuitos integrados | Kilby y Noyce | Estados Unidos |
| 1960 | láser | C. H. Townes | Estados Unidos |
| 1971 | microprocesador | T. Hoff | Estados Unidos |
| 1975 | fibra óptica | Labs. Bell | Estados Unidos |
| 1976 | súper computadora | Van Tassel y Cray | Estados Unidos |
| 1979 | disco compacto | Joop <i>et al.</i> | Países Bajos-Japón |
| 1988 | internet | _____ | Estados Unidos |
| 1991 | página web | _____ | Estados Unidos |
| 1993 | telescopio Keck | Universidad de California | Estados Unidos |
| 2000 | genoma humano | Cele Genomics | Estados Unidos |

Al hacer esta lista, me ha sacudido de emoción —y de nostalgia— el imaginar que si alguien me hubiese ofrecido la misma reflexión cuando en 1953 aspiraba a ingresar a la Escuela Nacional de Ingenieros, se hubiera tenido que detener en el transistor. Imagínate la frustración de tu padre, que estudió en su curso de Electrónica I todos los tubos de vacío —los bulbos—, que integraban entonces los equipos de comunicación y sonido de vanguardia y las pocas y enormes computadoras existentes —verdadera e inútil “quemada de pestañas”—, cuando tres años después aparecieron los circuitos integrados.

Acéptame el retruécano electrónico simplón: sin actualización permanente e inmediata sobre los tales circuitos integrados, en sólo tres años se me hubieran desintegrado mis circuitos. Obviamente, todos los años de mi ejercicio profesional que he dedicado a las telecomunicaciones, incluidos los recientes y actuales, los hubiera tenido que ocupar en otro muy distinto trajinar —a lo mejor me hubiera tenido que dedicar al fútbol, lo que me hubiera obligado a vivir “de la patada”.

Perdona la broma, y déjame volver a la seriedad de nuestra reflexión para decirte que estoy seguro de que la lectura de cada descubrimiento, máquina, proceso, etc., estimuló tu imaginación y te fue ubicando virtualmente en una planta, una obra, un laboratorio, un cubículo, y habrás sentido una reacción interior de gozo o de rechazo que te irá indicando la senda que te place; supongo también que la lectura de cada nombre de quienes han dado a la civilización tales riquezas, te habrá despertado intereses diversos de curiosidad, de emulación o de conocimiento. Más aún, si trascen-

diendo el propio descubrimiento, de suyo extraordinario, recorres la historia de sus efectos, el imaginar su impacto te resultará sin duda fascinante.

Analiza tan sólo lo que produjeron los tres descubrimientos que sir Francis Bacon identificó en el siglo XVIII como la fuente de las grandes transformaciones del renacimiento europeo: la imprenta, la pólvora y el compás magnético, por cierto todos originarios de China. Estas tres aportaciones son responsables, entre otras muchas cosas, de la revolución de la literatura, de la guerra y de la navegación, tres cuestiones que cambiaron para siempre el rumbo de la civilización y la cultura de la humanidad.

El impacto de la imprenta en la cultura universal es tal, que se le considera causante de la aparición de la conciencia social moderna, de la secularización y la comercialización de la industria editorial, de la revolución protestante contra Roma, del despegue y universalización de la ciencia, del florecimiento de la literatura y de la posibilidad de la educación universal, por citar sólo algunos de sus efectos.

Debes saber que cuando Gutemberg hizo funcional el invento chino, se estima que había en toda Europa alrededor de 30,000 libros, manuscritos esencialmente por clérigos, sobre temas religiosos, y que cincuenta años más tarde el acervo impreso ascendía a nueve millones de libros de contenido diverso, lo que estimuló el renacimiento europeo. Y desde luego, el desarrollo tecnológico no se limitó a la industria editorial, sino que invadió los territorios más diversos, como pudieran ser nuevas técnicas artísticas —grabado, serigrafía—, la elaboración del papel moneda que

transformó el comercio, o incluso, ahora, la fabricación de microcircuitos.

A imagen y semejanza de aquella explosión de la actividad editorial, hoy podemos decir que Arpanet, la primera red de computadoras que nació en los Estados Unidos en 1962, conectaba cuatro sitios: la Universidad de California en Los Ángeles, su campus en Santa Bárbara, el Instituto de Investigaciones de Stanford y la Universidad de Utah. Cinco lustros más tarde se crea la Internet, que crece 20 por ciento cada tres meses. En 1991 nace la página web y para 1994 hay incorporadas a Internet 45,000 redes de computadoras. Al iniciarse el siglo XXI, la red global cuenta con cerca de 500 millones de usuarios, aunque sólo alrededor de dos están en nuestro país.

La pólvora, que apareció en China en el siglo X y llegó a Europa en el XIV, fue el detonador —aquí sí se justifica la designación literalmente— del desarrollo de la industria del acero, de nuevos conceptos y técnicas de construcción de fortificaciones, y por añadidura de la “guerra moderna”, que con su sofisticada evolución se ha constituido como una industria particularmente rentable para algunos.

Y qué decir del compás, que además de dar a los chinos el conocimiento de la declinación magnética, permitió a la navegación europea dominar durante varios siglos los siete mares, conquistar tierras de ultramar y transformar económica, política, social y culturalmente al mundo.

Cabría preguntarse por qué si los descubrimientos se dieron en China, su aprovechamiento mayor sucedió en Europa. Una de las respuestas que me in-

teresa exponerte, aunque no necesariamente sea la única causa, es que la relación cultura-tecnología no es de ninguna manera simple; el impacto de una tecnología es distinto en una cultura que en otra y cada una selecciona, asimila o desarrolla las tecnologías que le son convenientes y aceptables. Por eso es insoslayable considerar los valores culturales de una sociedad antes de proponerle un desarrollo tecnológico, y nunca imponérselo.

Hay un ejemplo de esto, a la vez ilustrativo y hermoso. Durante la segunda parte del siglo XVI, había más pistolas en Japón que en el resto del mundo. Este desarrollo tecnológico que en 1543 les llegó de Portugal, se abandonó a final del siglo como arma de guerra y se volvió a la espada, al arco y la flecha y a la lanza. Para la cultura japonesa, la espada poseía aspectos simbólicos y artísticos, y valores culturales que trascendían su función de arma, daban a los guerreros sentido de heroísmo, de honor y estatus, y su uso estaba ligado a teorías estéticas sobre movimientos adecuados y elegantes del cuerpo humano, que aún vemos en las artes marciales japonesas.

De este apunte, por demás acotado, sobre las consecuencias de los desarrollos tecnológicos y su relación con los valores culturales de la sociedad, resulta obvia la importancia de que al tiempo que te adentras en la parte básica de la ingeniería, válida para todas las áreas de la actividad profesional, conozcas a Platón, a Aristóteles y a Sócrates, que siendo filósofos, establecieron el origen del pensamiento lógico, del razonamiento formal, base del método científico y del desarrollo ulterior de la tecnología; como debes

conocer a Demócrito, a Euclides, a Pascal, a Descartes, a Bertrand Russell...

El conocimiento no sólo de las aportaciones, sino de las vidas de los grandes hombres y la forma en que enfrentaron su destino, observaron, buscaron y lograron lo que nos han legado, te servirán sin duda para iluminar tus ideas y tu sendero. Tales de Mileto, Arquímedes, Herón de Alejandría, Vitruvio, Ptolomeo, Leonardo da Vinci, Copérnico, Galileo, Torricelli, Huygens, Newcomen, Watt, Franklin, Coulomb, Oersted, Ampere, Ohm, Faraday, Maxwell, Edison, Hertz, Marconi, Rutherford, Bohr, De Broglie, Born, Einstein, Planck... deben formar parte de la élite de tus maestros de siempre. Búscalos, llámalos, conócelos, inquiérellos, tenlos cerca de ti; estarán siempre prestos a ofrecerte su sabiduría, ya despojados de toda soberbia —si la hubo—, por la gloria de la inmortalidad.

De ellos podrás aprender que en la vida, a diferencia de la geometría, el camino más corto entre dos puntos no necesariamente es la línea recta, y como los ríos que se estrechan a veces para ensancharse luego, que incorporan afluentes o se transforman en tributarios de plácidos lagos, que fertilizan tierras aunque a veces se desborden en su trayecto hacia el océano, podrás enriquecer en diferentes órdenes tu existir y con el creciente acervo de tu alforja, gozar la vida en plenitud y ser útil a los demás.

No dejes de hacerlo, porque aunque algo aprende el que camina, por distraído que sea, si vas siempre atenta a lo que va surgiendo y cuando descanses lo haces a la sombra del buen árbol, aprenderás que

cada paso te dará nuevas luces, nuevos bríos y nuevos entusiasmos para impulsar tu apasionante andar.

Y así como la rueda, que apareció en Mesopotamia 3500 años antes de nuestra era y desde entonces no ha dejado un solo instante de rodar, la evolución de la tecnología continuará sorprendiendo al hombre con sus aportaciones, para las cuales el esfuerzo de quienes, como tú, creen en sí mismos, en su profesión y en el progreso de la humanidad, habrá de ser trascendente.

Corto aquí esta ya larga misiva, dejando para tu reflexión una frase de Leonardo: “Hay que buscar por el placer de buscar, no por el de encontrar.” ¡Hazlo siempre!, que esa es la única y verdadera fuente de la eterna juventud, la fascinante fuente de Juvencio.

Hasta muy pronto,
tu padre

Carta VII

Del área y de la función

Querida Vero:

Ya hemos hablado de la ingeniería “sin apellido” y hecho un recorrido, así sea supersónico, por el ámbito del desarrollo tecnológico. Ahora no estaría por demás dar un paseo, desde luego un poco más pausado, por los diferentes espacios de la ingeniería y por las funciones que dentro de alguno de ellos te gustaría desempeñar.

En una vieja e interminable discusión académica, que se ha llevado a cabo seguramente en todas las escuelas de ingeniería, las divergencias entre los generalistas y quienes apoyan la especialización continúan presentes; las argumentaciones y las posiciones irreductibles de unos y otros se mantienen firmes, en tanto la evolución tecnológica abre nuevos espacios de conocimiento y la vorágine de información hace imposible siquiera el estar al tanto de todas las novedades. El “ingeniero en ingeniería” que en algún momento se buscaba como solución y que se estableció en algunas escuelas del extranjero fue derrotado por la avalancha de especialidades y subespecialidades que exige el mercado de trabajo, que desea —craso error— que los egresados de las escuelas empiecen a “producir” desde el primer día de labor.

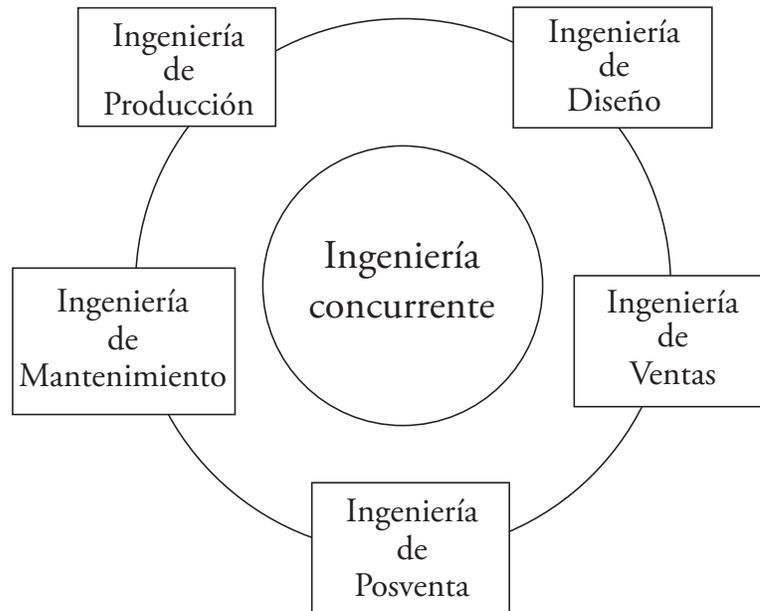
Así, ha sido necesario agrupar en grandes áreas de especialidad a quienes se inclinan por la construcción de obras —ingeniería civil y topográfica—; a los interesados en la termodinámica y la manufactura —ingeniería mecánica—; la que deriva del electromagnetismo, que reúne a los amantes de la electricidad, la electrónica, las telecomunicaciones, las computadoras, la informática; la que se refiere a las ciencias de la tierra, en donde se forman ingenieros geólogos, mineros, petroleros, geofísicos; o la de ingeniería industrial, que pone énfasis en la organización de sistemas de producción.

Otras, que la costumbre y la tradición han ubicado incluso en edificios y escuelas diferentes en las universidades, ofrecen al futuro ingeniero el amplio espacio de la química o la cultura del agro, donde la biología se convierte en ciencia fundamental.

El desarrollo tecnológico es tal, que aunque todas las áreas tienen bases comunes, se ha tenido que caer en la especificidad, tal vez antes de lo deseable, irremisiblemente. Por más que alguien ha dicho que “la especialización no es sino una forma de renuncia”, y otros más irónicos dicen que “la especialización es saber cada vez más de cada vez menos, hasta lograr saber todo de nada”, la contundencia de la realidad la ha convertido en una especie de tabla de salvación para el naufragio, en el inmenso mar del desarrollo tecnológico siempre en movimiento.

Además, surgen a diario nuevas opciones, más profundas pero más estrechas, y la interdisciplina se convierte también, aunque resulte paradójico, en especialidad. La bioingeniería y sus múltiples ramas,

la ingeniería de materiales o la ingeniería ambiental, por ejemplo, tienen muchos adeptos, y la llamada ingeniería concurrente, que exige la participación de diversas disciplinas y áreas del conocimiento para enfrentar un problema determinado —claro, con diversos ingenieros—, abre nuevos horizontes y obligan al trabajo en equipo.



Muchas más habrán de aparecer, pero es previsible que girarán en torno a un grupo de tecnologías que integran la microelectrónica, la biotecnología, los nuevos materiales, las telecomunicaciones, la informática, la aeronáutica, la robótica y el cómputo. Y en general, todo alrededor de la revolución biomolecular, la del quantum y la de la computadora.

“Gran cosa es ser universal” dijo Leonardo da Vinci, sin considerar —y no creo que haya sido por ignorancia o por modestia, “sino todo lo contrario”— que la presencia mundana de un ser como él era irrepe-

tible. Los demás —mortales más normales—, debemos conformarnos con la “universalidad” que da el adentrarnos en profundidad en algún tema más o menos especializado y conocer e interesarnos en todos los demás y desde luego, reitero, *en todo lo demás*.

Una vez definido el “gran tema” y conocido a fondo —ese conocimiento te servirá además para hacerte de un método y formarte un disciplina rigurosa y crítica—, deberás optar por una o dos actividades dentro del ámbito elegido: diseño, construcción, operación, producción, investigación, desarrollo, docencia, consultoría, supervisión, administración, divulgación, etc., como áreas especiales, aunque hay que estar consciente de que la tecnología de la información ha hecho evolucionar la práctica de la ingeniería de tal forma que hoy el diseño y la manufactura o la construcción, por ejemplo, antes entidades francamente distintas, son en buena medida funciones interactivas, por no decir partes de la misma función, y los temas de operación, mantenimiento, organización, administración, control, se plantean y resuelven en equipos multidisciplinarios que trabajan juntos, permanentemente, desde el inicio del proceso.

El enfoque sistémico, el trabajo en equipo de grupos de distintas disciplinas, las prácticas de liderazgo, es decir, la actividad del ingeniero formado como “solucionador” de problemas integrales y no sólo como especialista en un ámbito aislado, en la búsqueda de menores costos, mejor calidad y mayor productividad, es la moderna ingeniería.

De ahí que resultan válidos los postulados de la Comisión Delors —que por mandato de la UNESCO

se dedicó al análisis de la educación en todos los niveles y de los objetivos de la enseñanza—, que señalan la necesidad de que la educación se enfoque a que el estudiante “aprenda a ser, aprenda a hacer, aprenda a conocer y aprenda a convivir”.

En tanto lo vas logrando, tendrás que cursar las ciencias básicas: matemáticas, física, química —en la dosis adecuada para la carrera que elijas y la que permitan u ofrezcan los programas de estudio—, con todo rigor y con la conciencia de que es la última oportunidad para consolidar formalmente lo fundamental, lo permanente, lo esencial.

A pesar de la insistencia de los maestros de esas ciencias, que en general quieren saturar a los alumnos con el máximo posible de conocimientos básicos, se ha impuesto en la enseñanza formal, afortunadamente, entre otras cosas por el tiempo limitado que el estudiante puede dedicarle y por su costo, un cierto equilibrio entre los conocimientos básicos y los de aplicación, que ya Ortega y Gasset señalaba en “la economía de la enseñanza” de su célebre *Misión de la Universidad* en los siguientes términos:

El principio de economía no sugiere sólo que es menester economizar, ahorrar en las materias enseñadas, sino que implica también esto: en la organización de la enseñanza superior, en la construcción de la Universidad, hay que partir del estudiante, no del saber ni del profesor. La Universidad tiene que ser la proyección institucional del estudiante, cuyas dos dimensiones esenciales son: una, lo que él es: escasez de su facultad ad-

quisitiva de saber; otra, lo que él necesita saber para vivir.

[...] Hay que partir del estudiante medio y considerar como núcleo de la institución universitaria, como su torso o figura primaria, exclusivamente aquel cuerpo de enseñanzas que se le pueden con todo rigor exigir, o lo que es igual, aquellas enseñanzas que un buen estudiante medio puede de verdad aprender.

[...] ¿Cómo determinar el conjunto de enseñanzas que han de constituir el torso o *mínimum* de Universidad? Sometiendo la muchedumbre fabulosa de los saberes a una doble selección:

1. Quedándose sólo con aquellos que se consideren estrictamente necesarios para la vida del hombre que hoy es estudiante. La vida efectiva y sus ineludibles urgencias es el punto de vista que debe dirigir este primer golpe de podadera.

2. El resto que ha quedado por juzgarlo estrictamente necesario tiene que ser aún reducido a lo que de hecho pueda el estudiante aprender con holgura y plenitud.

No basta que algo sea necesario. A lo mejor, aunque necesario, supera prácticamente las posibilidades del estudiante, y sería utópico hacer aspavientos sobre su carácter de imprescindible. No se debe enseñar sino lo que se puede de verdad aprender. En este punto hay que ser inexorable y proceder a rajatabla.

Según este principio, y suponiendo que los planes y programas de estudio responden satisfactoriamente

a lo “estrictamente necesario” para un estudiante medio, será importante que, en la medida de tus posibilidades y deseos, no te limites a tomar notas, a seguir un libro de texto y a apegarte a lo que dice el programa o lo que enseña el profesor. Aquello que cumplas más allá de tus obligaciones escolares, sin el reto del examen final, será la diferencia para escalar más peldaños en esa apasionante escala de la existencia que es la del conocimiento, que te hará más libre y, naturalmente, mejor profesional.

La profesión no consiste en aprobar, así sea con excelentes calificaciones, los exámenes finales de cada curso, sino el estar preparada para aprobar todos los exámenes que se presentan a diario a un profesional, y en los que no se puede reclamar al profesor el que no haya expuesto ese tema en su clase.

El éxito en la vida corresponde siempre a los que hacen algo más que los demás, y puedes estar segura de que los frutos del esfuerzo adicional, que no es esfuerzo agotador sino dedicación estimulante, pero que a veces no brotan de inmediato, suelen ser los más apetecibles y también los más redituables.

Por eso también, cada vez con mayor frecuencia, los estudios de posgrado se convierten en requerimiento para el desarrollo profesional o incluso para la obtención de un puesto de trabajo; lo menciono ahora que apenas vas a iniciar tu licenciatura, porque aun sin saber qué harás después, debes desde ahora tener la convicción de que seguirás estudiando. Y eso te llevará muy seguramente a intentar obtener una beca; los méritos para ello —cada vez más competido—, se deben ir forjando desde hoy, a partir de la primera hora de tu primer curso en la Universidad.

Volviendo a la licenciatura y a las diferentes opciones de la ingeniería, te será fácil discernir en el momento adecuado entre la civil, las ciencias de la tierra, la química, la agronómica, la electromecánica o la industrial. Sus áreas de trabajo se distinguen de manera tan clara, que tu incorporación a una de ellas, la que corresponda a tus gustos, debe ser sencilla y casi automática. Ya después la subáreas requerirán un análisis más de detalle y ciertamente un conocimiento mayor de sus características, para cuya selección te ayudará la preparación básica que ahora inicias.

Y aquí vuelvo a tu pregunta sobre si hay que optar por lo que te gusta —“amor el arte”, decías— o por lo que te conviene según el mercado de trabajo. Aquí también retomo a Ortega y Gasset en aquello de que “el hombre es él y su circunstancia”. Hay que trabajar de manera de que lo que te gusta te convenga.

Perteneces a una generación de jóvenes latinoamericanos a la que le ha tocado vivir permanentemente en situación de crisis nacionales. En ellas, los requerimientos de ingeniería de todo orden son evidentes, a pesar de lo cual los profesionales recién egresados pasan apuros para obtener un trabajo bien remunerado. Que eso no te arredre, ni oriente —o desoriente— tu decisión. No debes dejar de analizar las circunstancias, pero tu vocación es la que debe dirigir tus pasos y nunca dejarte llevar ni por la moda de alguna profesión o actividad, por seductora que parezca —generalmente resulta pasajera—, y menos aún por el temor de que la que te gusta no te permita vivir en forma adecuada.

Rescato del ya citado libro de Fernando Savater, *El valor de educar*, lo siguiente:

Volvamos a la primariamente estéril contraposición entre educación e instrucción. Bien entendidas, la primera equivaldría al conjunto de las actividades abiertas —entre las cuales la ética y el sentido crítico de cooperación social no son las menos distinguidas— y la segunda se centraría en las capacidades cerradas, básicas e imprescindibles pero no suficientes. Los espíritus poseídos por una lógica estrictamente utilitaria (que suele resultar la más inútil de todas) suelen suponer que sólo la segunda cuenta para asegurarse una posición rentable en la sociedad, mientras que la primera corresponde a ociosas preocupaciones ideológicas, muy bonitas pero que no sirven para nada. Es rotundamente falso y precisamente ahora más falso que nunca, cuando la flexibilización de las actividades laborales y lo constantemente innovador de las técnicas exige una educación abierta tanto o más que una instrucción especializada para lograr acomodo ventajoso en el mundo de la producción.

El futuro —ese tiempo en el que vas a pasar el resto de tus días—, no se prevé, se construye; se trata —vuelvo a Hugues de Jouvenel—, de “un dominio de libertad, de poder y de voluntad, que supone la existencia de un proyecto”. El porvenir está abierto para muchos futuros posibles, que cada persona va moldeando según sus intereses y acciones. Si tu pro-

yecto es ser ingeniera, ¡adelante!, y recuerda que el viento sopla siempre favorablemente para el que sabe hacia dónde va.

El destino personal debe forjarse con razón, con inteligencia, con pasión y sin temores. Cada uno de nosotros, según Amado Nervo, es “el arquitecto de su propio destino” —hago esta cita, aunque me expongo a crítica por el hecho inusitado de decirle a una joven que pretende ser ingeniera que es... “arquitecto”, aunque me refiera al diseño del destino propio, porque la considero muy hermosa y orientadora.

Es importante considerar que si existen las necesidades de una profesión —y en nuestro país, como en toda Latinoamérica, el número de ingenieros de todas las especialidades es muy bajo— deben existir los profesionales que las atiendan; y esos profesionales deben estar conscientes de que su objetivo no debe limitarse a conseguir un trabajo, sino a buscar la forma de incidir en la atención de las necesidades existentes, entre las que está el crear empleos, incluyendo, cuando así lo exigen las circunstancias, el propio.

Así pues, es conveniente que repases, con la mirada de tu vocación, los programas de estudio, para seleccionar el área que mejor se adapte al perfil de ingeniero que resulte del ejercicio que antes te propuse y lanzarte a la conquista de tu título. El par de años de los primeros estudios, que en general son válidos para todas las áreas de la ingeniería, serán también un tiempo magnífico para madurar ideas, ajustar rumbos y consolidar tus intereses y vocación.

El tránsito por la carrera, el mejor y mayor conocimiento de la profesión y de las necesidades de tu

entorno, el contacto con tus maestros y los profesionales de tu especialidad, y los nuevos horizontes que se abren para quien camina oteando siempre el porvenir, te indicarán más adelante qué función te gustaría desempeñar y qué tipo de estudios deberás emprender después de tu licenciatura: diplomados, una especialización, una maestría, un doctorado, o simplemente la actualización permanente que exige la ingeniería.

Para todo ello vendrán los tiempos adecuados, pero siempre debe tenerse la mirada y la mente orientadas a la meta más alta. Independientemente del área y la función que elijas, la cultura deberá ser condición presente en tu vida, para ser mejor ingeniera y persona. De esto quisiera contarte en la próxima carta.

Espero tus reflexiones sobre lo que aquí te he escrito.

Hasta la próxima,
tu padre

Carta VIII

Del futuro de la profesión

Querida hija:

Tus comentarios llenos de frescura, tus preguntas inteligentes y reveladoras, tus dudas equivalentes a tu interés, y el cúmulo de inquietudes que surgen de cada dato, de cada nueva experiencia, de cada propuesta, me obligan a posponer mi anunciada carta relativa al ingeniero y la cultura, para dedicar antes unas líneas a un par de temas que, aunque subyacen en todo lo hablado, es conveniente hacer explícitos: el cambio cualitativo en la función del ingeniero y cómo éste debe organizarse para atender sus nuevas responsabilidades con atingencia y efectividad.

Tratemos el primero. Habiendo hablado suficientemente del pasado, ¿qué te parece que entremos ahora un poco a la especulación sobre el futuro, aunque tomemos algo de vuelo —sólo unas referencias— de nuestros últimos segundos del “año tecnológico” que estudiamos?

“Hacer pronósticos es siempre complicado, sobre todo cuando se refieren a futuro.” Esta célebre frase, que se ha atribuido a múltiples autores, desde los más serios hombres de ciencia hasta los cómicos de la lengua, digna al menos del no menos célebre “filósofo de Güemes”, es ratificada nueve de cada diez veces

que alguien se aventura más allá de lo aparentemente razonable, y hace que muchos escépticos de la planeación la comparen con el juego del siete y medio, que como lo definiera don Pedro Muñoz Seca en su simpatiquísima obra *La venganza de Don Mendo* es, ni más ni menos:

juego vil
que no hay que jugar a ciegas,
pues juegas cien veces, mil,
y de las mil, ves febril,
que o te pasas o no llegas.

Si no, que lo digan predicciones que de “acertadas”, se han convertido en “clásicas”, como la de aquel alto ejecutivo de la Western Union, la primera empresa telegráfica norteamericana, que en 1876 sentenció: “El teléfono tiene demasiadas complicaciones como para ser considerado en serio un medio de comunicación.”

O la de Lord Kelvin, el famoso físico británico, quien independientemente de haber propuesto la escala absoluta de la temperatura y descubrir la Segunda Ley de la Termodinámica, dijo: “Máquinas voladoras más ligeras que el aire, no son posibles.”

Y más recientemente, de otros personajes que no se quedaron atrás en su atinada visión de futuro como Thomas Watson, que siendo presidente de la IBM en 1943, expresó: “Creo que en el mundo habrá mercado tal vez para cinco computadoras.”

Bill Gates, el multimillonario y genial presidente de Microsoft, a pesar de su indiscutible mente visionaria, suponía en 1981 que “640,000 bytes de memoria deben ser suficientes para cualquiera.”

Robert Metcalfe, inventor de Ethernet, dijo en 1990: “Internet se colapsará catastróficamente en 1996.”

A pesar de la complejidad de la prospectiva, o tal vez por eso mismo, siempre es atractivo no sólo saber qué piensan los que seguirán errando, aproximándose o acertando en el análisis de los futuros posibles, sino aventurar los nuestros, en un apasionante ejercicio de imaginación, en una práctica de razonamiento deductivo, en un llamado provocador a nuestra inspiración, o en un ejercicio que trate de reunir todas estas posibilidades a un tiempo.

La aparición de nuevas tecnologías en las comunicaciones y en el cómputo, de nuevos materiales y de componentes cada vez más eficientes y pequeños, de paquetes de programas cada vez más poderosos y de la transmisión vía satélite, las comunicaciones digitales, las fibras ópticas y la microelectrónica, por señalar lo más evidente, obliga a enfocar el análisis no sólo hacia tendencias cuantitativas, que son impresionantes, sino fundamentalmente a cuestiones de carácter cualitativo. No es casual que las telecomunicaciones, la computación y la informática den a nuestra era una connotación especial.

Cuando se habla de la era de la comunicación, de la era de la información o la informática, de la era de la computación; cuando el control tecnológico del Big Brother del que nos advertía Orwell en su famoso *1984* están ya a la disposición de los poderosos, con los peligros sociales inherentes; cuando una buena parte de lo que Toffler llamaba hace 25 años, en los análisis futurológicos de su Tercera Ola, “la psicósfera”, “la infósfera” y “la telecomunidad” y que entonces

parecían ciencia-ficción, son realidad cotidiana en los países desarrollados; cuando desde los ochenta Naisbitt señalaba en su libro *Megatrends* que la nueva fuente de poder no sería el dinero en manos de unos pocos sino la información en manos de muchos; y cuando ya no se trata con espacios físicos unidos por transportes, sino con espacios conceptuales comunicados electrónicamente, es evidente que ya no estamos hablando de tendencias que orienten hacia modificaciones cuantitativas, sino de transformaciones profundas que atañen a la médula de la existencia —suponiendo que la existencia tiene médula.

Remontémonos al pasado, esos segundos que te proponía de nuestro calendario, para tomar vuelo, y luego dárselo a la imaginación: 490 años antes de Cristo, Pheidippides hubo de correr más de 40 kilómetros para informar en el Ágora ateniense de la victoria que 9,000 griegos bajo el mando de Calímaco y Miltiades habían obtenido sobre los 20,000 persas de Datis y Artafernes en Marathón. Este esfuerzo, según cuenta Tucídides, costó la vida al joven guerrero, hecho en cuya memoria la carrera de esa distancia en el atletismo lleva el nombre de la célebre batalla.

Cristóbal Colón llega a América el 12 de octubre de 1492, y no es sino hasta seis meses después que su patrocinadora, doña Isabel de Castilla, conoce del logro. El 25 de mayo de 1783, Carlos III de España manda expedir las Reales Ordenanzas para la Dirección, Régimen y Gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva España y de su Real Tribunal General de que ya hablamos, pero sólo hasta

enero del año siguiente es posible promulgarlas en México.

Los ingleses se enteran hasta cinco días después del magnicidio de Abraham Lincoln en 1865, pero el mundo ve en sus televisores, un siglo más tarde, el asesinato de Kennedy unos minutos después de suceder, y en 1969, en vivo y en directo —con 1.3 segundos de diferencia— el arribo de Neil Armstrong a la luna.

Hoy, como te consta, así como vemos tanto los deportes como las guerras exterminadoras al tiempo que suceden, no importa dónde, compramos “futuros” de bienes o servicios que aún no se producen con sólo apretar un botón de nuestra pequeña computadora personal, o alguien se compromete en matrimonio, a través de la red, con una persona que no conoce; incluso —cosas de la vida— hay “enlaces virtuales”. En un anuncio reciente que vi en los Estados Unidos, se leía: “Los niños requieren buena alimentación, buena educación y... ancho de banda.” ¿No es increíble?

¿No ha cambiado todo esto la manera de pensar, de actuar, de vivir, de ser, vamos, hasta la manera de andar de una buena parte de la humanidad?, ¿qué nos puede ofrecer el futuro de la era de la información y las computadoras?, ¿qué debemos esperar de los ingenieros de y en ese futuro? No, por cierto, que ya no aprendan matemáticas, “porque las computadoras les resolverán todas las operaciones, por simples que sean”, sino por el contrario, que les quede claro que el conocimiento de las matemáticas modernas —no las que estudió mi generación bajo la creencia de que

eran una ciencia inmovible—, con su proceso evolutivo comprendido, es esencial.

Desde luego, nuevos problemas surgen a diario, y la solución de algunos gracias a la tecnología, no es óbice, sino a veces es incluso causa, para la aparición de otros, nuevos y complejos. Como señaló un autor anónimo: “Las computadoras pueden resolver prácticamente cualquier problema, excepto el del desempleo que crean”, y si, según la Ley de Moore, cada 18 meses se duplican su velocidad y su capacidad, ¿que sucederá en poco tiempo, cuando con la vinculación de la computación y la biotecnología sean una realidad, comercial incluso, las computadoras de ADN y las memorias holográficas que superarán ampliamente los índices de Moore?

Según el doctor Shapiro, de la Universidad de Tel Aviv, las computadoras de ADN podrán almacenar más información en un centímetro cúbico que la que hoy se puede guardar en un trillón de discos compactos. Las células vivas contienen máquinas increíbles que manipulan moléculas con información codificada como ADN y su primo químico ARN. En forma fundamentalmente similar a la computación, un trillón de componentes de ADN, que caben en un tubo de ensayo, pueden hacer un millón de operaciones. Y esto tampoco es ciencia-ficción: hace más de diez años Leonard Adleman usó ADN en un tubo de ensayo para resolver un problema matemático en la Universidad del Sur de California.

Pronto el acceso a las capacidades de cómputo será prácticamente ilimitado y prácticamente gratuito. Agrega a esto que, dentro de 15 años —se comenta— a

nadie se le ocurrirá adquirir una computadora “sin sentido común” —aunque esto parezca algo sin sentido—. Efectivamente, grupos multidisciplinarios de científicos e intelectuales trabajan para crear, aprovechando el poder de las computadoras y sus megamemorias, una base de datos con decenas de millones de respuestas de “sentido común” a preguntas elementales que, alimentadas a una máquina, la harán reaccionar más rápidamente y con más sentido común que la mayor parte de los mortales, frente al 99 por ciento de las preguntas que generalmente se ocurren. Las máquinas seguramente no pensarán, pero responderán mejor que la mayor parte de la gente que piensa sin mucha profundidad.

¿Estaremos ya entrando a *La era de las máquinas espirituales*? (como titula su último libro Ray Kurzweil, uno de los más geniales inventores del siglo XX, quien antes había escrito *La era de las máquinas inteligentes*, títulos ambos en los que obviamente las computadoras son protagonistas).

Kurzweil escribe que en 2009 la gente portará cuando menos una docena de computadoras sin piezas móviles y sin teclado, ligeras y pequeñas, de alta resolución visual, en joyas, vestido, relojes, integradas en *body LANs* que les darán múltiples servicios: telefonía, páginas web, sistemas de identificación para transacciones financieras, monitoreo de las funciones del cuerpo, navegación en la red, etc. Una computadora de 1,000 dólares tendrá capacidad para manejar un trillón de cálculos por segundo. Las supercomputadoras igualarán cuando menos la capacidad que tiene el cerebro humano —aunque pocos

la usan, ciertamente— de 20 millones de billones de cálculos por segundo, ¿lo puedes creer?

En 2019, según Kurzweil, “las computadoras son prácticamente invisibles. Están integradas en todas partes —paredes, mesas, sillas, escritorios, ropa, joyas, y en el cuerpo”. En ese momento, según el autor, que es un científico de reconocido prestigio y no un escritor de ciencia-ficción: “La mayor parte de la interacción con las computadoras es a través de gestos usando las manos, los dedos, las expresiones faciales y a través de la comunicación verbal de dos vías con lenguaje normal. La gente se comunica con las computadoras de la misma forma que se comunica con otro humano, verbalmente y a través de la expresión visual.”

Con el equivalente a 4,000 dólares actuales se podrá tener una computadora con una capacidad equivalente a la del cerebro humano, pero ésta seguramente te la venderán con un buen manual de operación, con el que no contamos —como es lamentablemente evidente—, para nuestros propios y humanos cerebros. En 2029, con 1,000 dólares de hoy, podrás tener una computadora con una capacidad equivalente a 1,000 cerebros humanos.

Kurzweil también relata algunas cuestiones que pudiéramos calificar de inverosímiles vinculadas con estos desarrollos, en donde la diferencia entre el hombre y la máquina se minimiza; en que, y de ahí el título del libro, la sensibilidad humana, la inteligencia artificial, los componentes electrónicos y el espíritu se unen, y en momentos se funden y se confunden.

Y ya no te hablo de su visión prospectiva hasta 2099, que se sale un tanto del horizonte de mi ima-

ginación —y obviamente de mis posibilidades de comprobarlo—; mejor lo dejo para que lo leas, seguramente con asombro y deleite, y saques tus conclusiones.

Pero independientemente de lo que pueda confirmar el futuro, imagínate lo que todo esto o una parte cercana a ello —ya que se trata de la evolución de lo que acontece, “de avances inexorables” según la presentación del libro, y no de elucubraciones fantásticas— podrá significar para la salud, la educación, la seguridad, la política, la cultura... y desde luego para la ingeniería.

Jacques Attali, escritor inteligente, financiero, intelectual, pero no científico, en su libro *Milenio*, escrito varios años antes, dice, entre muchas cosas interesantes y provocadoras:

Los signos anunciadores de abundancias son numerosos. Nuevas tecnologías, provocadas por la competencia, permiten, al automatizar los procesos de producción, reducir los costos de los objetos industriales existentes, tales como el automóvil o los electrodomésticos. Más concretamente, la automatización de la manipulación de las informaciones hace posible reducir el trabajo necesario para producirlos [...] esta automatización lleva a la producción en serie de objetos nuevos, sustitutos de servicios hasta entonces prestados por los hombres a otros hombres.

A estos nuevos objetos [...] los llamo objetos nómadas, porque tienen en común ser ligeros, sin lazos, llevados por cada individuo, y no ya,

como los bienes de consumo dominantes de la forma precedente, ser medios de desplazamiento (automóvil), o situados en domicilios (lavadora, televisor) y unidos a las redes.

Indica después que ya existen algunos de esos “objetos nómadas”: las armas, el vestido, el reloj, o más recientemente la computadora personal, micrófonos y teléfonos portátiles, que si bien han comenzado a trastornar la organización del trabajo no son sino “precursores irrisorios” de lo que vendrá.

Continúa:

Pronto aparecerán otros bienes nómadas que permitirán la transformación de objetos individuales producidos en serie (y, por tanto, creadores de beneficios) de dos servicios particularmente costosos para la colectividad: la sanidad y la educación.

En primer lugar, instrumentos de diagnóstico médico; luego de automedicación, y finalmente de prótesis médicas. Simultáneamente, las máquinas de enseñanza permitirán que cada niño reciba por sí solo un complemento de lo que aprende en la escuela. Estos objetos contribuirán a reducir el costo de la demanda al transformar servicios a cargo de la colectividad en objetos creadores de valor, y ayudarán también a extender el campo de la oferta, empujando a los consumidores a desearlos. Serán precisos entonces menos médicos y profesores, pero más ingenieros e informáticos para concebir objetos.

Así pues, el conjunto de las industrias de la manipulación informática tiene garantizado un gran futuro. Todo lo que haga “inteligentes” a los objetos existentes (automóvil y televisor), lo audiovisual (materiales y programas), las máquinas de diagnóstico y tratamiento médico, y finalmente los órganos artificiales, aparejará producciones industriales tan importantes como las de las dos formas anteriores, el coche o la lavadora.

Esta es la forma que se anuncia. No la deseo pero la preveo. El hombre, al igual que el objeto, será nómada, sin domicilio, ni familia estables, portador en él, sobre él, de todo lo que constituirá su valor social.

Y así siguen sus predicciones. ¿Será? ¿Es válido y ético decir: “no lo deseo pero lo preveo”, y ya? Antes de intentar responder, déjame agregar otras especulaciones a nuestro propio “milenio”, no sin antes resaltar las enormes semejanzas de las predicciones del científico experto y del intelectual sagaz.

¿Podríamos pensar entonces en que llegará el momento de que se supiese de algunos acontecimientos antes de que se produjeran, y esto no por la existencia de actos extrasensoriales, sino porque se pueda dar un día la posibilidad de la comunicación controlada del pensamiento?, ¿que podamos percibir las sensaciones de la muerte sin pasar por tan trágico trance —“gracias” a algún amigo que se nos adelantó en el camino y nos “avisa”—, o disfrutar de emociones agradables o tristes que activen nuestros sentidos por la comunicación?, ¿aparatos descendientes de “la

máquina para crear música” de Juan Nepomuceno Adorno podrían evolucionar hasta llegar a ser capaces, con software, computadoras y electrónica sofisticados, no sólo de producir música electrónica, como ya sucede, sino de componer la Décima Sinfonía de Beethoven, o terminar la Inconclusa de Schubert? ¿la fábrica de gobelinos de Bélgica encargará sus nuevos diseños a la tecnología telemática en lugar de copiarlos de los flamencos?, o ¿con sólo preguntarle a una computadora —obviamente con “sentido común”—, con un lenguaje llano y sencillo, podrá un joven saber qué carrera profesional debe seguir, sin la monserga de tener que leer y comentar todos los “rollos” que se le ocurra a su padre endilgarle —cuando menos para darle por su lado—, antes de tomar la decisión?

Y así aunque, afortunadamente para mi tranquilidad personal, no imagino ninguna máquina emuladora de Cervantes, de Shakespeare o de Molière, ¿no habrá todo cambiado?, ¿no estaremos en un mundo radical y cualitativamente diferente?, ¿no podrá esto, o algo muy parecido a esto, suceder en el ya muy próximo tiempo de tu ejercicio profesional?

Suena todo a ficción, es cierto, es ahora una ficción, pero a mi generación y a la de mis padres les ha tocado, en el tránsito del “radio de Galena” a las hazañas de la microelectrónica, ver convertirse en realidad muchas ficciones. Ya estamos “curados de espantos”; ya creemos hasta lo increíble.

Pero dadas las nuevas tecnologías, no debemos hablar del cambio en términos *normales* o solamente evolutivos. El futuro nunca ha sido, pero menos

hoy y en esto, una extrapolación simple del pasado o del presente.

“El futuro ya no será como era antes”, dijo Paul Valéry, y yo me acojo a sus palabras, por mi arraigada convicción de que cuando las respuestas son difíciles o las cosas inciertas hay que recurrir a los poetas, porque ellos tienen el predominio de la sabiduría metafísica.

Michio Kaku, físico teórico del City College de Nueva York, autor de *Hyperspace* y de *Visions*, dos libros extraordinarios en los que, incorporando la opinión de decenas de científicos del más alto nivel —premios Nobel incluidos—, irrumpe en los escenarios probables del siglo XXI, asegura que la investigación científica se dirige a la fusión de las tres grandes revoluciones de la ciencia contemporánea. Antes de 2050 —nos dice—, “La teoría del Quantum puede proveernos de transistores cuánticos microscópicos, más pequeños que un neutrón. La revolución de la computadora podrá ofrecernos redes neuronales tan poderosas como las que contiene el cerebro humano. La revolución molecular —los especialistas en ‘inteligencia artificial’ tratan de duplicar el cerebro humano, neurona por neurona—, nos podrá dar la habilidad para reemplazar las redes neuronales del cerebro con redes sintéticas, ofreciéndonos así una forma de inmortalidad.”

¿Y el cuerpo que aguante?, podríamos preguntar. Una vez identificados, si existen, los “genes de la edad”, aislados los “genes de la mortalidad” y con la posibilidad ya actual de hacer crecer o crear órganos humanos y reactivar órganos paralizados o inactivos

con microprocesadores, tal vez estemos en el umbral de lograr la verdadera fuente tecnológica de la juventud.

Como puedes ver, pensadores de todos los confines, de disciplinas diversas y de distintas edades y vocaciones, hoy agregan a las preguntas esenciales de los filósofos: ¿de dónde venimos? y ¿hacia dónde vamos?, las que provoca el impacto de la tecnología como cuestión existencial: ¿en qué nos vamos a convertir? o ¿en qué nos estamos convirtiendo? Y yo pregunto: ¿Qué respuesta tendremos primero? ¿Qué piensas de todo esto, mi querida Vero?

Vuelvo entonces a la pregunta: ¿es válido técnica y éticamente decir sobre el futuro: “no lo deseo pero lo preveo”?; ¿no sería más correcto actuar frente a lo que no se desea previniéndolo y no asumiéndolo como inexorable? Si parece bien, adelante; si no, actuemos oportuna e inteligentemente para que lo no deseado no suceda y en cambio orientemos nuestras acciones al logro del futuro deseado y tratemos de hacerlo posible.

Esa es una de las misiones del ingeniero en el mundo moderno. Adelantarse para resolver los problemas y prevenir las consecuencias de los cambios necesarios y claro, atender a un tiempo el tema de las diferencias existentes, de las brechas que parecen ampliarse sin remedio, pues el panorama antes descrito, muy posiblemente real para algunas sociedades o segmentos de algunos conglomerados, contrasta con otras realidades cercanas a nosotros, ante las cuales esa ficción realizable parece más ficción. Realidades que, por otro lado, no pueden ni deben ser ignoradas o

desatendidas ante el atractivo de la novedad, la espectacularidad de lo extraordinario o la “inexorabilidad de la tecnología” y el “poder global”.

La gran disyuntiva entre que el futuro nos alcance y tratar de alcanzar el futuro, diseñarlo y buscar que sea equitativo, o al menos no tan discriminatorio, deberá estar presente, querida Vero, en todas tus reflexiones profesionales.

Como se desprende de estos relatos, entre prometedores y fantasmagóricos, el futuro de la ingeniería, o la ingeniería del futuro, deberá encauzar por el camino de la ética y la equidad, junto al manejo de las fuerzas de la naturaleza —como rezan las definiciones clásicas de la profesión—, el control de las nuevas fuerzas de naturaleza tecnológica —aparentemente en franco frenesí— en beneficio de la humanidad.

Un reto nuevo, moderno también, pero que hace evidente y absolutamente necesaria para el ingeniero del siglo XXI es la sensibilidad que da la cultura, tema ya varias veces pospuesto, que te prometo abordar en mi próxima carta.

Hasta pronto,
tu padre

Carta IX

De la cultura del ingeniero

Querida hija:

Como te prometí, voy a darte mis puntos de vista sobre la cultura como requerimiento de toda profesión. Creo que el nivel de excelencia profesional está directamente relacionado con el nivel cultural del individuo. No es que necesariamente un hombre culto sea buen profesional, ni que no haya profesionales eficientes con escasa cultura, sino que sin cultura no se puede ser un profesional excelente. Y la cultura no se puede inyectar a través de algunos cursos en los programas de estudio, sino que se logra viviendo sus ambientes, sus diferentes medios y formas. No se trata de un conjunto de cosas que puedas comprar y consumir, sino de un enriquecimiento interno, del alimento del espíritu.

Bibliotecas, libros, revistas, conciertos, discos, exposiciones, museos, simposios, conferencias, teatros, círculos, peñas... y ahora, desde luego, los medios electrónicos y sus bases de datos, deben ser vehículos permanentes a disposición de quien ama la vida y herramientas cotidianas del profesional que se precia de serlo.

La ingeniería, que es consustancial a la vida moderna, modifica las relaciones personales, impacta

nuestra comodidad, nuestra salud y nuestra psique, altera nuestro trabajo, orienta nuestros gustos, nos induce al goce o a la frustración, estimula o altera nuestras capacidades sensoriales; todo ello, las más de las veces, sin darnos espacio para la consideración de sus efectos, inexorable ante nuestra ignorancia y capacidad de discernir.

Si un producto de la ingeniería altera el paisaje, modifica la ecología, sustituye al libro por la Internet o suplanta a Mozart, afecta la existencia de todos. Si un producto de la tecnología comunica a los hombres, sana sus enfermedades, regenera la tierra, incrementa la producción o da acceso a la cultura; modifica la vida.

La ingeniería es patrimonio de la humanidad, que la ha creado y acrecentado a través de generaciones. Aunque la sociedad no tenga conciencia de la magnitud del impacto que sobre ella tienen las acciones de nuestra profesión, es importante que los ingenieros sí la tengan, y para ello debe haber un nuevo paradigma, articulado por mujeres y hombres mejores, que buscan la excelencia en su trabajo y respetan la cultura; que siempre encuentran tiempo para discutir sobre pintura y música; literatura y filosofía; escultura y poesía; historia y genética, economía y política. Todo eso es cultura; en ella coexisten los campos humanístico, artístico, científico y tecnológico.

La cultura no es sinónimo de actividades y conocimientos aburridos, que no sirven para nada y producen urticaria con sólo nombrarlos o sueño cuando se nos imponen, sino cultura es el resultado del interés en todo lo extraordinario que ha logrado la huma-

nidad, de lo “que el hombre añade al hombre”, como la define Jean Rostand.

Para adquirirla, la lectura deberá ser uno de tus hábitos. Afirmaba Edmundo D’Amicis, el célebre autor de *Corazón, diario de un niño*: “Una casa sin biblioteca es una casa sin dignidad”. Tu biblioteca deberá albergar a los grandes maestros de la humanidad; en tus horas libres podrás saber de sus consejos, abreviar de su sabiduría, nutrirte de su genio, disfrutar su sensibilidad, conocer los frutos de su creatividad e inclusive constatar sus errores, que también han servido para encontrar mejores caminos para la humanidad.

Imagínate en la madurez de tu vida, en la paz de tu tranquilo atardecer, leyendo a los clásicos: Homero, Ovidio, Virgilio. Tu disfrute será mayor si empiezas a conocerlos desde hoy. Igualmente debes aprender de Moisés, que nos legó invaluable preceptos permanentes; de Hesíodo, que escribió sobre los trabajos y los días; también debes conocer a Diódoro de Sicilia y a Herodoto, que dejaron testimonios sobre la geofísica y la economía de Egipto; a Plinio el Viejo, que en el siglo primero de nuestra era escribiera la enciclopedia *Naturalis Historia*, y que falleció cuando estudiaba la erupción del Vesubio que destruyó Pompeya; y, desde luego, a San Agustín que escribiera ese libro monumental que son sus *Confesiones*, donde sus disquisiciones sobre el tiempo bastarían para justificar una obra y una vida.

En una carta anterior mencioné a personajes que, en función de tus intereses científicos y profesionales, deberán habitar tu biblioteca; ellos deberán compartir los estantes con Julio Verne, Alejandro Dumas, Mark

Twain, Carlos Dickens, Victor Hugo, Rudyard Kipling, Oscar Wilde, Miguel de Unamuno, Honorato de Balzac. Deberán ser huéspedes también José Ortega y Gasset, León Tolstoi, Rabindranath Tagore, Ladislao Estanislao Reymont, Fiodor Dostoievsky —que a más de escritor era ingeniero militar—, Emilio Zolá, Franz Kafka, Alejandro Manzoni, Stefan Sweig...

Si al español, al inglés y al francés se les llama respectivamente la lengua de Cervantes, la de Shakespeare y la de Molière, estos tres genios de la literatura deberán presidir en tus librerías a quienes han enriquecido con sus aportaciones esas lenguas. Ojalá puedas leerlos en su idioma original.

También debes conocer tu nación; mucho te ayudarán Bernal Díaz del Castillo con su *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España* y Hernán Cortés con sus *Cartas de relación de la conquista de México*; fray Bernardino de Sahagún con su *Historia general de las cosas de Nueva España* y naturalmente ese hermoso documento que es *La visión de los vencidos* de Miguel León Portilla; Carlos de Sigüenza y Góngora —científico e ingeniero mexicano del siglo XVII—, los *Ensayos* de Alejandro de Humboldt, la *Historia antigua de México* de Francisco Javier Clavijero y las obras de Lucas Alamán, así como las de José María Luis Mora, José C. Valadés y la *Historia general de México*, que coordinara don Daniel Cossío Villegas.

No deberán faltar a tus solitarios convivios literarios Ignacio Manuel Altamirano, José T. Cuéllar, Manuel Gutiérrez Nájera, Joaquín Fernández de Lizardi, fray Servando Teresa de Mier, Vicente Riva Palacio, ni Rafael Delgado. Deberán estar contigo

también, prestos para todo llamado, Manuel Payno, Victoriano Salado Álvarez, Martín Luis Guzmán, Mariano Azuela, Salvador Novo, Jaime Torres Bodet, Justo Sierra y Alfonso Reyes.

Juan Rulfo, Carlos Fuentes, Fernando del Paso, Juan José Arreola y Gabriel García Márquez deberán formar parte de quienes guíen tu gusto y tu sensibilidad, lo mismo que Enrique Rodó, José Martí, Simón Bolívar y José Santos Chocano, Benito Pérez Galdós, Juan Ramón Jiménez, Rafael Alberti y Domingo Faustino Sarmiento; José Vasconcelos, Miguel Ángel Asturias y Gabriela Mistral deberán participar en la formación de tu sentimiento de pertenencia, tan necesario para la defensa de nuestra latinidad ante los embates de la modernidad arrasadora... y desde luego deberás estar al tanto de los escritores contemporáneos, que le llevan el pulso a los sentimientos de la sociedad.

Y si, como deseo, te gusta la poesía, encontrarás una tranquila profundidad y un concepto sutil de la belleza; invita a tus tertulias a Sor Juana, Amado Nervo, José Juan Tablada, Manuel José Othón, Luis G. Urbina, Salvador Díaz Mirón, Manuel Acuña, Carlos Pellicer, Octavio Paz, Ramón López Velarde, Enrique González Martínez, Rubén Bonifaz Nuño, Jaime Sabines, Rosario Castellanos... y a Pablo Neruda, Antonio Machado, Federico García Lorca, Jorge Luis Borges, Juana de Ibarbourou, Gerardo Diego...

Esta relación, que dista de ser exhaustiva, es sólo un modesto indicador de lo que un profesional mexicano debiera, cuando menos, aspirar a saber. No es sino lo que debe tener como inicio tu interés por la

lectura. Es innecesario citar aquí los nombres de todos los autores por conocer, que por lo demás serían mi gusto —como en la lista anterior—, y no necesariamente del tuyo.

Lo que es un hecho maravilloso, en el que casi nunca reflexionamos, es que el todo de la humanidad está a nuestra disposición; sería lamentable desperdiciar esta oportunidad de crecimiento cultural, de búsqueda de la verdad, de solaz para la mente y el espíritu. Y más vale empezar cuanto antes, aunque a quienes encuentren el valor extraordinario de la lectura, les pasará lo que a don Marcelino Menéndez Pelayo, que en las vísperas de su muerte y frente a los pródigos estantes de su biblioteca dijo con nostalgia: “Qué lastima morirse, cuando me queda tanto por leer.”

El libro, ese vehículo fundamental de la cultura cuya posibilidad nos legara el genio de Gutenberg, te permite convocar en cualquier momento a un gigante de la historia de la humanidad para dialogar con él, lo que evita toda posibilidad de tedio y produce un enriquecimiento invaluable. A este respecto, se decía refiriéndose a un humilde personaje: “No hay príncipe que se trate tan bien: desayuna con Aristóteles, almuerza con Cicerón, toma el té con Helicón y cena con Séneca.” Aunque no se trata de tener necesariamente “apetito clásico”, como el del referido; el menú es vasto y en él hay “para todos los gustos y para todos los bolsillos”.

No dejo de reconocer que hoy los medios informáticos te puedan llevar a casi cualquier página al impulso de un golpe de tecla, pero esto no es ni tan satisfactorio ni tan gratificante —en términos co-

munes: ni tan sabroso— como leer un libro. Una consulta, el acceso a la información reciente y oportuna, nos lo permite con eficiente generosidad una computadora, que es en tal sentido insustituible, pero el deleite del libro, el goce incluso sensual que ofrece acariciarlo, hojearlo, ir y volver sobre él, hacerlo tuyo, viajar entre sus hojas, tenerlo entre tus manos, no lo ha logrado la cibernética.

El libro, a diferencia de la computadora, no es sólo un medio “amigable” de información y de cultura, sino un amante apasionado y apasionante. Hernán Lara Zavala —también “tocado” algún tiempo por la ingeniería—, nos dijo en una ocasión:

Siempre he afirmado que existe una gran diferencia entre un ingeniero que tiene el hábito de la lectura y uno que no lo tiene. Técnicamente ambos pueden ser excelentes, pero el que lee tiene la ventaja sobre el que no, de haberse adentrado en el ámbito de la posibilidad de muchas vidas cotidianas, de plantearse situaciones emocionales y morales que seguramente nunca llegará a vivir; donde el mundo recóndito y especializado de la ciencia pasa por fuerza a un segundo o tercer plano. Esta experiencia común, que permite observar la naturaleza humana en conflicto, resulta primordial.

[...] Es enorme el beneficio que puede aportar una conciencia humanística dentro de una carrera científica como la ingeniería [...]. Cuánto más provecho puede sacarse si a esa disciplina y a ese conocimiento físico-matemático del típico ingeniero, se la añade una conciencia de la historia y de la tradición de nuestro pueblo, de

sus riquezas y sus limitaciones; si se infunde una ética en nuestro diario proceder, si se nos dota de la capacidad de expresar nuestras ideas en nuestra lengua, con corrección y con claridad.

¿Y qué decir de la música, el arte por excelencia? Hay estudios que confirman su influencia en el desarrollo mental del individuo y su apoyo a la concentración, el relajamiento y la inspiración creadora. Con una pequeña inversión puedes disponer de la compañía de cualquier orquesta, de cualquier solista y de cualquier compositor a la menor invocación, y gozar de una interpretación perfecta, reproducida con fidelidad, es una posibilidad cotidiana. Podemos tener a la mano a Bach, a Mozart o a Beethoven —y obviamente también a Luis Miguel o a Frank Sinatra.

Debes contar así, de igual manera, con testimonios de Vivaldi, Wagner, Tchaikovsky, Brahms, Schubert, Chopin, Verdi; Ponce, Chávez, Revueltas, Prokofief, Stravinsky, Mahler... que sean de tu gusto, así como de los músicos contemporáneos que absorben las emociones de los jóvenes. Como en su tiempo nos volvía locos Elvis Presley, con sus extraordinarias interpretaciones y sus sensuales contorsiones que escandalizaban a nuestros padres.

Los nuevos adelantos tecnológicos proporcionan imágenes de alta definición y sistemas de sonido que reproducen cualquier entorno; así podrás disfrutar de grandes espectáculos, del ballet o la ópera, con los mejores elencos y las más extraordinarias producciones.

En cuanto a las artes plásticas, cuando puedas adornar tu casa con pinturas o esculturas hermosas no

dejes de hacerlo; entretanto, engalánalas con reproducciones de los grandes maestros o disfruta de ellos en los libros de arte. Vivir rodeado de expresiones del Giotto, de Leonardo o de Rafael; de Miguel Ángel, de Bernini o de Cánova; poder sentir en cualquier momento la magia de la paleta de Rembrandt, Tintoretto, Veronés o Tiziano; recrearse en los suaves paisajes de Pizarro o de Manet, o entender la vibración emocional de Rivera, de Siqueiros, de Orozco o de Picasso; incursionar en la “región más transparente del aire” —así era en mi juventud el Valle del Anáhuac— a través de un paisaje de Velasco o del Doctor Atl, o captar el impacto plástico de Federico Silva, de Sebastián, de Goeritz, no sólo produce gratificación a la vida, sino forma el carácter.

Una pintura es más que una obra de arte, es siempre una ventana al infinito y un estímulo permanente para la imaginación, y por lo tanto para la creación. Además, decía Leonardo: “La pintura es poesía que no se escucha; la poesía es una pintura que se escucha pero que no se ve.”

Naturalmente, cuando tengas la oportunidad de asistir a un concierto o ver a los grandes maestros y las grandes expresiones del arte, no lo dejes de hacer. Pocas emociones tan extraordinarias y experiencias más enriquecedoras pueden tenerse, como estar frente a alguna de las grandes obras de la humanidad o ante los genios de excepción, y pocas cosas tan útiles para un profesional como participar de los frutos de la cultura.

Me habrás oído decir que lo más cercano a la perfección, o a la “calidad total” —para usar un tecnicismo acorde con mi “deformación profesional”— de

que he sido testigo es una representación del Ballet Kirov o una interpretación de la Orquesta Filarmónica de Berlín. Ya verás qué importante es tener experiencias de esa naturaleza, que aparentemente no tienen nada que ver con el trabajo cotidiano.

Claro que, aunque la calificación de artes mayores toca fundamentalmente a lo llamado “clásico”, la cultura comprende múltiples expresiones que, cuando provienen de verdaderos artistas, son igualmente enriquecedores del alma y del espíritu. Así, la cinematografía, la fotografía, las artes escénicas, son parte inseparable de la cultura. Incorpóralas a tu vivir tanto como puedas.

Mi convicción sobre la importancia de un ambiente cultural para la formación integral de un ingeniero no es un acto de fe, o una persuasión teórica y libresco, sino se fundamenta en experiencias vividas. Déjame contarte una historia que me llena de satisfacción:

Desde hace muchos años me he lanzado a algunas aventuras culturales, queriendo colaborar a la creación de un ambiente culto vinculado con nuestra profesión. Siendo alumno de la Facultad de Ingeniería, varios estudiantes constituimos la Sociedad Cultural, organizamos una sala de música, con un equipo estereofónico —era la gran novedad— que nos donó un fabricante de esos equipos, y presentábamos programas de música clásica —obviamente, con discos de pasta de 33 revoluciones por minuto, también donados— que los estudiantes podían escuchar mientras estudiaban matemáticas... o resistencia de materiales. Fue tal el éxito que le solicité al director de la Ópera Nacional, amigo mío, que uno de los ensayos de cada obra que se presentaría en Bellas Artes lo hi-

ciera en el auditorio de la Facultad, lo que aceptó con gran entusiasmo —él acompañaba al piano a los cantantes—. La primera presentación tuvo un público que no pasó de los cincuenta alumnos, la segunda llenó medio auditorio, la tercera agotó las butacas y para la cuarta tuvimos que poner un equipo de sonido fuera del auditorio, para los que no cupieron en la “sala”. No sabes cuántos alumnos de la Facultad, desde aquellas experiencias, se incorporaron al gusto por la música clásica, entre los cuales hay verdaderos melómanos... y mejores ingenieros.

Con esos antecedentes, cuando fui director de la Facultad se fundó la Academia de Música del Palacio de Minería y su Orquesta Sinfónica, que ya tiene 25 años de estar en los primeros planos del arte musical mexicano, gracias al apoyo de aquellos melómanos y otros más; logramos que el maestro Federico Silva “forrara” por fuera y por dentro el Auditorio Javier Barros Sierra con murales y esculturas espléndidas; invitamos conferenciantes de alto nivel de todos los temas habidos y por haber —comparecieron, entre otros: Clementina Díaz y de Ovando, Ionesco, Miguel León Portilla, Arnaldo Córdova, Juan José Arreola...— y fundamos la Feria Internacional del Libro, que también tiene 25 años de reunir en el Palacio de Minería a grandes escritores y a magníficas editoriales de todo el planeta. Cuando inauguramos la Primera Feria Internacional del Libro, un periodista me preguntó por qué los ingenieros organizábamos un evento como ese. Mi respuesta fue otra pregunta: ¿por qué no?

Te digo todo esto porque estoy convencido de que la lectura, la admiración por el arte y el gozo por la

música refinan el gusto y enriquecen el espíritu. Y porque la educación, el gusto delicado y una probidad a toda prueba me han parecido siempre cualidades esenciales del individuo.

La cultura es, reitero, un asunto fundamental; en ocasión de una de las conferencias mencionadas, a la que tuve el privilegio de asistir, Eugenio Ionesco, el memorable escritor del “teatro del absurdo” dijo algo parecido a esto: “la cultura es un conjunto de cosas inútiles, sin las cuales es imposible la vida”.

Para el ingeniero —lo digo sin el menor afán de enmendar la frase de Ionesco, que me parece ingeniosa y provocadora— la cultura es un conjunto de cosas de absoluta utilidad, sin las cuales no puede ayudar cabalmente a mejorar la vida de la sociedad y se convierte a menudo en un personaje que puede trastornarla de manera brutal e irreversible.

Pero además de importante, la cultura es —pese a los enormes esfuerzos de los medios masivos de comunicación para demostrar lo contrario—, divertida, entretenida, ¡padre!

En la cultura, merecen mención especial, como condiciones necesarias y distintivas de un profesional de excelencia, el dominio del lenguaje —a propósito de mi última, entusiasmada expresión—, el conocimiento de otros idiomas distintos al materno —y para los ingenieros, especialmente el inglés, que se ha convertido en el idioma universal de la tecnología y los negocios—, y el manejo de las herramientas de la informática.

Regresaré sobre estos últimos en otra carta.

Hasta ella

Carta X

Del aprovechamiento del tiempo y la planeación

Querida hija:

Si bien asimilar la información que hemos compartido en estas cartas requerirá tiempo, durante tu formación profesional entrarás en contacto con conocimientos cuya asimilación requerirá no sólo de todo tu tiempo —pero finalmente todo es vida y la vida ocupa todo el tiempo—, sino de su adecuada organización.

Sabia virtud de conocer el tiempo,
a tiempo amar y desatarse a tiempo,
como dice el refrán: dar tiempo al tiempo...

decía Renato Leduc en un soneto de por sí admirable, pues juega con la palabra “tiempo”, que no rima con ninguna otra, y donde lamenta:

—ignoraba yo aún que el tiempo es oro—
cuánto tiempo perdí, ¡ay! cuánto tiempo...

y aunque el soneto termina:

...cómo añoro
la dicha inicua de perder el tiempo

yo rescato las frases del poeta filósofo y dejo para la vejez las del poeta bohemio; ambas válidas, pero... ¡todo a su tiempo!

Traigo esto a colación porque siempre parece difícil encontrar el tiempo para hacer todo lo que ha menester. En principio puedo decirte que una parte no despreciable de cualquier problema se resuelve con buena organización, dando a cada cosa su valor y su prioridad —lo que debiera ser, prácticamente, un reflejo condicionado de todo ingeniero.

La planeación y la programación, que son especialidades, maestrías y doctorados en varias carreras, incluyendo la ingeniería, deben preceder a toda acción en la vida, y en ellas la definición de prioridades es asunto fundamental. Aquí otro encuentro con Emilio Rosenblueth:

Ni el desarrollo tecnológico, ni lo que cueste el uso del cerebro para llevar a cabo una buena planeación y un diseño tan innovativo como sensato, son lujos que nos podremos dar cuando seamos ricos; son hoy necesidades que urge colmar para que no se agrande la distancia entre nuestro país y los más prósperos, para que nuestros compatriotas puedan mejorar la calidad de vida, para que investigadores e ingenieros cumplamos con la misión que se nos encomienda; con la que ilusionados, nos asignamos a nosotros mismos: la de servir significativa y eficientemente al país que amamos.

Una buena organización de todas tus actividades te permitirá ahorrar tiempo, que podrás aprovechar

para enriquecer tu existencia. No debes olvidar que el tiempo es un recurso extraordinario si se le emplea bien, y el tiempo perdido es irrecuperable —aunque Marcel Proust nos haya obsequiado con su *En busca del tiempo perdido* una obra cumbre de la literatura.

No pretendo que te obsesiones y te alejes del entretenimiento y del recreo, que son necesarios para la salud, sino que respetes, cuides y emplees el tiempo como el recurso maravilloso que es. La expresión “el tiempo es oro” es válida, pero el tiempo es también tu campo de juego; como señala el profesor Juan Delval: “El manejo del tiempo es la fuente de nuestra grandeza y el origen de nuestras miserias, y es un componente esencial de nuestros modelos mentales.”

Esto va también como advertencia contra los impulsos que tantas veces nos llevan a “querer acabarnos el mar de un buche”, como expresa un sabio dicho mexicano. Todo a su tiempo; “como dice el refrán, dar tiempo al tiempo”, escribió Leduc.

Dicen que Napoleón, en los momentos de mayor presión, previos a sus grandes batallas, solía afirmar: “Despacio, que llevo prisa”. Y fiel a mi afición taurina, en cuya fiesta el tiempo es sinónimo de maestría, de arte y de poder, pero también recurso de vida y preludio de muerte, como en la propia existencia, te transcribo un párrafo extraído del libro *El toro bravo* de don Álvaro Domecq:

Despacio, como planean las águilas seguras de sus presas. Despacio, virtud suprema del toreo. Despacio, como se apartan los toros en el campo.

Despacio, como se doma un caballo. Despacio, como se besa y se quiere, como se canta y se bebe, como se reza y se ama. Despacio.

El ingeniero Javier Barros Sierra me dijo una vez que la palabra *recreo* se asignaba al tiempo que un individuo, dedicado a la actividad que fuere, requería para romper las rutinas a que prácticamente toda actividad obliga, y recuperar la capacidad de crear que las propias rutinas inhiben. Agregaba, con la ironía que siempre lo caracterizó, que además el recreo era un espacio de descanso también para las víctimas del individuo alienado por su actividad, ya que al menos durante ese lapso suspendía sus tonterías.

Tú eres de una generación que no leyó, como la mía, casi como receta educativa, las cartas de Lord Chesterfield a su hijo, así que lee esta joya:

Nada deseo tanto como que conozcas lo que muy pocos conocen: el verdadero uso y valor del tiempo. Esta sentencia se halla en boca de todo el mundo, pero son muy raros los que la practican. No hay simple, de los que pierden su tiempo en nonadas, que no escoja algún proverbio trillado, entre los miles de ellos que hay, y que no lo recite para probar el valor y la rapidez del tiempo. Los cuadrantes solares, por toda la Europa, tienen también alguna inscripción ingeniosa al mismo intento; de suerte que nadie desperdicia su tiempo sin ver y oír diariamente cuán necesario es emplearlo bien, y cuán irrecuperable cuando perdido. Pero todas estas prevenciones son

inútiles cuando no hay fondo de buen sentido y de razón, más capaz de sugerirlas que de adoptarlas. Por los informes sobre tu manera de emplear tu tiempo, me lisonjeo de que posees ese fondo, que es el que te procurará verdaderas riquezas. En consecuencia no es mi ánimo enviarte un ensayo crítico sobre el uso y el abuso del tiempo, sino que me contentaré con darte algunas ideas, relativamente al uso de una porción particular del dilatado tiempo que espero tienes que gozar: me refiero a los dos años próximos. Recuerda, pues, que cualquier conocimiento a que no pongas una base sólida antes de cumplir diez y ocho años, no te será fácil adquirirlo después, y te quedarás sin él toda tu vida. Los conocimientos son una especie de retiro, y una forma confortativa y necesaria en la edad avanzada; y si no la plantamos en nuestra juventud, no nos obligará cuando seamos viejos. No exijo, ni espero de ti, una grande aplicación a la lectura, desde el momento que te lanzares al gran mundo; sé que esto es imposible, y aun en ciertos casos impropio. Esta es, pues, la época, y la única época, en que debes aplicarte al estudio con afán no interrumpido. Si a veces te pareciere el trabajo algo penoso, reflexiona que la fatiga es inseparable en un viaje necesario, y que mientras más horas caminares al día, más presto llegarás a tu camino; así como mientras más temprano te hicieres apto para gozar de tu libertad, más pronto la obtendrás; de modo que tu emancipación depende enteramente del modo con que te manejares de aquí a entonces.

Y concluye Lord Chesterfield con este párrafo que, aunque lo puedas y me puedas juzgar algo procaz, vale como ejemplo:

Conocí a un caballero tan ecónomo de su tiempo, que no quería perder ni aun aquella pequeña porción que la naturaleza le obligaba a pasar en las secretas, sino que empleaba estos momentos en repasar todos los poetas latinos. Compró una edición común de Horacio, de la que arrancaba un par de hojas que llevaba consigo al lugar necesario; y después de leídas, las enviaba como un sacrificio al albañal, aprovechando así momentos que sin eso habría necesariamente perdido; yo te recomiendo que sigas su ejemplo. Esta ocupación vale más que hacer solamente lo que no puede dejar de hacerse en aquellos instantes; y de ello resultará que siempre tendrás en la memoria, todo lo que hubieres leído de esta manera. Los libros de ciencias y los clásicos deben ser leídos con continuación; pero hay muchísimos, y aun muy buenos, que pueden leerse con provecho, a ratos perdidos, de un modo inconexo; tales son los buenos poetas latinos, excepto Virgilio en su *Eneida*; y tales son también la mayor parte de los poetas modernos, en los que hallarás muchas piezas dignas de ser leídas y que no requieren arriba de siete u ocho minutos de atención.

Me habrás oído decir, entre bromas y veras, que una parte no despreciable de mi humilde cultura la debo a consejos como el anterior, por lo que lo comparto

con gusto, aunque hoy resulte en una “carta preñada”. No importa, en alguna ocasión leí una de esas frases que se quedan grabadas en la memoria: “en todo libro grueso, hay un buen libro delgado que tiene la intención de salir de él”; de la misma forma, esta carta de Lord Chesterfield puede salir de la mía para ofrecer un momento de regocijo y una eternidad de beneficios.

Naturalmente, en la planeación no todo es ni se refiere al tiempo, independientemente de que todo en él repercuta, y que él todo lo impacte. La planeación, hija natural del sentido común, a pesar de ello y tal vez por ello —a los hijos naturales con frecuencia se les discrimina o no se les hace mucho caso— lamentablemente no ha sido una muy presente entre nuestras costumbres.

La planeación, dice alguna de las definiciones clásicas, es un proceso de reflexión sobre lo que es necesario hacer para ir de una situación presente a un futuro deseado. Aunque es poco común un proceso de planeación epistolar, lo que hemos estado intentando en nuestra correspondencia no deja de ser un ejercicio en tal sentido, y el entusiasmo que has manifestado me indica tu buena disposición a pensar en el futuro, en acomodar ideas para luego organizar acciones, lo que te será utilísimo.

Un buen diagnóstico de la situación presente, claridad en los objetivos y en la definición de prioridades, el establecimiento razonable de metas y el conocimiento de las opciones que hagan factible lograrlas —frecuentemente lo deseable no es posible—; una adecuada instrumentación de las acciones decididas,

un control permanente de la evolución de las mismas para saber si no se desvían de los objetivos, y en su caso corregir lo corregible o modificar objetivos y metas —los planes deben revisarse, corregirse, actualizarse, modificarse permanentemente; ya que todo es dinámico y cambiante—, son, en apretada síntesis, los pasos de la planeación.

Estarás de acuerdo en que el párrafo anterior simplemente confirma que se trata de una sistematización de cuestiones de sentido común, pero como el sentido común es el menos común de los sentidos —como decía mi padre—, creo importante insistir en él.

El futuro, ese tiempo único en el que el hombre puede influir a través de sus decisiones, aun cuando está parcialmente hipotecado por acciones previas, requiere, para parecerse a lo que desearíamos, de un proyecto, de un plan. Ese proyecto debe ser definido por quienes habrán de vivir el futuro que representa y en cuya construcción participarán. La conciencia de la necesidad de la planeación y de la participación democrática en la elección del proyecto debe ser una condición natural del ingeniero. Pero hay que ser conscientes, querida Vero, de nuestras limitaciones en relación con nuestra “cultura de planeación”. ¿Tendremos realmente vocación para ella, o definitivamente es una característica que no va con nuestra idiosincrasia?

Si esto último fuera cierto —mucho me temo que es así—, tenemos ahí un reto a superar, porque no se puede subsistir en el mundo actual pensando —como dice nuestro himno nacional— que “nuestro eterno destino por el dedo de Dios se escribió”.

Hemos sido por tradición —lo dicen las crónicas, lo repetimos orgullosos en cientos de foros, en reuniones y corrillos—, buenísimos para la improvisación. Nos sobra ingenio y siempre encontramos la forma de resolver nuestros problemas, “por desprevénidos que nos agarren”. Hemos ido transcurriendo por la historia sin la presión de la “ruta crítica”, sin esa disciplina tan propia de los sajones que todo lo tienen previsto, calculado, definido. Hemos confiado en nuestra capacidad de improvisación, esa mágica virtud que nos caracteriza, pero que ante las realidades de la modernidad, las complejidades de la globalización y los retos e incertidumbres del futuro, ha dejado de ser virtud y ha perdido su magia.

Vivimos una época de grandes cambios, y éstos están interrelacionados; las transformaciones tecnológicas con las económicas, las económicas con las sociales y éstas con las económicas, que a su vez provocan transformaciones tecnológicas que estimulan la investigación científica, y así sucesivamente. Todo esto debe obligarnos a todos, y particularmente a los ingenieros, a educarnos para ver hacia el porvenir, a formarnos una mentalidad capaz de mirar siempre más adelante, a un plazo más largo, sobre todo cuanto más rápidas e interrelacionadas sean las transformaciones que nos interesan. El hacerlo y el convencer a los demás de la importancia de la planeación, la previsión y la prospectiva son también responsabilidades de la profesión.

La lógica nos dice que a mayor incertidumbre, mayor es la necesidad de la previsión. Siguiendo a Peter Drucker, uno de los gurúes norteamericanos

del tema, los ingenieros “deben considerar las áreas de discontinuidad en la incertidumbre de la modernidad”, donde sobre la económica —magnificada por las contradicciones de los modelos neoliberales—, y la política —representada por la crisis de los partidos políticos y la del Estado benefactor— destacan la discontinuidad tecnológica que todo lo trastoca y la del conocimiento, en las que la ingeniería juega un papel estelar.

Estos conceptos subrayan la inquietud que te he expresado sobre el ingeniero como persona culta, porque cuando se actúa para modificar el presente, como sucede en todas las acciones de esta profesión, el principio necesariamente integral —holístico, como hoy se dice— de la planeación requiere de conocimientos universales.

De ello, creo, ya escribí con amplitud suficiente, y en esta carta, donde te hablo del cuidado y aprovechamiento del tiempo, no quisiera abusar más de él y alargarme como me ha sucedido en casi todas, llevado por el entusiasmo de comunicarte mis experiencias. Espera entonces la siguiente, pero no dejes de hacerme conocer tus reflexiones y no olvides estos versos de Machado:

Despacito... y buena letra,
que el hacer las cosas bien
importa más que el hacerlas.

Con cariño,
tu padre

Carta XI

Del buen ingeniero y la educación permanente

Vero:

Ya hemos hablado de la importancia de estar siempre al día. Hoy, y sobre todo en las carreras vinculadas con el desarrollo tecnológico, quien no estudia permanentemente pasa a la obsolescencia en periodos cada vez más cortos. Podemos decir, sin ninguna exageración, que los ingenieros no estudiamos una profesión para ejercerla toda la vida, sino que debemos estudiar toda la vida para poder ejercer la profesión.

Aunque Edmundo O’Gorman señala que “estar al día es sacrificar la imaginación”, en la ingeniería no estarlo es renunciar a la profesión. Ahora bien, puede buscarse el modo de estar al día sin sacrificar la imaginación, es decir, no aplicar indiscriminadamente la receta de la última medicina tecnológica de patente, sino la adecuada para el enfermo, para lo cual es necesario conocer todos los remedios existentes, incluyendo los más recientes, pero sin olvidar los remedios caseros ni la medicina alternativa.

Ingresas a una actividad de actualización permanente. Cuando recibas el título de ingeniera, ello significará que el jurado que te examinó te consideró capacitada para ejercer la profesión ese día y los próximos; para ratificar ante la sociedad tan honrosa dis-

tinción, deberás dedicarte a tu constante actualización y a aprobar el examen diario al que te someterá el único jurado cuya calificación es inapelable: la vida misma.

Sobre este compromiso, te transcribo los consejos recibidos de Marte R. Gómez, que luego él escribiera para los jóvenes agrónomos de México:

No renuncies nunca a la disciplina del estudio. Si no fuiste discípulo ejemplar, para que estudies lo que no hayas aprendido en la vida de la escuela; si fuiste alumno destacado, para que no te sientas defraudado más tarde, cuando otro, a quienes veías menos dotados que tú, te saquen delantera en la vida, como ejemplifica la conocida fábula de la liebre y la tortuga.

Seguir cultivando con la mayor amplitud, para lo venidero, las disciplinas de tu profesión, sobre todo las de tu especialidad, quiere decir que estés al día y que sepas siempre, como titulado, todo lo que vaya surgiendo y que ni siquiera tus maestros te hubieran podido enseñar.

De lo contrario, tus compañeros de estudios, o tus discípulos, si el destino te conduce a la cátedra, te verán con ojos de sorpresa primero, de indiferencia más tarde —puede que hasta con lástima, porque la juventud siempre es implacable para emitir juicios—, y dirán ¡pobre fulano, que empolvado está!

Cuando lo que te conviene es estar siempre terso y brillante, al día y, de ser posible, adornado con el pavón de conocimientos retrospectivos que

permiten ver sumadas en ti las luces brillantes de los modernos con las suaves tonalidades de los clásicos.

De momento, te recuerdo que tu visión fundamental es la de estar informado de lo que aparece año con año y al decenio que venga por cuanto a tus previsiones. En otras palabras, que no te caiga como llovida del cielo ninguna de las adquisiciones técnicas o científicas con las que se enriquezca tu profesión, y que de tiempo en tiempo trates de compararlas para saber en qué medida podrán modificar tus cálculos con respecto a tus metas, más o menos como actúan los tripulantes de las naves espaciales, manejando controles que rectifican su trayectoria para cumplir con la misión que les fue asignada.

En nuestras disciplinas, querida hija, se estima que en promedio, en menos de cinco años se duplica el conocimiento, lo que significa que quien no estudia a lo largo de toda la vida, no tiene que esperar mucho para verse superado por la vorágine de la tecnología.

Nureyev, el extraordinario bailarín ruso, decía que cuando no entrenaba un día, lo sabía él; cuando dejaba de hacerlo dos días, lo sentía su cuerpo y cuando faltaba a sus rutinas tres días, lo notaba todo el público. Yo te puedo asegurar, sin exageración, que en la ingeniería moderna pasa lo mismo que en el ballet clásico y que, cuando se deja de estar al día, es muy difícil recuperar la brecha, que se amplía geométricamente a cada instante.

Afortunadamente, existen medios agilísimos y “amigables” —como hoy se dice— para la actualización profesional, y su acceso es sencillo y atractivo; a veces, incluso, económico. La necesidad y la responsabilidad de estar al día deben ser una satisfacción gustosa que forme parte de nuestra actitud y de nuestras acciones cotidianas. Naturalmente, se debe ser selectivo para optar por las mejores formas de actualización y para los temas de dedicación más acuciosa, pero la preparación para hacerlo con eficiencia debe empezar de inmediato.

Don Alfonso Reyes, eminente escritor mexicano dijo en alguna ocasión: “Hoy no podemos conocer a fondo la historia de los caldeos, por falta de información. Los hombres del futuro no podrán conocer a fondo la de nuestra época, por exceso de información”; y eso que don Alfonso murió hace varias décadas, imaginándose apenas el vertiginoso desarrollo de los últimos años. No conoció la evolución de las computadoras, el formidable desarrollo y disponibilidad de las bases de datos y la Internet, pero su expresión no deja de tener sentido a pesar de lo que nos pueden ofrecer los adelantos de la cibernética.

Por eso también se dice que antaño la escasez de libros era muy desfavorable para el progreso de la ciencia y en cambio ahora lo es la abundancia, porque confunde e impide el pensamiento propio.

Aquí está uno de los retos fascinantes de la ingeniería: estar al día sin sacrificar la imaginación y sin impedir el pensamiento propio. Creo que finalmente, no resulta tan difícil. Un colega, Carlos Vélez Ocón, decía que “Cuando la gente se acostumbra a pensar, a veces se le queda el vicio.”

Acéptame un paréntesis a este respecto, para dimensionar lo que esto es en la actualidad, según la información que aparece en el interesantísimo libro de John Naughton *Una breve historia del futuro*. El autor relata que los creadores del índice Altavista, que pretende contener el listado de las páginas disponibles en la red, decían en 1995 que si se construyera un programa que ejecutara sin parar la misma operación, simplemente para revisar los 100 millones de páginas que en ese momento tenía el índice, tomando alrededor de una página por minuto, se emplearían más de 182 años. Según el pronóstico que se hacía en ese año, en el 2000 habría en la red un acervo del orden de 800 millones de páginas. A eso, sin imaginarse seguramente la magnitud, se refería Alfonso Reyes.

Por ello es que te digo que desde ahora debes considerar a las computadoras y a la informática como elementos literalmente vitales para el ejercicio de tu profesión y para tu desempeño como estudiante, y su conocimiento profundo, como basamento y herramienta para tus mayores posibilidades de actualización permanente.

Pero, sobre todo, es importantísimo que como estudiante te apliques, desde luego, a aprender, y particularmente, a “aprender a aprender”. El *aprendizaje durante toda la vida* es el nuevo concepto educativo que revoluciona el conocimiento y que, otra vez, vuelve a traer a la palestra aquello del sentido común. Bueno, decir “nuevo concepto” no es más que un nuevo decir; el hilo negro se inventó —aunque no te lo puse en la lista de los grandes descubrimientos— hace un buen rato. Tom Sawyer, el inolvidable personaje de

Mark Twain, decía que él “había abandonado la escuela porque ésta interrumpía su educación permanente”.

En la profesión, a imagen y semejanza de muchas personas que habiendo aprendido a leer se convierten en analfabetas funcionales por no ejercer sus capacidades durante un tiempo prolongado, el *analfabetismo funcional ingenieril* se logra rápidamente y es difícilmente reversible.

Todo lo anterior no hace más que confirmar que si es ahora fundamental una nueva concepción del profesional, lo que hemos llamado antes un nuevo paradigma, lograrlo requiere también una distinta manera de ser estudiante.

El aprendizaje basado en la memoria y en la información, por el mismo exceso de ésta, ha dejado de ser eficaz y debe dar lugar —hablamos siempre de altos niveles de calidad— a un estudiante más activo, miembro de una “sociedad de aprendizaje” —que está en construcción— dentro de la “sociedad de la información” que ya es una realidad.

Esta nueva organización de aprendizaje es la que Peter Senge define como la que expande su capacidad para lograr los resultados que ella verdaderamente desea; en la que se nutren nuevas y mayores formas de pensamiento; en donde la aspiración colectiva es la libertad y “en la que la gente está continuamente aprendiendo a aprender junta” y cuyos componentes —concluye en ese clásico que es *La quinta disciplina*— son: la superación personal, los modelos mentales, la construcción de visiones compartidas, el aprendizaje de y en equipo y los sistemas de pensamiento colectivo.

Como la concibe David A. Garbing: “Una organización con la habilidad de crear, adquirir y transferir conocimiento y de modificar su comportamiento para reflejar conocimiento y perspicacias.” O la muy simple que propone Graham Guest, como: “aquella en que se da prioridad al aprendizaje”.

En la sociedad de la información —estarás de acuerdo en esta verdad de perogrullo— no podemos hacer a un lado la información que nos lega la historia, ignorar la que gracias a los adelantos tecnológicos nos ofrece el presente, en tiempo real, tanto de los éxitos como de las tragedias de la humanidad, ni soslayar las diferencias que separan a los seres del mismo planeta.

La educación, la educación continua —el aprendizaje durante toda la vida—, el desarrollo tecnológico con sus supercarreteras de información —“the road ahead”, como las llama Bill Gates—, sus fibras ópticas, la digitalización mundial, los nuevos materiales, el “justo a tiempo”, la realidad virtual, la biotecnología, la calidad total, no son fin en ellos mismos, sino medios para solucionar los problemas que aún evidentemente padecemos y los que a diario nos agrega la modernidad.

Por eso estimo pertinente, aun a vuelo de pájaro —como ha debido ser en nuestra correspondencia—, reflexionar sobre las consideraciones que emanan de una nueva visión sobre el “aprendizaje de por vida” en una “sociedad de aprendizaje”, y que debe nacer —así parezca utopía— de una alegría y una pasión por aprender.

“El aprendizaje de por vida” y “la sociedad de aprendizaje” son a un tiempo arma y alternativa, ne-

cesidad vital y esperanza cierta. Toda esta concepción de una nueva forma de plantear las cosas para que el conocimiento produzca los beneficios que intrínsecamente contiene no es sino la sistematización de conocimientos y experiencias que han ido recojiéndose en el camino de la humanidad, y que hoy se antojan más asequibles, porque se han mejorado los medios de comunicación.

No inventamos el agua tibia: se trata de aprovecharla antes de que se enfríe. Graham Guest, en su obra *The Learning Organization*, nos recuerda que Henry Adams decía, a fines del siglo pasado: “Sabían suficiente quienes saben cómo aprender.” Y Emerson afirmaba: “A menos que trates de hacer algo más de lo que ya dominas, nunca crecerás.”

De un excelente estudio de Kati Koronen sobre la formación de ingenieros en Finlandia para el siglo XXI —tu siglo, mi querida Vero—, recojo conceptos que ratifican y sintetizan muchas experiencias que siento igualmente válidas para nosotros:

¿Qué caracteriza la profesión del ingeniero y qué clase de rasgos son especialmente típicos en un ingeniero? Es más, ¿qué diferencia a un buen ingeniero de un ingeniero promedio? Los ingenieros deben naturalmente tener un buen conocimiento básico de las ciencias naturales y un conocimiento técnico profundo del campo de su especialidad. Sin embargo, el conocimiento y las habilidades técnicas sin habilidades interpersonales y humanísticas, no es suficiente. ¿Es posible ser generalista y especialista al mismo tiempo?, ¿qué tipo de habi-

lidades se esperan en un buen ingeniero? Y finalmente, pero no al último, ¿cómo puede un ingeniero enfrentar los rápidos cambios de habilidades que son necesarios?

Considerando que el primer objetivo de la educación es el desarrollo del individuo como ser humano cabal, y no el convertirse en sólo un recurso económico, la Academia Finlandesa de Tecnología resume las cualidades y facilidades de un buen ingeniero, señalando que debe tener:

- Conocimiento básico en el campo de una disciplina técnica.
- Habilidad para buscar y aplicar nuevas facilidades.
- Habilidad para aprender.
- Una mentalidad sistemática y lógica.
- Habilidad para trabajar en equipo.
- Habilidad para trabajar en un ambiente de negocios global, incluyendo facilidades de idiomas y sensibilidad en asuntos transculturales.

El Consejo de Acreditación de Ingeniería y Tecnología europeo considera que todo buen ingeniero moderno debe tener:

- Habilidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería.
- Habilidad para diseñar y dirigir experimentos, analizar e interpretar datos.
- Habilidad para diseñar componentes o procesos para atender necesidades específicas.
- Habilidad para funcionar en equipos multidisciplinarios.

- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
- Habilidad para adquirir efectivamente, con toda amplitud, la educación necesaria para entender el impacto de las soluciones de ingeniería en el contexto de la sociedad global.
- Habilidad para incorporarse al “aprendizaje durante toda la vida”.
- Conocimiento de los temas contemporáneos.
- Habilidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la ingeniería moderna.

Una buena carrera profesional, como toda “buena carrera”, requiere de una estrategia y, como en el atletismo, para llegar a la meta en forma triunfal debe empezarse por un “buen arranque”. Las carreras pueden perderse desde la salida.

Por eso, como los atletas de alto rendimiento, deberás estar atenta desde tu salida, y para lograr de manera natural incorporar a tu conocimiento lo mejor, es necesario que estés siempre, al igual que los campeones, concentrada.

Desde un principio, siempre que la selección te sea dable, opta por los mejores maestros, así tengan fama de duros. Evitarlos como si fuesen obstáculos y estuvieras en lo que he llamado una carrera de *slalom* es un craso error. Procúralos, aun cuando esto te signifique más trabajo ahora, porque así te evitarás mucho más en el futuro. Esto es particularmente cierto en las materias básicas, que serán “cimiento” para todo lo demás. Y no hablemos del caso en que decidas realizar estudios de posgrado, donde será condición inevitable.

Acércate a los maestros más destacados y procura su tutoría; su experiencia te significará mucho y ampliará el horizonte de tu visión profesional. Cuando debas cumplir créditos de lo que en los programas de estudio se llama “materias optativas”, busca las más útiles y no las más fáciles. Recuerda que tu objetivo es aprender y aprender a aprender, y no el “pagar créditos académicos”. Tu misión inmediata no será cumplir requisitos, sino requerir y adquirir conocimientos.

En igual forma, para el estudio en grupo —que es muy conveniente—, o en la integración de equipos de trabajo, reúnete con los compañeros más dedicados. Con más frecuencia de lo imaginable, los equipos que se forman en la escuela trascienden el tiempo y las circunstancias, y permanecen unidos a lo largo de la vida. Es importante entonces escogerlos bien desde el principio.

Y no es sólo por aquello de “dime con quién andas y te diré quién eres”, sino porque en la actualidad —y lo será más en el futuro— el trabajo en equipo es la base de las actividades profesionales, y no se ha encontrado otra fórmula —mucho me temo que no se encontrará— de lograr un buen equipo, que no sea a partir de buenos integrantes.

Al término de tus cursos formales de licenciatura, deberás cumplir un requisito final para sustentar tu examen profesional. Hoy existen diversas formas de cumplirlo. En mis tiempos —y continúa siendo una de las formas— era necesario escribir una tesis. Hay quienes la consideran innecesaria, una pérdida de tiempo, una “aportación” que en general no aporta nada; “tesis” que la mayor parte de las veces no pre-

senta tesis alguna y que nadie va a volver a leer —con frecuencia no la leen ni los miembros del jurado del examen profesional.

Mi punto de vista es diferente. Aceptando la mayor parte de las críticas anteriores —naturalmente, mi tesis no la leyó nadie nunca más—, pienso que son experiencias importantes escribir, documentarse, tratar de plasmar por escrito una idea, comprometerse con ella y que resulte en un texto claro, y lograr algo que deberá someterse al escrutinio, al menos de un jurado —teniendo el riesgo de que cuando menos uno de los integrantes la lea.

Aunque no estoy contra otras formas de cumplir el requisito final, te sugiero en su momento optar por el de la tesis, sola o en grupo, como hoy se permite también. Verás que de ello obtendrás una gran satisfacción y una magnífica experiencia. No se trata de valerse del requisito académico para dar un paso adelante en el camino de la antigua filosofía oriental que señala al hombre la necesidad, para la plenitud, de sembrar un árbol, tener un hijo y escribir un libro. Ese libro vendrá, yo espero, cuando sientas que puedes ofrecer a los demás algo de lo que has tenido la oportunidad de recoger, pienses que puede ser de utilidad y quieras compartirlo.

En este caso se trata sólo de aprovechar el tránsito escolar para ampliar tus capacidades de aprendizaje y tus habilidades para batallas futuras. Todo esto podríamos resumirlo, pero no he querido hacerlo antes de recorrer el camino anterior, en lo siguiente:

El buen ingeniero es el estudiante permanente, el permanente maestro, el individuo sensible a las cir-

cunstancias y a las variaciones de su entorno, el personaje capaz de adaptarse en actitud y conocimientos a los cambios bruscos del acontecer, el líder de los equipos de “ingeniería concurrente”, el ciudadano activista de la “sociedad de aprendizaje”.

Esto hace que la profesión se asuma no únicamente como la obligada y utilitaria condición del trabajo remunerado, sino como la oportunidad de gozar el logro de una vida útil, como una verdadera vocación, entendida en estos términos: “cada vocación es una forma de amar la vida y un arma para luchar contra el miserable miedo de vivir”.

La única manera de conseguirlo es haciendo efectiva la propuesta de disfrutar el conocimiento, de encontrar la “alegría de aprender”. La alegría y la pasión que de ella deriva; ya la cantaba Molière en el siglo XVII, cuando decía: “Ah, la bella cosa que es saber alguna cosa.”

Te envío mi cariño en tanto
te hago llegar mi próxima misiva.
Tu padre

Carta XII

Sobre los idiomas y la informática

Querida Vero:

“Decíamos ayer...” —permítame emular a Fray Luis de León aunque tan sólo sea en el empleo de esta frase— que el amplio conocimiento de las computadoras y sus enormes posibilidades, y el de la informática en general, son esenciales para tu profesión. Pero debo subrayar que, antes que ello, un adecuado manejo del idioma, tanto escrito como oral, y el respeto por la lengua materna, son prendas de enorme significación para el ejercicio de cualquier profesión y para la calificación de cualquier persona.

John Naisbitt, en su libro *Megatrends*, ponía énfasis en la interdependencia global como consecuencia ineludible del desarrollo tecnológico, y en la necesidad, para el continente americano, de convertirse en una región trilingüe: hablar con fluidez la lengua inglesa, el español y el lenguaje de la computadora; así como la necesidad de lograr el balance entre las maravillas materiales de la tecnología y las demandas espirituales de la naturaleza humana.

Efectivamente, hoy ya no es posible manejarse con agilidad en casi ningún campo del conocimiento sin el dominio de las lenguas que han adquirido preeminencia en los campos tecnológico y comercial. El in-

glés y el lenguaje de la informática aparecen por doquier, incluso con expresiones que no tienen traducción en otros idiomas a pesar de los esfuerzos de quienes los defienden a ultranza.

Aquí sí, la mejor defensa, que no es asunto trivial, consiste no en el ataque, como reza el refrán, sino en dominar las lenguas preeminentes para estar en condiciones de adquirir el conocimiento que se produzca y nos interese —los “monóglotas” como los llamaba Pío Baroja, están en clara desventaja—, y dominar además nuestra propia lengua para preservar nuestra cultura y participar con ellas —cultura y lengua— en la carrera de la modernidad.

Un profesional hispano-parlante debe entonces adquirir el dominio de los lenguajes utilitarios para el ejercicio de su profesión, y hablar y escribir en su propio idioma con propiedad y, de ser posible, con elegancia. La forma de expresarse, consecuencia del conocimiento del idioma, es también resultado de la cultura de la persona; es, a pesar de que la moda sugiera a veces que se trata de algo trivial —hablar sofisticado, dicen algunos—, asunto definitorio en no pocos casos de la vida.

Desde luego, Naisbitt se refería a la necesidad del español como respuesta a una situación de orden cuantitativo, considerando el número de habitantes de los países de habla hispana y la creciente población de hispano-parlantes —“el mercado”— que se extiende por los Estados Unidos. Yo agrego con énfasis el aspecto cualitativo, pues considero a la lengua esencia de la identidad, y a ésta asidero fundamental de la existencia individual y colectiva.

Por eso subrayo que el nivel de calidad de la comunicación oral y escrita —el expresarse con claridad, con conocimiento del idioma, con propiedad—, es asunto tan importante como el contenido del mensaje. El bien decir y el decir bien, son virtudes de alto valor.

No hablemos del mal hablar o escribir en nuestro propio idioma. Los errores de prosodia o de sintaxis o los horrores ortográficos no entran en mis preocupaciones; en un profesional de excelencia los doy por descartados, simple y sencillamente porque son imperdonables.

En la carta en la que me refería a la cultura como elemento indispensable para la excelencia profesional, me extendí, tal vez más de lo necesario, en el tema de la lectura de los grandes autores. Lo hice porque, independientemente de lo que significa como fuente de conocimiento, es en ella —estoy persuadido—, en donde se encuentra la mejor manera de aprender a amar una lengua, a aprehenderla, a conocerla y a manejarla bien; porque es la mejor forma de enriquecer nuestro vocabulario y descubrir todas las florituras y sutilezas que la hacen a veces escudo extraordinario y a veces arma letal, necesarios a menudo para defender valores permanentes, ahora más vulnerables frente a la tecnología de lo inmediato.

Muchas son las historias que refuerzan la tesis de la importancia de la palabra precisa, del mensaje oportuno, de la frase ingeniosa, de la expresión clara, en suma, del buen manejo del idioma; múltiples también las que reconocen a la lengua española como una bella lengua. Dicen que Carlos I de España y V

de Alemania, a pesar de haber aprendido el español ya entrada su juventud, decía: “Se debe hablar a Dios en castellano; a los hombres en francés; a las mujeres en italiano y a los caballos en alemán.” Es lógico imaginar que no tenía Tratado de Libre Comercio con Norteamérica, ni acceso a la Internet, ni mayor interés en el imperio británico, ni por el desarrollo tecnológico, que en aquel momento —principios del siglo XVI— no ofrecía demasiados avances espectaculares.

El español, cinco siglos después, sigue siendo una hermosa lengua para hablar con Dios y con los hombres, aprovechando y preservando sus amplias posibilidades y sus bellos recursos. Hemos conversado en muchas ocasiones, y queda por ahí escrito en alguna de nuestras cartas que los ingenieros tienen la responsabilidad de prever y evitar los efectos nocivos de la tecnología; puedo asegurarte que el deterioro de las lenguas oriundas es uno de los más graves para la humanidad.

Permíteme traer a colación algunas cifras atrapadas en la Internet —¿ves?, la llamamos así las más de las veces porque irremisiblemente caemos en “la red”— que hacen evidente una tendencia que es necesario conocer y analizar para actuar en consecuencia. Cuando se contaba con alrededor de 400 millones de usuarios de la red, 180 —el 45%— eran angloparlantes y sólo 26 millones hablaban español, de los cuales ocho vivían en Estados Unidos. El español ocupaba el quinto lugar en número de internautas y el sexto en páginas web.

La colonización de pueblos y naciones no ocurre ya a través de la invasión de territorios e imposición

de la cultura de los conquistadores a los conquistados —aunque esa práctica no se haya desterrado del todo y a veces cobre inusitada vigencia—, sino a través de la “evangelización” llevada a cabo en el convincente, enorme y efectivo poder de la tecnología y la mercadotecnia.

El idioma es, ante esto, un escudo formidable que hay que tener siempre reluciente.

Tal vez juzgues que soy un poco “emisario del pasado”, que estoy un tanto “chapado a la antigua” y, por ende, lo que digo sobre esto es exagerado; que basta un lenguaje práctico, económico en palabras y matices, que sin llegar al extremo del que dice “borroneado pero me entienden”, nos permita ir por la vida entendiendo y explicando lo necesario.

Creo que no, pero independientemente de esta convicción, me reservo el derecho a exagerar, por dos causas. La primera, porque hace ya varios años Jorge Luis Borges —uno de esos gigantes que reúnen la estética de la palabra con la ética del pensamiento— me convenció con esta frase, tan bella y oportuna como tantas que nos legaran su genio y su ingenio: “Si no tengo derecho a exagerar, entonces no tengo nada que decir.” La segunda, porque además de que se trata de un ejercicio de libertad, cada vez que en relación con mis avisos precautorios me he tomado la libertad de hacerlo, me he quedado francamente corto, lo que me ha llevado al convencimiento de que exagerar sobre el presente o sobre el pasado es mentir, pero hacerlo sobre el porvenir, es simplemente definir una de las opciones conservadoras de futuro.

Desde luego, no soy de aquellos que sugieren encerrarse en la inexpugnable fortaleza del cercado

propio y cancelar el contacto con el exterior, sino por el contrario, propongo incorporarnos con amplio criterio a la filosofía de lo incluyente, abreviar del venero de todas las corrientes de la civilización y la cultura —de los otros lenguajes, desde luego—, pero a partir del fortalecimiento de los valores nuestros que concurren, casi sin excepción, en el respeto, el fervor y la defensa del idioma.

No quiero con esto decir tampoco que estoy contra el lenguaje sencillo, ni sugiero de manera alguna que hay que desechar de nuestro hablar los modismos regionales o el decir popular, ni obviamente la chispa del humor que hace el hablar ameno, ni mucho menos me inclino por una terminología pedante. Nada más alejado de la elegancia y de la estética y próximo a la estulticia que la pedantería.

Lo que creo importante es, como decía Erasmo, “lograr una capacidad de expresión escrita y oral fluida y cultivada, rica tanto en ideas como en palabras”.

El pensamiento sin la lengua es tan inútil como un paraguas guardado en el fondo de un clóset. A esto hay que agregar, aunque no es tema directo de esta carta, la poco frecuente pero necesaria capacidad de saber escuchar.

La importancia del conocimiento del inglés, y mientras mayor, mejor, queda clara. Además de los datos relativos a su presencia en la red, debes saber que todos los artículos sobre innovaciones tecnológicas, desarrollos científicos, nuevos productos o nuevos procesos, investigaciones en marcha, etc., cuando el inglés no es su idioma de origen, se traducen a esa lengua casi en “tiempo real” —prácticamente con

“traducción simultánea” — y aparecen en las revistas más importantes del mundo, en esa lengua, al mismo tiempo que en su idioma original, cuando no antes. Hay incluso investigadores cuya lengua materna no es el inglés, que primero publican en ese idioma, ya que es el de las mejores revistas del planeta, y algunos que definitivamente no publican en el suyo. Lo mismo, desde luego, pasa con los libros y las editoriales.

No sucede lo mismo en el caso contrario. Si el idioma original es el inglés, no es fácil encontrarlo en español, y menos aún, rápidamente. En suma, para nuestra profesión —y pienso que para la mayoría—, todo está en inglés y sólo algunas cosas en la bella lengua de Cervantes. Así es que a dominarlo, con lo cual además podrás gozar de su literatura, de sus grandes autores y obras monumentales, sin la necesidad de traducciones.

En cuanto a la informática, sé que los jóvenes podrían darnos consejos a los viejos. Su permanente contacto con las computadoras y su siempre vivir bajo el influjo de la “infósfera”, que adelantara Toffler, los hace ciertamente, de natural, sentir la necesidad imperiosa de conocer a fondo su manejo. La destreza con estas poderosas herramientas de la modernidad es condición necesaria para todo buen profesional, particularmente para un ingeniero.

El diseño por computadora, la robotización industrial, el control de gestión, la prevención de desastres, el control de procesos y de proyectos, el manejo de bienes y servicios “inteligentes”, el análisis de riesgos, y no digamos el estudio de sistemas complejos de cientos o miles de variables que hoy permiten

a los ingenieros atacar problemas antes casi irresolubles, son sólo una breve selección de una interminable lista de aplicaciones que hacen patente la necesidad de esas habilidades.

El dominio de los tres lenguajes que Naisbitt señalaba es ya una cuestión de obvia y normal aceptación, y requerimiento para la competitividad y la excelencia.

Cierro esta carta con la recomendación —exhortación vehemente— de que consideres esenciales esos tres lenguajes y no te limites a un conocimiento “suficiente”. Un dominio profundo en cada caso te dará ventajas de muy diversa índole, además de grandes satisfacciones y goce personales.

Hasta pronto,
tu padre

Carta XIII

Del compromiso social del ingeniero

Querida hija:

Como hemos comentado en cartas anteriores, el ingeniero no puede soslayar las condiciones del entorno, drásticamente cambiantes en los años recientes, y no solamente por consideraciones nacionales o regionales, sino también como consecuencia de asuntos de carácter global.

Las políticas económicas, comerciales, industriales, que en el mundo han modificado la participación de los estados nacionales en múltiples actividades del desarrollo y en diversos medios de producción en que anteriormente tenían una presencia principal, y la conciencia mundial cada vez más presente sobre el peligro del deterioro del medio ambiente y la preservación y mejoramiento de la calidad de vida de las sociedades, para citar sólo las más que evidentes, han trastocado las formas tradicionales de la actividad humana y han hecho más obvia la responsabilidad de todos los que tienen injerencia en los usos de la tecnología, sean los políticos, los empresarios y, principalmente, los profesionales que, como los ingenieros, aplican la tecnología.

Estas consideraciones, que en cierto aspecto limitan las “libres fuerzas del mercado” —para bien y

para mal— y obligan a nuevas consideraciones técnicas, éticas, políticas, económicas y sociales, no distinguen, aunque afectan en diferente forma y grado, a los países con diferente condición de desarrollo, ninguno de los cuales puede sustraerse a los efectos de estas nuevas circunstancias globales.

Todo esto es válido para nuestra sociedad nacional, y sucede al mismo tiempo que una parte amplísima de sus integrantes aún carece de lo más elemental para la supervivencia: alimento, habitación, ropa, educación, en niveles de dignidad.

Todo ello, sin excepción alguna, será parte de tu responsabilidad futura, apasionante y extraordinaria, que hay que enfrentar sin eludir preguntas fundamentales como las que Carlos Fuentes nos plantea en ese libro de obligada lectura que es *El espejo enterrado*:

¿nos será permitido a todos los pueblos hispanohablantes progresar también con un profundo sentido de la tradición; vivir en un mundo de comunicaciones instantáneas e integración económica global, pero sin perder el sentido de la propia historia, de las propias raíces?"; debemos preguntarnos no sólo quiénes somos, sino en qué nos estamos convirtiendo.

Don Jaime Torres Bodet sostenía:

La historia demuestra que siempre que una minoría disfruta de una elevada educación frente a una mayoría totalmente iletrada, surgen individuos cuyas mentes son una mezcla angustiosa de

inteligencia y de rudeza, de salvajismo y de progreso. Una mezcla así constituye el más letal de los explosivos. Por eso pienso que la división más inquietante del mundo es la que prevalece entre las regiones culturalmente privilegiadas y las regiones culturalmente desheredadas; es decir, entre los que tienen y los que no tienen conocimientos bastantes para triunfar en la lucha por la existencia.

Mientras convivan, en una misma nación, seres dotados de todos los adelantos técnicos de la educación y de la ciencia, y masas carentes hasta del conocimiento del alfabeto, será un espejismo la paz social.

Estas palabras de hace cincuenta años siguen siendo lamentablemente válidas y, ante el impresionante avance del “progreso”, más evidentes y más graves.

Pero ¿somos los ingenieros responsables de que aún haya 35 millones de mexicanos de 15 años o más, de los casi cien que suma nuestra población total, que no contemplaron su educación secundaria o su educación primaria, o que son analfabetos funcionales? ¿O lo somos de que haya en nuestro país grupos humanos que viven en las mismas condiciones de supervivencia que las que privaban hace quinientos años? ¿O de que se incremente a diario el número de jóvenes que caen en el alcoholismo o el consumo de drogas?

¿Somos los ingenieros responsables de que resurjan en nuestro país enfermedades de la pobreza que creíamos erradicadas, y de que aumente la delincuencia juvenil y el encono racial? ¿Tienen que ver con los ingenieros los dramas de los mexicanos en la fron-

tera con los Estados Unidos, la violencia en nuestras urbes, la pauperización del campo y los estragos sociales de la corrupción?

Yo contestaría a estas preguntas y a muchas más que tienen como causa primigenia la ignorancia y la marginación, afirmativamente, apoyándome en una frase de Dostoievsky: “Todos somos responsables de todo, ante todos”, y particularmente en una nación como la nuestra, quienes tenemos todo o mucho —me refiero fundamentalmente al aspecto de la educación— frente a los que nada tienen.

Por eso, Vero, quienes acceden a los beneficios de la cultura y el progreso están obligados ya no sólo a seguir buscando soluciones a los graves problemas que enfrentamos, sino a encontrarlas; ya no queda tiempo que perder.

Si somos parte de una nación que además cuenta con múltiples recursos, aunque no sea el cuerno de la abundancia como alguna vez pudo sugerir nuestra geografía, nuestros compromisos y responsabilidades son aún más profundos; debemos pasar de los discursos a las acciones, antes de que el deterioro se vuelva irreversible. Esos recursos, bien empleados, desde luego que pueden mejorar nuestras condiciones.

Pero para acertar, en todos los casos es necesario hacerse las preguntas correctas. Hay que hacerlas con sinceridad y sin temor a las respuestas difíciles y comprometedoras.

Yo me atrevo a decirte, querida Vero, que hemos gastado a menudo nuestras fuerzas atacando síntomas sin conocer las causas del problema o siguiendo modelos, casi siempre ajenos, que no han podido demostrar efectividad.

Deberíamos preguntarnos, por ejemplo: ¿Es válida para todos la misma oferta de porvenir? ¿Es dable para todos el siglo XXI que se pregona como el de ingreso de la modernidad?, o ¿el túnel de la historia conduce en definitiva a muchos conglomerados como el nuestro, a una cuenta regresiva inexorable?

La carrera hacia “la aldea global”, “el desarrollo sustentable” y el “libre mercado” que todo lo acomoda, decididos como dogmas de fe en formas y términos idénticos, ¿son viables para todos: los del norte, los del sur, los del este, los del oeste?

¿Se trata efectivamente de la solución para la marginación y la inequidad que ahogan a las sociedades, sea la mundial o la de las naciones como la nuestra? o ¿estamos ofreciendo para nuestros “futuros” un nuevo e inalcanzable Shangri-lla?

¿Cabén todos los mosaicos culturales que han surgido y persistido por milenios en la misma propuesta global?

¿Podemos entonces, en este mundo de contrastes y contradicciones, apostar todo a un solo modelo universal de futuro? ¿Toca esto a los ingenieros?

Sí, afortunadamente sí, por eso estamos obligados a informarnos, para tener capacidad de anticipación y poder pasar, con profesionalismo y sensibilidad, de las preguntas a las respuestas; de las ideas a la instrumentación; de la incertidumbre a la claridad. Y porque no tenemos derecho ya a construir espejismos y a ser los alquimistas del nuevo milenio, o a limitarnos a resolver las ecuaciones matemáticas o las fórmulas que cumplan con los procedimientos técnicos a aplicar.

Las siglas salvadoras *l.q.q.d.* —“lo que queda demostrado”—, que aparecen para tranquilidad de los

estudiantes de ingeniería luego de la demostración de un teorema o cuando se acierta en la solución de un problema, no son ya suficientes, porque lo único que queda demostrado es que hemos hecho bien las cosas desde el punto de vista técnico, pero para que esto sea válido, es necesario demostrar que la aplicación de la solución propuesta beneficia a la sociedad.

Si no es el caso, *l.q.q.d.* es que no hemos considerado nuestro compromiso con la profesión y nos hemos limitado, en el mejor de los casos, a nuestra lealtad con la técnica.

México necesita para la atención de sus necesidades que los profesionales, en su diaria labor, consideren todos los elementos de la civilización y la cultura, y todas las aspiraciones y los sentimientos de los hombres que de ellos brotan: libertad, justicia, equidad y democracia, y sus valores implícitos: amor, patria, familia, ética, honestidad. Don Justo Sierra advertía desde su discurso de inauguración de la Universidad Nacional de México: “No queremos que en el templo que se erige hoy, se adore una Atenea sin ojos para la humanidad y sin corazón para el pueblo.”

Te reitero, los jóvenes de hoy, profesionales de mañana, no sólo se deben al desarrollo de la ciencia y la tecnología, sino, esencialmente, al progreso de la sociedad, a la superación individual y colectiva y a la defensa de los valores y las tradiciones nacionales, amenazadas cotidianamente por todas las formas de penetración y de dominio. Leopoldo Zea dijo: “Confío en que México no pagará por su futura prosperidad, perdiendo su propio y único carácter cultural” y exhortó a “no dejarnos seducir por una moder-

nidad sin alma [...] Por afirmar nuestra identidad, eliminar el peligro de su anulación, convivir sin renunciar al propio corazón, a la propia e ineludible identidad.”

Profesionales que en actitud ejemplar actúen permanentemente inquiriéndose, provocándose, aguijoneándose, estimulándose, exigiéndose cumplir su función social; y siguiendo sin reposo la búsqueda de la excelencia, no sólo como condición necesaria para la productividad y la eficiencia, sino como elemento de supervivencia nacional, de autonomía política, de libertad intelectual y de mexicanidad; de nacionalismo, de soberanía, que no son conceptos borrosos ni ambiguos, ni decadentes ni trasnochados; no son anacronismos, ni aberraciones ni doctrinas decimonónicas.

Estarás de acuerdo conmigo en que el impacto de la ingeniería no se limita a un ámbito restringido, sino abarca el espectro más amplio que se puede imaginar. Por eso es importante que concibas tu actuación profesional no como un asunto de lucro, sino de vocación y de servicio a una sociedad que sufre carencias enormes que podrás ayudar a mitigar o a resolver.

Formarás parte de una generación de profesionales que tiene una responsabilidad grande, pero apasionante y llena de retos y estímulos. Sé también que, como muchos jóvenes, luego de la licenciatura podrás continuar estudios en busca de mayores calificaciones y grados; para ustedes será bueno y lo será también para la ingeniería y para la sociedad.

Si esos estudios se realizan en el extranjero, no dejes de pensar que tu objetivo es el progreso de tu país y la superación de tus compatriotas, ni pierdas nunca contacto con tu patria. Ten siempre presentes las

necesidades nacionales y trata de adquirir capacidad en las tecnologías que ayuden a resolverlas.

Para atender con mayor eficiencia los problemas de la sociedad, es necesario actuar con la mente abierta y los prejuicios desterrados. En beneficio propio —el de tu comunidad y el de tu persona—, hay que evitar caer en los excesos de quienes desprecian lo que nosotros hacemos y ven con admiración e incluso con actitud servil todo lo que viene de allende nuestras fronteras —conducidos por el ancestral síndrome de la Malinche—, y en los de quienes creen con vanagloria que sólo lo nuestro debe tener cabida en nuestra casa y se cierran a las realidades externas de progreso.

El “¡Como México no hay dos!” debe ser grito alegre y expresión de orgullo y de amor a la patria, aceptable sólo en quienes a diario ofrezcan sus mejores capacidades y esfuerzos para superar nuestras graves carencias.

Si estudias aquí, no te vayas a aislar tampoco en la paz y la quietud del claustro académico, ni te olvides de que tus fines ulteriores son mucho más altos que el más sofisticado y fantástico descubrimiento científico o el más vanguardista de los desarrollos tecnológicos, sino que están en el progreso de las mujeres y los hombres de este suelo.

No existe ya, tenlo siempre muy presente, un profesional respetable sin un claro y definido compromiso social. “Los razonamientos sobre la presunta neutralidad de la técnica no constituyen más que un intento de exorcizar los riesgos acumulativos de las desigualdades”, dicen Mercier, Plassard y Scardigli. ¡No lo olvides!

Hasta aquí hoy.
Tu padre

Carta XIV

Sobre la sustentabilidad y los antitecnologistas

Querida hija:

El compromiso social del ingeniero, del que hablamos en la carta anterior, está desde luego vinculado de manera importante, aunque no únicamente, con el buen uso de la tecnología.

Nunca antes, como en el siglo XX, el hombre tuvo que preguntarse si el desarrollo tecnológico terminaría por destruir total o parcialmente lo que la tecnología había logrado en pro de la civilización humana porque, tenemos que aceptarlo, su carácter arrollador amenaza ciertos valores que tienen que ver prácticamente con todo: la calidad de vida, la libertad de elección, el sentido humano de la medida, o la igualdad de oportunidades ante la justicia y la creatividad individual.

Si bien la tecnología permite al hombre ganar en control sobre la naturaleza y construir una existencia civilizada, incrementar la producción de bienes y servicios de toda índole, mejorar su calidad, bajar sus costos y disminuir la necesidad de trabajo físico de los humanos, también ha producido severos daños al medio ambiente —uno de los mayores desafíos de la modernidad es, por ejemplo, qué hacer con los desechos que la propia tecnología produce—, el agota-

miento rápido de recursos naturales no renovables, la extinción de especies de la flora y la fauna, la ruptura de la cadena alimenticia por el rompimiento de la capa de ozono, la contaminación de los acuíferos... cuando no la destrucción directa de la vida humana por la tecnología convertida en arma mortífera.

Pocos ejemplos más claros de esto último, que algunas de las expresiones de Einstein, que recogen sus famosas cartas posteriores a la Segunda Guerra Mundial. En una de ellas, escribía en 1945 a un colega del Laboratorio de Radiaciones del Instituto Tecnológico de Massachusetts:

Los científicos de Cambridge y de todo el mundo necesitamos ayuda urgente en estos momentos de inquietud y de tensión sin precedentes. Lo que hace que la actual situación de la energía atómica constituya para todos nosotros un motivo de angustia es la cruel ironía de que uno de los triunfos más grandes del intelecto humano pueda dar lugar a una frustración y a una muerte generales en vez de propiciar una elevación espiritual y una vida más alegre y audaz. La confirmación final de su principio $E = mc^2$ debería constituir el comienzo de una era de luz, pero todos nos sentimos perplejos y sólo vemos delante de nosotros una oscuridad impenetrable.

El mismo año, con motivo del aniversario de Alfred Nobel, dice:

Alfred Nobel inventó un explosivo más poderoso que todos los conocidos hasta entonces, es decir,

un medio de destrucción terriblemente eficaz. Para paliar los efectos de esta “realización” y para tranquilizar su conciencia, instituyó un premio para la promoción de la paz. Hoy, los físicos que han participado en la producción del arma más formidable de todos los tiempos se ven perseguidos por un sentimiento de responsabilidad parecido, por no decir un sentimiento de culpabilidad. En tanto que científicos, hemos de poner constantemente en guardia a la humanidad contra el peligro creado por estas armas, no podemos cesar en nuestros esfuerzos para hacer conscientes a todos los pueblos del mundo y, especialmente a sus gobiernos, del indescriptible desastre que provocarían si no cambian sus actuales relaciones y no asumen su responsabilidad en la creación de un futuro seguro para todos.

Palabras del científico, del hombre ético, del ciudadano consciente y con valor civil; es decir, del intelectual, del humanista, del hombre que no puede abdicar de sus principios, sus valores y sus responsabilidades, ni ocultarlos tras el frío éxito de la tecnología pura.

En igual forma, hablando política y socialmente de la tecnología como arma de dominio del poderoso sobre el débil, habida cuenta de que la nueva tecnología de la dependencia se asienta en la dependencia de la tecnología, es necesaria la permanente confrontación de los desarrollos tecnológicos con la conciencia de sus realizadores y sus promotores y con los resultados de su aplicación.

Por eso en los sesenta, y ante diversas acciones tecnológicas devastadoras, concurren dos líneas de pensamiento a constituirse en modernos quijotes “desfacedores de entuertos tecnológicos”: la de los ambientalistas que luchan por la preservación del medio ambiente físico, y la de los “antitecnologistas”, que aseguran que la tecnología está en la raíz de todos los males de la humanidad y hay que combatirla.

Por parte de los primeros, a quienes asiste en buena medida la razón, se han organizado movimientos y acciones de toda índole que han logrado resultados, en algunos casos inesperados, aunque el problema dista mucho de haberse superado. Sin embargo es necesario, como en todo, el equilibrio que pondera las pasiones que de no contenerse, afectan el desarrollo de manera brutal. No es posible estancarse por el miedo al deterioro de las condiciones de la naturaleza, como tampoco podemos considerar como inexorable el que la naturaleza deba pagar una factura, por leve que sea, en aras de un progreso limitadamente definido.

No sólo los problemas locales y regionales inmediatos y “visibles” —que paradójicamente nos impiden ver con claridad nuestros paisajes o nos han hecho olvidarnos de la flora y la fauna que alguna vez poblaron nuestros lares—, como son los de la contaminación del aire, del agua, de los alimentos, o los fenómenos de la deforestación, deben ser el objeto de nuestras preocupaciones o nuestras ocupaciones, sino también los remotos y globales como el cambio climático o el deterioro de la capa de ozono.

Estas inquietudes y el conocimiento de severos problemas ecológicos en todo el orbe, estimularon a

la Organización de las Naciones Unidas a convocar en 1972, en Estocolmo, a una Conferencia en la que se discutió el problema ambiental global, el de la energía, los recursos naturales y su uso, los problemas demográficos y el impacto del desarrollo sobre los ecosistemas.

Posteriormente, cientos de foros por todo el mundo han continuado una gesta de largo alcance que ha tocado todos los puntos de interés sobre este problema. Ha habido reuniones de enorme importancia que han producido compromisos de las naciones participantes —que lamentablemente no han sido cabalmente cumplidos por todos— y han adquirido los nombres del sitio en donde se han desarrollado: el Protocolo de Montreal, la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro y el Protocolo de Kyoto, y recientemente la Cumbre de Johannesburgo, son seguramente los más connotados.

Los temas en ellos planteados y que desde entonces son parte inamovible de todas las agendas de discusión de problemas nacionales o internacionales casi de cualquier cosa, son también, como se puede entender fácilmente, asuntos de la directa incumbencia de los ingenieros, que deben estar preparados técnica, social y culturalmente para prevenirlos o detectarlos y solucionarlos.

La “sustentabilidad” o el “desarrollo sustentable”, términos acuñados para describir y circunscribir la evolución de las sociedades humanas, la modernización y el progreso de la civilización, sin agredir a la naturaleza, sin deteriorar el medio ambiente, sin transgredir los ecosistemas, temas muy cercanos a la

profesión que has elegido, no deben ser candados contra el avance de la civilización ni freno para la evolución, sino conciencia, premisa, reflejo condicionado de los ingenieros.

De hoy en adelante y sin dilación se debe trabajar en dos vertientes: una que se refiere a la prevención de los efectos sobre el ambiente de todas las nuevas acciones, para evitar el incremento de los problemas existentes; la otra, obvio es recalcarlo, en el rescate de lo deteriorado. Si la tecnología ha sido culpable de múltiples problemas al respecto, la tecnología debe ser capaz de restablecer lo afectado a sus condiciones óptimas y los ingenieros son quienes tienen a su alcance las armas necesarias para esta batalla por la calidad de la vida, y por la vida.

Pero también para esto, y fundamentalmente para esto, que en mucho se ha convertido en bandera política, demagógica y manipulable, el conocimiento sólido y ético y el valor civil, son asuntos fundamentales. Debe estar claro, sobre todo para los ingenieros, y para que los ingenieros lo hagan del conocimiento de la sociedad, que no son excluyentes el desarrollo tecnológico y el uso de la tecnología, y el cuidado y rescate del medio ambiente. Jacinto Viqueira nos dice:

Se requiere para ello conocer las interacciones entre leyes naturales y aquéllas que rigen el desarrollo social y económico.

Considérese por ejemplo el caso de las materias primas. Nuestro planeta es un sistema prácticamente cerrado para la materia; la cantidad de

materiales es, por tanto, constante. Las materias primas no se consumen; se transforman, se utilizan y después se dispersan en forma de desechos, haciendo muy difícil y costosa su reutilización. La solución es por tanto, en principio muy sencilla: para aprovechar ese inventario constante de metales y otros materiales hay que concebir su utilización teniendo en cuenta su recuperación después de usados. Al no hacerlo, nos enfrentamos por una parte a la escasez de muchas materias primas y por otra parte nos vemos inundados de desechos y desperdicios.

Así en efecto, pero podemos evolucionar, y los ingenieros deben tomar la iniciativa, en temas, por ejemplo, como el que se ha dado en llamar “producción limpia”, que si bien no es como dice el maestro Viqueira, “en principio muy sencilla”, filosóficamente —incluidas sus dificultades— debería ser un propósito permanente de nuestra profesión la aplicación de una estrategia preventiva integrada a los procesos productivos de cualquier índole, para lograr la utilización óptima de materias primas y energía y eliminar al mínimo posible desechos y emisiones tóxicas en el proceso mismo.

Y en lo referente a los productos, debemos tender hacia la modificación de los hábitos de desperdicio que ha creado la sociedad de consumo. A este respecto te relato otra de mis experiencias. Hace algunos años, cuando tuve el honroso encargo de dirigir la Facultad de Ingeniería de la UNAM, promovimos la creación de un laboratorio de innovaciones tecno-

lógicas para la solución de problemas de la pequeña industria, con la divisa del “antikleenex” —aunque para no traicionar ni un ápice la franqueza con la que te he expresado todo en nuestras cartas, debo confesarte que “yo sin kleenex no puedo vivir”—. Se trataba de buscar alternativas en contra del desperdicio, tan estimulado por el mercado de lo desechable, del “úsalo y tíralo”, pero tan nocivo tanto para las economías débiles como para la preservación ambiental.

La filosofía de la “producción limpia”, uno de los enfoques más racionales para el cuidado del ambiente, la resumía Kristen Oldenburg, maestra en Ciencias, Tecnología y Política Pública de la Universidad George Washington y de la Universidad de California en Berkeley, siendo coordinadora del Programa de Protección del Ambiente de la Organización de las Naciones Unidas con sede en París, en la siguiente forma:

A diferencia de los métodos tradicionales para controlar los efectos de las plantas industriales sobre el medio ambiente mediante el análisis de los desechos resultantes de la producción, el concepto de producción limpia (CP) se aplica a la vanguardia de los procesos y en la etapa de desarrollo de los productos, por lo que tiene un carácter preventivo aplicable a todo el sistema y no sólo a uno de sus componentes, es decir, el concepto CP abarca tanto a los procesos como a los productos y los efectos causados por ambos, sobre todo en lo que se refiere a los desechos de cualquier tipo. Es por ello que se considera que

los mecanismos para alcanzar una producción más limpia no incluyen solamente la eficiencia y la sustitución de tecnología, sino también habilidades y políticas de tipo administrativo.

En otras palabras, no esperemos a deteriorar el ambiente para después ver qué hacemos para corregir, lo que a veces resulta casi irreversible, o técnicamente, o cuando menos desde el punto de vista económico. Cuidémoslo previendo las consecuencias; resulta más barato, eficiente, razonable y humano. También más lógico y por lo tanto más ingenieril. Es siempre mejor y más económico cuidar la salud que curar las enfermedades y las epidemias.

El cuidado del aire, el suelo, el agua; el control del uso eficiente de la energía, del calor, del ruido, de las radiaciones y los desechos, particularmente los tóxicos y la correlación de todo esto con la ineficiencia en los procesos, la ignorancia, el desperdicio, la falta de escrúpulos, son responsabilidad, en buena parte, de los ingenieros. Dime si no, querida Vero, visto todo esto, el campo de acción de la profesión que has elegido ofrece una fabulosa variedad de posibilidades.

Estas actitudes, y no los discursos, deben enfrentarse a quienes se oponen a la tecnología argumentando que su efecto nocivo supera en todos los órdenes a los “aparentes” beneficios que ofrece. Esta era la tesis de los antitecnologistas de los años sesenta, que recoge con lucidez Samuel C. Florman en su libro *The Existential Pleasures of Engineering* y continúan teniendo millones de seguidores —aquí considero a los de buena fe, ya que los intereses económicos que

apoyan una u otra posición son difíciles de vencer y los principales responsables de la actual situación—; sus posiciones no son menos apasionadas que las de quienes abogan por la tecnología como solución a todos los males, y sus argumentos no son desdeñables.

Jacques Ellul expresaba: “la búsqueda de la eficiencia se convirtió en principio y fin de sí misma, dominando al hombre y destruyendo la calidad de su vida”. René Dubois, biólogo autor de la obra *So Human and Animal*, advertía sobre “la necesidad del hombre de escoger otro camino, que lo separara del que poco a poco lo llevaba a los horrores físicos y psíquicos de la vida moderna”. Theodore Rozac, autor de *Where the Wastelands Ends*, sentenciaba:

Somos prisioneros del estado tecnológico: explotados por su economía, atados a sus metas, regimentados por sus fábricas y oficinas, privados de todos los aspectos de la vida que no encuentran utilidad funcional en la maquinaria industrial. Incluso los tecnócratas están atrapados, trabajando en el punto del colapso nervioso.

Nuestros hábitos de consumo son controlados por las grandes corporaciones que, a su vez, son los agentes de la “tecnología suave” —la que produce bienes desechables.

Y se hablaba con la misma vehemencia del “totalitarismo tecnológico” que había hecho perder su peso a la democracia, como lo definió Herbert Marcuse, el célebre filósofo francés, en su libro *El hombre unidimensional*:

porque totalitarismo no es sólo una coordinación política terrorista de la sociedad, sino también una coordinación técnico-económica no terrorista que opera a través de la manipulación de las necesidades por intereses creados [...].

La tecnología, como tal, no puede ser separada del empleo que se hace de ella; la sociedad tecnológica es un sistema de dominación que opera ya en el concepto y la construcción de técnicas [...].

La razón tecnológica se ha hecho razón política.

Y en otro momento de su crítica implacable y demolidora, dice con su asombrosa claridad intelectual:

De nuevo nos encontramos ante uno de los más molestos problemas de la civilización industrial avanzada: el carácter racional de su irracionalidad. Su productividad y eficiencia, su capacidad de incrementar y difundir las comodidades, de convertir lo superfluo en necesidad y la destrucción en construcción, el grado en que esta civilización transforma el mundo de los objetos en extensión del alma y cuerpo del hombre hace dudosa hasta la misma noción de la alienación. La gente se reconoce a sí misma en sus comodidades; encuentra su alma en su automóvil, en su aparato de alta fidelidad, su casa, su equipo de cocina [...]. Las formas predominantes de control social son tecnológicas en un nuevo sentido.

Queda claro que la contaminación del ambiente, no sólo el físico sino el cultural, el social, el político, el

económico, en fin, el entorno completo de la existencia, se consideró —yo creo que para bien, porque así se está creando conciencia de la importancia de asumirla con toda su enorme y delicada influencia— resultado de la acción irresponsable e inmoral del uso de la tecnología.

Poner esto en su justa dimensión, aplicar las medidas correctivas necesarias y trazar un camino que no sólo permita avanzar y comunicarnos, sino ver el paisaje, gozar la naturaleza, y por obtener de ella tantos dones, agradecerlos respetándola y cuidándola, y con ello respetarnos y cuidarnos nosotros mismos, es uno de tantos maravillosos temas de la profesión.

Como ves, querida Vero, si desde hoy puedes comprender o al menos intuir todo el inmenso campo de influencia de la ingeniería para beneficio de la humanidad, tu realización profesional no tendrá otros límites que los de tu dedicación, tu entusiasmo y tu imaginación. Siempre —te lo reitero machaconamente— haciendo concurrir el conjunto de los bienes de la cultura y abrevando lo más posible en las fuentes originales de las que surge el saber.

Aunque aparentemente se refería a otra cosa —yo estoy seguro de que se refería a eso y a todo al mismo tiempo—, en su *Tratado de pintura*, que es un acopio magnífico de sabiduría sobre el hombre, la vida, la naturaleza, el gran Leonardo dejó escrito:

Yo le digo a los pintores que ninguno de ellos debe copiar jamás el estilo del otro, porque haciéndolo así, será llamado nieto y no hijo de la naturaleza. ¡Veamos! Las maravillas de la naturaleza

son tan numerosas que es mejor recurrir directamente a ellas, más que a los maestros que se han inspirado en la naturaleza. Yo no digo esto para aquellos que desean, por medio del arte, obtener riqueza, sino a aquellos que buscan honor y gloria.

¡Más claro, ni el agua! ¿Te gusta como reto de la ingeniería? Ojalá que los jóvenes ingenieros del futuro logren, con los inmensos recursos de la tecnología y la cultura, preservar la naturaleza para estar en condiciones de recurrir a ella, así, directamente, sin copias artificiales ni modelos virtuales, pero sin renunciar a los beneficios del progreso que nos son dables, también, gracias a la cultura y a la tecnología.

¡Adelante, y que sea para bien!
Tu padre

Carta XV
De la perseverancia, la tenacidad
y otros menesteres

Querida Vero:

Estoy llegando al término de mis consejos y recomendaciones, cosa que lamento, porque debo confesarte que nuestras conversaciones —que me han permitido al mismo tiempo de reflexionar contigo sobre tu futuro, abrir el cofre de mis recuerdos y recorrer nuevamente, con el amable aunque no siempre fiel recurso de la memoria, caminos que no había transitado desde hace un buen rato— han significado una maravillosa ocasión para un bello encuentro contigo —no sólo con tu persona sino con tu ser y con tu querer ser— y para transmitirte parte de lo que he aprendido, de lo que he vivido y de lo que soy, y me gustaría continuarlas tanto como fuera posible, pero todo tiene su fin, y estas cartas —a lo mejor dirás que afortunadamente, porque ya estuvo bueno de consejos— no son la excepción.

El enorme placer de este nuevo transitar, tratando de mostrarte lo que pienso que te será de utilidad, me ha obligado, por otra parte, a estar más atento, a aguzar con más cuidado los sentidos que cuando lo recorrí por primera vez —a veces distraído, “con la vista desparramada” como decimos los aficionados a los toros—, y me ha revelado un sinfín de detalles

que parecían ausentes; de sitios, de momentos que creí irrepetibles, de nuevos descubrimientos cuya experiencia, reflejada en muchos casos varios años después, he querido transmitirte desde hoy. Quisiera, igualmente, que desde hoy la pudieras recoger y aprovechar, con todos los matices que a veces un poco tarde aparecieron a mi vista, a mi sensibilidad o a mi percepción.

Desde luego, parte de ese sentimiento apenado, de esta ansiedad por el “se va a acabar”, se debe no sólo a que llega el momento de interrumpir la grata aventura de estas cartas que me han permitido desempolvar, en la compañía de tu juventud, algunas viejas cosas que eran ya sólo memorias y que gracias a ti y por ti pueden volver a ser de utilidad, sino fundamentalmente a la certeza inevitable, inexorable, de que aunque ya mi tintero se encuentra casi seco, aun quedaron muchos espacios por cubrir, muchos caminos inexplorados que no pude mostrarte —siempre estará como restricción el límite de la capacidad de quien trata de orientar o aconsejar—, pero que espero que la vida pueda ofrecerte con la generosidad con que corresponde a quien la ama, esto es, a quien la entiende, la busca, la acoge, la goza, se entrega a ella.

Esto será ciertamente posible si, y sólo si —estoy seguro que en tu caso no será de otra manera, según lo has mostrado desde siempre—, eres perseverante y tenaz.

El estudio de una carrera como la ingeniería, y después el ejercicio de la profesión, son impensables sin esa virtud que es la perseverancia; más aun si, cuando nos referimos a la ingeniería, la entendemos

como la síntesis de todo aquello a lo que nos hemos referido en nuestras cartas, y de algo más que, aunque no quedó consignado en ellas, es también parte de la profesión —recuerda: “todo lo que parece estar más allá de la ingeniería no es sino sola y pura ingeniería”—. La perseverancia es la más necesaria de las virtudes necesarias.

Tomás Alva Edison solía decir, cuando se le inquiría sobre sus descubrimientos geniales, que “El genio es uno por ciento de inspiración y noventa y nueve por ciento de transpiración”, y como no falta quien afirma, con toda razón, que la inspiración llega con más frecuencia a quienes más trabajan, pienso que con esa expresión, Edison aprobó mi punto de vista sobre la perseverancia como una de las virtudes esenciales del ingeniero.

Y qué decir de la tenacidad, esa fuerza invaluable para oponerse a las adversidades, la que nos ayuda a superar los momentos de dificultad, la que nos permite levantarnos de las caídas; convencernos de que no existen las derrotas, sino los derrotados; que los tropiezos son experiencias de las que se debe aprender y con ello crecer, madurar y continuar, fortalecidos, el camino.

Una carrera como la ingeniería, con todas sus posibilidades y encantos, no ofrece sólo “miel sobre hojuelas”; los momentos difíciles son serios y no poco frecuentes; son, como todo lo que en la vida da satisfacciones, pruebas permanentes para el carácter y la dedicación. El estudio es, por momentos, duro y agotador; la responsabilidad, a menudo, es grande e inevitable; se requiere inteligencia, decisión y firmeza

—“firmeza y luz, como el cristal de roca”, diría Díaz Mirón—, no para sortear las complicaciones sino para enfrentarlas; no para detectar los problemas sino para resolverlos. Perseverancia y tenacidad a veces, otras tenacidad y perseverancia.

No se trata de una profesión ingrata cuya misión es de sacrificio; pero desde luego, no está exenta de pequeños y grandes incidentes que, como en el proceso de templar el acero —que se logra con la sujeción sucesiva a altas y bajas temperaturas—, forman el carácter y la templanza necesarios para abordar las grandes empresas que la ingeniería tiene por delante, y para asumir los riesgos de todo asunto trascendente.

El ingeniero que aspira a la excelencia, y con ella a su participación en los grandes asuntos de la profesión, ha menester de otras virtudes que lo hagan confiable. La confianza en un profesional es condición áurea insustituible que se logra en forma muy sencilla, o no se logra. Para ello se requiere congruencia y humildad. En uno de los *Libros clásicos* de Confucio —confieso ser su perseverante lector— se lee:

10. Kung-Tsé [Confucio] ha dicho: Observad con atención la conducta de un hombre, descubrid cuáles son sus inclinaciones, examinad cuáles son sus gustos, ¿podrá, acaso, ocultar tales cosas a vuestra mirada? ¿Podrá ocultaros la verdad de su modo de ser?

11. Kung-Tsé ha dicho: Asimilad totalmente lo último que hayáis aprendido y aprended siempre nuevas cosas; sólo así podréis convertirlos en guías de los demás hombres.

12. Kung-Tsé ha dicho: El hombre superior no es como un utensilio basto que se emplea para usos vulgares.

13. Tsé-Kong preguntó quién merecía ser calificado como “hombre superior”. Kung-Tsé le contestó: El que primero pone en práctica sus ideas, y después predica a los demás lo que él ya realiza [...].

15. Kung-Tsé ha dicho: Si estudiáis sin esforzaros en comprender, no obtendréis ningún fruto de vuestro estudio; si, por el contrario, abandonáis el estudio para entregaros a vuestros pensamientos, corréis el peligro de graves desviaciones [...].

17. Kung-Tsé preguntó a Yue: ¿Sabes en qué consiste la verdadera ciencia? En conocer que se sabe lo que se sabe, y que se ignora lo que en verdad se ignora. En eso consiste la verdadera sabiduría.

Cuando se actúa con congruencia y humildad, cuando se vive como se piensa y no se piensa como se vive, esto es, cuando predicas con el ejemplo, muestras que sabes lo que sabes y aceptas que ignoras lo que ignoras, adquieres credibilidad, y por tanto la confianza de los demás. La confianza en un profesional es una prenda del más alto valor.

La confianza, querida hija, es una condición que hay que perseguir sin descanso y cuidar con vigilia; en ella se apoyan múltiples esfuerzos que no fructifican en logros en su ausencia.

La confianza es como ese punto de apoyo que solicitaba Arquímedes para mover el mundo con un leve accionar de su palanca, con una fuerza mínima.

Pero a cambio de su inmenso poder, paradójicamente, es un asunto de fragilidad extrema. Es, a diferencia del cristal de roca de Díaz Mirón, como el delicado cristal de Bohemia. Cualquier duda lo empaña, todo golpe, por suave que parezca, lo rompe, y cuando esto sucede, no hay forma alguna de restaurar su integridad.

Por eso, por ser fundamental, es menester también en un profesional, dar y recibir confianza, y ésta se logra cuando a la autoridad que te da el conocimiento de los asuntos de tu profesión sumas el que tus relaciones con los demás estén siempre presididas por la congruencia, la sinceridad, el compañerismo y la lealtad.

Lealtad con jefes y clientes, colegas y subordinados. Lealtad que no significa sumisión ni servilismo frente a tus superiores jerárquicos; lealtad que es sinónimo de apoyo y de colaboración con tus iguales profesionales y con quienes deban seguir tus lineamientos. Lealtad que significa además respeto, siempre, frente a todos. En suma, lealtad contigo misma, con tus principios y con tus valores.

Don Marte R. Gómez —que, como has podido darte cuenta, era bueno para dar consejos, y que creo que conmigo no dejó ninguno pendiente, cosa que le agradezco sobremanera— decía en su mensaje a los jóvenes agrónomos de México algo que vale para todo profesional:

Conseguir que la gente humilde con quien trates ponga su fe en ti —o sea, su confianza— no será, por lo demás, sino la mitad de tu misión; la otra mitad, la más difícil de cumplir, quizá dependerá de la fe que tú mismo pongas en lo que hagas,

de la entereza con que lo lleves a su culminación, sin vacilaciones ni flaquezas.

Si por momentos sientes que te abandona el ánimo, no por ello te des por vencido. Hasta los hombres más esforzados han incurrido en actos de desfallecimiento. San Pedro, por eso, negó tres veces a su maestro. Napoleón, por iguales motivos, afirmó que el verdadero valor es el de las tres de la madrugada, esto es, el de los momentos en que, sin la preocupación de lo que puedan decir quienes nos observen, a solas con nosotros mismos, encaramos el peligro y lo afrontamos con resolución.

Y no aspire a las victorias fulgurantes —casi siempre inútiles a la larga— con las que han esculpido sus pedestales los grandes conquistadores; ni busques tampoco, de un momento a otro, éxitos espectaculares. Piensa, por el contrario que el triunfo verdadero en la vida, el que con razón nos llena de legítimo orgullo, no es sino el resultado final de una sucesión de modestas victorias.

[...] Vive en contacto con los libros técnicos que de tu especialidad vayan apareciendo, y recuerda que la sabiduría no se adquiere ni de una sola vez, ni para siempre.

La confianza en ti misma, la entereza, que irás adquiriendo a medida que vayas conociéndote más, conociendo mejor la naturaleza humana, adquiriendo y afirmando tus capacidades profesionales, y todo este conjunto de virtudes que he ido enhebrando poco a poco, párrafo tras párrafo, carta tras carta —no con

el afán de mostrarte un panorama amargo y dificultoso, sino de ofrecerte el magnífico paisaje de la profesión elegida—, no son asuntos de difícil acceso.

El perfil que hay que lograr, mi querida Vero, no es el de la suma de todas las perfecciones posibles en el ser humano —¡que horror!—, sino el equilibrio ético del máximo de virtudes.

El nuevo paradigma no es la perfección —que, de existir, debe ser aburridísima—, sino la superación permanente del individuo frente a sí mismo, lo que contrariamente a de resultar difícil, se vuelve grato; superar todos los días nuestra propia marca para poder participar en mejores concurso, es atractivo y estimulante.

Sin entrar en la discusión del célebre apotegma hegeliano de que: “El hombre no es lo que es y es lo que no es”, ni al análisis filosófico de la sentencia de Edmundo O’Gorman: “El hombre es lo que logró ser, de lo que quiso ser”, hay que enfrentar uno de los grandes retos de la vida, que es liberarse de lo que impide la realización propia, para transitar hacia la propuesta de Píndaro: “Llega a ser el que eres”.

Ser buenos profesionales en el mundo moderno y “llegar a ser los que somos” no es sencillo. La aspiración de Borges de “ir por la vida ligero de equipaje” —que ha sido también mi aspiración— y la que Hegel expresa en la frase: “Ser libre no es nada, devenir libre es todo”, sólo se logran con el conocimiento, equipaje siempre ligero, sobre todo cuando se adquiere en el camino la alegría de aprender.

Finalizo mis cartas y consejos, querida hija, con la esperanza de que te hayan servido como postuló

Montaigne, quien decía que se debía educar a los jóvenes considerándolos “no como una botella que hay que llenar, sino como un fuego que hay que encender”; y formulando dos deseos:

Que estas páginas, que te he escrito con todo cariño y con toda sinceridad, te sean útiles, no porque te hayan dado “normas” a seguir para la vida o “reglas para ser buena ingeniera”, sino porque te hayan abierto expectativas, ofrecido temas nuevos de interés, sembrado dudas que te obliguen a buscar respuestas válidas para ti, propuesto otros temas de análisis; porque te hayan ampliado el espectro de tu porvenir.

Deseo también que en la lectura de mis cartas no hayas considerado nada como válido sólo porque viene de mí, si no te ha convencido de fondo el planteamiento —y así frente a todo lo que leas y oigas, venga de quien viniere (ya ves, no resistí hacerte otra recomendación)—, porque a pesar de la honestidad con que pretendí darte mis opiniones, habrás notado que en no pocas ocasiones han estado cargadas de vehemencia y subjetividad. Como Bergamín, no puedo ser siempre objetivo “porque no soy objeto; soy un sujeto lleno de subjetividades” y porque no puedo sino ser vehemente cuando se trata de ofrecerte también la herencia de mis emociones.

Querida Vero: termino esta serie de cartas, como la inicié, remontándome al tiempo en que este medio era el único existente para la comunicación a distancia, y recordando que al finalizar una misiva —como lo hago ahora— había formas clásicas de despedida que subrayaban con cuidadosa corrección el respeto que entre sí se merecían las personas.

No me despediré, desde luego, con la solemne seriedad con la que, por ejemplo, don Benito se despedía en sus cartas de su amado “hijo Santa” —don Pedro Santacilia: “Suyo afmo. Padre y amigo, Benito Juárez.”

Lo hago, traduciendo a la modernidad y con todo mi amor paterno, la fórmula tradicional de: Quedo de usted como su atento y seguro servidor, q.b.s.m.” para decirte, de todo corazón, que te deseo todo género de parabienes y espero que tengas una vida feliz en la que tu profesión sea, como ha sido para mí, motivo permanente de satisfacciones.

Así pues, quedo de ti, siempre atento y siempre dispuesto a servirte —espero sinceramente que por muchos años— en lo que requieras.

Con todo mi cariño,
tu padre

Posdata

Para mis lectores:

Cuando en la época de mis abuelos se escribía una carta, después de firmarla con múltiples y elegantes rasgos precedidos por caballerosas, respetuosas o cariñosas expresiones de despedida en el más barroco de los estilos —por no decir de hermosa y empalagosa cursilería—, se acostumbraba anotar la fecha.

A menudo, ya cumplido el ritual, cuando había que agregar algo que se había “quedado en el tintero” y para no repetir aquella obra maestra —pues no se tenía la facilidad del corta y pega y otras monerías de los procesadores computarizados de textos—, se agregaba una Posdata, un “Después de la fecha”, que resolvía la omisión o permitía enfatizar algo que se había dejado intencionalmente para un “cierre climático”.

Después, la posdata permaneció casi como momento obligado de las cartas, como ese “remate” que se acostumbra en algunas actividades, sin el cual parece que aquello quedó inconcluso; como una “larga cordobesa después de una artística serie de verónicas a un toro de casta.”

En este caso, mi posdata —que en estricto sentido debiera ser *postscriptum*— responde a otra considera-

ción y circunstancia. Se trata de una nota final con la que pretendo extender y dedicar, a la pléyade de jóvenes que se interesan por la ingeniería, la motivación de las cartas originalmente dirigidas a mi hija —ligeramente retocadas y actualizadas para este libro, pero sin posdatas—, con todo mi afecto y mis deseos más fervientes por su felicidad futura y su éxito profesional, y con los mismos deseos de que las vivencias de mi vida profesional —rica en experiencias de muy diversa índole—, que me han permitido en su transcurrir, convertirme más que en un ingeniero exitoso, en un amante de la ingeniería, seducido por el enorme impacto que esta profesión ha tenido en el progreso de la sociedad y por su extraordinario potencial como arma para un mejor futuro para todos, les sean de utilidad. Por lo que la profesión ha significado para mí en lo personal y por las oportunidades que me ha ofrecido para participar en momentos importantes del desarrollo de mi país.

Al releer y retocar las cartas originales, entré en un nuevo proceso de análisis retrospectivo que, como todos, cuando se tratan de hacer sinceramente, fue otra vez revelador y estimulante. Nuevos y gratísimos descubrimientos que se suman a los que tuve cuando las escribí en su tiempo.

En el encuentro con mis viejos relatos, aparecí nuevamente sentado en el pupitre del salón 108 que me tocó estrenar en Ciudad Universitaria, en el ya lejano 1954. Pero ahora no fui yo el que contestaba “presente”, al pasar lista los profesores. Eran ellos, mis maestros de entonces y de siempre, los que hacían acto de presencia.

Como relámpagos, sus imágenes, reunidas todas sin respetar tiempos ni espacios, se superponían las unas con las otras; jóvenes algunos viejos de hoy, con los viejos jóvenes de ayer y de siempre; cada uno con la edad que tenía en mis personales momentos trascendentes, con aquella que los captó la historia en la mente de los hombres en los que influyeron, o con la que tenían cuando plasmaron en la historia sus nombres. Todos reunidos en la intemporalidad del instante de la reflexión, en la edad de su generosa madurez.

A ratos con sonrisas amables, a ratos con semblantes adustos; con actitudes a veces de aprobación y a veces con gestos de rechazo me hacían saber el único juicio indiscutible, inapelable, que es el que uno hace de sí mismo, en los momentos de sinceridad. Ahí estaban, en ese mi primer espacio en la Universidad, Rivero Borrel y Pascal, Juárez y Beethoven; Barros Sierra, Descartes, y Dostoievsky; Miguel Ángel, Hegel, Avilés, Cervantes, San Agustín, mi padre y Newton; Cristo, Buda y Gandhi; Morelos y Leonardo; Hernández Olmedo, Homero y Mozart; Marte Gómez, Bolívar y Picasso; Wagner y Rousseau; Balzac, Shakespeare, Einstein, Euclides y Faraday, entre otros muchos maestros de mi profunda admiración, para confirmar, con su presencia y con su ejemplo, mi tesis sobre la importancia del compromiso social del ingeniero, para reiterarme la necesidad de continuar su emulación, tratando de ofrecer a los jóvenes el acervo mejor, para que sean más útiles a una sociedad que requiere de esfuerzos mayores de quienes han podido tener el privilegio de la educación. También

para reconvenirme, ante el reconocimiento de lo logrado, lo poco efectivo de mi esfuerzo ante el estado de mi comunidad y para alertarme sobre la maravillosa oportunidad de ofrecer a las nuevas generaciones mis experiencias, que podrán ser de utilidad con su talento.

Para subrayar, en este momento en que “México está desgarrado en su piel externa” y “el pueblo está quebrado a la mitad por la pobreza, la memoria y la esperanza” —lo describo con palabras de Carlos Fuentes—, la importancia de depositar en los jóvenes de hoy la confianza total.

Para ratificar así que hoy menos que nunca debemos cejar en nuestra lucha personal y colectiva por la educación y la cultura, que es lo que puede cambiar para bien el destino de nuestra sociedad.

Para invitarme en coro, con una sola voz idéntica y severa —que es la voz de la conciencia propia—, a hablar a la juventud, como Próspero —el viejo maestro que en la memorable obra de Rodó tenía a Ariel como su numen—, de motivos nobles y elevados, de la importancia del esfuerzo personal para el desarrollo de la colectividad.

Este nuevo recorrido, este nuevo repaso por todo aquello que me ha servido en mi vida profesional, y en mi vida toda, me hacía ver, casi en cada capítulo, el fondo extraordinario de un poema de Torres Bodet que toca a mi memoria con frecuencia:

Un ruiseñor perdido
regresa con la sombra...
Es un poco de olvido

que de nuevo te nombra.
¿Quién dijo que el recuerdo
sabe más que el olvido?
En la fruta que muerdo
todo un bosque está herido.
Todo un bosque de sombra
se abre en el olvido
sólo por que te nombra
el ruiseñor perdido.

Porque en este recordar sobre las vivencias de un ingeniero, sus júbilos y sus momentos preocupados y tristes, se refleja la experiencia de todos; no se trata de relatos excepcionales, que corresponden a una persona, sino a la vida de la ingeniería vista con una óptica personal, desde el observatorio que me tocó construir. Lo que he relatado es lo que nos ha pasado, con más o menos intensidad, a todos los que hemos vivido y amado la ingeniería —“en la fruta que muerdo/todo un bosque está herido”—; lo que podrán vivir, con matices diversos pero con iguales emociones, quienes a ella se dediquen.

Dicen Jean D’Ormesson en su maravilloso libro *Casi nada de casi todo*: “La existencia de cada uno de nosotros tiene algo de aleatorio y nace del azar. Podríamos usted y yo no haber nacido. Es dudoso que el todo resulte también del azar. Parece que se puede sostener que lo posible y lo real se confunden en el ser.”

El azar, sin embargo, ahí está, presente siempre para bien o para mal, pero ofreciendo a la vida la oportunidad de las circunstancias, y a las circunstancias la oportunidad de la vida. Si en lugar de nacer en

Salzburgo, Mozart hubiera visto la luz primera en Uganda, no existiría ciertamente *La pequeña serenata*, ni podríamos deleitarnos con *Las bodas de Fígaro*, pero seguramente habría revolucionado la música de los tambores, las cítaras y las *sanzas*.

¿Por qué ustedes, jóvenes que han decidido dedicarse a la ingeniería, nacieron aquí y ahora? Pregunta hoy sin respuesta, que irán encontrando día a día en su actuar profesional y que debe estimularlos a la entrega apasionada por su profesión y por la sociedad.

Lo posible, lo real, el ser, el azar, el todo, la nada, la existencia, son desde luego discutibles, pero lo que para mí ha sido un hecho indiscutible, y es lo que quisiera dejar a ustedes, mis jóvenes lectores en mi posdata única a esta serie de cartas, es la convicción de que en el ejercicio de la profesión que han elegido, se puede ir recogiendo y compartiendo una serie ilimitada de bienes y de satisfacciones que irán fortaleciendo su vocación y justificando su existencia.

Ojalá que para ello, que les deseo de corazón, estas reflexiones, que compartí en su momento con mi hija y que hoy les ofrezco entusiasmado, les sean de utilidad.

Octubre de 2002

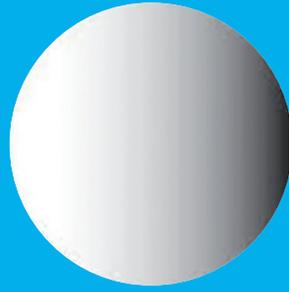
Bibliografía

- Attali, Jacques, *Milenio (Lignes d'horizon)*, Seix Barral, Madrid, 1991.
- Batalla, George, *The Evolution of Technology*, Cambridge History of Science Series, Cambridge University Press, 1999.
- Cartas completas de Lord Chesterfield*, Diana, México, 1945.
- Ciencia y ética. Einstein y la bomba atómica, Centro de Publicaciones ENP, UNAM, México, 1979.
- Confucio, *Los Cuatro Libros Clásicos*, Biblioteca de Bolsillo, Ediciones B, Barcelona, 1977.
- Cross, Hardy, *Engineers and Ivory Towers*, McGraw-Hill, E.U.A., 1952.
- Da Vinci, Leonardo, *Le Traité de la Peinture*, Chez Jean de Bonnot, París, 1982.
- De Jouvenel, Hugues, *Futuro de la ingeniería mexicana*, Academia Mexicana de Ingeniería CONACyT, México, 1992.
- Díaz del Castillo, Bernal, *Historia verdadera de la conquista de la Nueva España*, Instituto Gonzalo Fernández de Oviedo, Madrid, 1982.
- D'Ormesson, Jean, *Presque rien sur presque tout*, Gallimard, París, 1966.
- Dotoeuf, August, *Propos de M. Barenton, confiseur*, Tambourillier, París, 1962.

- Durand-Lasalle, L., *El generalato. O de la educación, de la instrucción, de los conocimientos y de las virtudes necesarias*, Imprenta de I. Cumplido, México, 1873.
- Florman, Samuel L., *The Existential Pleasures of Engineering*, St. Martin's Griffin Edition, Nueva York, 1994.
- Fuentes, Carlos, *El espejo enterrado*, Fondo de Cultura Económica, México, 1992.
- Gómez, Marte R., *Mensaje a un joven agrónomo*, Colección de los Mensajes, Empresas Editoriales, México, 1968.
- Guest, Graham, *The Learning Organization, its Principles and Practices*, s.p.i.
- Jiménez Espriú, Javier, *El estado del arte y perspectiva de la ingeniería en México y en el mundo*, Academia Mexicana de Ingeniería-CONACyT, México, 1993.
- Jiménez Espriú, Javier, *El futuro de México sin ingeniería mexicana*, Academia Mexicana de Ingeniería, México, 1997.
- Jiménez Espriú, Javier, *Mensaje a un joven ingeniero mexicano*, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 1997.
- Kaku, Michio, *Visions. How Science will Revolutionize the 21st. Century*, Anchor Books, Doubleday, E.U.A., 1997.
- Korhonen, Kati, *Educating Engineers of the 21st. Century – The Challenges of Higher Engineering Education in Finland*, Helsinki University of Technology, Degree Program of Industrial Management, Finlandia, 1997.

- Kurzweil, Ray, *The Age of Spiritual Machines*, Penguin, E.U.A., 2000.
- Lange, Claudine, *Être ingénieur aujourd'hui*, Editions du Rocher, París, 1993.
- Marcuse, Herbert, *El hombre unidimensional*, Joaquín Mortiz, México, 1968.
- Memorias de las celebraciones del Primer Centenario de la actual Facultad de Ingeniería y 175 aniversario de la fundación del Real Colegio y Seminario de Minas*, s.p.i., México, 1971.
- Mercier, P.A., F. Plassard, V. Scardigli, *La sociedad digital*, Ariel, Barcelona, 1985.
- Naisbitt, John, *Megatrends*, Warner Books, Nueva York, 1984.
- Naughton, John, *A Brief History of the Future. From Radio Days to Internet Years in a Lifetime*, The Overlook Press, E.U.A., 2000.
- Oldenburg, Kristen, *Producción limpia*, Academia Mexicana de Ingeniería-CONACyT, México, 1992.
- Ortega y Gasset, José, “Misión de la Universidad”, en *Obras completas*, Alianza, Madrid, 1983.
- Orwell, George, *1984*, Planeta, México, 1999.
- Paz, Octavio, *El ogro filántrópico. Historia y política 1971-1978*, Joaquín Mortiz, México, 1979.
- Reales Ordenanzas para la Dirección, Régimen y Gobierno del Importante Cuerpo de la Minería de Nueva-España, y de su Real Tribunal General de Orden de su Magestad, edición facsimilar, México, 1976.
- Rollier, Maurice, *L'elephant dans un magasin de porcelaine*, Libres Propos, París, 1978.

- Savater, Fernando, *El valor de educar*, Ariel, México, 2002.
- Schilpp, Paul Arthur, *La ética precrítica de Kant*, Instituto de Investigaciones Filosóficas, UNAM, México, 1997.
- Senge, Peter, *La Quinta Disciplina en la práctica*, Juan Granica, Barcelona, 1998.
- Smith, Ralph J., *Engineer as a Career*, McGraw-Hill, E.U.A., 1969.
- Solana, Fernando (comp.), *Educación para el siglo XXI*, Presentación y comentarios de Javier Jiménez Espriú, Fondo Mexicano para la Educación y el Desarrollo, México, 1999.
- Toffler, Alvin, *La tercera ola*, Edivisión, México, 1980.
- Torres Bodet, Jaime, *Discursos (1941-1964)*, Porrúa, México, 1965.
- Torres Bodet, Jaime, *Sin tregua*, Fondo de Cultura Económica, México, 1957.
- Viqueira Landa, Jacinto, *Introducción a la ingeniería: ingeniería, sociedad y medio ambiente*, Limusa-Noriega, México, 1994.



“Un ingeniero es un humanista.”

Los productos del trabajo de los ingenieros están presentes en todo momento de la vida moderna, ya sea de manera sutil o espectacular, en obras monumentales o en pequeños componentes, y de igual modo en la exploración del cosmos que en la del cuerpo humano.

Esta maravillosa profesión, sus diversas áreas y especializaciones, se describen aquí en quince cartas y una posdata, bajo la óptica de que, además del conocimiento profundo y permanentemente actualizado de su disciplina, los atributos de honestidad, cultura, compromiso y solidaridad son esenciales para los futuros ingenieros mexicanos.

Javier Jiménez Espriú ha ejercido como ingeniero durante cuatro décadas; también ha sido activo maestro, funcionario y promotor cultural.

ISBN: 978-968-19-1174-4



9 789681 911744

ALFAGUARA



Serie circular