Rosalind Williams

Cultura y cambio tecnológico: el MIT

El MIT es famoso como el instituto de la innovación tecnológica por excelencia, pero no lo es tanto como un lugar que también padece las innovaciones. ¿Cómo se ha desarrollado el proceso de reingeniería en el MIT? ¿Cómo le afectan las nuevas formas de gestión? ¿En qué ha cambiado el papel de los ingenieros en las empresas y en la sociedad? ¿En qué medida han dejado de ser masculinas las carreras técnicas? Rosalind Williams —decana de Estudios de Pregrado y Alumnos de 1995 a 2000— relata la experiencia del MIT con relación a estos procesos a fin de arrojar luz sobre la obsesión contemporánea con la tecnología, que hoy define los deseos y los temores humanos de una forma que no tiene precedente en la historia.

ISBN: 84-206-9111-9

Rosalind Williams Cultura y cambio tecnológico: el MIT

Rosalind Williams

# Cultura y cambio tecnológico: el MIT

la sociedad red

colección dirigida por Manuel Castells

Alianza Editorial

Rosalind Williams

# Cultura y cambio tecnológico: el MIT

Traducción de Dimitri Fernández Bobrovski

Alianza Editorial

Título original:
*Retooling: a Historian Confronts Technological Change*

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la Ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicaren públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

© 2002 Massachusetts Institute of Technology
© de la traducción: Dimitri Fernández Bobrovski, 2004
© Alianza Editorial, S. A. Madrid, 2004
Calle Juan Ignacio Luca de Tena, 15; 28027 Madrid; télef. 91 393 88 88
www.alianzaeditorial.es
ISBN: 84-206-9111-9
Depósito legal: M. 20.304-2004
Fotocomposición e impresión: EFCA, S. A.
Parque Industrial «Las Monjas»
28850 Torrejón de Ardoz (Madrid)
Printed in Spain

*A la memoria del pasado: al abuelo Lewis*

*Con la esperanza en el futuro: a Laurel, Owen y Peter*

# Índice


Prólogo 11

Agradecimientos 15

1. Viviendo en un mundo tecnológico 17

2. La desintegración expansiva de la ingeniería 39

3. Tecnología y empresa 87

4. Tecnología y comunidad 129

5. Hombres y mujeres en el mundo tecnológico 169

6. Coda: Viviendo en un mundo histórico 183

Notas 190

Índice analítico 206

# Prólogo

En otoño de 1994, Arthur Smith, profesor del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática del MIT, anunció su decisión de dejar el cargo de decano de Formación de Pregrado y Alumnos. Una tarde a principios de la primavera de 1995 recibí la llamada de Linn Hobbs, profesor del Departamento de Ciencias de Materiales e Ingeniería, que presidía el comité de evaluación de los candidatos a suceder a Art. ¿Estaría yo interesada en el puesto? «No, gracias», contesté. Me acababan de ofrecer la dirección del Programa de Escritura y Humanidades, quería escribir un libro y (aunque no se lo dije a Linn) no quería hipotecar mi vida en un empleo que exigía tanta dedicación.

Linn dijo que lo comprendía y lo lamentaba y añadió: «En cualquier caso, seguramente no tendría mucho sentido tener a una humanista como decano de estudios de pregrado del MIT», o algo por el estilo. Por supuesto que aquello me sentó mal. «Éste es el problema del MIT», le dije. «Nos seguimos considerando una escuela de ingeniería. Deberíamos parecernos menos a una escuela técnica y más a una universidad. Y en cuanto a la dirección, ¡acuérdate de Jim Killian! Fue uno de los mejores presidentes del MIT, pero ni siquiera era doctor ni tampoco científico o ingeniero. Era periodista, pero entendía la ciencia y la ingeniería mejor que muchos que se dedican a ellas.»

Mucho después me di cuenta de que Linn me había manipulado muy sutilmente. Mi reacción fue irritantemente previsible. Me pidió que fuera a explicar al comité de selección lo mismo que le dije a él, no necesariamente en calidad de candidato, simplemente para proporcionarles una visión más global. Y así fue como sucedió: una cosa trajo a la otra, mi espíritu competi-

tivo se despertó y acabé participando en el proceso de selección; empecé a imaginarme cómo sería tener un trabajo tan absorbente pero, al mismo tiempo, tan apasionante.

A pesar de todo, cuando el presidente Charles Vest me ofreció finalmente el puesto, la propuesta me causó una ansiedad rayana en pavor. No es que temiera hacerlo mal; lo que me preocupaba era que acabase agotada intentando hacerlo bien. Mientras luchaba con sentimientos profundamente contradictorios me vino a la cabeza que esta experiencia podría servir para escribir un libro interesante. Como historiadora de la tecnología podía considerar el cargo de decano como algo más que una responsabilidad administrativa. También sería una forma de investigación y me proporcionaría un valioso punto de vista desde el que observar las interacciones de tecnología y cultura contemporáneas. Y no es que me sintiera aliviada, pero sí algo más tranquila respecto a dónde me estaba metiendo. Así que acepté el empleo, me compré un diario y empecé a tomar notas y registrar mis impresiones con vistas a ese hipotético libro.

Y aquí está, siete años después, esta crónica del observador participante. No me hago ilusiones respecto a la validez de este libro como estudio etnográfico; respeto demasiado a mis colegas antropólogos para pretender eso. Más bien lo escribí desde el punto de vista de historiadora, tratando de imaginar las tendencias y los acontecimientos actuales como parte de unas pautas más amplias. Henry Adams dijo que la historia es «en esencia incoherente e inmoral» y, por tanto, no puede sistematizarse, sólo puede escribirse como un catálogo, crónica, novela o evolución (*The Education of Henry Adams: An Autobiography,* Houghton Mifflin, 2000 [1918], pp. 300-301). Y como demostró el propio Adams con incomparable maestría, la historia puede escribirse también en forma de autobiografía, mientras el individuo intenta observar la marcha de la historia a través de la lente de su experiencia personal.

Una de las características más chocantes de los años noventa fue el dominio que la tecnología ejerció sobre las experiencias personales e históricas. A principios de la década me di cuenta de que, de repente, las conversaciones en las cenas con los amigos empezaron a girar en torno a los ordenadores: a qué juegos juegan tus hijos, qué programas utilizas y, en seguida, para qué usas Internet. A principios de la década siguiente las conversaciones tomaron un cariz más siniestro: ¿Cuándo se recuperarán las acciones tecnológicas? ¿Se recuperarán alguna vez las líneas aéreas? ¿Podemos proteger la tecnología de los terroristas? En este libro he intentado compaginar mis



experiencias personales con una serie de experiencias del MIT —nuevos sistemas informáticos, nuevas actividades de los alumnos, nuevas formas de enseñanza, proyectos de edificación, reformas de personal, conversaciones de pasillos, charlas en los comités— para entender cómo se desarrolla la historia en una época dominada, si no determinada, por los cambios tecnológicos.

# Agradecimientos

Los agradecimientos suelen finalizar mencionando a los familiares del autor. Pero en este libro debo empezar esa lista con mis familiares, por razones que pronto se harán evidentes. Dedico una parte importante del libro a uno de mis abuelos, pero, para no disiparme demasiado, dediqué menos espacio del obligado a mis otros antepasados, especialmente a mi abuela Lewis, que desempeñó un papel muy importante en la vida de mi abuelo y de la mía propia; a mis tíos, que destacaron en materias muy diferentes; a mi madre, que se doctoró en matemáticas y las impartió en una época en la que las mujeres no solían dedicarse a ello; y a mi padre, que trabajó como ingeniero en General Electric durante más de cuarenta años y cuya vida constituye un testimonio inolvidable de la importancia de la profesión de ingeniero para el ascenso profesional. Mi deuda con mi marido y mis tres hijos va mucho más allá del tributo habitual a su paciencia y comprensión mientras escribía este libro. Nada puede compararse a la paciencia y comprensión que demostraron durante los cinco años que ocupé el puesto de decano. En trabajos tan absorbentes, a menudo quien paga el precio más alto no es la persona que los desempeña, sino sus allegados.

Pero, al mismo tiempo —la vida es tan compleja—, también debo rendir tributo al apoyo que recibí de mi gran familia del MIT: la facultad, los estudiantes y especialmente los empleados del decanato. La gente del MIT creó este libro y espero rendirles tributo con él. Uno de los temas del libro es que los sistemas tecnológicos siempre son sistemas humanos. No podría mencionar aquí los nombres de todos los miembros del staff del decanato que tanto me ayudaron durante los años que ocupé el cargo de decano, pero espero que en estas páginas ellos puedan reconocer su labor y su voz.

Varios dirigentes del MIT, actuales y del pasado, entre ellos Chuck Vest, Bob Birgeneau, John Hansman, Nancy Hopkins, Lorna Gibson y Bob Weatherall, leyeron el manuscrito y ayudaron a hacerlo más preciso. De alguna manera, revisando el manuscrito, estaban revisando la institución a la que habían dedicado sus corazones, mentes y energía. Nada reafirma más mi respeto por el MIT que su dedicación generosa y enriquecedora a esa tarea.

También estoy agradecida a John Staudenmaier, S. J., que me animó a enviar una versión anterior, mucho más condensada, de lo que luego sería este libro a *Technology and Culture*, la revista de la Sociedad de Historia de la Tecnología. Además John leyó y comentó el manuscrito, al igual que mi amigo y colega Thomas P. Hughes. La opinión de Tom era especialmente valiosa, ya que había conocido a mi abuelo hacía muchos años, cuando aquél era profesor asistente del MIT. De hecho, gracias a mi abuelo, siendo aún estudiante, trabajé como ayudante de investigación de Tom. Éste fue el principio de un vínculo personal e intelectual con Tom y Agatha, su esposa ya fallecida, que valoro enormemente.

La persona directamente responsable de la publicación de este libro es Larry Cohen, editor jefe de MIT Press. Desde el primer momento Larry entendió, a veces mejor que yo, lo que pretendía conseguir. Me guió a través del proceso de escritura y de revisión, sabiendo cuándo me tenía que dejar y cuándo hacer una sugerencia. Durante el proceso de edición tuve el placer de volver a trabajar con Paul Bethge. Volví a darme cuenta del enorme valor de un editor inteligente y que te apoya. El papel que desempeñó MIT Press en hacer realidad este libro me recuerda que, además de la suerte que he tenido en la vida con mi familia, actual y pasada, con mis amigos del MIT y de otros lugares, uno de los mayores dones ha sido colaborar durante toda mi vida con esta gran institución.

# 1. Viviendo en un mundo tecnológico

## La granja Spring Garden

Mi prima Mary, que se dedica a la terapia familiar y pertenece a la escuela de psicología de Jung, me dice que debemos hacer caso a algunos sueños: ellos nos dirigen. En diciembre de 1994 tuve un sueño así. Al despertarme no me acordaba de los detalles, pero sabía que trataba de mi abuelo materno Warren Kendall Lewis y que debía visitar la granja Spring Garden, ubicada cerca de la ciudad de Laurel en Delaware del sur, donde vivió mi abuelo en los años ochenta y noventa del siglo XIX.

A pesar de su larga carrera de ingeniero químico, mi abuelo Lewis siempre se había considerado un hijo de granjeros. Ya como profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts, solía amenizar las arduas clases de ingeniería contando alguna divertida historia de su profesor de la escuela del pueblo o de su apócrifo primo Willie. La labor del profesor, solía decir, consiste en «poner el forraje en el sitio donde los terneros puedan alcanzarlo».

En los años sesenta pasé el verano con los abuelos Lewis en su casa de Newton, Massachusetts, ayudando a mi abuelo con la conferencia que estaba preparando, titulada «El uso de la energía por el hombre». Una maravillosa mañana, después del desayuno, nos reunimos en el salón para hablar del proyecto. Nos sentamos en sillones colocados debajo de una ventana abierta. Podíamos ver las gotas de lluvia que había dejado la tormenta nocturna en las hojas del rododendro. «Cuando era pequeño y vivía en la granja» dijo mi abuelo, «siempre adivinaba si había llovido por la noche, porque mi padre solía cantar en voz alta mientras iba a dar de comer al ganado».

Warren Kendall Lewis (1882-1975) era hijo único. Tanto él como sus padres estaban convencidos de que heredaría y explotaría la granja Spring Garden, que había pertenecido a la familia desde el siglo XVIII. Cuando la mecanización empezó a llegar a Delaware del sur la granja producía fruta, verdura, grano y forraje. En toda la región de Laurel había una trilladora a vapor que se transportaba de una granja a otra arrastrada por caballos y mulas.

Warren y sus padres pensaron que dirigiría mejor la granja si obtenía alguna formación universitaria en agronomía. Laurel tenía un instituto de tres cursos, dirigido por un profesor que impartía todas las asignaturas durante los tres años. En matemáticas se llegaba hasta el álgebra, que se enseñaba en el último curso. Mi abuelo fracasó. Los Lewis se dieron cuenta de que no podría aspirar a entrar en la universidad tras haber estudiado en aquel instituto. Así que decidieron mandar a Warren a una escuela mejor. Una de las primas de Warren, Mary Witherbee, se había trasladado a vivir a Newton, donde enseñaba inglés en lo que entonces era el Lasell Female Seminar. Se había quedado huérfana a muy temprana edad y desde entonces había vivido con la familia Lewis. Su novio murió repentinamente, así que se volcó en Warren, convirtiéndose en una segunda madre para él. En otoño de 1898, a la edad de dieciséis años, Warren se trasladó a Newton para empezar a asistir a la Escuela Superior, que gozaba de una excelente reputación a nivel nacional. Durante el invierno de 1898 se hospedó en casa de su familia de Newton. El miércoles 15 de febrero escribió en su diario: «Por la tarde fui al centro y monté a caballo. Pedí a un hombre que pasaba que me dejara montar en su caballo; era la primera vez que montaba a caballo desde septiembre, y soy hijo de un granjero». Pero las cosas en la granja también estaban cambiando. En la carta que recibió Warren de su padre aquella primavera, éste le contaba (y Warren así lo anotó en su diario) que «en Laurel y alrededores se habían abierto cuatro fábricas de conservas, que iba a dedicar diez acres a los tomates y que tan sólo le quedaban cuatro vacas, etc.».

En su primer trimestre en Newton mi abuelo obtuvo una «A» en aritmética, una «B» en geometría y «C», «D» y «F» en todo lo demás. En el segundo trimestre obtuvo cinco «A», dos «D» (una en latín y otra en dibujo) y una «C» (en alemán). Seguía pensando en estudiar agronomía para poder aplicar sus conocimientos en la granja. El 28 de febrero Warren escribió en su diario: «Ayer pregunté a Miss Macumber y Miss Constantine a qué universidad debía ir. Me dijeron que tendrían que pensarlo más detenidamente, pero la primera me recomendó Amherst Agrícola o, mejor todavía, el Tech.



Miss Constantine mencionó Cornell. Escribiré allí. También añadió que debo dormir nueve horas al día, hacer mucho ejercicio y sacar menos sobresalientes. Ella cree que me sobran por lo menos tres».

Por aquel entonces Warren se hospedaba en casa de un compañero del colegio que planeaba ir al Tech o Boston Tech (nombres que a menudo se empleaban por aquel entonces para hablar del Instituto Tecnológico de Massachusetts). Sabía, y la experiencia de la escuela de Newton lo confirmaba, que debía estudiar en un lugar competitivo. Se suponía que el Boston Tech era duro. Así que se matriculó allí en otoño de 1901.

Siempre decía que su intención era volver a la granja, pero que le siguieron pasando cosas. Claro que en realidad todo no fue tan accidental. Le guiaba el deseo de aprender y el deseo de destacar, de obtener «A» a pesar de lo que decía Miss Constantine y de ir a lugares difíciles. Dado que en el MIT no se impartía agronomía, estudió primero ingeniería mecánica y luego química. La mayor parte de su educación fue sufragada con la venta de tomates a los conserveros de los alrededores de Laurel, a cinco dólares la tonelada. En verano regresaba a Delaware y trabajaba en la granja. Un verano se le ocurrió la idea de alimentar a las vacas con la piel que se quitaba a los tomates antes de envasarlos. El experimento fracasó: aunque la piel de los tomates era un forraje barato, las vacas empezaron a dar leche de color rosa.

En febrero de su último año, Warren Lewis estaba totalmente convencido de que en junio de 1905 cogería el tren para regresar a Delaware. Pero al principio del último semestre le ofrecieron el puesto de ayudante de laboratorio y, posteriormente, un puesto de verdad en el laboratorio de ingeniería química del profesor William Walker. Walker le animó a solicitar una beca de doctorado internacional en química física. La beca llevó a Warren Lewis a Breslau (una de las principales ciudades de Prusia), donde en 1908 obtuvo su doctorado en Química Física. Entonces fue cuando Warren se dio cuenta de que no iba a volver a la granja, al menos de momento. El «hijo del granjero» fue secuestrado por el siglo XX.

Después de trabajar durante un año en una fábrica de curtido de pieles en Merrimack, New Hampshire, Warren Lewis regresó al MIT como profesor. Durante la Primera Guerra Mundial dirigió la investigación de defensa contra ataques con gases. (Tras su muerte, mientras mi madre y yo limpiábamos la carbonera de la casa de Newton, encontramos una colección de máscaras antigás de los aliados, una de cada país.) Después de la guerra mi abuelo y William Walker colaboraron para desarrollar la especialidad completa de ingeniería química. Junto con su colega, Walter McAdams, escri-

bieron el libro de texto que definía la nueva disciplina, organizando el currículo alrededor del principio de operaciones unitarias.

En 1920 el MIT creó un Departamento de Ingeniería Química independiente, y Warren fue su primer jefe. Ocupó el cargo durante nueve años, pero siempre le había gustado más la enseñanza que la administración. Como profesor era famoso o infame para algunos alumnos por su forma de examinarlos continuamente en sus clases, a menudo demostrándoles que eran «obtusos» por no entender algo que él consideraba obvio. Algunos estudiantes le tenían miedo y estaban resentidos. Otros descubrían la creatividad y confianza en sí mismos.

Warren Lewis se dedicaba intensivamente a la asesoría especialmente para Goodyear Tire and Rubber y para Standard Oil de New Jersey. A finales de los treinta él y sus colegas desarrollaron el método catalítico de *cracking* que podía ser utilizado para producir combustible de alto octanaje. La primera unidad industrial de *cracking* catalítico de lecho fluido se puso en marcha en 1942 para producir combustible de aviación que permitió a los aviones aliados vencer a los alemanes en la batalla de Inglaterra. Mi abuelo me contaba cómo los petroleros procedentes de las refinerías de Venezuela atracaban en Liverpool y bombeaban el combustible directamente en los tanques de los cazas Spitfire.

Mi abuelo casi nunca hablaba de su papel en el Proyecto Manhattan. Cuando, en 1940, se organizó el Comité Nacional de Investigación de Defensa, mi abuelo fue nombrado vicepresidente de la división química. Trabajó en el comité que tomó las decisiones cruciales para priorizar los cuatro procesos propuestos a escala industrial de separación de U-235 para la fabricación de la bomba atómica. En 1942, a la edad de sesenta años, mi abuelo tomó el tren de Chicago para presenciar la primera reacción nuclear en cadena. (En el último minuto cedió su lugar a un miembro más joven del grupo.)

Durante la Segunda Guerra Mundial viajó constantemente. Durante una de sus visitas a casa de sus padres en Newton, mi madre, extrañada por su ausencia, preguntó a la abuela dónde estaba «papá». Más tarde me contó que la abuela le contestó con una expresión divertida de la cara: «Se supone que no se lo puedo contar a nadie, pero está en algún lugar de Nuevo México. Si tengo que localizarle para alguna emergencia debo llamar al general Groves a Washington». Pocos años después, mis padres escucharon en las noticias de la tarde que una bomba atómica había sido arrojada sobre Hiroshima, y que la bomba experimental había sido construida en Nuevo México. Mi



madre exclamó: «¡Así que allí era donde estaba papá!». Mi abuelo sabía que era necesario construir la bomba, pero, a pesar de ello, el tema le angustiaba. Le contó a mi madre que temía que la bomba hiciese desaparecer un continente entero. Ya muy anciano, a veces se obsesionaba con que no podía lavar la radiación de sus manos.

El abuelo Lewis se jubiló en 1948. Seguía hablando de regresar a la granja, pero, a medida que pasaban los años, sus objetivos se hacían más elaborados. Tenía algunas ideas vagas pero muy firmes de utilizar la granja Spring Garden para mejorar las relaciones raciales en Delaware del sur. Durante la Guerra Civil, en un estado que se dividió casi a partes iguales entre los dos bandos, los Lewis apoyaron a los unionistas a pesar de que el abuelo de mi abuelo tenía esclavos. Kendall Lewis elaboró un sistema por el que sus esclavos podían obtener la libertad al cabo de unos años de trabajo por un salario; una vez liberados, eran propietarios de algunas tierras para poder mantener a sus familias. Sin embargo, no todos los esclavos fueron liberados: algunos aparecen relacionados en el testamento de Kendall Lewis junto con otras propiedades. A mi abuelo le preocupaba el hecho de que la granja Spring Garden había sido cultivada utilizando la mano de obra esclava. Nunca entendí bien cómo pretendía emplear la granja para mejorar la suerte de los Negros (como les llamaba) de la región de Laurel, pero era una parte importante de sus planes para el regreso.

Evidentemente ya no podía tomar las decisiones solo: mi abuela, una persona adorable y gentil pero que no tenía un pelo de tonta, no tenía la menor intención de abandonar Boston, donde vivieron varias generaciones de su familia, para irse al otro extremo de la península de Delmarva. En 1949 se construyó la Route 14, una autopista de cuatro carriles que atraviesa el centro de la península. «La Dual», como todavía la llaman en la región, partió por la mitad la granja Spring Garden. Mi madre me contó que el abuelo decidió vender la granja cuando se construyó la autopista. Estoy segura de que había otras razones. Probablemente mi abuelo se dio cuenta de que tanto su vida como Laurel habían cambiado demasiado para poder regresar.

La granja sigue siendo explotada por una familia local, antiguos amigos de los Lewis, pero nadie habita la casa. Una pequeña foto en blanco y negro tomada alrededor de 1950 muestra a mi abuelo, mi tío y mi hermano mayor en el porche de una casa vacía. Poco después de la muerte de Mary, prima de mi abuelo, hice un viaje con éste y mi madre para vender su casa de Seaford, al norte de Laurel, donde había vivido tras jubilarse. En 1960

visité Delaware del sur con mi madre y mi abuelo para una reunión familiar que se celebró en una iglesia de Bethel, al oeste de Laurel. El cementerio de la iglesia en el que están enterrados los jóvenes padres de la prima Mary limita al norte con campos de maíz y al sur con un afluente del río Nanticoke. En su papel de hijo famoso, mi abuelo pronunció un corto discurso y una oración. Nunca había dejado de intentar reconciliar su fe en Jesús y en la ciencia.

Entre aquella reunión y mi sueño había vuelto sólo una vez a la granja Spring Garden. Fue en 1977, un año después del nacimiento de mi hija Laurel. (En una ocasión mi tío me contó que, en medio de una discusión sobre la riqueza del idioma inglés, preguntó a su padre cuál era la palabra más bella del inglés. Sin dudar un solo instante mi abuelo contestó «Laurel».) Nuestro plan para presentar a nuestra hija a su ciudad homónima fue un fracaso. Nos alojamos en un motel de la Dual y Laurel se pasó llorando la mayor parte de la noche. Ni siquiera pudimos entrar en la casa abandonada. Cuando miramos por las ventanas vimos que las tablas del suelo se habían podrido.

En abril de 1995, obedeciendo a mi sueño, volé de Boston a Baltimore, donde alquilé un coche para viajar a Delaware del sur. No utilicé la Dual, y opté por carreteras secundarias. La costa oeste de la península de Delmarva está llena de segundas residencias de gente de Washington y Baltimore. A medida que me adentraba en Delaware, al este de Maryland, las casas se iban espaciando y se hacían más pequeñas. Tenía la sensación de estar retrocediendo en el tiempo. La carretera de dos carriles atravesaba las pacíficas y llanas granjas, que parecían tener cada una a su buitre al acecho. Podía ver los vestigios de los huertos que habían hecho de Delaware el mayor productor de frutas y verduras para Washington, Baltimore y Filadelfia en el siglo XIX y que atrajeron a las conserveras a principios del siglo XX. Cada pocas millas un cartel de «Escójalo usted mismo» anticipaba fresas y tomates maduros. Pero por todas partes se notaba el dinero: lejos de la carretera se veían los barracones de crianza de pollos. Los carteles anunciaban pienso para pollos y recordaban a los conductores que estaban en el «País perdido». Cerca de Laurel la carretera se interrumpía bruscamente al llegar al río Nanticoke. Un transbordador con capacidad para cuatro coches iba de una orilla a la otra. Me bajé del coche durante los cinco minutos que duró la travesía, observando a los pájaros y la vegetación del río, sorprendida y encantada por el interludio pastoral. En la orilla de Laurel una familia afroamericana, endomingada y cargada de pasteles, se dirigía a un picnic organizado por la iglesia en la orilla oeste del Nanticoke. Intercambiamos saludos y sonrisas mientras abandonaba el transbordador.



Me dirigía al este por una carretera que corría paralela al «paseo del río» del siglo XVIII. Los marineros que atracaban en Bethel podían subir andando a lo largo del Nanticoke hasta Laurel para encontrar alojamiento. Alguna vez se alojarían en el ático de la granja Spring Garden. Yo misma dormí allí aquella noche, no en el ático pero sí en el dormitorio de la segunda planta, en una cama con dosel escuchando el sonido del arroyo corriendo hacia el embalse del molino y luego hacia Nanticoke. La granja se había convertido en un hotelito rural regentado por una pariente lejana de los Lewis y administrado por la Sociedad Histórica de Laurel. Había conseguido incluir la casa en el Registro de Lugares Históricos para protegerla de los cambios o la destrucción y la había restaurado con gusto y afectación.

Al despertarme vi las flores rosas de los cerezos contra la ventana de mi habitación. Me puse un pantalón corto y bajé a correr un poco; salí por la puerta de la cocina en la parte trasera de la casa, pasé al lado de un pozo cegado hacía mucho tiempo y bajé por el sendero del establo. Los animales se habían ido hacía mucho tiempo. El establo estaba lleno de patos tallados en madera, edredones, viejas herramientas de hierro, antiguas señales, canastos y otras «antigüedades» a la venta. Me dirigí a la ciudad. Gente procedente de otros lugares había empezado a comprar y arreglar las viejas casas, pintándolas de modernos tonos pastel. Pasé cerca de un pequeño edificio de ladrillo que había sido la estación del ferrocarril en la que mi abuelo tomó en 1898 el tren que le llevó a Boston. Ahora albergaba la Sociedad Histórica de Laurel. Los afroamericanos de Laurel vivían literalmente al otro lado de la vía. Llegué corriendo hasta el instituto de Laurel en las afueras de la ciudad. Un conjunto de edificios de ladrillo de una sola planta y un gimnasio de dos plantas. Entré en el gimnasio y contemplé la exposición de trofeos y fotos de los equipos en el hall. (En ellas se podía ver a los jugadores negros y blancos entremezclados.) Decidí volver más tarde para comprar para mi hija, que por entonces estudiaba en la universidad, un jersey del instituto con el bulldog de Laurel. Salí y seguí corriendo. Callejeé por la ciudad y me encaminé a la granja.

En los tiempos de mi abuelo, Laurel, con sus tiendas y la estación de ferrocarril, era un lugar mucho más animado que la granja de las afueras. Ahora la situación se había invertido: a medida que me alejaba de la ciudad y me acercaba a la autopista, la actividad iba en aumento. A lo largo de la calle que iba hacia la casa, en lugar del maíz o los tomates, habían brotado

edificios auxiliares. Al otro lado de la Dual los coches iban y venían entre las tiendas, almacenes de muebles y supermercados. Detrás de la casa, al lado del pozo de la cocina, todavía quedaba una pequeña parcela cultivada. Al otro lado de la parcela podía ver la parte trasera del K-Mart de la Dual. La mujer que regentaba el hotel rural me dijo que la parcela había sido vendida al K-Mart por el granjero que trabajó en la granja Spring Garden durante muchos años tras la muerte de mi bisabuelo. Me dijo que pronto se convertiría en un aparcamiento. La parcela está condenada, el ruido del tráfico es incesante y la granja Spring Garden es una isla en el mar tecno-comercial que lame incansable sus playas [1].

## De qué trata este libro

Empezar a trabajar en el MIT fue para mí un regalo y una sorpresa. Había crecido convencida de que la institución era una especie de reserva natural para ingenieros masculinos al estilo de mi abuelo. Incluso cuando era estudiante universitaria, y hacía prácticas de verano en la biblioteca del MIT para ayudar a mi abuelo a preparar su conferencia, nunca se me había ocurrido que algún día acabaría trabajando allí. El título de la conferencia («El uso de la energía por el hombre») era sólo un pequeño indicio de un conjunto mucho mayor de normas y expectativas sociales.

El abuelo Lewis murió en 1975, un año antes del nacimiento de Laurel, tres antes de que me doctorara, cinco antes de que consiguiera mi primera beca de investigación y docencia en el MIT y diez años antes de que me convirtiera en profesora adjunta. Veinte años después de su muerte me propusieron el puesto de decano de Formación de Pregrado y Alumnos [2]. Consideré el ofrecimiento como una orden que debía ser obedecida. Como mujer y humanista, pertenezco a dos minorías del MIT. Los humanistas son una minoría: hay ochenta y seis miembros de pleno derecho en la Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales a la que pertenezco comparados con los doscientos treinta y dos miembros de la Facultad de Ingeniería. Las mujeres también son una minoría: constituimos el dieciséis por ciento de toda la universidad (aunque un tercio de la Facultad de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales) [3]. Me dije que si el MIT tenía el valor de pedir a una mujer y humanista que ocupase el cargo de decano de Formación de Pregrado, yo debía reunir el coraje para aceptarlo. Desde el punto de vista más egoísta presentía que disfrutaría de un maravilloso lugar de observación de la historia contemporánea de la tecnología, presentimiento que se vio corroborado con creces.



Me hubiera gustado que el abuelo Lewis viera mis logros. Durante los momentos difíciles, que a veces se presentaban mientras ocupaba mi puesto de decano, solía cambiar el recorrido de mi carrera matinal para pasar cerca de la casa de los Lewis en la Lombard Street, a tan sólo una milla de distancia de mi casa actual, para intentar escuchar sus palabras de ánimo. En los días mejores me hubiera gustado hablar con él de los cambios ocurridos en el MIT desde que lo había dejado. Podrían haber sido unas conversaciones maravillosas. Él estudió ciencia e ingeniería, yo estudié historia y literatura y los dos acabamos convergiendo en un interés común por las dimensiones humanas de la tecnología. Me hubiera gustado seguir manteniendo esas conversaciones en la era digital, aunque estoy segura de que el abuelo se habría centrado más en los cambios sociales que en los tecnológicos. Me dijo en varias ocasiones que si algún día se reencarnaba, le habría gustado ser sociólogo: «Es allí donde ocurren las cosas interesantes».

Durante los cinco años de mi decanato empecé a considerar la historia de mi abuelo como parte de una historia más global: la historia de la tecnología y la sociedad. Una combinación de razones utilitarias, ambiciones personales y sueños utópicos llevaron a Warren Lewis de Laurel al MIT. Quería prosperar como granjero para ayudar a los negros a mejorar sus vidas y las vidas de la gente de todo Delaware del sur. Creía en el progreso y dedicó su fe a la ciencia e ingeniería. Esta fe creó un mundo nuevo, uno que ofrecía trabajo menos duro y más oportunidades que la vida de granjero de finales del siglo XIX. Pero éste no es el mundo que amaba mi abuelo. La historia tiene patetismo, es incluso trágica, ya que mi abuelo como ingeniero, con la mejor de las intenciones, contribuyó a erosionar la forma de vida que amaba. Los ingenieros químicos proporcionaron combustible a la era del automóvil; la Dual partió en dos la granja y colocó un aparcamiento al lado de la puerta de la cocina. Cuando DuPont instaló su factoría en Seaford los empleados compraron casas en Laurel y los negocios crecieron a las orillas de la Dual. Los ingenieros químicos incorporaron el concepto de proceso unitario a la industria bioquímica; ahora esta industria fabrica los piensos y los antibióticos que convirtieron las granjas de Delaware del sur en fábricas de pollos.

El MIT produce innovaciones tecnológicas con la misma regularidad con que la granja Spring Garden producía tomates. Ahora el mar tecno-comercial también lame las playas de esta isla. De la misma forma en que la bioquímica, DuPont y las modernas autopistas transformaron Delaware del

sur, la era de la información está transformando el MIT. Las innovaciones que produjo la ingeniería de posguerra minan el terreno del Instituto. Como dijo un profesor en una reunión dedicada a las tecnologías de educación: «Tenemos que estar a la altura del impacto que causamos en el mundo». La gente del MIT está descubriendo que el mundo nos impacta con la misma fuerza y que «nosotros» ya no somos lo que éramos. El MIT es famoso como lugar del que provienen las innovaciones tecnológicas. Pero no lo es tanto como el lugar que se enfrenta a esas innovaciones.

Este libro describe el MIT menos famoso, donde, en palabras de mi otro colega: «Padecemos las innovaciones». Pero el objeto del libro no es describir el MIT, sino utilizarlo como un ejemplo local de una sociedad más amplia, dedicada a la innovación tecnológica. Este período de la historia se define por el ritmo y el alcance del cambio tecnológico y por nuestra obsesión social con este cambio. Las implicaciones van mucho más allá de las estrictamente económicas. El cambio inducido por la tecnología define también, de forma que no tiene precedentes en la historia, los deseos humanos, miedos, recuerdos, imaginaciones, experiencias temporales y espaciales.

El análisis abstracto no sirve de mucho al intentar describir la experiencia integral de los cambios tecnológicos (que difiere totalmente de la lógica del mercado). La experiencia histórica no es sistemática, localizada y particular, incluso cuando surge de y realimenta una pauta de cambio más amplio. Las experiencias del MIT que pretendo contar también surgen de y realimentan tendencias y temas más generales de la sociedad basada en la información.

El MIT es un buen sitio para observar el cambio tecnológico, y no porque sea un lugar típico, sino porque allí se concentran las innovaciones y sus consecuencias. No me imagino un lugar más favorable para la tecnología que el MIT. En su corazón anida la profunda fe en el valor de la tecnología como base de perfeccionamiento humano y en el análisis tecnológico como base para la solución de los problemas. La fe y el interés propio van juntos. El MIT está lleno de gente que se beneficia de la economía global digitalizada, como investigadores, como docentes, como consumidores y como empresarios.

Pero las fuentes de la creatividad tecnológica y de la capacidad de adaptación a los cambios dependen de los recursos que nunca podrán ser proporcionados por el sistema de información global: tiempo y espacio para soñar despierto, encuentros casuales, ideas descabelladas, leyendas institucionales, tradiciones heredadas, ritmos históricos. Convirtiendo estos recursos en escasos, una institución dedicada a hacer del mundo un lugar mejor puede estar cegando las fuentes más profundas de la tecnología y el cambio. Preocupándose por la escasez de estos recursos, la gente del MIT está empezando a entender, aunque sólo semiinconscientemente, que la obsesión con el futuro tecnológico puede estar minando el mundo que tanto aprecian. Se sienten dolorosamente ambivalentes, les excitan las innovaciones pero, al mismo tiempo, las padecen.



## Historia como cambio tecnológico

Una asunción muy común sobre la era de la información es que ésta representa el «nuevo mundo» del cambio tecnológico que implacablemente hace replegarse el «viejo mundo» de la resistencia cultural, igual que los soldados del Imperio Romano hacían replegarse a los celtas hacia las colinas occidentales de Bretaña. El conflicto actual, nos dicen, es entre la nueva economía y la vieja, entre lo digital y lo analógico, entre los sistemas y el medio ambiente, entre la globalización y la identidad. La raza humana se divide entre los dinámicos «agentes de cambio» y los anquilosados no reciclables, entre los neonómadas «analistas simbólicos» que trabajan con los bits y una «fuerza laboral desechable que puede ser automatizada y/o contratada/despedida/desplazada...» [4].

Esa binaria forma de pensar se aplica a toda la historia. La revolución de la información nos conduce a una nueva fase histórica en la cual el cambio tecnológico será el determinante principal y constante de la vida humana. La historia se convierte en la crónica de la gran batalla entre la fuerza irresistible del «cambio», inducido por la tecnología o la «innovación», por un lado, y la equivocada, aunque comprensible, resistencia cultural a estos cambios, por otro. Batalla que el «cambio» o la «innovación» acabarán ganando inevitablemente.

Se supone que ésta es una época sin sentido de la historia, pero la visión de la historia como una lucha entre el cambio tecnológico y la resistencia tecnológica está ampliamente extendida. Implícita más que explícita, es menos una teoría (lo que implicaría cierta toma de conciencia de los temas y algún esfuerzo por conseguir consistencia lógica) que una ideología (las ideologías no son especialmente lógicas ni consistentes) [5]. Es una ideología de la historia en la que la palabra «historia» ha sido sustituida por «tecnología». En vez de ser un actor sobre el escenario de la historia, la tecnología se con-

vierte en el propio escenario; no es un elemento del cambio de la historia, sino la propia historia. Hemos llegado a asumir que la historia va hacia donde va la tecnología, como si ahora fueran una misma cosa.

La ideología del cambio tecnológico se ha convertido en la teoría dominante, aunque implícita, de la historia de nuestro tiempo, incluso para aquellos que nunca habían leído un libro de historia. En la famosa distinción de Karl Mannheim, la ideología es un conjunto de «imágenes-deseo» que intentan hacer evolucionar el orden existente para hacerlo mejor, mientras que la utopía representa el deseo de romper las ataduras del orden existente para cambiarlo por una nueva realidad. Mannheim añade: «La utopía de la burguesía ascendiente era la idea de la "libertad"» [6]. La innovación vino para definir la utopía de la libertad, un lugar ideal gobernado por el mercado y las leyes tecnológicas, donde las mentes creativas y la libre circulación de capitales se unen para crear un nuevo mundo con abundancia de energía y de oportunidades. Es un mundo mucho más atractivo que el mundo real en el que vivimos, donde las innovaciones acaban convirtiéndose en burocracia, donde las acciones tienen consecuencias y donde las olas del cambio te devuelven a la orilla. El utópico «ningún lugar» de las innovaciones potenciadas por el mercado representa un agradable refugio de las complejidades y consecuencias del mundo superpoblado y azaroso. Mannheim enfatiza que la ideología y la utopía son tipos ideales; en la práctica, a menudo es difícil distinguirlas dentro del orden social o, incluso, dentro de la mente de un individuo. Sin embargo, en la visión de la historia como innovación tecnológica, con frecuencia podemos discernir un conjunto de «imágenes-deseo» que son utópicas sin ser especialmente progresivas.

Durante mi etapa como administradora del MIT, pocas veces he escuchado hablar explícitamente de la historia, pero a menudo he oído a la gente expresar la visión implícita de la historia como cambio tecnológico. Lo hacían empleando un conjunto de palabras engañosamente sencillas: «tecnología», «cambio», «cultura», «espacio», «tiempo», «comunidad». Estas palabras son altamente interdependientes, derivan sus significados de otras y forman un mundo cerrado de referencias cruzadas. Son también muy reflexivas, obteniendo sus significados de los cambios que se supone que deben analizar [7]. También se apropian del significado de otras palabras que antes eran más significativas, como «ingeniería» y «progreso».

La estrella de este sistema lingüístico es la «tecnología». En 1861, cuando el MIT recibió su nombre, la palabra era novedosa, incluso osada y muy completa. Esculpida en piedra bajo la Gran Cúpula, «tecnología» sigue definiendo de forma rimbombante la misión del instituto. Pero en las reuniones diarias, bajo la cúpula y alrededor de ella, la «tecnología» tiene escasa grandeza. Empieza a significar *tecnología de información,* una reducción reciente, drástica y reveladora. En las reuniones de los comités, cuando esbozamos algún proyecto o modelo de organización en una pizarra, alguien siempre acaba escribiendo la palabra «tecnología» dentro de un círculo. Solemos hablar del diseño de nuevos espacios lectivos para acomodar «la tecnología». Solemos escribir informes diciendo cosas como: «La motivación primordial para revisar la política [es] el reconocimiento de que la tecnología ha transformado los medios mediante los que recopilamos, administramos y proporcionamos el acceso de los estudiantes a la información».



En ningún momento y en ningún contexto se ha sugerido que la tecnología podría abarcar más que la tecnología de información, ni nadie ha cuestionado su estatus de identidad independiente. «Tecnología» solía ser un término espléndido, aunque también peligroso, dado que había sido utilizado con demasiada frecuencia como un agente histórico abstracto e independiente [8]. En este sentido sigue siendo peligroso, pero ya no es espléndido. Significa la tecnología de la información y significa cambio.

Mientras que «tecnología» expande su alcance retórico, el de «ingeniería» se contrae. Nunca fue un término con glamour (aunque sí sólido), ahora se utiliza mucho menos y normalmente en relación a un proyecto o departamento específico. Aún es más llamativa la ausencia de la palabra «progreso». No hace mucho tiempo las discusiones sobre la tecnología eran dominadas por las «charlas sobre el progreso» [9]. Hoy en día la gente del MIT suele hablar mucho sobre el progreso científico, refiriéndose a los descubrimientos que pueden hacer ganar el premio Nobel, pero muy poco sobre el progreso tecnológico, salvo que el término se emplee con ironía.

La «tecnología» está ligada al «cambio». Todo el mundo dice que el cambio es implacable e inevitable, pero no tiene finalidad, en el doble sentido de que carece de propósito y no tiene fin. El progreso tiene una línea histórica; el cambio, no. Después de una reunión en la que se trató de los nuevos sistemas de software, una participante me dijo que el consultor le había recomendado utilizar el concepto de un «viaje de cambio» para ayudar a la gente a vencer sus resistencias al cambio. Cuando le pregunté sobre cuál era el destino de ese viaje, me contestó que se llegaba a un punto de confort mediante el cambio. El significado de «cambio», igual que el de «tecnología», se ha reducido drásticamente. De todos los posibles tipos de cambio —político, intelectual, cultural, social—, es el cambio tecnológico el único que

importa [10]. El viaje del cambio nos lleva por los paisajes familiares de la ciencia, la ingeniería, la política, el mercado, el trabajo, la familia. Todo el mundo coincide en que éstos también pueden cambiar, pero se supone que sólo lo harán como consecuencia del cambio tecnológico.

Las innovaciones tecnológicas se asemejan a la idea del progreso pero también la vacían [11]. El progreso se mide en relación con las metas definidas desde el punto de vista humano: el cambio y la innovación se miden por su éxito en el mercado. La innovación dirigida por el mercado puede tomar ciertas direcciones (la ley de Moore, globalización, integración de sistemas), pero éstas se definen más por las reglas del mercado y por el funcionamiento interno de la propia tecnología que por los propósitos humanos. La innovación no se convierte necesariamente en el progreso humano, al igual que la evolución biológica no significa el progreso de la especie (como entendió muy bien Darwin). La ideología actual de la historia como innovación tecnológica convierte al mercado —el motor de la adquisición capitalista— en el motor de la propia historia y a la tecnología en su agente.

Es fácil desenmascarar la retórica de la innovación y el cambio y mostrar que es una cínica herramienta de gestión que justifica cualquier tipo de trastorno causado a las personas (movilidad laboral, exigencia de trabajar más o durante más tiempo, despidos) como los inevitables inconvenientes de un bien mayor. ¿Pero por qué este punto de vista sobre la historia está tan ampliamente, aunque semiinconscientemente, aceptado? [12]. La mayoría de nosotros no se cree las falacias de los gestores. En medio de su torrente ideológico intentamos vivir unas vidas razonablemente humanas, procurando adivinar quiénes somos, cómo contactar con los demás, cómo lograr algo que tenga sentido, cómo disfrutar del tiempo que tenemos. Pero la retórica de los gestores tiene su parte de verdad, porque expresa, aunque inadecuadamente, nuestra experiencia diaria en un mundo dominado por las tecnologías que hemos creado.

Pero esa retórica tiene el efecto de trivializar el concepto del cambio. Un cambio significativo es mucho más que un nuevo producto o sistema de software. Es histórico, ya que implica relaciones humanas, expectativas y significados. No existe una línea divisoria que debemos atravesar colectivamente para entrar en la era de la información, cambiando el chirriante viejo mundo de la vida cotidiana por un impecable mundo nuevo. La historia actual tiene multitud de fallas, y muchas de esas fallas pasan a través de nosotros. El agente del cambio y el resistente a menudo son la misma persona [13]. Estamos viviendo una transformación del hábitat humano mucho más amplia que la achacable a un «cambio tecnológico».



## El nuevo hábitat humano

Las predicciones sobre la revolución de la información se han convertido en «libros de aeropuerto», una especie de lecturas de playa de la época acelerada, igual de previsibles pero mucho menos atractivas y que no describen los tórridos placeres de la realidad física, sino los placeres intangibles de la realidad virtual. Los ordenadores serán ubicuos, las casas leerán nuestros pensamientos, el aire se llenará de mensajes, Internet se convertirá en Omninet, seremos alzados del lodo del localismo al globalismo digital, todo ello al otro lado de la gran división histórica. Muchos historiadores de la tecnología rechazan la mayoría de esas predicciones como un evangelismo digital sin fundamento. Los historiadores acostumbran a buscar la continuidad desconfiando de los cambios revolucionarios e inconsistencias. Sobre esto último, Alex Roland, el reciente ex presidente de la Sociedad de Historia de la Tecnología (Society for the History of Technology-SHOT), observó que la gente que habla de la revolución tecnológica a menudo habla de cosas diferentes: «Hace quince años se nos dijo con seguridad que estábamos en la revolución de la informática. Ahora es la revolución de la información. Una etiqueta más apropiada sería la de la revolución de las comunicaciones. Pero, tal vez, desde la perspectiva, se verá que se trataba de una revolución de la física del estado sólido o la revolución digital o la revolución de la microelectrónica o la revolución de sistemas de control. Algunos piensan que la revolución que se avecina de la ingeniería genética superará todas las demás» [14].

Así que, ¿qué clase de cambio tecnológico es el que estamos viviendo y en qué se parece a otras grandes transformaciones históricas? ¿Se trata de otra revolución industrial (de los medios de producción, como la máquina de vapor, telares mecánicos y ferrocarriles) o se parece más a la segunda revolución industrial (del consumo, de la electricidad, del automóvil, del cine y de la industria química)? ¿Es el telégrafo la «Internet victoriana» [15] o Internet se parece más a la electricidad? ¿O deberíamos comparar la información con la energía?

Ninguna analogía parece correcta del todo. La revolución industrial de finales del XVIII y principios del XIX destacó por un impresionante salto de la

productividad humana producido por la explotación de las enormes reservas de energía de combustibles fósiles [16]. Si comparamos la eficiencia de la trilladora de vapor de Laurel con la trilla manual, y si multiplicamos esa eficiencia millones de veces en millones de entornos, estaremos captando la esencia de la revolución industrial.

La segunda revolución industrial (a finales del siglo XIX) también aumentó la productividad, pero su contribución principal fue la distribución de la energía barata y flexible en forma de electricidad, la construcción de las líneas de comunicación y transporte (metro, automóvil, teléfono, radio), y lo que los contemporáneos llamaron «la democratización del lujo», la proliferación de bienes de consumo más baratos y variados. En conjunto, esas innovaciones tecnológicas hicieron la vida cotidiana mucho más confortable e interesante. En palabras de otro ex presidente de SHOT, Robert Post: «A finales del siglo XIX se produjo un cambio tecnológico que afectó a la vida cotidiana de un gran número de personas en mucha mayor medida que el actual» [17].

En todas esas discusiones los historiadores intentan elaborar una especie de escala Richter histórica: ¿Cuáles fueron las conmociones importantes y cuáles no? En medio de continuos temblores intentamos elaborar una escala para los cambios. En una de las reuniones del MIT sobre las tecnologías de la educación, un representante de la industria del software comentó: «La educación es el edificio y la tecnología es el terremoto». Sin embargo, muchos historiadores de la tecnología dirían que la llamada revolución de la información no es tan grande en la escala de Richter histórica. No están de acuerdo con la hipótesis del cambio fundamental que predican los evangelistas digitales, en parte porque los historiadores están acostumbrados a medir los cambios por el aumento de la productividad y los estándares de vida. Estos baremos omiten algunas de las características distintivas de la tecnología de la información. La tecnología de la información manipula símbolos y no los objetos materiales. No «impacta» simplemente en la cultura y la sociedad; la propia tecnología es inherentemente cultural y social desde el principio. Directa e indirectamente afecta a las percepciones humanas del espacio, del tiempo, de la comunicación y de la conciencia.

Desde este punto de vista, la analogía histórica más apropiada es la otra revolución de las comunicaciones: la invención de los medios de comunicación, o de la imprenta, o de la perspectiva, o de los números, o del alfabeto, o, la que subyace a todas las anteriores, la invención del lenguaje —con mucho la invención humana más compleja y sofisticada, y un requisito previo



para el almacenamiento y transmisión de todas las demás formas del conocimiento y experiencia tecnológica [18]. Pero esta analogía tampoco es adecuada en la medida en que la tecnología de la información ha transformado tanto la producción y el consumo como la conciencia y las comunicaciones.

La dificultad para encontrar símiles no se debe a que el cambio tecnológico sea menos significativo ahora que en el pasado, sino a que lo estamos viendo por partes en vez de considerarlo en su totalidad. La faceta digital es el capítulo principal, no la historia completa. La revolución tecnológica que estamos viviendo abarca todo lo que menciona Roland: ordenadores, información, comunicaciones, física del estado sólido, electrónica digital, sistemas de control, genética. También abarca las dos revoluciones industriales, que ahora pueden ser consideradas parciales y preparatorias. La cualidad esencial de la gran revolución tecnológica es la creación del nuevo hábitat de existencia humana [19]. En la escala histórica de Richter se trata del Big One. Elting Morison, un historiador que ingresó en el MIT en 1946, lo describe así:

> Hemos avanzado mucho en nuestro eterno esfuerzo por controlar el medio ambiente natural y reemplazarlo por uno artificial de nuestra propia invención. Este medio ambiente especial tiene una estructura, un conjunto de ritmos y una serie de reacciones dinámicas que no siempre se ajustan a las respuestas humanas. La pregunta que surge ahora es si el hombre, que después de tantos años ha conseguido controlar gran parte del medio ambiente natural, será capaz de dirigir el impresionante sistema creado específicamente para permitirle ese control [20].

La formulación de Morison muestra hasta qué punto es difícil encontrar un lenguaje adecuado y preciso (y no sexista) para describir el nuevo hábitat humano. Llamando «artificial» o «especial», como hace Morison, a nuestro medio ambiente, sugiere que hay algo no natural o incluso anormal en él. Sin embargo no hay nada más natural que la creatividad y el ingenio humano que han formado este nuevo medio ambiente. Para el ser humano la creación de la tecnología es tan natural como la producción de las enzimas para las bacterias [21]. El medio ambiente «artificial» no está sustituyendo al «natural». La naturaleza se ha acabado, pero no porque haya desaparecido, sino porque se ha mezclado tanto con el proceso humano que ya no puede ser considerada una entidad aislada [22]. En palabras del teórico social Ulrich Beck: «No queda ni una brizna, ni una pizca de lo "natural", si por "natural" entendemos la naturaleza dejada a sí misma» [23].

Los seres humanos siempre han intentado controlar la naturaleza para hacer su vida más segura, más previsible, más abundante y más plena. Pero desde que existen los registros históricos, y antes de que éstos existieran, la naturaleza no humana ha sido el telón de fondo de la vida humana. Esta relación entre la tecnología y la naturaleza, entre el primer plano y el fondo, que fue cambiando lentamente durante siglos, en el siglo pasado dio un vuelco completo. El mundo creado se ha convertido en el telón de fondo de la existencia humana encorsetando la naturaleza no humana. Hemos pasado de utilizar la tecnología para controlar y explotar nuestro hábitat a utilizarla para separarnos de él [24].

Continuamos luchando por encontrar palabras con las que describir esta nueva fase de la historia. Ya durante la primera revolución industrial Georg W. F. Hegel contraponía la «primera» naturaleza, que nos fue dada, con la «segunda naturaleza», creada por la humanidad. Empleando un lenguaje similar, el historiador de la tecnología Thomas Parke Hughes se había referido al mundo tecnológico como a la «segunda creación». En los años sesenta del siglo XX Lewis Mumford contraponía el «hábitat orgánico» con «esa nueva megatécnica [...] una estructura uniforme diseñada para procesos automáticos que lo abarca todo» [25]. Yo misma empleé una abreviatura verbal para referirme al mundo tecnológico como un mundo *híbrido*, un mundo en el que la naturaleza y la tecnología están mezcladas de forma inextricable.

Hay un convincente precedente histórico para la sustitución de un hábitat humano por otro: la revolución neolítica, habitualmente fechada en el año 10.000 a.C. y definida por la invención simultánea de la agricultura, de las ciudades y de la propia historia, ya que la concomitante invención de la escritura permitió, por primera vez, una memoria colectiva duradera. Se dejaba atrás, salvo en lugares específicos y en la memoria más profunda, la vida pastoral de cazadores-recolectores, que había sido el modo de vida humano o humanoide durante cientos de miles de años [26]. Todas las transformaciones de la revolución neolítica —escritura, agricultura, poblados— estaban basadas en cambios materiales, pero también se redefinió el significado del concepto de humano [27]. Como observa el historiador de la religión Mircea Eliade, cuando la humanidad empezó a sembrar y recoger la cosecha «el antiguo mundo, el mundo de cazadores nómadas, con sus religiones, sus mitos y sus concepciones morales, empezó a desaparecer». Eliade prosigue: «Habían tenido que pasar miles y miles de años antes de que dejaran de oírse los lamentos finales del viejo mundo, condenado para siempre por la llegada de la agricultura. Podemos imaginar que la profunda crisis espiritual



producida por la decisión del hombre *de atarse a la tierra* necesitó muchos cientos de años para asimilarse completamente» [28].

La revolución tecnológica de nuestro tiempo es una «decisión» —colectiva, inconsciente e incremental— de desligarnos de la tierra. Eliade nos recuerda la trascendencia de las implicaciones de atarnos a un mundo construido por nosotros. Durante milenios el hecho de vivir en poblados —personas que viven con otras en un lugar y durante cierto tiempo— ha formado nuestras ideas, modos de trabajo, familia, espacio-tiempo y sociedad. Este hecho formó también nuestras almas: consuelo, redención, trascendencia y sentido han sido definidos por la fuerza dual de la comunidad humana y de la naturaleza no humana. Puede que pasen siglos antes de que cesen los lamentos por el mundo perdido y la imaginación humana se reconcilie con su nuevo hábitat.

El mundo tecnológico es natural en parte y fuertemente humano. El nuevo hecho histórico a nivel material es que la naturaleza está totalmente mezclada con la tecnología. El nuevo hecho histórico a nivel social es que seguimos chocando contra nosotros mismos mientras formamos nuestros valores y nuestro orden social en el mundo. Los sociólogos lo describen como la transición desde la sociedad moderna hacia algo nuevo: al posmodernismo, o (como prefiere Anthony Giddens) posmodernidad o modernidad radical, o (como prefiere Ulrich Beck) una sociedad de riesgo. Estos pensadores ponen el énfasis en la «reflexividad» de nuestra sociedad, queriendo decir que vivimos en un mundo de ecos, un mundo «bumerang» (término de Beck) donde todo lo que se va vuelve, donde todo se prueba y se mezcla, donde todo tiene consecuencias, donde las relaciones sociales evolucionan junto con las materiales, donde la tecnología cambia a la institución que la produce [29]. La reflexividad del mundo puede interpretarse como algo positivo (Giddens: «La reflexividad de la vida social moderna consiste en el hecho de que las prácticas sociales son examinadas y reformadas constantemente a la luz de las nuevas informaciones sobre esas prácticas, cambiando así su carácter» [30]) o como algo menos positivo (Beck: «El aumento del poder como resultado del "progreso" técnico-económico está siendo eclipsado por la aparición de nuevos riesgos» [31]). En cualquier caso el proceso continúa haciéndose cada vez más reflexivo. Una vez que el mercado ocupa el lugar predominante en la dirección del cambio tecnológico, como viene ocurriendo desde los años setenta, el proceso se realimenta [32]. El principal producto de la tecnología de la información es la propia tecnología de la información, todo ello moldeado por los imperativos de la economía capitalista.

En términos de desarrollo tecnológico se trata de un círculo virtuoso, pero sigue siendo un círculo, lo que explica la paradoja de que la era digital produce al mismo tiempo una sensación de potencial liberador y una sensación de opresión. A causa de su naturaleza socializada, la tecnología de la información mejora las aptitudes sociales, posiblemente el rasgo humano más característico. Pero dado que la tecnología de la información continúa reforzando su dominio en términos definidos por el mercado, se potencian otras formas de sociabilidad. La sociedad se orienta cada vez más hacia los negocios dado que el sistema responde a su propia realimentación. En el mundo que hemos construido seguimos encontrándonos con nosotros mismos —pero este «nosotros» al que tendemos representa sólo una parte de nuestras capacidades y, probablemente, no la mejor[33].

El historiador Elting Morison dice que el reto histórico de nuestro tiempo es la construcción de «un firmamento tecnológico que nos convenga realmente» y «organizar un mundo tecnológico en el que podamos vivir»[34]. La historia no ha terminado, ni tampoco la naturaleza. Inevitablemente la historia demostrará ser mucho más poderosa e imprevisible que la última actualización de software. Inevitablemente la naturaleza nos recordará la fragilidad y la transitoriedad de nuestro control sobre el hábitat orgánico. Pero la naturaleza y la historia se debilitan en su faceta de marco externo y bien definido que daba sentido a la vida humana. Durante la mayor parte de la experiencia humana las dos han sido muy superiores a la existencia individual, y esa superioridad proporcionaba consuelo en el caso de la naturaleza y esperanza en el caso de la historia. Cuando la naturaleza está tan interrelacionada con la humanidad y cuando los cambios históricos empiezan a definirse como una extensión de los cambios tecnológicos, ni la naturaleza ni la historia proporcionan ya un marco obvio para el sentido e identidad humanos. Parece ser que el único marco global que queda es la propia humanidad.

## Cambio y comunidad en el MIT

«Nos encontramos en primera línea de cambios que no acabamos de entender», dijo en una ocasión un vicepresidente del MIT hablando del Instituto. Este libro es un intento de cerrar la brecha entre el cambio y el entendimiento, y no sólo en el MIT.

Durante mi mandato como decano del MIT se produjo el boom económico y la llegada de Internet. Sin embargo, para el MIT fueron años de pena y gloria. El Proyecto de Reingeniería, que empezó en 1994 y terminó oficialmente en 1999, trajo algunas mejoras funcionales necesarias pero también suscitó considerables miedos y disensiones. En1997, la muerte a causa del alcohol de un estudiante de primer curso que vivía en una hermandad nos planteó angustiosas preguntas sobre la calidad de vida de los estudiantes del MIT y nos llevó a la controvertida y a veces duramente contestada decisión de exigir que los recién ingresados vivieran en residencias controladas por el MIT. Las tensiones que se produjeron en nuestra comunidad por este y otros episodios tuvieron un importante papel en la profunda revisión de la misión educativa emprendida por el MIT y plasmada en el Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia, creado por el presidente Charles M. Vest en 1996.



El fin de siglo en el MIT se caracterizó por las «charlas sobre el cambio» y «charlas sobre la comunidad». Los dos discursos a menudo se contradecían. El cambio parecía inevitable, pero también parecía minar la comunidad. La comunidad parecía inestimable porque era necesaria para producir y mantener el cambio. La historia de aquellos años —y sospecho que también de los años por venir y de otros muchos lugares— es el esfuerzo por reconciliar en la era de la innovación tecnológica el cambio y la comunidad, el futuro y el pasado.

Esta reconciliación sólo es posible si se presta la misma atención a la creatividad social que a la creatividad tecnológica. La creatividad social es necesaria para un futuro mejor, pero emerge siempre de las circunstancias del pasado. En el caso del MIT, las circunstancias del pasado que más influyen están relacionadas con su identidad institucional como escuela de ingeniería. Desde su fundación en 1861, la ingeniería había sido la «identidad legitimadora» del MIT. La ingeniería ha determinado la estructura organizativa del MIT que conforma la identidad personal y profesional de las personas que trabajan allí; a su vez, este sentimiento de identidad explica y refuerza la estructura organizativa[35].

Pero hoy la propia ingeniería está atravesando una crisis de identidad. La sustitución de «ingeniería» por «tecnología» es sólo un síntoma de esta crisis de identidad. El papel de la ingeniería en la sociedad está cambiando drásticamente. Su trabajo, que antes se desarrollaba en poderosas corporaciones e instituciones gubernamentales, se ha ido haciendo cada vez más individualizado a medida que estas instituciones se debilitaban. La definición del conocimiento ingenieril, especialmente en su relación con los conocimientos científicos y gerenciales, es confusa. Y, lo que es todavía más importante, la

misión de la ingeniería debe cambiar, dado que su objetivo principal ya no es la conquista de la naturaleza sino la creación y dirección de un hábitat hecho a sí mismo.

Los ingenieros tienen fama de trabajar duro y disfrutar haciendo cosas materiales; en la jerga del MIT, les gusta «cacharrear». Pero el papel de la ingeniería en un mundo autorreflexivo e híbrido es mucho más complejo que fabricar objetos. «Cacharreando» con esa energía los ingenieros reestructuran su propio hábitat. Para adaptarse a su nuevo medio ambiente deben reinventar sus herramientas, empezando con el concepto de ingeniería como profesión. Hoy en día el cambio tecnológico afecta a los ingenieros exactamente igual que a todo el mundo.

# 2. La desintegración expansiva de la ingeniería

## La crisis de identidad de la ingeniería

En 1994 la profesora de biología del MIT Nancy Hopkins encabezó la protesta de un grupo de profesoras facultativas de la Escuela de Ciencias por su escasa presencia e influencia en el Instituto. En otoño del 2000 Hopkins confesó al rector Robert Brown que, a pesar de significativos avances producidos en el MIT, a veces se sentía impotente para seguir promoviendo cambios más importantes y duraderos del estatus de la mujer en la ciencia. El problema era tan difícil, dijo a Brown, que no estaba segura de que pudiera resolverse alguna vez. Brown contestó inmediatamente: «Pero Nancy, esto es el MIT. Somos ingenieros. Y los ingenieros resuelven problemas». La respuesta sorprendió a Nancy, pero, al mismo tiempo, le pareció tranquilizadora [1].

«Somos ingenieros. Los ingenieros resuelven problemas.» Brown —profesor de la cátedra de Ingeniería Química Warren K. Lewis— captó en esas seis palabras el alma del MIT. La sentencia explica también algunas de las razones por las que ahora se produce tanto examen de conciencia.

¿Somos ingenieros? Yo no lo soy, ni tampoco Nancy Hopkins. De los 956 profesores facultativos del MIT, algo más de un tercio (348) proceden de la Escuela de Ingeniería. ¿Solucionan problemas? Los grandes problemas del mundo —una lista que normalmente incluye la precariedad del sistema de salud pública, epidemias globales, redes internacionales del crimen organizado, extinción de especies, terrorismo, tráfico de armas internacional y la situación de la mujer (y no sólo en la ciencia)— son demasiado complicados para que los resuelvan los ingenieros. Los ingenieros podrán hacer valio-

sas contribuciones, pero a veces son perjudiciales, por ejemplo cuando son los propios causantes de estos problemas, o cuando buscan soluciones simples para problemas que no las tienen.

Otros problemas tienen solución, pero son los menos importantes. Muchos de los problemas relacionados con el mercado pertenecen a esa categoría. Los ingenieros siempre se preocupan de los costes: mi abuelo solía repetir el dicho «Un ingeniero es alguien que fabrica por un dólar lo que cualquier imbécil fabricaría por dos». Pero los ingenieros evalúan los costes en el contexto de consecución de metas más importantes: la defensa de la sociedad democrática (a través del poder económico o militar) o el progreso de la civilización (energía barata, control de las riadas, trabajo menos duro, mejores comunicaciones). Estos temas siguen siendo importantes, pero la retórica de la ingeniería ya no pone tanto énfasis en ellos. En su lugar se centra casi exclusivamente en la innovación tecnológica como un fin en sí mismo, con el rendimiento mercantil como único baremo del éxito. Comparado con hacer avanzar la democracia o la civilización, el objetivo de la innovación rentable parece considerablemente menos noble.

Hoy, el problema clave de la ingeniería es definir el conjunto de problemas que, al mismo tiempo, sean importantes y estén al alcance de sus posibilidades. El economista Joseph Schumpeter describió el capitalismo como el paradójico proceso de «destrucción creativa» [2]. La ingeniería está sufriendo un proceso similar e igualmente paradójico de desintegración expansiva. Su expansión es asombrosa. El número de personas que se autodenominan ingenieros continúa creciendo. En 1900 el número de ingenieros, médicos y abogados por mil habitantes de Estados Unidos era, respectivamente, 0,5, 1,7 y 1,4. A finales de siglo eran 7,6, 2,7 y 3,5 [3].

No estamos ante un «fin de la ingeniería» en el sentido de que ésta esté desapareciendo. Todo lo contrario: las aplicaciones de la ingeniería se están expandiendo. Lo que está desapareciendo es la ingeniería como profesión coherente e independiente que se caracteriza por relaciones bien definidas con la industria y otras organizaciones sociales, con el mundo material y con los principios rectores tales como la funcionalidad. La ingeniería se está «acabando» en el mismo sentido en el que se está «acabando» la naturaleza: como una entidad diferente y separada. Los dos procesos de desintegración están relacionados. La ingeniería surgió en un mundo en el que su misión era controlar la naturaleza no humana y en el que esa misión estaba definida por las poderosas autoridades institucionales. Ahora la ingeniería subsiste en un mundo híbrido en el que ya no existen fronteras nítidas entre la naturaleza



autónoma no humana y los procesos generados por los humanos. Las autoridades institucionales también están perdiendo sus límites y su autonomía.

Para darse cuenta de la desintegración expansiva de la ingeniería basta con mirar la lista de departamentos de ingeniería del MIT. Las fronteras tradicionales se tambalean mientras los departamentos se expanden y se reestructuran para afrontar multitud de problemas, cambiando su forma y personalidad. La estructura departamental se desarrolló durante el siglo XIX y principios del XX. Este desarrollo es especialmente evidente en el MIT, porque los departamentos del MIT («cursos» en la jerga del MIT) están numerados por el orden de su formación, teniendo los departamentos más antiguos los números más bajos. Curso I es la Ingeniería Civil, Curso II, Ingeniería Mecánica, y así hasta el Curso XXII (Ingeniería Nuclear). Durante la mayor parte de siglo XX la ingeniería del MIT estuvo organizada en esas «familias departamentales» nucleares. Ahora la Escuela de Ingeniería se ha convertido en un conjunto de grandes familias, con hijastros, familiares políticos y apellidos con guiones.

La Ingeniería Civil, sinónimo en otros tiempos de la construcción, fue subdividiéndose a lo largo del tiempo en otras actividades, todas obviamente útiles para la sociedad pero de escasa identidad común. Ya a principios de los años sesenta el decano de Ingeniería, Gordon Brown, se preguntaba exasperado: «¿Qué es la Ingeniería Civil, un holding de empresas?» [4]. Hoy en día una parte del departamento trata con tecnologías de construcción (por ejemplo, cómo fabricar hormigón) mientras que la otra estudia la gestión de complejos sistemas de construcción (cómo llevar el hormigón a la obra en el tiempo preciso). A comienzos de los noventa algunos profesores de Ingeniería Civil propusieron incluso que el departamento se redefiniera como el departamento de «sistemas de ingeniería» del MIT, dado que la mayoría de ellos trabajaban en la materia. Sin embargo el departamento no asumió formalmente esa identidad. En su lugar, en 1992 se añadió la palabra «medioambiental» a su título y los profesores continuaron con sus investigaciones en hidrología y trasvases de agua. Algunos profesores que estudian los movimientos de la atmósfera e hidroclimatología tienen una relación intelectual más estrecha con el Departamento de Ciencias de la Tierra, Atmósfera y Planetas (que pertenece a la Escuela de Ciencias) que con otros profesores de Ingeniería Civil y Medioambiental [5].

También el Departamento de Ingeniería Mecánica se ha convertido en un conglomerado de formas marcadamente diferentes de investigación y enseñanza. Los profesores utilizan las tecnologías de un amplio abanico de disci-

plinas (materiales, algoritmos de redes, electrónica, magnetismo, óptica, informática) para crear nuevas mezclas interdisciplinares en las que la «mecánica» no es necesariamente la disciplina dominante. Las actividades del departamento van desde la ciencia fundamental (por ejemplo, fenómenos criogénicos y a escala nanométrica) hasta el diseño basado en trabajo en equipo. «Parece que tendemos a llamar ingeniería mecánica a cualquier cosa interesante», dijo un alto cargo con ironía. Por supuesto que no es una mala manera de organizar un departamento, pero significa que la identidad de la ingeniería mecánica se ha vuelto confusa.

No hace tanto tiempo el Departamento de Ingeniería Química era sinónimo de procesos químicos industriales, especialmente los de la industria petroquímica. En los años setenta su enfoque empezó a desviarse hacia la biotecnología. El laboratorio químico más grande del MIT diseña tejidos corporales (incluyendo piel artificial) y sistemas de administración de medicamentos. Un científico del MIT observó que el departamento ya no se distinguía de una facultad de medicina o de biología.

En algunos departamentos la mezcla de ciencia e ingeniería era tan perfecta que obligó al cambio de nombre del departamento. En 1967 la Ingeniería de Minas y la Metalurgia se fusionaron para convertirse en Metalurgia y Ciencias de Materiales; en 1975 la Ingeniería Eléctrica se convirtió en Ingeniería Eléctrica e Informática (EECS).

Otros departamentos de ingeniería que se definían por su relación con una industria determinada tuvieron que cambiar su identidad siguiendo la suerte de la industria. Con el declive de producción de energía de origen nuclear, muchos profesores de la Ingeniería Nuclear redirigieron sus investigaciones hacia la medicina, hacia lo que ellos llaman «ciencia y tecnología de las radiaciones». La Ingeniería Aeronáutica, que se estableció como un departamento totalmente independiente en 1939, se convirtió en Aeronáutica y Astronáutica en 1959. Desde entonces, dado que la construcción de aviones ha ido perdiendo su importancia económica, el departamento ha ido añadiendo gran cantidad de temas de investigación no relacionados con la construcción, incluyendo logística, ingeniería humana e impacto medioambiental. Por ejemplo, el grupo Personas y Automatización de Aero-Astro (como llaman habitualmente al departamento) hace «ingeniería cognitiva» en la intersección de los factores humanos con la ingeniería de sistemas en lo que ellos llaman «ambientes de alta información».

Aquí no acaban las mutaciones y mestizajes de la Escuela de Ingeniería. En 1998 la escuela añadió dos divisiones con áreas de solapamiento: la División de Ingeniería Biológica y la División de Sistemas de Ingeniería (ESD). En la nueva organización matricial, las divisiones traspasan los límites departamentales tradicionales y los profesores tienen una «doble» dependencia (una de la división y otra del departamento). En ambas divisiones la intención es identificar enfoques comunes que superen los límites disciplinares tradicionales. En la División de Ingeniería Biológica, la línea que separa la ingeniería y la ciencia ha sido borrada. En ESD la línea entre la ingeniería y la gestión es cada vez más difícil de discernir. El ESD tiene estrecha relación con la Sloan School of Management del MIT, en la que se escucha a menudo el término «ingeniería financiera» y en la que Merrill Lynch y MIT colaboran en un multimillonario proyecto de tecnología financiera[6].



Cualquier «escuela de ingeniería», y especialmente una tan atípica como el MIT, da una representación incompleta y distorsionada de la ingeniería en su conjunto. Hay otras muchas variedades de ingeniería en otras instituciones educativas, en las empresas y en la administración. La ingeniería también se ve de formas muy diferentes dependiendo de dónde se encuentre uno. A medida que la fabricación y la producción se han ido desplazando a otros países, la ingeniería americana, al igual que el resto de la economía de Estados Unidos, ha sufrido un cambio fundamental y se ha reorientado desde la industria hacia los servicios —con la particularidad de que la propia distinción entre los bienes y los servicios está desapareciendo. El MIT ni es inclusivo ni típico; sin embargo, dado que pretende ser el líder mundial de la ingeniería, posee un poder de predicción poco frecuente.

En ingeniería las fronteras son borrosas. Cuanto más se acerca uno a los límites, menos familiares le resultan las fronteras y los problemas técnicos. Si miramos al futuro, la ingeniería parece evolucionar hacia nuevas y a veces exóticas formas de vida, escasamente relacionadas entre sí. Si miramos al pasado la identidad de la ingeniería parece considerablemente más coherente, aunque no carente de tensiones internas. Merece la pena revivir la vieja identidad y las tensiones para entender por qué se desestabilizó la identidad de la ingeniería, expandiéndose y desintegrándose simultáneamente, y lo que ello supone para el futuro de la ingeniería.

## La ideología de la ingeniería

Cuando yo era pequeña, los días festivos mi familia solía hacer un viaje de seis horas desde Schenectady, en Nueva York, donde mi padre trabajaba

para General Electric, hasta Newton. Normalmente nos hospedábamos con los abuelos Lewis, que vivían en una gran casa de paredes de madera que fue construida alrededor de 1890, poco antes de que mi abuelo se trasladara a Newton para estudiar en la escuela superior. Después de la cena de Acción de Gracias o de Navidad, todo el mundo se trasladaba desde el gran comedor hasta una acogedora sala de estar. Dominaban la conversación mi padre, mis tíos y mi abuelo, y su tema preferido era la aportación, insuficientemente valorada, de los ingenieros a la civilización moderna.

Muchas veces, mientras me encontraba en algún comité o consejo del MIT, volvía a la infancia al escuchar cómo las frustraciones y obsesiones de unos varones de mentalidad técnica entraban en resonancia entre sí. A veces se entusiasmaban tanto que incluso se olvidaban de mi presencia. Otras profesoras del MIT me hablaron de experiencias de viaje en el tiempo personal similares a la mía. Como me dijo una de ellas: mientras estabas atrapada en la mesa del comedor familiar aprendías a manejar a esos tipos.

Siendo niña, encontraba las conversaciones de la sala de estar de mis abuelos muy interesantes. Eran una puerta al mundo real de organizaciones y responsabilidades de adultos en un tiempo en el que en mi vida no existía otra puerta similar. A mí me divertía y exasperaba el tono de las conversaciones. Mi abuelo, el macho alfa, estaba especialmente empeñado en defender la contribución social de la energía. La mayoría de la gente, decía, malinterpreta lo que los ingenieros hicieron por la civilización. Estos «pobres tontos» pensaban que los frutos de la ingeniería eran artilugios tales como coches, aviones a reacción, casas o naves espaciales. ¡No!, proclamaba; los frutos de la ingeniería, empezando con la revolución industrial, eran la liberación de la humanidad del trabajo duro y de las penurias. Sólo el enorme aumento de la productividad del hombre, que trajo la ingeniería, permitió a la gente normal disfrutar del ocio y participar de pleno derecho en la civilización. Como ingeniero el abuelo Lewis utilizaba los números para respaldar su opinión. Cuando él entró en la Escuela Superior de Newton, sólo estudiaba el 5 por ciento de los jóvenes estadounidenses en la edad de asistir a la escuela superior; en 1965 ya eran el 85 por ciento. Cuando él empezó a trabajar en la fábrica de curtido de pieles de New Hampshire, la jornada laboral era de 78 horas semanales; cincuenta años más tarde la jornada era de 40 horas[7].

Pero a menudo mi abuelo, mi padre y mis tíos se sentían frustrados por el hecho de que el mundo no apreciara debidamente su contribución. A veces me recordaban a las amas de casa agraviadas porque nadie se fijaba en su



trabajo, mientras que gente más ruidosa (como políticos o directivos) concentraban toda la atención. Estaban orgullosos de la superioridad moral de su trabajo. A diferencia de los gerentes y políticos, ellos valoraban la objetividad. Una y otra vez proclamaban que ellos comprendían la diferencia entre los hechos y las opiniones. Y, volviendo a sus quejas, lamentaban que los ingenieros no hubieran conseguido que sus disciplinados modos de pensar tuvieran una mayor influencia social. Mi abuelo lamentaba especialmente que la mayoría de los ingenieros limitasen su responsabilidad a los aspectos materiales del trabajo. Él quería que asumieran también su responsabilidad en la dimensión humana del trabajo. Los ingenieros, sostenía, deberían asumir el liderazgo para ayudar a los hombres y mujeres trabajadores a conseguir no sólo mejores sueldos y condiciones de trabajo, sino también el reconocimiento de su contribución a la creación de una vida más rica y completa para todos[8].

Ya entonces percibía ciertas ambigüedades. En una ocasión, yo debía de tener doce o trece años, el abuelo, siempre en su papel de maestro, me preguntó qué opinaba del deseo de enriquecerse. Estábamos en la mesa del comedor. Mientras yo dudaba (no tenía ni idea de qué me estaba hablando), el abuelo golpeó la mesa con el puño con tanta fuerza que la vajilla se sacudió. «¡*Desprecio* el deseo de enriquecerse!», bramó. En Laurel, vino a decir, había unos pocos que querían enriquecerse, pero se les llamaba tacaños o avaros, y los demás sentían lástima o desprecio por ellos. Otra cosa era el *sistema* de beneficios. Era un criterio relativamente objetivo del valor de la contribución a la vida económica de la sociedad.

El abuelo solía hacer una distinción similar entre el estado y la comunidad, aunque expresada en un tono más suave. El estado podía ser beneficioso y era ciertamente útil, explicaba, pero el deber del ingeniero era, ante todo, con la comunidad. El abuelo alargaba amorosamente la sílaba central co*mun*ity. Para definir la «comunidad» proponía un ejemplo. Mientras estudiaba el doctorado en Breslau, una ciudad bastante grande, veía a los obreros cavando zanjas con picos y palas. En los Estados Unidos de aquella época, hasta una ciudad de granjeros como Laurel tenía sus «burros mecánicos» (pequeñas máquinas de vapor) que liberaban a la gente de trabajos tan duros. Esta diferencia nos enseña cómo los ingenieros pueden servir a la comunidad.

Años después, leyendo la descripción de «la ideología de la ingeniería» hecha por Edwin Layton en su estudio clásico *The Revolt of the Engineers,* reconocí inmediatamente los temas de aquellas conversaciones en el salón

de mis abuelos. Layton observa que la «ideología de los ingenieros» competía con la «ideología de los negocios» en la América de principios del siglo XX. Los ingenieros podían conseguir una reconciliación «puramente verbal» de las dos ideologías «sólo si [...] se limitaban únicamente a las palabras» [9]. La distinción entre el deseo de enriquecimiento y el sistema de beneficios y entre el estado y la comunidad era, tal vez, «una distinción puramente verbal», pero sirvió para mantener un fuerte, aunque no del todo coherente, sentimiento de identidad de los ingenieros.

Identificándose con los métodos científicos, los ingenieros reclamaban un papel de profesionales independientes, fuera de las clases sociales, respetados por igual por los trabajadores y los propietarios por sus conocimientos técnicos basados en la ciencia. Al mismo tiempo eran burócratas empleados en las empresas y comprendían la importancia de fabricar por un dólar lo que cualquier imbécil haría por dos. Los razonamientos científicos tenían que compaginarse con los de la rentabilidad y su identidad como ingenieros era el constante esfuerzo por mantener el equilibrio entre los dos elementos.

«La dividida mente del ingeniero» escribió Layton, «refleja tensiones sociales y lógicas» [10]. La relación ambivalente entre los ingenieros y los administradores, típica del siglo XX, refleja las diferencias de sus orígenes sociales. Entre 1880 y 1920 —en plena segunda revolución industrial— el número de ingenieros en los Estados Unidos se multiplicó por veinte, pasando de 7.000 a 136.000, y el número de estudiantes en las escuelas técnicas subvencionadas (incluyendo el MIT) se multiplicó por cuarenta [11]. Durante este período la carrera de ingeniería permitió a los jóvenes de clase media baja e incluso baja (casi todos hombres) acceder a una titulación universitaria en sólo cuatro años. Un estudio realizado en 1924 señala que los nuevos estudiantes de ingeniería «procedían de los segmentos más pobres y peor formados de la clase media». La mayoría de sus padres tenían pequeños negocios o eran granjeros. Únicamente el 13 por ciento de los padres tenían titulación universitaria; y sólo el 40 por ciento había terminado los estudios medios. Otra estadística elocuente señala que el 90 por ciento de los nuevos alumnos había tenido que trabajar un año antes de empezar la universidad [12].

Durante el período del rápido crecimiento profesional que siguió a la Segunda Guerra Mundial, continuó siendo muy común que los ingenieros procedieran de familias modestas. Incluso a finales de los años sesenta, «la cuarta parte de los graduados en ingeniería provenía del campo y el otro cuarto de las pequeñas ciudades» [13]. Estos estudiantes creían firmemente en



la meritocracia y el esfuerzo personal. La mayoría de ellos no se sentían identificados con los directivos, que solían proceder de ambientes urbanos, más prósperos y más cultos. La mayoría de los ingenieros, aunque aceptaba las reglas básicas del capitalismo, desdeñaba a los gestores que trabajaban con palabras («chorradas gerenciales» era el término que empleaban) y no con objetos materiales y que en realidad no entendían cómo funcionaban las cosas. Pero el desdén estaba mezclado con la envidia. Los gestores tenían mejores salarios, más oportunidades y mayor responsabilidad. Tenía sentido que los ingenieros migrasen hacia cargos de gestión, y muchos lo hicieron. Ya en 1933 el director de un estudio sobre la enseñanza de ingeniería observó que a la edad de 40 años las tres quintas partes de los ingenieros hacían trabajos administrativos más que técnicos [14]. En muchos casos estas tareas de gestión eran más funcionales (algunos aspectos de los proyectos de investigación, diseño, construcción o mantenimiento) que generales, pero no por eso eran menos administrativas. Incluso después de haber migrado hacia la administración muchos ingenieros seguían manteniendo el espíritu del cuerpo, llamándose ingenieros aunque pasasen la mayor parte de su tiempo desempeñando tareas administrativas.

La profesión de ingeniero, por aquel entonces, mantenía complicadas relaciones con la ciencia y el mundo de la empresa, pero en el transcurso de una carrera profesional normal estas tensiones eran soportables porque se producían de forma secuencial. Durante su preparación universitaria los ingenieros recibían una sólida formación en ciencias y matemáticas. Mucho antes del boom de la «ciencia de la ingeniería» de la posguerra, se daba por sentado que los ingenieros necesitaban una buena base en estos «fundamentos» para dominar los principios básicos que podían ser aplicados a multitud de problemas técnicos. También se sabía que muchos, si no todos, ingenieros acabarían desempeñando tareas gerenciales en las que predominaría el trabajo organizativo y de recursos humanos. Una típica carrera profesional empezaba en la ciencia y terminaba en la burocracia.

La ingeniería moderna es una profesión de integración, que reúne los conocimientos científicos y de gestión para lograr objetivos de rentabilidad. Esa naturaleza de integración fue su punto fuerte, pero hoy en día la ciencia y la empresa también se han convertido en actividades vigorosas y de integración. La ciencia dio origen a un torrente de innovaciones comercializables. Los negocios están dominados por el marketing de la innovación, alimentados por la investigación científica y el capital. La ingeniería es cada vez menos una parcela independiente y cada vez más una parte integral de

la ciencia y de los negocios. En sus relaciones con la ciencia, la ingeniería triunfa diseñando herramientas necesarias para la investigación científica y cerrando la brecha entre los descubrimientos científicos y los productos comercializables.

## Ingeniería y ciencia

En el Foro de Tecnología y Cultura del MIT de 1999, el ex rector John Deutch empezó su discurso diciendo que quería explicar por qué ya no creía ni en la ciencia ni en la tecnología. Inmediatamente cautivó la atención de la audiencia. A continuación ofreció una versión más «refinada» de su provocativa declaración señalando que la división entre la ciencia y la ingeniería ya no era muy útil. «El mundo está dominado por la aplicación y no por la creación de la tecnología.» En cualquier proyecto, dijo Deutch, existe un «procesamiento paralelo» de pensar en la ciencia, pensar en aspectos de la ingeniería tales como control de calidad, en aspectos de presupuesto y de comercialización y en aspectos legales y políticos. Desde el primer momento la gente trabaja en grupos mezclando un conjunto de disciplinas necesario para llevar a término el proyecto. «Ahora no nos enfrentamos a las disciplinas, sino a las situaciones.»

Aunque Deutch no lo dijo, su análisis implica la necesidad de reconsiderar la «ciencia de la ingeniería» el modelo dominante de investigación y enseñanza de ingeniería de los últimos cincuenta años. Ya en el siglo XIX los ingenieros revindicaban la autoridad de principios científicos como base de su práctica profesional. Mi abuelo decía a menudo que a principios del siglo XX el Departamento de Ingeniería Química del MIT encabezaba la ciencia de ingeniería porque la industria química evolucionaba tan rápido que la enseñanza y la investigación no podían basarse en la práctica habitual. Los ingenieros eléctricos también eran famosos por la exigencia de que sus estudiantes tuviesen una firme base científica (que para ellos consistía en física y matemáticas).

Después de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia de ingeniería liderada firmemente por el MIT, se convirtió en el modelo dominante. La enseñanza de la ingeniería se basó en una minuciosa formación científica, y la investigación de ingeniería se fundamentó en modelos de investigación científica. La financiación gubernamental también apoyaba este modelo de investigación cuya importancia para la defensa nacional quedó demostrada



por la experiencia de la guerra. La contratación del profesorado para las escuelas técnicas también se basaba en este modelo y se parecía mucho a los procedimientos de evaluación del profesorado universitario. El ascenso de la ciencia de ingeniería fue crucial en la conversión de la ingeniería en una respetable disciplina académica [15]. Todos estos factores se unieron para alejar a los ingenieros de las fábricas y para acercarlos al laboratorio científico. La ingeniería nunca había dejado de ser un apéndice de la industria, pero ahora lo era mucho más de la ciencia.

Esta reorientación cambió la relación epistemológica entre la ciencia y la ingeniería desarrollada en el contexto industrial. Durante muchos años los profesores de ingeniería del MIT asumían que el ejercicio de la ingeniería dependía de la comprensión por parte de los estudiantes de los «fundamentos» de la ciencia: las leyes del movimiento, la conservación de la materia y de los elementos, la conservación de la energía, la estructura atómica de la materia, el electromagnetismo, los principios de los equilibrios físico y químico, las reglas de las reacciones químicas, la dinámica de fluidos y cosas por el estilo. La idea era que la ciencia proporcionaba una estructura fiable y relativamente invariable que subyacía a una superestructura más variable y maleable de la práctica de la ingeniería [16]. En los años cincuenta aero-astro representó este modelo en forma de un árbol cuyas raíces más profundas eran las ciencias básicas (matemáticas, física, química), las raíces superficiales las constituían las ciencias aplicadas (dinámica de fluidos, termodinámica, transferencia de calor), las ramas estaban formadas por las ciencias de ingeniería (dinámica de vehículos, control de vuelo, sistema de dirección, estructuras) y la copa era la ingeniería de sistemas del vehículo [17].

Hoy este modelo de estructura-superestructura está siendo desplazado rápidamente por las interacciones mucho más complejas de la «tecnociencia», un término muy oportuno que surgió en Francia en los años ochenta para ser aplicado a las «situaciones híbridas» que describía Deutch [18]. La palabra «tecnociencia» define un proceso constante de interacción que se da en proyectos interdisciplinares, en los que es el proyecto y no la disciplina lo que define los términos del compromiso. En parte se debe a que la ciencia más dinámica de hoy —la biología— no se basa en los principios fundamentales de la forma en que lo hacen la física y la química. En general la relación entre la ciencia y la ingeniería ya no está plasmada en un conjunto de ecuaciones verificadas; ahora incluye toda la complejidad de las formas de vida que evolucionan.

Los que participan en la tecnociencia entran en lo que el historiador de la ciencia Peter Galison llama «zona de intercambio, un dominio interme-

dio en el que los procedimientos pueden ser coordinados localmente incluso cuando los significados más amplios entran en conflicto». En la zona de intercambio de la tecnociencia, los ingenieros y los médicos (para poner como ejemplo a las profesiones en las que se centra Galison) inventan formas de comunicarse a través de los instrumentos y hábitos además de las palabras —formas que Galison compara a los pidgin y creole— para coordinar un proyecto incluso si acceden a él desde culturas profesionales diferentes [19].

La buena noticia para los ingenieros es que ellos forman parte de esta sólida zona. Las disciplinas tradicionales de la ingeniería forman parte de unas mezclas interdisciplinares enormemente productivas, que las combinan de forma novedosa entre sí y con las otras ciencias (físicas, biológicas y de información). Pero, por otra parte, la zona está superpoblada. Todos los involucrados en el «procesamiento paralelo» de un proyecto deben pensar de forma integral desde el principio. En estas «situaciones» los científicos pueden hacer gran parte del trabajo propio de los ingenieros, y la identidad de la ingeniería, profesional y epistemológicamente, se hace menos clara.

Pero la ascensión de la tecnociencia no quiere decir que la ciencia y la ingeniería acaben siendo lo mismo. En la ciencia la unidad fundamental del éxito sigue siendo el descubrimiento; en la ingeniería la unidad fundamental del éxito es la solución del problema. Pero el quid de la zona de intercambio está en que la gente encuentra formas de hacer intercambios a pesar de que sus motivaciones y contextos culturales son diferentes. La tecnociencia puede triunfar a pesar de que las motivaciones y las definiciones del éxito sigan siendo muy diferentes. Hasta qué punto son diferentes se vio en la discusión que siguió al discurso de Deutch, cuando algunos oyentes hablaron de las diferencias de motivaciones de los ingenieros y los científicos. Un estudiante de doctorado de física señaló que mientras los ingenieros intentan «solucionar los problemas del mundo», él consideraba que los problemas más importantes de la humanidad eran, hasta cierto punto, superficiales. Como científico quería solucionar los grandes problemas de la naturaleza, hacer descubrimientos fundamentales para entender cómo funciona la naturaleza. Creía que en última instancia este funcionamiento debía obedecer unas reglas simples y elegantes.

Aunque los ingenieros prefieran hacer que las cosas funcionen en vez de tratar de entender cómo funciona la naturaleza, su colaboración en los proyectos científicos puede ser muy provechosa. Su éxito es especialmente evidente en la zona de intercambio entre la biología y la ingeniería. La nueva División de Ingeniería Biológica de la Escuela de Ingeniería del MIT está



teniendo un arranque espectacular, cuenta ya con diez profesores, mantiene fuertes lazos con la Escuela de Ciencias, facultades de medicina y hospitales locales y dispone de programas de doctorado y la popular especialidad de ingeniería biomédica.

Linda Griffith, la profesora que más ayudó a crear la especialidad de ingeniería biomédica, utiliza el lenguaje de las subestructuras y superestructuras para argumentar que la biología «debe ser considerada como una ciencia básica de la ingeniería junto con la química y la física». Pero, insiste Griffith, la formación básica en biología no es suficiente; los ingenieros biomédicos deben mantener una firme y constante relación con la ciencia: «La diversidad de la propia ingeniería hace imposible el desarrollo de un único programa de formación intelectualmente convincente de sus aplicaciones en la biología y medicina» [20].

De hecho una de las razones fundamentales para la creación de la División de Ingeniería Biológica fue la de retrasar, o incluso prevenir, la aparición de un departamento de bioingeniería independiente dentro de la Escuela de Ingeniería. Bob Brown (que fue decano de Ingeniería del MIT antes de convertirse en rector) quería mantener lo que él llamaba «las dos culturas» de biología e ingeniería en constante contacto. En la edad de la tecnociencia, las fronteras interdisciplinares y organizativas, al igual que las nacionales, pueden ser un obstáculo. En muchos casos los bioingenieros de la nueva división tienen más en común con los biólogos que con otros ingenieros de su departamento.

La División de Ingeniería Biológica pronto se convertirá en un departamento propio, pero será un departamento con las fronteras muy permeables y muchos vínculos con otros departamentos, laboratorios y centros. La vitalidad de las zonas de intercambio, tecnocientíficas u otras, reside en la capacidad para romper las fronteras, mezclando las cosas, desarrollando múltiples interfaces, siguiendo la corriente. Y la corriente circula en ambas direcciones. La investigación biológica genera un flujo continuo de proyectos que atraen a los ingenieros, especialmente mecánicos y químicos. Al mismo tiempo la forma de pensar de los biólogos cada vez se parece más a la de los ingenieros: ahora tienen que trabajar con sistemas y mecanismos, preocuparse de controles de calidad y construir grandes sistemas técnicos. A menudo los mejores aportan conocimientos técnicos especializados a sus investigaciones biológicas [21].

El principal factor de éxito en esta zona de intercambio —y, en general, el principal factor del aumento del número de mezclas tecnocientíficas—

es el papel de la informática, que aporta un lenguaje común fácilmente transferible: «la biología, la electrónica y la informática parecen converger e interactuar en sus aplicaciones, en sus materiales y, fundamentalmente, en su enfoque conceptual [...] el proceso actual de transformación tecnológica se expande exponencialmente a causa de su habilidad para crear un interface entre los campos tecnológicos a través de un lenguaje digital común mediante el cual la información se genera, se almacena, se recupera, se procesa y se transmite» [22].

El efecto de interface del «lenguaje digital común» se observa no sólo en áreas relacionadas con la biología, sino en todo el MIT. Todos los departamentos de ingeniería se convierten, en mayor o menor medida, en departamentos de tecnología informática aplicada. En consecuencia se produce, en palabras de un profesor de aero-astro, «una gran convergencia intelectual». Casi todos los departamentos de ingeniería intentan reclutar a los cariñosamente llamados «tipos informáticos» expertos en la lengua franca de la tecnociencia. Estos «tipos» proporcionan un potencial generalizador a los departamentos pero, al mismo tiempo, minan la identidad departamental. Es difícil encontrar a un experto en sistemas de ordenadores de uso generalizado que esté, al mismo tiempo, interesado en una disciplina concreta de la ingeniería. Por ejemplo el Departamento de Ingeniería Marina siempre está buscando un experto en inteligencia artificial, robótica, señales o sistemas, pero les gustaría que la persona tuviera un interés especial por el mar. Algunos miembros del Departamento de Ingeniería Marina realizan investigaciones «mojadas»; otros utilizan ordenadores y sistemas para trabajos sólo remotamente relacionados con el agua salada. Aero-Astro contrata a jóvenes profesores con experiencia en movimientos humanos y capacidad de desenvolverse en ambientes tecnológicamente intensivos que, con el mismo éxito, podrían aplicar sus conocimientos en ambientes no aeronáuticos.

Mediante un lenguaje digital común, la tecnología borra las fronteras tradicionales de la ingeniería. Al mismo tiempo eleva la ingeniería, antaño una de las profesiones más firmemente apegadas al suelo, de su familiar suelo de materialidad dotándola con la nueva y fantasmal levedad del ser. Cada vez menos profesores de ingeniería hacen o construyen cosas materiales. Cada vez más profesores trabajan con símbolos o modelos. Claro que, en cierto sentido, continúan trabajando con las máquinas, pero los significados tanto de la ingeniería como de las máquinas han cambiado desde el momento en que las máquinas han empezado a procesar la información y no la materia.



De nuevo basta con observar las redefiniciones internas de los departamentos de ingeniería del MIT. A principios de los años sesenta la ingeniería civil empezó a cambiar su enfoque del estudio de estructuras a la informática [23]. Hoy en día muchos ingenieros civiles no se dedican a diseñar estructuras, sino sistemas de software para la gestión de la construcción [24]. Al igual que la ingeniería civil abandonó las estructuras, la ingeniería mecánica abandonó las máquinas. Muchos jóvenes ingenieros mecánicos diseñan programas para sustituir las máquinas, utilizando la electrónica y los ordenadores para realizar funciones que antes hacían sistemas mecánicos más convencionales. Como dijo un profesor: «Quedan pocos sistemas mecánicos que sean totalmente mecánicos».

Aero-Astro tampoco considera el diseño de aviones su misión primordial. En un plan estratégico reciente el departamento proponía tres «direcciones estratégicas»: sistemas, información y educación. Comparados con la materialidad de la mecánica de estructuras o la aerodinámica, resultan ser unas áreas de investigación muy abstractas, en las que los símbolos se manipulan tanto como la materia y en las que destaca el papel de la tecnología informática.

Sin embargo, donde se hace más evidente la desmaterialización de la ingeniería es en el Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, cuyo nombre proclama la alianza del mundo material con el simbólico, las propiedades materiales del diseño de circuitos integrados y de máquinas con las propiedades lógicas del código de programación. La «ingeniería de software» reorienta la ingeniería de la manipulación de la materia hacia la manipulación de símbolos o códigos. El componente hadware de la informática pertenece obviamente al campo de la ingeniería, pero no es tan fácil trazar la línea divisoria entre un ingeniero de software y un programador. Un extremo de la ingeniería se pierde en el mundo microscópico de la biología, y el otro, en el etéreo ciberespacio. Los ingenieros siempre se habían considerado hacedores; ahora algunos se dedican a la lógica, sentados todo el día en un despacho, escribiendo. Hoy en día la ingeniería ya no es necesariamente una ciencia aplicada. Ha desarrollado su propia rama teórica, con ingenieros que nunca han fabricado objetos materiales y cuyas investigaciones les llevan muy lejos del ámbito de las experiencias comunes. Un profesor no titular dice que utiliza los gráficos de ordenador como un «amplificador de la imaginación». Otro explica que utiliza el ordenador no como una calculadora, sino como un laboratorio. La materia prima de la ingeniería es ahora el experimento intangible, objetos simbólicos y sistemas abstractos.

Hace siglos la ciencia abandonó las dimensiones humanas para adentrarse en los mundos de lo inimaginablemente pequeño y lo inimaginablemente grande. Ahora los ingenieros intentan ir mucho más allá de los límites del sentido común: transferencia de calor a microescala, pico y femtosegundos, electrones que pasan a fotones y viceversa, películas moleculares, membranas celulares, turbinas microscópicas. En un extremo la nanoingeniería, en el otro sistemas logísticos globales. En un extremo los nanosegundos, en el otro un planeta en desarrollo sostenible indefinido. En la edad de la tecnociencia, la ciencia no es sólo un pariente de la ingeniería, sino un compañero de por vida.

## Ingeniería y práctica

Podría parecer que la dirección obvia del desarrollo de la ingeniería es la de profundizar en esa colaboración excitante y exitosa. Pero al mismo tiempo, existe una tendencia, aparentemente contraria a la anterior e igual de poderosa, de dirigir la enseñanza de la ingeniería y, hasta cierto punto, la investigación hacia la realidad de la práctica industrial [25]. Muchos de los que abogan por el «retorno a la práctica» consideran que la ciencia de la ingeniería es la culpable del alejamiento de la ingeniería de la industria y del mercado. Pero la ciencia de la ingeniería está perdiendo su influencia, en parte, víctima de su propio éxito: en áreas maduras de ingeniería queda poca ciencia fundamental por descubrir. En aero-astro, la comprensión de la mecánica de estructuras y la aerodinámica es total. En la ingeniería civil, los materiales como el acero y el hormigón siguen siendo esenciales para la construcción, pero ofrecen escaso interés para la investigación. El rendimiento de la ciencia de ingeniería es cada vez menor, concluye un experimentado ingeniero mecánico: «Los enfoques basados en la informática seguramente proporcionarán mejores resultados en muchos campos de ingeniería y fabricación cuyo funcionamiento "físico" sea bien conocido».

En esta situación los ingenieros de vocación científica tienen dos posibles elecciones. O migrar hacia áreas donde la ciencia sea más interesante o poner nuevo énfasis en las facetas no científicas de la ingeniería: cómo se diseñan los objetos, cómo se fabrican, cómo funciona la organización, cómo las innovaciones llegan al mercado y cosas por el estilo, que a menudo se aglutinan bajo la etiqueta de «práctica».

Otra fuente de interés de la práctica de la ingeniería es el papel renovado del mercado en su apoyo a la investigación. Durante la posguerra la política



gubernamental aislaba enormes sectores de ingeniería —contratos de defensa, construcción de autopistas, comunicaciones— de las presiones directas del mercado. El padrinazgo del gobierno cambió la forma de pensar de los profesores universitarios sobre la ingeniería: los profesores se habían distanciado de las preocupaciones y objetivos industriales. Alrededor de 1990 en la mayoría de las áreas (siendo la biología una gran excepción) el apoyo del gobierno a la investigación en ciencia e ingeniería, tanto en la industria privada como en las universidades, empezó a reducirse. Desde entonces los ingenieros afincados en las universidades intentaron revitalizar sus vínculos con la industria en busca de apoyo a sus investigaciones y de puestos de trabajo para sus alumnos.

Pero el apoyo de las empresas a la investigación en ingeniería está fuertemente condicionado por el mercado. Cuando el apoyo del gobierno comenzó a flaquear, las industrias empezaron a adoptar en sus inversiones en investigación un «enfoque basado en la rentabilidad»: el balance final debe ser positivo y además a corto plazo. Algunos de los laboratorios de las corporaciones se orientaron hacia proyectos concretos; otros desaparecieron. A medida que fueron reduciéndose las inversiones en investigación los asesoramientos como el que hacía mi abuelo para Standard Oil empezaron a perder su importancia como puente entre la universidad y las industrias. Las empresas se dieron cuenta de que podían beneficiarse de las buenas ideas de investigación, invirtiendo o comprando pequeñas compañías que se preocupaban más que los laboratorios universitarios de la posibilidad de comercialización, cumplimiento de plazos y productividad. De repente el MIT se encontró compitiendo no sólo con otras universidades, sino también con las empresas de reciente creación —muchas de las cuales estaban vinculadas a la universidad a través de sus fundadores. El movimiento de retorno-a-la-práctica también puede llamarse movimiento de retorno-al-mercado, en el sentido de prestar de nuevo la atención directa a la rentabilidad.

Para los ingenieros del MIT existen dos vías principales para retornar a la práctica. Un grupo de ingenieros pone renovado énfasis en el diseño; el otro aboga por grandes sistemas tecnológicos. Las curiosas diferencias psicológicas y sociológicas existentes entre los dos grupos pueden resumirse así: los partidarios del diseño se identifican con los emprendedores; los de los sistemas con los gerentes.

Algunos de los partidarios más entusiastas del diseño provienen del Departamento de Aeronáutica y Astronáutica, cuyo director, Ed Crawley, resume sus tres principios docentes de la siguiente manera: MIT forma ingenieros; MIT toma sus ideas docentes de la industria; y la cultura institucional

debe pasar de la ciencia de la ingeniería a «CDIO». Este incómodo acrónimo que se descifra como «concebir, diseñar, implementar, operar» se ha hecho popular en la Escuela de Ingeniería [26]. Otros departamentos han elaborado sus versiones del tema; por ejemplo, el Departamento de Ingeniería Civil y Medioambiental ha adoptado el lema de «planear, diseñar, construir, operar» para expresar la misión departamental.

Muchos partidarios del diseño, independientemente de su edad, son una especie de inconformistas. Retan a lo que consideran como el *establishment* de la ciencia de ingeniería, asegurando que ellos hacen la ingeniería *real* diseñando y construyendo cosas útiles, que funcionan. Suelen criticar a los ingenieros científicos, a veces implícitamente, a veces abiertamente, por disfrazar ideas ordinarias con ecuaciones caprichosas pero carentes de inspiración.

Por el contrario, los partidarios de sistemas tecnológicos, que se congregan en la División de Sistemas de Ingeniería, suelen ser individuos con experiencia, acostumbrados a trabajar fuera de sus departamentos o, incluso, fuera sus escuelas (a menudo colaboran con la Sloan School of Management). Son menos osados que los Jóvenes Turcos del diseño, en parte por su proximidad al mundo de los directivos y en parte porque su causa —observar el mundo en toda su complejidad— alienta actitudes más conciliadoras. En particular los miembros de la División de Sistemas de Ingeniería adoptan una visión conciliadora de la ciencia de la ingeniería. La mayoría empezaron sus carreras como científicos y suelen decir que no intentan superar la ciencia de la ingeniería, sino extenderla a una definición más expansiva de la ingeniería.

De acuerdo con su declaración de objetivos, la División de Sistemas de Ingeniería «tiene como campo de estudio los sistemas de ingeniería, centrándose en sistemas y productos de ingeniería complejos y considerando estos sistemas y productos en el amplio contexto social e industrial» [27]. Miembros de la División de Sistemas de Ingeniería recalcan la naturaleza heterogénea e integrativa del ejercicio de ingeniería, en la que el diseño técnico siempre está condicionado por factores de carácter social, económico y natural. Alguien dijo que los partidarios de los sistemas intentan demostrar que las «-ilidades importan». Las -ilidades son escalabilidad, flexibilidad, sostenibilidad, mantenibilidad, fiabilidad y (aunque carecen del sufijo -ilidad) robustez y seguridad, todos ellos supuestamente despreciados por la ciencia de la ingeniería. En su argot ellos intentan pasar de la «ingeniería con minúscula» a la «Ingeniería con mayúscula» [28].



El principal objetivo de la División de Sistemas de Ingeniería es revitalizar la enseñanza de la ingeniería reorientándola en la dirección de «I mayúscula». Han tenido mucho éxito en esta empresa, en parte porque partían de una buena base. En los años ochenta el MIT fue pionero de programas de formación e investigación que contemplaban la ingeniería dentro del marco socioeconómico de organizaciones y proyectos complejos a gran escala. Muchos de estos programas proporcionaban másters a directivos con formación técnica. En particular el Programa Líderes de la Producción demostró la capacidad del MIT de definir un problema (en este caso el problema de que la producción en América no era competitiva) y hacer una importante contribución para su resolución.

Líderes de la Producción y otras iniciativas docentes continúan floreciendo. Pero la vitalidad de algunos programas de investigación y la dirección en la que avanzan están menos claras. La definición de un sistema tecnológico sigue siendo inconcreta. El concepto ha generado una lista de adjetivos y nombres («gran», «complejo», «dinámico» y las -ilidades), en vez de un conjunto de problemas bien definido. Los profesores de la División de Sistemas de Ingeniería han investigado temas tan diversos como perfeccionamiento del diseño de sistemas de suministro, mejora de relaciones laborales entre la dirección y los trabajadores, aumento de la cultura corporativa, junto con cuestiones de competitividad y viabilidad medioambiental. Sin embargo, diferentes departamentos tienden a definir los sistemas según los distintos modelos mentales implícitos. En Aero-Astro el ejemplo paradigmático de ingeniería de sistemas es «el viaje del hombre a la luna». En Ingeniería Civil es un gran proyecto de construcción como el Proyecto del Túnel de la Arteria Central de Boston (el «Big Dig»). En Ingeniería Mecánica es un proceso de fabricación, como la «producción flexible» para los aviones o automóviles.

Es difícil, si no imposible, definir un «sistema de ingeniería que abarque toda la variedad de prácticas. De hecho, una vez definida la ingeniería en términos de sistemas, la práctica puede dejarse atrás. Los sistemas son abstracciones, más que objetos. La representación simbólica de relaciones complicadas a menudo se expresa de forma matemática (funciones de utilidad, valoración de riesgos, análisis coste-beneficio). Los analistas de sistemas a menudo provienen del campo de las matemáticas o ciencias y no de las disciplinas de ingeniería tradicionales. Algunos intentan desarrollar representaciones matemáticas de sistemas complejos que constituirían una especie de Teoría Global Unificada de Ingeniería.

De manera similar, aunque menos evidente, los partidarios del diseño también podrían resultar seducidos por la posibilidad de desarrollar una ciencia de diseño abstracta y general. Por ejemplo, Neil Gershenfeld, del Media Lab, está trabajando en una «nueva teoría orgánica del diseño [...] que no es hardware ni software». Esta «teoría de la vida» podrá tratar la complejidad «especificando los procesos que se producen durante el surgimiento de un sistema funcional en vez de especificar el diseño del propio sistema» [29]. El diseño de ingeniería y los sistemas de ingeniería se estudian de forma completamente diferente: mientras que unos abogan por la necesidad de intuición y conciencia de la confusa complejidad, otros buscan rigor, abstracción y cálculo.

Con la frontera entre la ciencia y la ingeniería tan borrosa y con los partidarios del diseño y de los sistemas escindidos entre el trabajo cotidiano y la gran teoría, ¿qué es la ingeniería de hoy? Esta pregunta puede conducir a debates casi teológicos, pero en la universidad se debe hacer por razones puramente prácticas: para saber qué tipo de profesorado contratar y promocionar. Uno de los puntos fuertes del MIT es que la mayoría de los casos de promoción y todos los casos de titularidad se someten a todos los decanos y miembros del Consejo Académico dirigido por el presidente. Así, por ejemplo, el decano de Ingeniería escucha y vota a los aspirantes a profesores de historia y un historiador que ocupa el puesto de decano de Estudiantes y Enseñanza de pregrado escucha y vota a los aspirantes a profesores de ingeniería.

Para casi todos los puestos de ingeniería los miembros del Consejo Académico solemos empezar con un ejercicio de clasificación. ¿De qué clase de puesto se trata? ¿Qué tipo de ingeniería hace el aspirante? Para contestar debemos situar el caso en tres dimensiones. Primero, ¿es un caso de ciencia de la ingeniería, de diseño o de sistemas? Segundo, ¿se trata de ingeniería altamente novedosa (donde la investigación es más interesante) o ingeniería de mantenimiento (algo que se debe enseñar, pero que no es un campo de investigación que provoque entusiasmos)? Tercero, ¿es un tipo de ingeniería que pertenece al MIT, desde el punto de vista de la misión institucional del MIT, o es más apropiado en otro tipo de institución docente, o en la industria o en otra parte del mundo? Sólo entonces nos concentramos en los méritos del candidato en cuestión. Por regla general, cuanto más cerca esta un caso de la ciencia (ya sea ciencia de ingeniería o tecnociencia), tanto más fácil es la selección. Nos sirven los baremos académicos habituales: la cantidad y calidad de las publicaciones, valoración de los expertos, comparación con



otros científicos. Por el contrario, los casos de diseño y de sistemas suelen ser espinosos. El punto fuerte de los casos de diseño es que, en palabras de un participante, «al menos hacen cosas que funcionan». Pero también es el punto débil: en palabras de otro participante, «no podemos simplemente llenar esto de gente que construye cosas». Un individuo que se ha ganado una sólida reputación en la ciencia de ingeniería puede reconvertirse hacia el diseño o investigación de sistemas. Pero empezar allí es asumir un cierto riesgo —no necesariamente muy grande, por supuesto que no insuperable, pero riesgo al fin y al cabo.

En el ambiente académico un ingeniero que busca un puesto de titular como «caso de diseño» puede tener problemas para reunir las publicaciones necesarias. Hay muchos sitios para publicar conceptos, pero muy pocos donde publicar diseños. Es posible aportar una relación de inventos o innovaciones en vez de una lista de publicaciones, pero no está claro cómo comparar un producto o diseño con un artículo científico. También es difícil aplicar al diseño el tradicional estándar académico de «aportación a la materia». Una cosa es diseñar un prototipo que funcione y otra fabricarlo a gran escala de forma que pueda influir significativamente en la sociedad. ¿Y quién evaluaría el impacto? ¿Quién es la autoridad en el diseño? Cuando las recomendaciones provienen tanto de los docentes como de los no docentes, puede ser difícil interpretar los estándares académicos de estos últimos.

El Consejo Académico tiene las mismas dificultades con los casos de ingeniería de sistemas. Aunque de éstos hay menos, la gente de sistemas prefiere emigraciones internas a contratar extraños. Pero los casos que hemos evaluado eran, por lo menos, tan difíciles como los de diseño. A menudo, para la gente de diseño el baremo del éxito es la solución de problemas esencialmente gerenciales: cerrar una fábrica, resolver conflictos públicos, llevar a cabo complicadas operaciones de salvamento. En el mundo real estos problemas son importantes. Pero para la docencia, lo que a menudo se echa de menos es la reflexión sobre el problema. Hasta cierto punto, nuestras discusiones sobre las promociones y titularidades no son más que un reflejo del ajuste imperfecto entre los mundos académico y real. El problema no es que exista una brecha. Debe haber una brecha entre la enseñanza de la ingeniería y el mundo exterior: la universidad debe ayudar a una reflexión crítica sobre el mundo exterior y estar a su servicio al mismo tiempo.

La dificultad para el Consejo Académico reside en la decisión sobre el estatus epistemológico de construir cosas o de resolver problemas gerenciales: en otras palabras, el estatus intelectual de hacer o pensar. Implícitamente, y

a veces explícitamente, colocábamos a los candidatos en una escala de actividades mentales, empezando en las rutinarias, pasando por las que requerían inteligencia y terminando en las que exigían brillantez. En estas discusiones me sentía como uno de los pensadores de la Ilustración tratando de distinguir las variedades de trabajo intelectual realizado por artesanos, artistas y sabios o elaborar una escala de medida del éxito aplicable a mecánicos o a genios. Como los *pilosophes*, algunos miembros del Consejo Académico a veces experimentábamos con nuevos términos para hacer las distinciones. En un caso el candidato a la promoción fue definido como «tecnólogo». Cuando pregunté en que se diferenciaba un tecnólogo de un ingeniero, me contestaron que un ingeniero se preocupa más de la ciencia, mientras que el tecnólogo sólo construye aparatos. Incluso inventamos una nueva categoría de profesor —el «profesor de la práctica»— para buscar un nicho académico adecuado a los individuos cuyos méritos eran más prácticos que académicos.

Las discusiones del Consejo Académico sobre las promociones revelan hasta qué punto la tecnología ha superado a la ingeniería. La categoría de «ingeniero» es demasiado limitada para cubrir todas las formas en que los individuos interaccionan con el mundo tecnológico, por no mencionar las muchas formas en que interaccionarán en el futuro. Tanto el movimiento de diseño como el de sistemas reclaman una identidad distintiva para la ingeniería —para proclamar que los ingenieros hacen algo que no hacen los científicos o los hombres de negocios. Pero en el fondo esos esfuerzos sólo subrayan la pérdida de identidad de los ingenieros. Tanto en los trabajos de diseño como en los de sistemas participa mucha gente además de ingenieros. En los casos de diseño, a menudo, los miembros del Consejo Académico acabábamos comparando a ingenieros diseñadores con arquitectos diseñadores o con científicos experimentales diseñadores. Especialmente en el mundo de la tecnología informática, basado en el lenguaje y altamente socializado, el diseño incluye tanto la lógica y la estética de estructuras conceptuales como el diseño de circuitos integrados, servidores y cables. En el diseño actual convergen ingeniería, programación, ciencia, lenguaje y arte.

Cuando se trata de sistemas tecnológicos se hace aún más evidente que los ingenieros tienen que colaborar con los sociólogos, economistas, abogados y gestores sólo para empezar. El constante dilema del MIT es si se debe contratar a estos colaboradores como profesores de la División de Sistemas de Ingeniería o intentar que los contraten otras escuelas o departamentos. Por otra parte, los directivos de la División quieren «a alguien que entienda nuestro mundo». Además, los investigadores del MIT pueden considerar



una ventaja estar asociados a la ingeniería porque ésta sigue estando en el centro de su identidad institucional y de su sistema de valores. Un sociólogo, al considerar la oferta de trabajo de la División de Sistemas de Ingeniería, admitió que prefiere trabajar allí antes que en un departamento no relacionado con la ingeniería porque «me otorga cierta legitimidad aquí [en el MIT]». Sin embargo, fuera del MIT, la situación cambia. Un sociólogo o abogado que trabaja en una escuela de ingeniería no está bien situado para progresar y, mucho menos, destacar en su propia disciplina. Para una escuela de ingeniería los estándares de legitimidad del MIT están excepcionalmente bien definidos, pero también son excepcionalmente limitados. «Alguien que entienda nuestro mundo» —refiriéndose al mundo del MIT— no necesariamente destaca en el entendimiento del mundo exterior.

Mientras tanto, el mundo exterior no se limita a permanecer fuera de los muros de la universidad. Está entrando continuamente en forma de nuevos estudiantes cuya rotación es mucho mayor que la del profesorado. Hoy en día los estudiantes del MIT están empeñados tanto como cualquier profesor en acercar la ingeniería a la práctica, en el sentido de alcanzar mayor compromiso con los problemas del mundo real. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes no creen que el diseño o los sistemas sean el camino para alcanzarlo. Ellos tienen sus propias ideas sobre el ejercicio de la ingeniería. Actuando de acuerdo con esas ideas tienen, por lo menos, el mismo poder que el Consejo Académico para reorientar la enseñanza actual del MIT.

## Nueva generación de estudiantes de ingeniería

En 1989, Robert Weatherall, por aquel entonces director de la Oficina de Orientación y Asesoramiento Profesional del MIT, informó de que estaba observando «una nueva generación de estudiantes de ingeniería» caracterizada por una mayor sofisticación social, mejores habilidades comunicativas y mayor deseo de autodirección. Aumentó el número de estudiantes procedentes de familias de profesionales de clase media alta. Disminuyó el número de estudiantes procedentes de pequeñas ciudades o de familias de granjeros, había menos hombres —las mujeres continúan afluyendo a las universidades y puestos de trabajo. Una mayor afluencia de estudiantes permitía a la universidad ser más selectiva. En 1982, por primera vez, la puntuación me-

dia combinada SAT * de los nuevos estudiantes de ingeniería superó a las de otras facultades no científicas/matemáticas [30]. En 1985 la Academia Nacional de Ingeniería informó de que los nuevos estudiantes «tienen una base cultural e intelectual más amplia, son más seguros de sí mismos y más asertivos que los estudiantes de ingeniería de años precedentes» [31].

Otro elemento importante de este surgimiento de la «nueva generación de estudiantes de ingeniería» es una mayor variedad de orígenes étnicos y geográficos. Si se observan los libros de las promociones pasadas, aunque no podamos ver las almas de los estudiantes, sí se puede observar la homogeneidad externa de sus cuerpos. Por ejemplo, en el libro de la promoción del 1949, en las 505 fotografías de estudiantes (el total de la promoción era de 900), se puede encontrar a un indio, un negro y siete mujeres. (Las fotos de los 305 profesores incluyen a un negro y ninguna mujer.) El contraste con la situación actual no puede ser más asombroso. En concreto el número de estudiantes asiático-americanos se quintuplicó entre 1979 y 1989. Los estudiantes de origen asiático constituyen la tercera parte de los estudiantes no graduados.

Pero éste es sólo uno de los elementos de la asombrosa diversidad que puede observarse diariamente en los pasillos del MIT. Para mí el indicador más chocante de la diversidad de los estudiantes de ingeniería es el lingüístico: un tercio de los estudiantes no graduados del MIT utiliza en sus casas un idioma distinto del inglés. Como decano tenía que dedicar mucho tiempo todos los años, antes de la ceremonia de graduación, a practicar la pronunciación de los nombres de los graduados, recurriendo a la escritura fonética o a los mensajes de voz dejados por los estudiantes; sólo así podía pronunciarlos más o menos correctamente.

La internacionalización del estudiantado también supone su urbanización. Cada vez más estudiantes proceden de las ciudades y cada vez menos del campo. Una vez iniciado el cambio, éste se realimenta, y cuanto más diverso y sofisticado se hace el estudiantado, más atractivo resulta el centro para los estudiantes sofisticados y de procedencia diversa. Estos estudiantes no se sienten necesariamente atraídos por la cultura de «orgullo de empollones» del MIT. No consideran la ingeniería como un fin en sí misma, sino como una puerta al mundo de los negocios. Muchos de los estudiantes de la «nueva generación» no comparten los prejuicios antigerenciales de los estudiantes de las clases medias-bajas americanas de promociones anteriores a la Segunda Guerra Mundial. Muestran un interés sin complejos por los negocios y la gerencia desde el principio. Weatherall observó que ya en los años ochenta los estudiantes estaban más ansiosos por asumir responsabilidades y no querían «abrirse camino a través de una serie de empleos de ingeniero de estrechas miras antes de empezar a contar para algo». El estudiante, y cada vez más la estudiante, tenía otras expectativas. Ya en 1986, cuando se les preguntó qué es lo que buscaban en sus carreras, el 42 por ciento de los licenciados del MIT consideraba como esencial o muy importante tener la oportunidad de llegar a ser un alto directivo, y el 28 por ciento de ellos quería tener su propio negocio. El 53 por ciento de los licenciados consideraba esencial o muy importante una de las dos opciones [32].

Durante los años noventa la tendencia a hermanar la ingeniería con la gestión no hizo más que aumentar. En verano del 1999, un estudio de McKinsey & Company realizado entre los ingenieros licenciados con posterioridad a 1971 mostró que dos tercios de los encuestados del MIT trabajaban en empresas de reciente creación o en divisiones de reciente creación de grandes compañías. El 42 por ciento trabajaba en compañías que tenían menos de cinco años, y el 75 por ciento de los encuestados del MIT esperaba dejar su primer empleo antes de tres años. El 30 por ciento de los encuestados licenciados del MIT en los años noventa aspiraba convertirse en empresario; sólo el 21 por ciento pretendía ser un «líder técnico» (científico jefe, diseñador jefe o investigador jefe).

Los datos eran similares para todos los ingenieros entrevistados, incluyendo a los del MIT y de otros prestigiosos centros de enseñanza de ingeniería: el 24 por ciento quería ser empresario y el 29 líder técnico [33]. El ingeniero acostumbraba a mantener una relación indirecta con el mercado, actuando normalmente a través de una empresa que pertenecía a otros. Ahora muchos ingenieros también quieren ser propietarios. Incluso para aquellos ingenieros que no poseen ambiciones empresariales o responsabilidades de gestión formales, la implicación en actividades comerciales, como oposición a las técnicas, empieza muy pronto. Los ingenieros licenciados durante los años ochenta, incluso aquellos que no tenían responsabilidades gerenciales formales, reconocían que dedicaban una parte importante de su tiempo a ventas, marketing, compras y recursos humanos [34].

En palabras de un profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica del MIT, la ingeniería y la gestión forman una «mezcla explosiva». Una vez más la informática actúa de disolvente. Los ingenieros formados en tecnolo-

* Stanford Achievement Test, exámenes para estudiantes de últimos cursos de enseñanza secundaria. *(N. del T.)*

gías de la información pueden entrar en el mercado directamente como empresarios o pueden aplicar sus conocimientos directamente a la consultoría financiera y de gestión. Weatherall recuerda claramente cuándo apareció el primer cazatalentos de J. P. Morgan en la oficina de la bolsa de trabajo, interesado en entrevistar a los directores del MIT. Esta primera brisa fue seguida de un vendaval de contrataciones por parte de las empresas de consultoría financiera y de gestión. En 1994-1995 el 25 por ciento de empresas que reclutaban a los licenciados del MIT eran consultorías o empresas financieras; otro 19 por ciento los constituían las empresas de software. Entre estos dos grupos se quedaban con casi la mitad de los licenciados, mientras que en 1982-1983 sólo llegaban al 15,2 por ciento. Esta tendencia se mantuvo firme hasta el año 2000 [35]. En 1994-1995 sólo el 4,7 por ciento de los cazatalentos representaba a las compañías de los campos tradicionales de ingeniería (petróleo, químicas, materiales, alimentos), y sólo el 7,7 por ciento representaba a las empresas del sector de defensa o energía. En el área de fabricación, el grueso de las contrataciones correspondía a los ordenadores, comunicaciones y otro tipo de electrónica civil (24,9 por ciento) [36].

Cuando discutíamos en las reuniones del Consejo Académico la disminución de las matriculaciones en aero-astro y en otros departamentos orientados hacia la industria, nos preguntábamos por qué los estudiantes se interesaban menos por estos departamentos. Alguien espetó: «Porque leen la primera página del *Wall Street Journal*». En otra charla un miembro de la MIT Corporation resumió la situación así: «También en la ingeniería el dinero está en la intersección de la tecnología con el mercado». Éste es el cruce de caminos al que se dirigen los estudiantes del MIT. En el MIT los estudiantes acostumbran a elegir la especialidad en su segundo año de carrera. Entre los 984 que empezaron su segundo año en otoño de 2001, 317 escogieron la ingeniería eléctrica e informática; 112 escogieron dirección de empresas, que por primera vez se convirtió en la segunda especialidad en importancia del MIT, superando ampliamente a la biología (79), la ingeniería mecánica (74) y la ingeniería química. Se podrá argumentar que ninguna de las tres principales especialidades de la promoción del 2005 —ingeniería eléctrica e informática (en la que predomina la informática), dirección de empresas y biología— es una especialidad de ingeniería en el sentido tradicional.

Independientemente de que tengan o no éxito como empresarios o como consultores, los estudiantes de hoy ya han transformado la ingeniería dirigiéndose hacia la intersección de la tecnología y el mercado, en vez de dirigirse hacia el primer peldaño de la escala organizativa. Uno de los profesores del MIT me dijo: «Me parece que en la mayoría de los departamentos hace mucho que dejamos de preparar "ingenieros profesionales". En realidad estamos preparando innovadores tecnológicos...». Esto no significa que, de repente, los ingenieros perdieran su papel de «burócratas» (término de Layton). Muchos ingenieros continúan siendo empleados, e incluso los que trabajan por su cuenta lo hacen dentro de contextos de organizaciones. Aunque este contexto ahora es diferente, ya que las organizaciones industriales han cambiado radicalmente durante la generación anterior. Ahora están hechas para maximizar la flexibilidad: a través de jerarquías descentralizadas, alianzas estratégicas corporativas, cadenas de montaje *just-in-time*. Los ingenieros y otros empleados con formación técnica son parte de este mundo flexible y no perdurable. Se les aprecia por sus conocimientos, pero sus carreras profesionales son totalmente impredecibles.



La corporación ya no es la roca sobre la que el ingeniero edifica su carrera. Ahora la corporación es como una corriente de agua, que lleva la innovación. El ingeniero debe construir su carrera en medio de esta corriente. Ahora los ingenieros deben intentar mantenerse en la corriente, más que en la organización. Deben ser capaces de trabajar con equipos en una serie interminable de «situaciones», no siempre con el apoyo de la compañía, normalmente sin la protección de un sólido contrato gubernamental, expuestos a la presión constante del mercado y teniendo que vender por sí mismos. Los ingenieros siempre han sido «gente de organización», pero ahora son más activos eligiendo los contextos organizativos. Para bien o para mal los estudiantes de ingeniería comprenden que su papel no va a ser determinado por una organización externa, sino por sus motivaciones internas, ya que entran en un continuo proceso de autopromoción.

La crisis de identidad de la profesión de ingeniero surge de esta transformación institucional. Los ingenieros dependen ahora de sí mismos para formar su identidad profesional en un paisaje organizativo dominado por redes en vez de unidades corporativas claramente delimitadas. Mientras los ingenieros trabajaban principalmente en empresas grandes o medianas relativamente estables, su identidad se definía en términos de su contribución a esas organizaciones. La ideología de la ingeniería asumía que la lealtad del ingeniero hacia la organización era correspondida con la lealtad de la organización hacia el ingeniero. Ese contrato social hace tiempo que ha sido cancelado: se canceló en el momento en que las empresas empezaron a reducir sus plantillas de ingenieros para mantener la rentabilidad. Los ingenieros han aprendido que forman parte de las corrientes del mercado y no de la estruc-

tura corporativa. En muchos sentidos este fenómeno ha sido liberador. Se han liberado de la dependencia de una única compañía, y a menudo la carrera individual es más interesante. Pero la ingeniería basada en el mercado exige un trabajo duro y continuo y supone la exposición a los riesgos de la incertidumbre financiera, especialmente cuando el individuo alcanza mayor edad[37].

Los estudiantes entienden mejor que muchos profesores que este contexto organizacional ha redefinido el sentido del ejercicio de la ingeniería. Los estudiantes ajustan pragmáticamente su formación y sus carreras profesionales a las nuevas tendencias. Están más interesados en prepararse para una carrera orientada hacia la técnica que en prepararse para una carrera de ingeniero. En un mundo híbrido, los trabajadores orientados hacia la técnica, tanto los autónomos como los que trabajan por cuenta ajena, no pueden seguir resolviendo los problemas únicamente desde el punto de vista técnico. Sus ocupaciones exigen una mezcla de conocimientos técnicos, humanos y organizativos. En una economía global, con estructuras institucionales cambiantes y poco definidas, los ingenieros necesitan una formación tan amplia como sea posible para poder navegar por sí mismos por los mares del cambio.

Esa educación debe ser «liberal», no en el sentido clásico de una educación libre de objetivos utilitarios, sino en el sentido práctico de una educación que, durante toda la vida laboral, facilite muchas opciones profesionales en un mundo cambiante. La formación de los ingenieros sigue siendo funcional e instrumental. La diferencia está en que ahora la funcionalidad y la instrumentalidad incluyen junto a los conocimientos técnicos muchos conocimientos organizativos y de recursos humanos. En este sentido, limitado pero no trivial, la enseñanza de la ingeniería se humaniza.

## Una misión educativa más amplia

Durante casi toda su historia, el MIT tuvo un compromiso institucional de ampliar la formación de los ingenieros, pero su éxito en este empeño nunca alcanzó al compromiso retórico. Ahora la realidad económica consigue finalmente lo que el MIT como institución no logró: ampliar la formación del ingeniero.

Desde su creación en el siglo XIX, el Instituto pretendía que sus estudiantes tuviesen «conocimientos» (término convenientemente vago) de economía, historia, principios sociales y éticos de las organizaciones y facilidad de



comunicación, especialmente por escrito. Este «tronco humanista», como lo llamaban en los círculos docentes, no pretendía dar un lustre de caballeros a los estudiantes de ingeniería; éste no era importante en su formación o expectativas profesionales. El «tronco humanista» en realidad pretendía enseñarles cosas que, a pesar de no ser estrictamente técnicas, tenían una relación clara con sus carreras. El razonamiento era que los ingenieros agotarían su formación técnica relativamente pronto y que su futuro desarrollo profesional podría verse seriamente limitado si sólo poseían formación técnica. El éxito durante toda la vida profesional requería que la formación técnica estuviese acompañada de una cultura general más perdurable.

Este razonamiento era válido entonces y sigue teniendo la misma vigencia ahora. Sin embargo, ponerlo en práctica siempre constituyó un reto. Durante la mayor parte de la historia del MIT el «tronco» tuvo una prioridad muy baja tanto para los profesores como para los estudiantes, mientras que el «árbol» de la enseñanza era y sigue siendo firmemente técnico y científico. En un entorno institucional enfocado hacia la ciencia y la ingeniería, los profesores que organizan los currículos nunca tienen que defender sus prioridades contra prioridades competidoras. Antes de que empezara a llegar la «nueva generación», los estudiantes no solían disfrutar estudiando humanidades y ciencias sociales, ni tampoco solían ver algún sentido a estos estudios desde el punto de vista profesional. Finalmente las empresas se acostumbraron a considerar a los ingenieros como empleados —leales y trabajadores—, pero no como líderes potenciales.

Sin embargo, en los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial la formación no técnica empezó a tener mayor consideración por razones que iban mucho más allá de las necesidades del puesto de trabajo. La experiencia de la guerra demostró que los aparatos, los sistemas y las decisiones de ingenieros y científicos afectaban no sólo a la industria, no sólo a la economía, sino a todo el curso de la civilización. Conscientes de este hecho, los líderes del MIT decidieron que los estudiantes de ingeniería debían ser educados de forma acorde con su responsabilidad social.

El 5 de agosto de 1946, casi un año después de que la bomba atómica fuese arrojada sobre Hiroshima, James R. Killian, por entonces vicepresidente del MIT, escribió un memorando de dos páginas al presidente Karl Taylor Compton proponiéndole que nombrase un comité de profesores para estudiar los objetivos docentes, la organización y los procedimientos del MIT. Killian adjuntaba una lista de algunos «asuntos muy importantes» que debían ser estudiados por el comité. Por ejemplo:

> ¿Nos hemos vuelto demasiado teóricos, alejándonos de la práctica, o no lo hemos hecho lo suficiente? ¿Dedicamos suficiente tiempo a las humanidades? ¿Exigimos demasiado trabajo programado y rutinario a nuestros estudiantes dejando muy poco tiempo para el desarrollo personal?

Killian sugería que «W. K. Lewis [era] la persona más apropiada para presidir el comité debido a su gran prestigio y su firme interés en la enseñanza», aunque sería difícil persuadirle debido a sus otras muchas responsabilidades[38]. Sin embargo, Compton persuadió a Lewis, y el comité, que incluía a Elting Morison y Gordon Brown, empezó su trabajo en 1947.

El informe del comité Lewis (como lo siguen llamando hasta hoy) fue presentado en diciembre de 1949. Como recomendación central el comité hacía un llamamiento al MIT para asumir «Una misión docente más amplia». De hecho, éste es el título del decisivo tercer capítulo del informe, que empieza resumiendo la creencia existente antes de la guerra en el liderazgo social de los ingenieros —las mismas ideas que expresaba el abuelo en el sala de estar de su casa pero expuestas con un lenguaje más elevado:

> Reconocemos especialmente la necesidad de desarrollar una formación profesional más amplia, que permita a los ingenieros asumir puestos de liderazgo en la sociedad moderna, y creemos que esto se podrá conseguir en parte mejorando la enseñanza de las asignaturas de ingeniería y en parte reforzando la enseñanza de las ciencias naturales, sociales y de las humanidades...[39].

El tercer capítulo continuaba en el mismo tono, reflejando la experiencia de la guerra y describiendo cómo un mundo cambiante había transformado la misión de la ingeniería. El informe no utilizaba las palabras «reflexivo» ni «híbrido» pero expresaba claramente el concepto:

> En nuestra cada vez más compleja sociedad, la ciencia y la tecnología no pueden seguir siendo segregadas de sus consecuencias humanas y sociales. Los problemas más difíciles y complicados a los que se enfrenta nuestra generación están en el campo de las humanidades y las ciencias sociales; pero, dado que en gran medida se deben al impacto causado en nuestra sociedad por la ciencia y la tecnología, tienen una relación íntima con otros aspectos de programa del MIT[40].

El informe proponía la creación de una escuela de humanidades y ciencias sociales dentro del MIT. Aunque ya existían programas de estudios de estas materias, el comité consideró llegado el momento de unirlos en una única escuela del mismo rango que las de arquitectura, ingeniería y ciencia. La Escuela de Humanidades y Ciencias Sociales fue fundada en 1950, el mismo año en que James Killian fue investido presidente del MIT.



Al igual que muchos de mis colegas, incluyendo los de ciencias o ingeniería, sigo encontrando el informe Lewis profético y emocionante, especialmente su tercer capítulo. También son impresionantes sus consecuencias prácticas. La Escuela de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (como fue rebautizada en el año 2000 con ocasión de su cincuentenario) se ha consolidado como un centro de erudición. Desempeña un importante papel en la enseñanza de pregrado: según los requisitos generales del Instituto, cada estudiante debe elegir una asignatura de humanidades, artes o ciencias sociales por trimestre. Año tras año estas clases proporcionan a los estudiantes una valiosa «amplitud de miras». El papel de humanidades, artes y ciencias sociales es importante y reconocido en el MIT, pero, con todo, no logra educar la responsabilidad social de la que habla el informe Lewis. Normalmente los estudiantes agradecen las clases de humanidades, artes y ciencias sociales, pero el efecto positivo de dichas clases a menudo es inconcreto. Para muchos (probablemente para la mayoría) estas clases tienen un interés secundario y se perciben como muy alejadas de los estudios de ciencias o de ingeniería. Muy pocos estudiantes eligen su especialidad en la Escuela de Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (con la importante excepción de las ciencias económicas, que se enseñan con una gran profusión de matemáticas). La escuela ofrece programas de graduación de primer nivel principalmente en ciencias sociales (destacando otra vez la economía). Y sólo ofrece dos doctorados cercanos a las disciplinas de humanidades: uno en filosofía y otro en historia y estudio social de la ciencia y la tecnología[41].

La buena noticia es que la enseñanza de la ingeniería se hace cada vez más social. La mala es que esto ocurre principalmente por las presiones del mercado. Independientemente de los requisitos oficiales, muchos estudiantes consideran la economía o la gestión como un requisito de facto. En una encuesta realizada en 1999 la mitad de los estudiantes de pregrado dijeron que, de haber existido, habrían escogido una diplomatura en Dirección de Empresas. Pero, al no poder hacerlo, los estudiantes optaban por una licenciatura en Dirección de Empresas. Los estudiantes buscan una formación social en el sentido más pragmático. Cada vez son más conscientes de que necesitan saber cómo funciona la sociedad, lo cual no es necesariamente lo mismo que una formación que hace hincapié en las responsabilidades sociales.

Por eso hoy la enseñanza de la ingeniería es, como decimos en humanidades, un campo de batalla —un lugar en el que colisionan diversos objetivos estratégicos. La mayoría de estudiantes busca una formación social (en el sentido práctico) y técnica, lo que difiere de la formación de la ingeniería tradicional. Los partidarios del diseño y los de sistemas pretenden alejar la enseñanza de la ciencia de ingeniería, pero nadie quiere abandonar la solidez de una formación científica. Pero las fronteras entre la ciencia y la ingeniería se hacen cada vez más difusas, y la biología amenaza a la misma idea de los «fundamentos» mientras el MIT continúa apoyando (aunque no siempre con vigor) el concepto de una formación en ingeniería verdaderamente amplia; y por encima de todo ello se cierne el fantasma del informe Lewis: la conciencia de que vivimos en un mundo en el que las consecuencias de la ciencia y la tecnología sobrepasan ampliamente los muros de la industria y de los laboratorios y se convierten en un elemento integral y determinante de la naturaleza y la historia.

Todos estos hábitos, convicciones y propósitos se juntan en el currículo. El resultado es una enorme congestión. Todo el que tenga algo que ver con la enseñanza de ingeniería clama dinamita, pero nunca se ponen de acuerdo sobre el lugar en el que se debe colocar la carga. Desde el punto de vista del profesorado, el diseño de un currículo de ingeniería actualmente es uno de los problemas de diseño de ingeniería más complicados. Uno de los profesores se preguntaba en broma si los requerimientos para licenciarse en el MIT eran una función con solución posible. A los profesores les puede parecer gracioso, pero es el estudiante el que se tiene que enfrentar a múltiples exigencias no coordinadas. Para un estudiante de ingeniería, elaborar un programa de pregrado es el problema de ingeniería más difícil, implica el manejo de grandes y complejos sistemas con múltiples restricciones y múltiples objetivos.

Lo que deben saber los ingenieros se está expandiendo a la vez que se expande el alcance y la complejidad del mundo híbrido. La ingeniería ha evolucionado hacia una profesión abierta que trata de cualquier cosa en un mundo donde la tecnología se adentra en la sociedad, la ciencia, el arte y la gestión, sin que exista una institución sólida que defina una misión global. Todas las fuerzas que tiran de la ingeniería en direcciones opuestas —hacia la ciencia, hacia el mercado, hacia el diseño, hacia los sistemas, hacia la socialización— ponen su grano de arena a la congestión curricular. El síntoma más evidente de la crisis de identidad de ingeniería es la crisis de la enseñanza de ingeniería.



## El currículo total

En los años que siguieron a la Segunda Guerra Mundial, el MIT, basándose en el informe Lewis, creó una elaborada estructura curricular como una especie de «gran compromiso» que pretendía equilibrar las exigencias de la ciencia, la ingeniería y las humanidades como elementos de formación técnica [42]. Durante las últimas décadas, las nuevas demandas, tanto del profesorado como de los estudiantes, han minado y reforzado este edificio, que sigue en pie, pero cuya fachada principal es apenas reconocible a causa de todas las modificaciones realizadas.

Tomemos como ejemplo la parte del currículo que el «gran compromiso» dedica al «núcleo científico». El ascenso de la tecnociencia y la bioingeniería empieza a disolver el concepto del bien definido «núcleo científico» como conjunto de leyes indiscutibles que forman los sólidos cimientos de cualquier ingeniería. Ahora los ingenieros están en constante interacción con la ciencia, que también está en evolución continua. Lo que es fundamental para unos ingenieros parece irrelevante para otros.

El evento que señaló la desaparición de la justificación de subestructura-superestructura para el «núcleo científico» se produjo en 1992, cuando el MIT añadió la biología al «núcleo científico» (junto con las ya existentes matemáticas, física y química). Desde casi cualquier punto de vista, la inclusión de la biología ha sido un gran éxito. Como indica la popularidad de la diplomatura en Bioingeniería, muchos estudiantes de pregrado la utilizan como base de sus estudios de ingeniería. Pero otros, incluyendo a muchos estudiantes de ingeniería eléctrica e informática, no consideran el estudio de la biología como fundamental. Estos estudiantes disfrutan con las asignaturas de biología y se benefician de ellas, pero para ellos es una asignatura «de ampliación», no fundamental. Y al revés, muchos de los estudiantes de biología y bioingeniería consideran la física como una asignatura no fundamental. Los profesores que enseñan física a los estudiantes de primer curso son muy conscientes de ese cambio de expectativas. En una reunión con un pequeño grupo de profesores de física y matemáticas, presencié una discusión sobre los nuevos métodos de enseñanza en el primer curso. Los profesores coincidieron en que, aunque los estudiantes del MIT comprenden la importancia de las matemáticas, pocos consideran relevante la física. «Hoy enseñar física en el MIT es como enseñarla a los poetas», opinaba uno de los profesores de física. Yo estaba asombrada: el MIT siempre se ha enorgullecido conservar intacto su núcleo científico. «¿Realmente opinas así?», pregunté. Mi colega

me explicó que la asignatura no se había aligerado —de hecho, la física de primer curso es muy difícil—, pero que los estudiantes la consideraban algo para ejercitar la mente y no algo funcional y útil [43].

Pero ahora que se ha añadido una nueva asignatura al núcleo, y el objetivo de las asignaturas antiguas está cambiando, toda la lógica del núcleo está debilitándose. Por ejemplo, ¿por qué no añadir al núcleo otras asignaturas de las que amplían la mente? Algunos profesores del Departamento de Ciencias de la Tierra, Atmósfera y Planetas afirman que el núcleo debe incluir ciencias medioambientales. Opinan que, además de tener una gran importancia práctica, representan un enfoque alternativo de los problemas científicos (especialmente la utilización de técnicas de modelado) que los estudiantes deben entender y ser capaces de usar. ¿Por qué no pueden tener los estudiantes tanto las ciencias ultradescriptivas como las matemáticas?, insisten. Estos argumentos son difíciles de rebatir. La objeción no debe ser de carácter lógico, sino práctico. Con la creciente presión de la ciencia por un lado y de las humanidades, artes, ciencias sociales y gestión por otro, el Departamento de Ingeniería ve cómo se va comprimiendo su parte del currículo, precisamente en el momento en que quieren enseñar más y más cosas. Es como una especie de ley de Moore: cada 18 meses la cantidad de información que nos gustaría meter en las cabezas de los estudiantes se duplica.

Pero las presiones para ampliar los currículos de ingeniería no provienen del puro aumento del volumen de la información. Los departamentos intentan enseñar a los estudiantes a tamizar, ordenar y manejar la información, y a menudo lo hacen mediante los integrativos «prácticas de proyectos». Empleando la terminología de John Deutch, las prácticas de proyectos proporcionan a los estudiantes la experiencia de trabajar con «situaciones» en las que el aprendizaje incluye no sólo la resolución del problema, sino también su definición en primer lugar.

Además, las prácticas de proyectos son una herramienta re reclutamiento para los departamentos de ingeniería. También suelen gustar a los estudiantes. Muchos estudiantes vienen al MIT porque les gusta construir cosas y estar con otros que también disfrutan haciéndolo. Les resulta chocante encontrarse con un currículo que transforma las «divertidas» y familiares tecnologías en abstracciones nada familiares. Los estudiantes pierden fácilmente su entusiasmo cuando se enfrentan a un currículo repleto de problemas y sin apenas interacción con otros estudiantes e instructores. Los problemas ayudan a mantener firme el timón, pero la enseñanza también necesita la brisa que llena las velas. Los departamentos de ingeniería han descubierto



que las prácticas de proyectos basadas en trabajo en equipo proporcionan la brisa motivadora que atrae a los estudiantes a las especialidades y los mantiene allí. Aunque los principios abstractos de ingeniería pueden ser los mismos en todas sus variedades, habitualmente es la «materia» de las asignaturas la que motiva. Los estudiantes de aero-astro quieren ocuparse de viajes espaciales, los ingenieros mecánicos quieren construir hábiles robots, los ingenieros químicos quieren diseñar medicamentos, etc.

La necesidad de atraer y conservar a los estudiantes es un reto cada vez mayor para los departamentos de ingeniería del MIT, debido a la arrolladora supremacía del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática a la hora de escoger la especialidad. El Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática atrae a la mitad de todos los estudiantes de ingeniería o a un tercio de todos los estudiantes de pregrado. Muchos estudiantes que se especializan en Ingeniería Eléctrica e Informática lo hacen simplemente porque desde pequeños les gustaban los ordenadores y la programación. El hecho de que los discípulos de Ingeniería Eléctrica e Informática tengan acceso a los empleos bien remunerados también constituye un gran incentivo. Para los estudiantes que no saben qué especialidad escoger, Ingeniería Eléctrica e Informática es casi una opción por defecto. Hagan lo que hagan en el futuro, saben que obtendrán una base de conocimientos que les proporcionará la máxima flexibilidad profesional en la era de la información.

La popularidad del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática en el MIT también se debe a que cumple una doble función educativa. Para aquellos estudiantes que quieren ser ingenieros eléctricos o informáticos es una especialidad de pregrado en el sentido tradicional. Pero también es cultura general en la era de la tecnología de la información, y desempeña el papel que solía tener la ingeniería mecánica para los ingenieros o la lengua inglesa para las especialidades de artes liberales. Dado que la informática forma parte de la educación general, muchos estudiantes la consideran obligatoria, aunque oficialmente no lo es. Los estudiantes del primer curso se amontonan en las cinco clases de informática básica, que se imparten por cinco departamentos de ingeniería diferentes. Después del primer año los estudiantes (incluso los que no pertenecen a Ingeniería Eléctrica e Informática) esperan que sus especialidades les proporcionen una formación informática más especializada. Lo cual constituye otra causa de presión sobre los departamentos de ingeniería: añadir más asignaturas relacionadas con la informática a sus especialidades. Casi todos lo hacen mediante la utilización de herramientas de diseño asistido por ordenador (como Matlab o Statview). Algunos

ofrecen un currículo aún más centrado en la informática para poder anunciar su especialidad como una forma de informática aplicada.

Por ejemplo, recientemente aero-astro inició una nueva diplomatura que se llama Diplomatura en Aeronáutica y Astronáutica «con tecnologías de información». Cuando la propuesta se discutió en una reunión de profesores, un ingeniero de otro departamento observó que prácticamente todos los departamentos del MIT podían ofrecer, o podrían hacerlo muy pronto, un título «con tecnologías de información». Alguien más añadió que dentro de veinte años a nadie se le ocurrirá añadir una coletilla así a un título: se dará por sentado. El profesor de Aero-Astro que presentaba la propuesta no quiso discutir sobre el tema, y se limitó a decir que para los estudiantes era importante tener ese añadido. La propuesta fue aprobada, dado que todo el mundo en el MIT —y los profesores de Ingeniería Eléctrica e Informática más que nadie— quería ver a los estudiantes repartirse por otros departamentos.

Sin embargo, el esfuerzo por atraer a los estudiantes hacia otras ramas de ingeniería constituye un dilema. Los estudiantes que no estén fascinados por las materias concretas de una especialidad de ingeniería —viajes espaciales, robots, moléculas— seguirán buscando la especialidad de Ingeniería Eléctrica e Informática en vez de optar por versiones más especializadas de la informática. Por otra parte, los estudiantes fascinados por una materia concreta no tienen por qué sentirse atraídos por el lenguaje abstracto de los sistemas informáticos.

El principal reto de los departamentos de ingeniería es intentar hacer todo lo que se sienten obligados a hacer —conservar la profunda entrega a la ciencia de ingeniería, añadir más laboratorios orientados hacia la práctica, controlar la explosión de la información en la especialidad, proporcionar la formación informática necesaria— en los cuatro años que dura un currículo de ingeniería. Dado que no hay tiempo para hacer todo ello en cuatro años, los estudiantes muestran una gran destreza en el multitarea curricular. Muchos se sobrecargan con un enorme número de créditos por curso; otros hacen dos especialidades y así obtienen dos titulaciones. Una de las razones para hacerlo es cultural (los estudiantes del MIT presumen de la dureza de sus estudios), pero la otra es práctica. Por ejemplo, ya que los estudiantes no pueden obtener una diplomatura en gestión, la declaran su segunda especialidad. La acumulación de especialidades se estaba yendo de las manos, y recientemente el comité de profesores decidió que un estudiante no podía elegir más de dos especialidades.



Otro excelente ejemplo del multitarea académico es el examen de comunicación, que entró en vigor en el curso 2001. Desde el principio de las discusiones sobre la reforma del menos exigente examen de escritura, los profesores del MIT consideraron como axioma que ellos no podían añadir ningún examen nuevo. Lo cual descartaba la opción de una clase «de redacción para novatos» aunque, como se demostró más tarde, había sólidas razones docentes para escoger un enfoque diferente. La solución de compromiso fue integrar las clases de escritura y retórica en asignaturas que los estudiantes tenían que escoger de todas formas, tanto en humanidades y ciencias sociales como en ingeniería y ciencia. Es una solución creativa y probablemente también efectiva. La imposibilidad de considerar ninguna otra opción indica hasta dónde llega la congestión curricular.

La crisis de la enseñanza de ingeniería es evidente mucho más allá del MIT. Durante muchos años el Accreditation Board of Engineering and Technology, una poderosa organización nacional más conocida como ABET, proporcionaba las normas generales para los currículos de ingeniería. Sus procedimientos de acreditación especifican con detalle, dentro de ciertos parámetros, las unidades que cada departamento debe enseñar en varias áreas. En general, el MIT se toma en serio estos criterios, así que la mayoría de los estudiantes reciben una titulación acreditada por ABET. Pero a finales de los noventa ABET tiró la toalla o, por usar una metáfora más apropiada, echó el balón fuera. Renunció a tratar de especificar las asignaturas que debe impartir un departamento de ingeniería. En vez del enfoque «basado en la entrada», ABET pidió a los departamentos de ingeniería que utilizasen un enfoque «basado en la salida», desarrollando sus propios caminos para conseguir objetivos curriculares y apañándoselas para meterlos en un programa de pregrado estándar.

Como ABET seguramente comprende, transferir el problema a la institución de enseñanza no es resolverlo. El currículo de ingeniería seguirá hinchándose peligrosamente mientras persistan las expectativas de obtener la graduación en cuatro años. El límite de cuatro años ha sido un dogma de fe entre los docentes de ingeniería durante un siglo, en gran medida gracias al encomiable deseo de mantener la ingeniería abierta a los talentos. La ingeniería proporcionaba movilidad vertical para los jóvenes que no podían permitirse una educación general de pregrado seguida de más años de universidad. Al mismo tiempo, el límite de cuatro años había frustrado los esfuerzos de elevar el estatus profesional de los ingenieros cuando otras profesiones insisten en una educación más extendida y expansiva. El informe Lewis rea-

firmaba el estándar de cuatro años, aunque esa recomendación contradecía su llamamiento a «una misión educativa más amplia». Mi abuelo opinaba en privado que había llegado el momento de extender la enseñanza de la ingeniería más allá de los cuatro años: creía que la ampliación implicaba alargamiento. Pero también entendía las presiones pragmáticas para que una institución como el MIT mantuviera la formación del ingeniero relativamente corta y barata, especialmente si la comparamos con otras formas de enseñanza profesional.

Pero eso ocurría en 1949. Hoy los profesores de ingeniería comprenden que alejar la línea de meta puede ser preferible a echar balones fuera. Las presiones financieras siguen allí, pero cada vez más estudiantes comprenden la importancia de invertir en una educación de mayor calidad, sobre todo sabiendo que ganarán suficiente dinero para pagar los préstamos en un tiempo relativamente corto. En consecuencia, el MIT empezó a alargar la formación de ingenieros. El prototipo de una carrera más larga es el Máster en Ingeniería introducido por el Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática en 1994 y ofrecido ahora por varios departamentos de ingeniería. En el Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, el estudiante que completa el programa de cinco años obtiene el título de Máster y de Bachelor. El título de cuatro años de Bachelor sigue existiendo, pero el departamento es muy explícito proclamando el programa de cinco años como el «primer título profesional». Traducido, suena como «cualquier cosa inferior no es suficiente». El Máster en Ingeniería se hizo popular desde sus comienzos: sólo un departamento de prestigio podía conseguir convencer a los estudiantes de que invirtieran otro año en estudios mientras el mercado de trabajo era tan firme.

Añadir un año más a la formación del ingeniero no modifica necesariamente el carácter de ésta: más largo no quiere decir necesariamente más amplio. La mayoría de los másters de cinco años, incluido el del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática, están dedicados casi por entero a proporcionar conocimientos técnicos. El carácter de los másters en ingeniería evoluciona con la inclusión por parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática de asignaturas de «ampliación» basadas en el estudio de casos históricos de innovaciones. A medida que el MIT cambia lentamente sus currículos, cada vez más estudiantes simplemente rechazan el límite de cuatro años y eligen una formación de doctorado posterior. En la primavera de 2000, cuando el esplendor de las punto-com estaba en su apogeo, el 43 por ciento de los graduados en ingeniería del MIT se matricularon de doctorado, sólo unos pocos menos que los que escogieron empezar a trabajar (47 por ciento). El porcentaje es aun mayor entre los que se especializaron en ciencia: el 58 por ciento continuó con el doctorado y el 25 por ciento optó por el empleo [44]. Uno de cada cinco alumnos de pregrado del MIT ha recibido formación premédica; el porcentaje de los que entran en una escuela de medicina es menor, pero el interés en la carrera de medicina determina su enseñanza de pregrado. A medida que pasa el tiempo desde la graduación estos porcentajes aumentan. Veinte años después de haber salido del MIT, el 80 por ciento de los estudiantes han conseguido un doctorado. Cada vez más estudiantes escogen una especialidad de ingeniería, e incluso hacen el doctorado en ingeniería, sin tener intención de dedicarse al ejercicio de la profesión. La asunción tácita de muchos, si no de la mayoría, de los estudiantes es que ellos reciben una formación en ingeniería que les permitirá dedicarse a muchas otras cosas interesantes, útiles y bien remuneradas. Estas «cosas» probablemente tendrán una orientación técnica, pero eso no quiere decir que los individuos en cuestión sean ingenieros.



El problema real no es el futuro de la enseñanza de ingeniería, sino el futuro de la enseñanza universitaria. En una reunión internacional en Zúrich, dedicada al futuro de la enseñanza de ingeniería, uno de los participantes preguntó medio en broma: «¿Por qué nos preocupamos tanto por estos ingenieros de mentes estrechas?». Y contestó su propia pregunta: «Porque pueden hacer más daño que la mayoría de la gente». Yo podría cambiar la respuesta: Nos preocupamos tanto de la enseñanza de la ingeniería hoy porque hay mucha gente que, sin ser ingenieros, está relacionada con la tecnología y que puede hacer mucho daño. Nos preocupamos de que la enseñanza de la ingeniería se integre con la educación general, pero de lo que realmente deberíamos preocuparnos es de la educación general en un mundo tecnológico y democrático.

## Ingeniería en el mundo abierto

A finales de los años treinta el abuelo Lewis y sus estudiantes trabajaban en el empleo de catalizadores para ayudar al proceso de *cracking* de petróleo (consistente en romper moléculas grandes para convertirlas en pequeñas, necesarias para las gasolinas de alto octanaje). Trabajaron durante meses en un pequeño laboratorio situado en el sótano intentando mezclar el cataliza-

dor en polvo con el vapor de petróleo que atravesaba el aparato para maximizar así la reacción catalítica. El catalizador se precipitaba y se acumulaba en el fondo del recipiente. Después de numerosos fracasos, mi abuelo, que era conocido por la rudeza de su lenguaje, exclamó: «¡Maldita sea, *déjenle* que se caiga!». Sorprendidos, constataron que el *cracking* catalítico era mucho más efectivo en el fondo del recipiente; ahora este proceso se conoce como «de lecho fluido», y es el logro más importante del doctor Lewis como ingeniero.

El abuelo dedicó mucho tiempo a hablar y escribir sobre su convicción de que la ingeniería debe ser una verdadera profesión. Pero a medida que fueron transcurriendo las décadas se hacía cada vez más evidente que la aparición de una profesión autónoma de ingeniero, centrada en los ideales de mayor responsabilidad social (el ideal profesional de la ingeniería con minúscula), no se había producido ni se producirá. Las contradicciones sociales son demasiado grandes, no existe un núcleo epistemológico, tampoco existe un apoyo institucional y los programas docentes no alcanzan los objetivos establecidos. Después de numerosos intentos de alcanzar la profesionalización, ha llegado el momento de admitir que es imposible hacerlo de esta manera, el momento de dejarlo caer y buscar otros caminos.

Probablemente a mi abuelo le dolería admitirlo, pero a menudo solía decir que una señal infalible de intelecto desordenado es la incapacidad de enfrentarse a los hechos. También se daría cuenta de que la profesionalización no es un fin en sí mismo sino un medio de afrontar el problema real, el que su joven amigo y colega Elting Morison definió sucintamente: «cómo organizar el mundo tecnológico en el que vivimos».

Para prosperar en un mundo híbrido el ingeniero debe hacerse híbrido. Hoy la ingeniería es más dinámica en la periferia, donde está más comprometida con la ciencia y el mercado. Inevitablemente la profesión que antes se conocía como ingeniería se ha diversificado en una variedad mucho más amplia de grados, tipos y niveles, porque el compromiso con la tecnología ha superado cualquier ocupación. El futuro de la ingeniería está en aceptar esta multiplicidad más que en resistirse a ella.

En términos educativos, esto significa que la tendencia a seguir hinchando el currículo de ingeniero va en dirección equivocada. Pocos estudiantes querrán escoger una carrera casi omnívora. Si la formación basada en la tecnología es todo o nada, muchos estudiantes acabarán con nada. Lo que hoy llamamos formación de ingeniero debe bajar el umbral de acceso, mezclándose con el amplio mundo exterior en vez de intentar expandir el



propio. Hoy los estudiantes del MIT y de otras instituciones académicas están intentando hacer esta mezcla por sus propios medios, pero en demasiados casos están vertiendo el nuevo vino docente en los viejos recipientes institucionales. El recipiente institucional más obsoleto es la «escuela de ingeniería». Puede ser una institución aislada o puede ser una facultad relativamente cerrada dentro de una universidad con procesos de admisión propios y, a veces, con una facultad de humanidades y ciencias sociales propia. Por ejemplo muchas instituciones (afortunadamente no el MIT) exigen que los nuevos estudiantes declaren desde el principio que pretenden entrar en una escuela de ingeniería y no en una más amplia escuela de artes y ciencias. En los Estados Unidos estos acuerdos institucionales especiales son un legado del siglo XIX, cuando las nuevas instituciones técnicas se definían por oposición a la filosofía, la pedagogía y las ciencias sociales de las instituciones de enseñanza universitaria existentes. El fundador del MIT, William Barton Rogers, estaba, citando el informe Lewis, «motivado por una profunda convicción de que las formas clásicas de educación universitaria no conseguían satisfacer plenamente las necesidades de la nueva era». Rogers planteó una institución diferente. Los estudios profesionales y culturales se mezclarían ya en los primeros años, formando un «plan integral» y poniendo énfasis en «aprender haciendo» [45]. Esto no será Harvard. Esto es MIT.

La razón de ser de una «escuela de ingeniería» es formar a los estudiantes para ingeniería, una profesión con su propia identidad bien definida. Pero a medida que esta identidad profesional se fue disipando en el proceso de desintegración expansiva, las escuelas de ingeniería tuvieron que evolucionar o buscarse otra razón de ser. La segregación de la formación de los ingenieros cumplió su función en el siglo XIX, ya que permitió desarrollarse y prosperar a un modelo alternativo de educación. Ahora la segregación frustra tanto los propósitos de la enseñanza de ingeniería como los de la enseñanza universitaria, marginando a los ingenieros y privando al resto de la educación universitaria de sus beneficios. El MIT sigue estando orgulloso de no ser Harvard, pero los estudiantes de las dos instituciones son prácticamente idénticos en aptitudes (incluyendo las puntuaciones en lengua y matemáticas del SAT), en procedencia social, en intereses y en ambiciones. Harvard, junto con otras universidades de la Ivy League y multitud de otros colegios y universidades, construye vigorosamente su propia enseñanza técnica, para la que hay una enorme demanda por parte de los estudiantes.

La convergencia de las artes tecnológicas y liberales es una tendencia larga e irreversible. El informe Lewis ensalza la sabiduría del «plan integral» del MIT como un nuevo modelo de educación superior resumiendo su propósito con memorable brevedad: «La educación es la preparación para la vida» [46]. Los estudiantes deben ser preparados para vivir en un mundo en el que lo tecnológico, lo científico, lo social y lo humanístico está entremezclado no sólo para los ingenieros, sino para todo el mundo. Esta mezcla no tendría lugar si los estudiantes tuvieran que decidir desde el principio que están estudiando en una «escuela de ingeniería» como oposición a una «escuela de no ingeniería». Por muy buena que sea la enseñanza de la escuela de ingeniería, por mucha variedad racial y étnica que tengan sus estudiantes, si la escuela atrae sólo a los profesores y estudiantes que tienden a solucionar los problemas mediante la técnica, entonces los estudiantes de esta escuela tendrán una formación que no les preparará bien para la vida. Hay que educarlos en un ambiente en el que se acostumbren a justificar y explicar su forma de solucionar los problemas y a tratar con la gente que tenga otras formas de definir y solucionar los problemas. Sólo un ambiente docente híbrido podrá preparar a los estudiantes de ingeniería para enfrentarse a las «situaciones» técnicas del mundo híbrido. La enseñanza de la ingeniería debe reencontrarse con la enseñanza superior en una arriesgada mezcla que unirá la tecnología de la información, las ciencias, las ciencias sociales, las humanidades y las artes. En una reciente revisión de la enseñanza de la ingeniería, un grupo de destacados profesores de ingeniería preguntó: «¿Qué es lo que espera y exige el mundo de un ingeniero?». Ésta fue su respuesta:

> Los estudiantes deben ser capaces de abordar problemas mal definidos, ejercitarse en la definición de las tareas o en el diagnóstico de funcionamiento defectuoso, de tolerar la ambigüedad y trabajar en medio de la incertidumbre. Para desenvolverse en el mundo actual, deben saber ordenar las evidencias para formar una proposición racional, describir los costes y beneficios de una opción comparada con otra y saber comunicar esas ideas a los demás. Deben ser capaces de utilizar diversos recursos, especialmente las nuevas herramientas informáticas, de decidir qué herramientas son las apropiadas para cada tarea a que se enfrentan. Deben ser capaces de hacer trabajos interdisciplinares, en equipos con personas que profesan puntos de vista diferentes de los suyos, de entender a las fuerzas no técnicas que influyen profundamente en las decisiones de los ingenieros. Deben estar preparados para la formación continua durante toda su vida laboral. También deben poseer un sentido de la ética; reconocer el papel legitimador de las normas y códigos éticos y conocer la diferencia entre recortar las esquinas y un esfuerzo rápido pero totalmente competente [47].



Suprimiendo las palabras «de los ingenieros» después de «decisiones» al final, esta cita puede servir también como declaración de objetivos generales de la enseñanza superior actual. Así que, ¿por qué no considerarla como tal? [48].

Hay muchos obstáculos para la convergencia y mezcla de la enseñanza superior. El orgullo y autoaislamiento de muchas escuelas de ingeniería no es más problemático que el orgullo y autoaislamiento de muchas facultades de artes liberales. Sin embargo, a menudo los cambios de actitud preceden y no siguen a los cambios estructurales. Mientras la enseñanza de ingeniería siga estando estructuralmente segregada, ninguna facultad está motivada a colaborar con otra. La «idea de la universidad», según la famosa formulación de John Henry Newman, es la de ser «el lugar de aprendizaje universal» donde los científicos «acuden atraídos por la relación familiar, por el sosiego intelectual, para armonizar las demandas y relaciones de sus respectivas materias de investigación» y así «aprenden a respetar, consultar y ayudarse entre sí». Y continúa Newman: «Así se crea una atmósfera clara y pura del pensamiento, atmósfera que también respiran los estudiantes, aunque cada uno de ellos sólo persiga unas pocas ciencias de las muchas existentes» [49].

La grandeza del MIT aumentaba a medida que se iba pareciendo más a una universidad. Hay muchas razones para pensar que esta tendencia continuará en el futuro. Mientras la tecnología continúe desbordando los límites establecidos en el siglo XIX, instituciones de toda clase continuarán disgregándose y volviéndose a juntar. En el congreso de Zúrich sobre el futuro de la enseñanza de ingeniería el historiador de ingeniería Antoine Picon hizo un comentario informal de que «ninguna institución puede sobrevivir sin una contradicción interna». Las instituciones relacionadas con la ingeniería se harían más fuertes si asumiesen esas contradicciones.

Los partidarios de los sistemas se dan cuenta de esas tendencias en su enfoque de enseñanza de ingeniería, pero se oponen a ellas instintivamente. Temiendo que la ingeniería se vea relegada, intentan hacer que abarque cada vez más. El presidente de Lockheed Norman Augustine dijo que la ingeniería debe convertirse en socioingeniería. De forma más artística, Thomas Hughes, el científico pionero de los sistemas tecnológicos, propuso que la

ingeniería se convirtiera en *Gesamtingenieurkunst*, una gran ópera wagneriana en que la música, el libreto y los decorados se unen en una superproducción transdisciplinar [50]. Se asume que son los ingenieros los que dirigen la ópera. Esa asunción es evidente por el propio hecho de que los sistemas se llaman tecnológicos o de ingeniería. Incluso añadiendo el prefijo «socio», la terminología implica el dominio de los ingenieros sobre el mundo e implica también que el corazón del sistema es tecnológico. En vez de aceptar el hecho de que los límites de la ingeniería se están difuminando, algunos de los partidarios de los sistemas intentan volver a colocar esos límites, sólo que más lejos que antes. El universo se hincha, pero sigue encerrado en sí mismo y dominado por los conceptos habituales, a menudo útiles pero limitados, que tienen los ingenieros de resolver los problemas. El estándar de la legitimidad sigue siendo establecido por la ingeniería, mientras que en el mundo exterior —el mundo real— la ingeniería tiene que abrirse paso entre diferentes formas de conocimiento, diferentes maneras de argumentar y diferentes estándares de legitimidad.

Hughes, un crítico elocuente y enamorado de la ingeniería, cree que «el principal fallo de la enseñanza y del ejercicio de la ingeniería es su incapacidad para aceptar la complejidad, la ambigüedad y las contradicciones», y que «la rígida racionalidad de la ingeniería actual raya en lo trágico» [51]. Esta rígida racionalidad puede ser superada no por nuevas ideas en la ingeniería, sino por nuevas personas. El MIT ha tenido un buen comienzo expandiendo la diversidad étnica, racial y geográfica de su estudiantado. También fue un buen comienzo el aumento del número de mujeres entre sus estudiantes. El máximo reto para una institución como el MIT es fomentar la diversidad de los intereses intelectuales entre sus estudiantes y profesorado. De hecho, este fenómeno ya se está produciendo entre los alumnos: cada vez más estudiantes se sienten atraídos por el MIT como un lugar donde recibir una formación técnica que servirá de base para planes de vida distintos de las tradicionales carreras dentro de la ingeniería o la ciencia. Sin embargo, para muchos profesores del MIT estos estudiantes, por muy inteligentes y trabajadores que sean, constituyen una decepción, porque no comparten los objetivos de sus profesores. Si la ingeniería pretende romper la rígida racionalidad y ocupar su lugar en el mundo real en vez de seguir defendiendo la parcela del mundo controlada por los ingenieros, debe alentar a este tipo de estudiantes a entrar en el MIT. Si, como dijo un amigo mío, «toda esa tecnología parece no tener nada que ver con el ser humano», la tragedia potencial no será de la ingeniería, sino del mundo real.



«Los ingenieros resuelven problemas.» ¿Qué problemas? Los mayores no son de profesionalización, ni siquiera de educación, sino de civilización en nuestro hábitat híbrido, creado a sí mismo. En este hábitat ni el estado ni el mercado han sido capaces de manejar las redes globales del poder tecnológico y económico. Las innovaciones se producen en serie y a un ritmo enloquecedor, con escaso control efectivo sobre sus sinergias y consecuencias. Surgen nuevas formas de organizaciones políticas, pero la reconstrucción de la democracia de manera que satisfaga las necesidades de un mundo dominado por la tecnología será un proceso largo y difícil.

La crisis de identidad de la ingeniería es mucho menos grave que la de la democracia. Y evidentemente están relacionadas. «La ingeniería con minúscula» quería reclamar un papel de experto en el manejo de los objetos del mundo («hechos»), mientras que los políticos, para bien o para mal, manejarían los problemas de la gente («opiniones»). Esta división del trabajo nunca funcionó en la realidad y ahora es completamente inútil. El ámbito de las decisiones políticas debe ampliarse para comprender el mundo de los objetos. El pensador social francés Bruno Latour lo formuló perfectamente: la Política debe ser redefinida como «la composición progresiva del mundo común». Lo llamó «Política con mayúscula». La política con minúscula queda confinada a los fenómenos no naturales —intereses y creencias humanas y otras materias similares, residuales, intratables e insignificantes. Para asuntos importantes, definidos actualmente por la ciencia y la tecnología, hace falta la Política. La Ingeniería con mayúscula debe apartarse del camino para que la Política adquiera forma y función, siendo su grito de guerra: «Ninguna innovación sin representación» [52].

Ken Alder, al final de su estudio sobre los ingenieros franceses de la Ilustración, escribió: «Los ingenieros fueron diseñados para servir» [53]. A lo largo de la historia los fines de la ingeniería fueron definidos por sus patronos, no por los ingenieros. Los problemas eran planteados por el estado, ya fuera en su faceta civil (acueductos, puentes, túneles, caminos, edificios) o militar (armas, suministros para el ejército, navegación). En los tiempos modernos los problemas de ingeniería provenían de una mezcla de necesidades del estado y del capitalismo industrial, filtrados por las necesidades institucionales de las empresas.

El nuevo amo de la ingeniería no debe ser el estado, ni el ejército, ni las empresas, ni el mercado, sino la democracia. Hacen falta los elementos más sólidos de la cultura de la ingeniería con minúscula para apoyar la vida política encargada de la «composición progresiva del mundo común», lo que no

es más que otra forma de llamar a una vida política que se pregunta «cómo organizar un mundo tecnológico en el que podamos vivir». Para servir a ese amo (y aquí está la ironía o incluso la tragedia), la ingeniería debe expandirse y desintegrarse al mismo tiempo. Debe abandonar su búsqueda de una esfera profesional bien definida, separada de la política y la gestión. Debe abandonar su añoranza de su papel segregado de experto y su enseñanza segregada. Los ingenieros sólo podrán salvar su alma perdiéndola en el gran mundo tecnológico.

En su calidad de soporte de la democracia, la ingeniería debe concebirse no como una profesión aislada, sino como una nueva clase de trabajo universal, como lo era la agricultura cuando la civilización estaba dominada por su relación con la naturaleza no humana. La agricultura también era una empresa integradora, que requería muchas habilidades y conocimientos. Y aunque se practicaba de diversas maneras, sus retos eran suficientemente similares como para proporcionar un vínculo cívico basado en la experiencia vital compartida. Antaño el granjero era considerado a menudo la piedra fundamental de la democracia americana. ¿Puede uno imaginarse la versión jeffersoniana de la ingeniería del pequeño terrateniente? ¿Puede uno imaginarse una formación en ingeniería ampliamente difundida que proporcionara la base cívica para esta clase de democracia?

En una conversación sobre cómo surgen y desaparecen las especialidades académicas del MIT, Bob Brown observó con ironía que «en los años setenta nunca nos preocupábamos por la muerte de nada». A medida que nos fuimos acercando al nuevo milenio, empezamos a notar las defunciones. Es el momento de entonar una elegía por la ingeniería con minúscula y por las conversaciones de sobremesa en una sala de estar de Newton de hace medio siglo. Su tiempo pasó y ya no volverá. Pero la ingeniería con minúscula dejó un legado que proporciona una sólida base para el futuro: confianza en la capacidad de resolver problemas, energía y trabajo duro, el hábito de trabajar en equipo, la idea de que la dedicación al trabajo puede ser tan importante como la brillantez, el delicado balance entre la inversión en el capitalismo y distanciamiento de él, la fe en la comunidad y en el progreso, la asunción de responsabilidades por el mundo material. Todo ello proporciona una alternativa basada en tecnología a la ideología del cambio tecnológico. El mundo de la ingeniería con minúscula puede haber sido pequeño y apretado y falto de claridad epistemológica. Sin embargo, todas estas deficiencias quedan compensadas por un código de conducta bien definido y por el sentido de servicio público.



Así que no estamos ante la muerte de la ingeniería más de lo que estaríamos ante la muerte de la naturaleza, la historia o la ciencia. Todas estas categorías están siendo transformadas simultánea e interactivamente. Sin embargo, para los ingenieros individuales la transición de desenvolverse en un mundo familiar sobre el que tenían un control considerable a enfrentarse a un mundo más grande y desordenado puede ser dolorosa. Y es especialmente dolorosa cuando la propia tecnología —innovaciones, agrupación en sistemas— irrumpe en el mundo familiar de la ingeniería. Es lo que ocurrió cuando el MIT decidió someterse a la reingeniería.

# 3. Tecnología y empresa

## Las olas del cambio bañan las playas

Cuando, a principios de los noventa, empecé a participar en la administración del Instituto, prácticamente todas las reuniones empezaban con que el presidente o el rector presentaban el mismo gráfico amenazador: unas líneas que mostraban los gastos e ingresos del MIT en los últimos veinte años. De izquierda a derecha (del pasado al presente) la separación entre la línea superior (gastos) y la inferior (ingresos) se hacía cada vez mayor. Si se proyectaba esta separación hacia el futuro, el MIT parecía condenado a estrellarse contra las rocas financieras.

Por aquel entonces prácticamente todas las instituciones de enseñanza superior se enfrentaban a un déficit similar. Al ser una industria de utilización intensiva de servicios, el coste real de educación crecía más rápido que los ingresos procedentes de la enseñanza y las matrículas. Las subvenciones estatales, especialmente las federales, se estaban reduciendo. El MIT era particularmente vulnerable porque había disfrutado de grandes subvenciones para la investigación relacionada con la guerra fría. A principios de los noventa las subvenciones federales para la investigación se mantenían en el mejor de los casos, con la amenaza de reducciones aún más importantes, y la cobertura de costes indirectos se estaba reduciendo drásticamente. (Un solo cambio en las normas sobre las subvenciones a estudiantes de posgrado le costó al MIT 15 millones de dólares al año.) «Somos tan dependientes que da miedo», me comentó otro decano en aquellos angustiosos días.

El MIT tenía que equilibrar sus ingresos y gastos. Los remedios más obvios ya habían sido probados. Cuando, a principios de los ochenta, se produjo el primer desfase, el MIT redujo su personal no docente; pero a los po-

cos años la plantilla volvió a su tamaño anterior. A principios de los noventa, la administración intentó, durante tres años consecutivos, reducir el presupuesto en un 2 por ciento. Pero al tercer año se hizo evidente que las pendientes de las líneas de gastos e ingresos no se habían acercado lo más mínimo. El MIT necesitaba con urgencia hallar una forma de evitar las rocas financieras.

El presidente Vest respondió con una estrategia de tres frentes: seguir abogando por las inversiones gubernamentales en la investigación, hallar nuevas fuentes de ingresos y mejorar la gestión de los recursos existentes. Para alcanzar este último objetivo, Vest anunció que el MIT se iba a someter a un Proyecto de Reingeniería. Los objetivos del proyecto eran, explicó Vest, hacer que el MIT funcionase más eficazmente reduciendo la plantilla y disminuyendo el descuadre operativo en 40 millones de dólares (25 millones netos de costes indirectos). Utilizando las cifras del presupuesto, se podía deducir que se prescindiría de 400 puestos de trabajo en una plantilla de 10.000 [1].

«Reingeniería» era una de las técnicas de gestión más populares por aquel entonces y parecía tener afinidades especiales con el MIT. En sus declaraciones oficiales la administración describía la reingeniería como «un replanteamiento fundamental y un cambio radical del diseño de procesos auxiliares para producir una considerable mejoría de las prestaciones» [2]. En otras palabras, la reingeniería convertía el déficit en un problema de diseño. Esto parecía «muy propio del MIT», según el presidente Vest. Vest anhelaba que el MIT desarrollase «su propio estilo de reingeniería». La reingeniería encajaría bien en la cultura de la gente del MIT, explicaba, ya que nos gusta destripar las cosas para ver cómo podemos hacerlas funcionar mejor [3].

Vest tenía razón en cuanto a las personas, pero los hechos demostraron que estaba equivocado en cuanto al encaje cultural. En los años noventa la «guerra cultural» más importante del MIT fue la que se libró entre la ingeniería y la reingeniería como dos diferentes encarnaciones de la «tecnología». Para muchos el Proyecto de Reingeniería del MIT fue definido como una lucha entre las innovaciones tecnológicas y la resistencia cultural en el puesto de trabajo. Fue una historia muy frecuente a finales de los noventa y todavía se repite en muchos sitios. Lo sorprendente e interesante en este caso es que ocurrió en el MIT —cabría pensar, de todos los lugares del mundo el que menos probablemente se resistiría a la tecnología. El hecho de que ocurriera en el MIT nos indica que la verdadera historia no era la de la resistencia tecnológica.



Muchos empleados del MIT se debatían entre el mundo laboral del MIT y el «nuevo mundo laboral» que surgiría del Proyecto de Reingeniería. La mayoría no podía evitar el conflicto, ya que la administración había enfocado el rediseño en los «procesos auxiliares». Esta decisión deliberadamente salvaba del cambio los procesos principales de enseñanza e investigación. A pesar de ello, muchos profesores del MIT no estuvieron de acuerdo con la reingeniería. En un almuerzo al que asistieron miembros del MIT, uno de los ingenieros propuso que la reingeniería debería llamarse «reciencia» porque creaba mala imagen de los ingenieros. En otras conversaciones los científicos se mostraron igual de virulentos que los ingenieros afirmando que la reingeniería era cualquier cosa menos científica y culpando de ella a los ingenieros. Sin embargo, los profesores se mantuvieron muy unidos a la hora de denunciar los altos costes de la reingeniería y su retórica de gestión. («Me sentía como si me hubieran abducido alienígenas», me dijo un profesor.) El resentimiento se veía agravado por la lógica tendencia de administradores descentralizados a oponerse a un mayor control de la administración central.

Retrospectivamente creo que se podía haber evitado mucha resistencia si el «proceso del cambio» (jerga de reingeniería) se hubiera presentado desde el principio de forma mucho menos ambiciosa como la implementación de un nuevo sistema contable. Con el tiempo, la reingeniería se convirtió prácticamente en sinónimo de la introducción de un nuevo software financiero, SAP R/3, que sustituyó a los programas de contabilidad, facturación y proveedores utilizados por el MIT. Como una institución con 10.000 estudiantes y otros tantos empleados, el MIT tenía aproximadamente 100.000 cuentas contables, que habían proliferado para satisfacer los requerimientos de varios departamentos. Los sistemas que las manejaban eran poco coordinados, ineficientes y viejos.

Incluso los peores enemigos de la reingeniería admitirán que el MIT necesitaba cambiar e integrar su sistema contable. El Proyecto de Reingeniería duró seis años fiscales (1994-1999) y costó 65,2 millones de dólares, de los cuales 41,8 millones fueron para la mejora del sistema contable mediante SAP [4]. Fue una inversión enorme, pero no muy superior a las que tuvieron que hacer otras universidades. En los años noventa las universidades de investigación de dimensiones similares al MIT se gastaron entre todas cerca de 500 millones de dólares en software contable. Había que hacerlo; sin embargo, no había que esperar que redujera costes, ni tenía por qué estar unido a la hiperinflada retórica del cambio tecnológico.

La reingeniería fue una moda gerencial pasajera, un episodio transitorio, una parte de la ola de panaceas ofrecidas por las consultorías a principios de los noventa. Esta ola empezó a formarse en los años ochenta, cuando las empresas se lanzaron a utilizar sistemas de software a gran escala y de forma estratégica para reestructurarse y alcanzar mayor integración y flexibilidad. En su mayor parte estos sistemas de software no fueron diseñados para ser empleados en los negocios. La tecnología de la información surgió de una mezcla de circunstancias mucho más interesantes e impredecibles, incluidas las necesidades militares, la cultura de los sesenta, la dinámica regional de la bahía de San Francisco y el impulso interno de los descubrimientos tecnológicos. En los años ochenta, todas estas circunstancias convergieron y produjeron potentes sistemas de software, sistemas que empezaron a utilizarse y adaptarse a los proyectos corporativos de reestructuración. El MIT y muchas otras universidades llegaban tarde al juego reorganizativo [5].

Muchas de las modas pasajeras desaparecieron a finales de los noventa con el surgimiento de la «nueva economía». Sin embargo, los motivos para reestructurar los procesos y las organizaciones con la ayuda de los nuevos sistemas de software siguen igual de vigentes tanto en el MIT como en cualquier otro sitio. El titular que encabezaba el informe final publicado en el *MIT Faculty Newsletter* a finales de 1999 anunciaba: «La reingeniería ha terminado pero el cambio no» [6]. Ahora la ola de la reingeniería ha sido superada por la de «gestión del cambio», y no se ve un final próximo.

Como decano a menudo tuve que vencer grandes dificultades, ya que las tensiones culturales provocadas por la reingeniería socavaban continuamente cualquier ventaja funcional que ésta pudiera ofrecer. Sin embargo, como historiadora de la tecnología estaba fascinada por la reingeniería. De ella aprendí dos importantes lecciones sobre la tecnología que no había aprendido como historiadora.

La primera lección es que las distinciones entre la materia y la mente, entre la tecnología y la sociedad, y entre la ingeniería y la gestión han desaparecido. Ya lo había deducido intelectualmente, pero ahora lo estaba aprendiendo de forma mucho más intensa y visceral. Es igual de difícil para los historiadores de la tecnología que para los ingenieros abandonar la idea de que la tecnología es material —que se compone de puentes, máquinas de vapor, aviones y todas las máquinas y construcciones que llenan el mundo construido por la humanidad. Pero aunque en las reuniones de reingeniería solíamos hablar de «suministros» y «puentes» o «perforación» y «fijar» esto o aquello, y siempre hablábamos de «código», nos referíamos a conexiones



sociales y no materiales. El problema que intentábamos resolver no lo había planteado la naturaleza: se trataba de una crisis financiera. Si reducimos la reingeniería a un problema de diseño, se trataba de rediseñar el trabajo, no la materia. ¿Era ingeniería o gestión? ¿Quién podía establecer la diferencia? Los profesores del MIT podían desdeñar la reingeniería por haber dado mala fama a la ingeniería; sin embargo, para el personal no docente del MIT la reingeniería era la encarnación de la «tecnología» de nuestros días.

Ésta fue la segunda lección que aprendí de la reingeniería: muchos ingenieros no entienden esta imbricación de los cambios tecnológicos y organizativos y, en consecuencia, tampoco entienden su propio papel en la historia. La ideología de la ingeniería con minúscula todavía está fuertemente arraigada entre los ingenieros, y muchos reaccionaron con consternación ante la ideología del cambio tecnológico que traía consigo la reingeniería. Mis sentimientos ante su reacción eran contradictorios. Yo respetaba el bagaje moral de los ingenieros y me gustaba su resistencia a la última versión de la «estupidez gerencial». Pero, por otra parte, esa resistencia me hacía sentirme incómoda, porque, en cierta medida, se trataba de la negativa a enfrentarse a los hechos. Además, se olvidaban del importante detalle de que los empleados no docentes debían tomarse la reingeniería en serio, aunque los profesores no lo hicieran. A un nivel más profundo, muchos profesores de ingeniería se negaban a reconocer que fueron ellos los que proporcionaron las herramientas para el «proceso de cambio». Durante décadas los investigadores del MIT estuvieron trabajando en el desarrollo de esas herramientas. Su ingenio fue decisivo para la creación de sistemas técnicos de gestión de trabajo en grandes organizaciones —primero los sistemas militares (SAGE, ARPANET) * y posteriormente los sistemas civiles (operativa de las líneas aéreas, tratamiento de datos gubernamental, Great Society Program **) [7]. Sólo era cuestión de tiempo que las olas de creatividad y espíritu emprendedor que producía el Instituto volviesen a sus playas. Pero lo que volvía ya no resultaba familiar, porque las innovaciones que salieron del Instituto en forma de máquinas y dispositivos volvieron como sistemas complejos, configurados por contextos y propósitos completamente diferentes. Y aunque a menudo estaban desarrollados y comercializados por antiguos

* SAGE (Semi-Automatic Ground Environment): Programa iniciado en 1954 por las Fuerzas Aéreas de los Estados Unidos y desarrollado en el MIT para el despliegue de un sistema de defensa continental. ARPANET: Primera red descentralizada de ordenadores, precursora de Internet. *(N. del T.)*

** Great Society Program: Conjunto de medidas sociales iniciado por Lyndon B. Johnson en 1965. *(N. del T.)*

alumnos del MIT, estos sistemas de control y comunicación parecían extraños y amenazadores incluso a aquellos que tanto habían contribuido a crearlos.

En el lenguaje de los marxistas se trataba de la alienación: la separación de los trabajadores de los frutos de su trabajo o, empleando un lenguaje más moderno, de los innovadores de sus innovaciones. Según Marx, la alienación es inevitable en la economía capitalista. Pero es más que una crítica al capitalismo; es una tragedia humana. Una vez reificado (otra palabra clave del marxismo) el ingenio en objetos materiales, éstos pueden acabar apresando y, finalmente, sometiendo la vitalidad creadora que los había generado. Esto es una parte del problema de «cómo organizar el mundo tecnológico en el que vivimos». Para empezar, hemos de reconocer que éste es el mundo que hemos creado. En su desprecio de la reingeniería, los «ingenieros con minúscula» no se han dado cuenta de la realidad de un mundo reflexivo en el que las olas del cambio regresan a las playas en formas imprevisibles y, a veces, incómodas.

## Oh mundo feliz

El Proyecto de Reingeniería se puso en marcha en marzo de 1994. Un equipo central compuesto por ocho personas revisó («mapeó» en la jerga de reingeniería) los principales procedimientos no docentes del Instituto y, finalmente, recomendó que se rediseñasen ocho de ellos: mantenimiento de instalaciones, mensajería, proveedores, informes de gestión, tecnología de información, nombramientos, recursos humanos y atención a los alumnos. Cuando, en la primavera de 1995, acepté el puesto de decano, comprendí que lo más importante de mi trabajo sería ayudar a llevar a cabo el rediseño del Departamento de Atención a los Alumnos. Para hacerlo fui nombrada miembro del Comité de Dirección de Reingeniería, que se reunía una vez por semana o cada dos semanas para revisar el trabajo de los principales equipos de reingeniería.

Desde 1996 hasta 1998 mi vida profesional estuvo orientada hacia la reingeniería al igual que la de muchos de los 450 empleados que tenía a mi cargo. Fue un período apasionante. Para miembros del personal no docente que habían trabajado en el MIT desde hacía muchos años y que llevaban mucho tiempo pensando en cómo podían y debían mejorarse las cosas la reingeniería fue una oportunidad para imaginar, para pensar a lo grande,



con valentía. La mayoría de los empleados creía que la revisión de los «procesos fundamentales» de la atención a los alumnos llegaba con mucho retraso. Eran conscientes de que los estudiantes tenían que ir de un lado al otro del campus para realizar las gestiones más básicas. También creían que hacían su trabajo lo mejor que podían dadas las limitaciones de espacio físico y de sistemas que tenían. Estaban entusiasmados contemplando mejores sistemas y locales. Se pidió al Equipo de Rediseño de Atención a los Alumnos que revisara los procesos y propusiera los cambios que considerasen fundamentales. Durante unos meses los miembros del equipo tenían que dejar sus trabajos habituales para poder dedicar tiempo y energía a planear el futuro en vez de administrar el presente. Esto supuso un aumento de presión sobre los que seguían manteniendo las cosas en funcionamiento —una inevitable consecuencia de la cultura que valora más la innovación que el mantenimiento. En algunos casos sus trabajos fueron realizados por «suplencias»; en otros los hacían sus compañeros en horas extra.

En la primavera del 1996 el Equipo de Rediseño de Atención a los Alumnos emergió de su «retiro» de siete meses con una lista de diez áreas principales en las que había que seguir trabajando. Prácticamente en todos los casos sus proposiciones suponían cambios fundamentales en la cultura de atención a los alumnos del MIT, pasando de una situación de no intervenir y de *laissez-faire* a otra de mayor apoyo y comunitaria. La cultura de no intervenir estaba profundamente arraigada en la historia del MIT: era una de las cosas que distinguía al MIT de Harvard. Durante años, por muchas razones, incluyendo la procedencia de clase media baja de muchos estudiantes del MIT, la vida de los estudiantes se había convertido en un refugio frente a los rigores académicos del Instituto, más que en una parte integral de la experiencia educativa.

El equipo encargado de la reforma creía que la división entre la vida de los estudiantes y la docencia debía ser superada para mejorar la formación global. Creían que los estudiantes necesitaban más oportunidades de relación informal con los profesores y otros adultos y más apoyo en sus actividades en el campus y en sus residencias. Un nuevo planteamiento podía incluir, por ejemplo, un conjunto más integrado de servicios de asesoramiento, un equipo de consejeros y una orientación a los estudiantes del primer curso enfocada no tanto hacia la elección de la residencia como hacia la elección de los estudios.

Para hacer cualquiera de esas cosas se necesitaba algo más que nuevos «procesos»: hacía falta una nueva o al menos modificada interpretación cul-

tural de atención a los alumnos en el MIT, lo que requería largos debates en profundidad que incluyeran a estudiantes, profesores y personal no docente. Pero la reingeniería estaba hecha para las empresas y no tenía paciencia. Los consultores de reingeniería buscaban resultados rápidos, que habitualmente se definían como «frutas al alcance de la mano» —cambios en el proceso que tuvieran gran espectacularidad y que pudieran hacerse rápidamente. Algunos de los líderes de la reingeniería proclamaron abiertamente la necesidad de «romper la antigua cultura institucional» del MIT para que pudiera surgir una nueva. Su interés se centraba en la cultura de trabajo del personal no docente del MIT, no en la de los profesores o estudiantes. A menudo su lenguaje era utópico: la reingeniería estaba creando un «nuevo mundo del trabajo» o simplemente un «nuevo mundo». El cambio fundamental que perseguían no estaba en la experiencia docente, sino en la identidad del personal no docente.

Sin embargo, la identidad del personal no docente en el MIT se define a través de un delicado equilibrio de relaciones humanas entre el personal no docente, profesores y estudiantes. En la cultura dominante en el MIT, el personal no docente más valioso no era necesariamente el más brillante ni el más trabajador, sino aquel que conocía bien sus funciones, que había trabajado con constancia durante años y que mostraba un alto grado de lealtad hacia la gente con la que trabajaba y hacia la misión docente del Instituto. Se suponía que los profesores debían ser dinámicos, activos, líderes en su campo, mientras que el papel del personal no docente era el de apoyo y garantía de estabilidad. Se podía describir como el equilibrio entre los papeles masculinos y femeninos. O también, en términos geográficos, como el equilibrio entre los profesores interconectados en una red global y el personal no docente que proporcionaba un conocimiento sólido, con los pies en el suelo.

La reingeniería trastornó este equilibrio. Promovió una cultura de personal no docente muy parecida a la de los profesores: dinámicos, buscando la autopromoción, metidos en la formación continua, activos, agresivos. Ahora el personal no docente era alentado a convertirse en un «agente de cambio» creativo, consciente de sí mismo, que para conseguir la seguridad a largo plazo debía apoyarse en un conjunto de conocimientos y «competencias» en vez de buscar esa seguridad en la institución para la que trabajaba. Era una visión teatral del mundo laboral: el personal no docente debía imaginarse como un «actor», mientras que el trabajo era definido como una «combinación de papeles que una persona interpreta». En una ocasión, uno de los



miembros de personal no docente me dijo, con gran entusiasmo: «Estamos todos en una obra de teatro; hay un aspecto artístico en todo esto». La identidad personal en vez de la lealtad institucional se había convertido en la nueva base de desarrollo de la carrera profesional, que se representaba como una «serie de escenas». La utópica versión de trabajadores autosuficientes, autoformados e infinitamente flexibles era —en versión del personal no docente— el sueño empresarial, tan atractivo para los estudiantes de ingeniería actuales.

Gran parte del trabajo de reingeniería consistió en promocionar el «nuevo mundo de trabajo» en el MIT. Sobre fuentes de canapés, fruta y sándwiches los miembros de los equipos fueron guiados por los consultores a través de un amplio abanico de prácticas culturales que el personal no docente del MIT encontró (dependiendo de las personas y las prácticas) divertido u ofensivo, útil o degradante. Las prácticas de formación de equipo incluían pelotas de goma, pegatinas adheridas a carteles, «facilitadores» rodeados de gráficos. Los miembros de los equipos solían volver de las reuniones dedicadas a «presentaciones» y que podían durar todo el día, cansados pero contentos, con montones de folios llenos de gráficos, mapas de procesos y planes preliminares de «rediseño de procesos».

Como profesora de literatura del MIT, me sentía especialmente intrigada por la retórica de la reingeniería. Al igual que la mayoría de las revoluciones culturales, la reingeniería había creado un nuevo vocabulario. Es casi demasiado fácil burlarse de esa retórica, que tenía un propósito serio: ayudar a que nos sintiéramos más cómodos en el nuevo mundo proporcionándonos un lenguaje para explicarnos nuestro nuevo entorno social. Uno de los miembros del personal no docente se maravillaba: «¡Hace cinco años jamás había oído hablar de la facilitación y ahora eso es lo único que hacemos!». Los estudiantes se convirtieron en «consumidores» y los profesores en «clientes». El personal no docente perdió sus titulaciones especiales y recibió otras genéricas: «propietario de proceso», «líder de equipo» o, por supuesto, «agente del cambio». En las entrevistas de trabajo y revisiones de funcionamiento nos fijábamos en las «competencias», un término que cubría tanto rasgos de personalidad como aptitudes específicas.

Igual de significativo que el cambio de vocabulario fue el cambio en el género (por así decirlo) de párrafos a listas. En la mayoría de las reuniones del MIT a las que yo había asistido durante años la comunicación verbal consistía en un debate en el que varios individuos intervenían durante uno o dos minutos para expresar su punto de vista. Las comunicaciones escritas tenían forma de informes que consistían fundamentalmente en ensayos per-

suasivos, con introducción, conclusiones y párrafos de apoyo. Sin embargo, en las reuniones de reingeniería, los facilitadores pedían a los participantes que hicieran listas; los debates consistían en priorizar listas; los informes también tenían forma de listas. Los ítems marcados con una flecha se convirtieron en norma, junto con las presentaciones en PowerPoint (un programa diseñado para apoyar la comunicación mediante listas).

El problema principal era sacar algo en claro del PowerPoint, los argumentos de las listas. En una reunión del Comité de Dirección de Reingeniería, tras una presentación de diez minutos especialmente florida y llena de flujogramas multicolores y gráficos de tarta en tres dimensiones, se hizo un profundo silencio después de que se apagara el proyector. Estábamos apabullados por la presentación, pero por fin uno de los miembros del Comité se atrevió a preguntar: «¿Y que significa todo esto?». Nos llevó otros diez minutos enterarnos de que acabábamos de hacer un pedido de clips mediante el nuevo sistema de suministro.

Incluso cuando se forma parte de un sistema burocrático establecido —o, tal vez, especialmente cuando se forma parte— se puede soñar con transformarlo en algo más simple y más puro, para alcanzar un estado de mayor libertad individual. Más de una vez en las reuniones de equipo, rodeada de gráficos que nos acribillaban con la visión del nuevo mundo, me acordaba de las palabras de Wordsworth escritas en los primeros días de la Revolución Francesa:

> Qué dicha vivir este amanecer
> Y ser joven —la gloria.

Pero la reingeniería, como todas las utopías, se basaba en la ilusión. En una época de complicados sistemas, tanto organizativos como tecnológicos, pensar que individuos autónomos puedan navegar solos en los mares del cambio es una ilusión. La tecnología necesita cultura. Si había que «romper» la cultura del Instituto, en su lugar había que crear otra. Ya en la primavera de 1996 uno de los profesores que había formado parte activa en el Equipo de Rediseño me comentó: «La reingeniería se está convirtiendo en otra burocracia». Los equipos proliferaban, los presupuestos crecían, los procedimientos se multiplicaban. El Comité de Dirección no conseguía dirigir, revelando un dilema estructural de liderazgo en la era de la información: la gente que posee la experiencia más profunda y más amplia de la cultura organizativa no necesariamente domina la tecnología de la información,



mientras que los consultores más expertos en la «tecnología» no conocen la organización. De hecho, a los consultores les interesa tachar este conocimiento de irrelevante: ellos seguirán su curso, y su interés está en hacer hincapié en un software que, supuestamente, no depende del contexto.

Ésta es la razón principal de que no se cumpliera la esperanza del presidente Vest de que el MIT podría desarrollar su propio estilo de reingeniería. La gente que más sintonizaba con el «estilo» del MIT no era necesariamente válida para dirigir a los expertos en SAP, mientras que los expertos en SAP apenas entendían cómo funcionaba el MIT. Los empleados (docentes y no docentes) no tenían claro quién estaba al mando. En vez del emocionante mundo feliz de potenciación individual, se encontraban con un tira y afloja entre el viejo mundo de trabajo del MIT y las promesas del nuevo. Y todavía peor: si intentaban defender el MIT de lo que consideraban cambios destructivos, podían ser acusados de deslealtad. La reingeniería enfrentó a muchos a un profundo dilema moral: debían tener el valor necesario para expresar sus dudas sabiendo que la reacción podía ser la de matar al mensajero.

Los confusos mensajes lanzados con el anuncio del Proyecto de Reingeniería ocasionaron conflictos. Los trabajadores fueron invitados a incorporarse a los equipos de reingeniería en forma de gestión participativa. Se les pidió que reflexionaran sobre su trabajo, una oportunidad que despertó mucho entusiasmo e incluso momentos de euforia. Pero este aumento de autoconciencia no sólo era liberador, sino también intimidante porque se desarrollaba en un contexto de recortes presupuestarios. Al mismo tiempo que el proceso de reingeniería invitaba a la gente a replantear la forma de hacer las cosas en el Instituto, éste —que seguía en su sitio— les recordaba que sus puestos de trabajo no eran seguros. En el mensaje de bienvenida de noviembre de 1993 se marcaban dos objetivos principales: reducción del déficit y reducción de plantilla.

En esencia, la reingeniería fue un proceso de «autotaylorización» [8], y produjo dolorosos desdoblamientos de identidad y de lealtades. Los trabajadores que formaban parte de los equipos de reingeniería nunca estaban seguros de que su participación no fuera a ser utilizada por la dirección como justificación a la hora de decidir a quién se iba a despedir y a quién no. Durante el proceso de reingeniería fueron sometidos a desconcertantes cambios entre el discurso duro de «esto es lo que hay» y el sentimental de «la pena que produce el cambio». El lenguaje terapéutico de autopotenciación de los empleados fue recibido con cinismo, ya que el personal entendía que sus puestos de tra-

bajo podían estar en juego. Finalmente, el recorte de personal a gran escala no se produjo, pero no había forma de saberlo en 1996 o 1997.

No existen caminos fáciles para pasar del mundo laboral definido por una institución al mundo laboral definido por la identidad personal. La gente del MIT, todos, fuimos atrapados en medio, viviendo la confusión y el conflicto. El Instituto dejó claro desde el principio que esperaba que el personal no docente colaborase con la reingeniería, y muchos intentaron aprovechar la oportunidad. Por otra parte, muchos profesores criticaban la reingeniería, y el personal no docente tenía que complacerles también. Esto produjo una infinita serie de compromisos y negociaciones mientras el personal no docente intentaba complacer a todos. Para conseguirlo crearon una serie de jergas. Constantemente intentaban traducir el lenguaje de reingeniería a un idioma comprensible para el resto del MIT. En un mensaje de correo electrónico, cuya copia recibí, un empleado proponía emplear un lenguaje para dirigirse a los profesores en «términos científicos» y a los administradores en «lenguaje llano» o «jerga» según la personalidad del administrador. «Nuestro lenguaje se ha convertido en una barrera para el éxito», se lamentaba otro remitente, que definía el lenguaje de reingeniería como «basura corporativa». La elección del lenguaje era reveladora, pero otras elecciones fueron aún más dolorosas. ¿Quiere formar parte de un equipo de reingeniería? ¿Quiere dar una charla sobre la reingeniería a un grupo de profesores? ¿Criticaría abiertamente la reingeniería o guardaría las críticas para sí?

Durante años el MIT disfrutó de una enorme ventaja a la hora de contratar y mantener al personal no docente porque los empleados creían que su trabajo era importante y porque trabajaban con personas compatibles e interesantes. Esas motivaciones eran el origen de la eficiencia. Confianza y lealtad reducen la necesidad de canapés, retiros y «facilitadores». Confianza y lealtad permiten a la gente exigir de otros y depositar su confianza en ellos. Confianza y lealtad permiten llegar a un compromiso con el cambio tecnológico, sabiendo que los objetivos más generales y el entorno social son relativamente estables. Esto se hizo especialmente evidente en los departamentos académicos, en los que la cultura del MIT fue cultivándose durante generaciones en la interacción de personal no docente, profesores y estudiantes. En estos grupos, la eficiencia de la organización depende de la voluntad de las personas de asumir múltiples funciones basadas no tanto en el proceso productivo como en las relaciones humanas. La reingeniería tenía que realizar una enorme labor para reemplazar las ocultas eficiencias de la vieja cultura institucional.



Yo, que formaba parte de esa vieja cultura, no deseaba verla desaparecer. Tampoco lo deseaba mucha gente fuera del MIT. Mientras la reingeniería intentaba «romper la cultura» y crear un «mundo nuevo», un flujo constante de visitantes admiraba la institución del MIT y trataba de aprender a emularla. Casi todas las semanas los directores recibían una solicitud de entrevista por parte de esos visitantes. El MIT formalizó varios acuerdos de alto nivel con otras instituciones que querían imitar su éxito y declinó otras muchas ofertas similares [9]. La ideología de gestión del cambio tiende a despreciar las instituciones considerándolas obstáculos al flujo de las innovaciones. Pero de todos los inventos que el MIT produjo durante su existencia, ninguno ha sido tan influyente como el propio MIT.

El énfasis en el trabajo basado en la identidad implica un apego menor a la institución. A pesar de toda su retórica terapéutica, las instituciones no piden a sus trabajadores que asuman mayor responsabilidad personal en sus carreras profesionales para liberar a los oprimidos. Lo hacen para conseguir mayor flexibilidad al contratar y retener a sus empleados. Pero este aumento de flexibilidad tiene un precio, tanto para los trabajadores como para las instituciones. Las instituciones imponen restricciones, pero al mismo tiempo potencian. La idea de trabajar en un lugar con objetivos importantes —descubrimientos científicos, solución de problemas y formación de generaciones futuras— suele ser más potenciadora que la de emprender un interminable «viaje del cambio» sin fin ni destino concreto. Todavía no he encontrado a nadie realmente entusiasmado con la idea de contribuir al «cambio».

Los seres humanos somos criaturas muy conservadoras, no necesariamente en el sentido político, sino en el sentido cultural. El sociólogo Peter Marris, en un estudio sobre las experiencias de pérdida y cambio, incluyendo la muerte, observó que «el impulso de defender la predecibilidad de la vida es un principio fundamental y universal de la psicología humana». Como «seres adaptativos», tendemos a «asimilar la realidad a [nuestra] estructura existente, y evitar o reorganizar partes del entorno que no podemos asimilar» [10]. Necesitamos una «estructura de significado» en el sentido de «estructuras organizadas de comprensión y apego emocional mediante las que los adultos interpretan y asimilan su entorno» [11]. En este sentido, el impulso conservador es «tan necesario para la supervivencia como la adaptabilidad: es más, la adaptabilidad descansa en este impulso» [12]. Cuando el predecible orden de la vida se ve trastornado, podemos reconciliarnos con el trastorno si somos capaces de mantener un hilo de continuidad, de interpre-

tar lo que ha pasado de forma que podamos volver a conectar con lo perdido y de «reparar el hilo, uniendo de nuevo pasado, presente y futuro con retazos entrelazados de significado» [13].

La reingeniería glorifica el «proceso de cambio», pero sistemáticamente corta los hilos del significado que podían haber ayudado a la gente del Instituto a adaptarse al cambio. La principal lección de la reingeniería es que un «mundo nuevo» no es necesariamente mejor. En su resistencia a la reingeniería, la gente del MIT consideró que el pasado era mejor y lo utilizó en su resistencia al cambio a peor. El MIT siempre había identificado su misión con el futuro. Defender la institución en nombre del pasado fue una experiencia poco familiar.

Muchas de las reuniones del Comité de Dirección de Reingeniería se celebraron en las salas de conferencias del Grupo Principal del MIT, un conjunto monumental de edificios de estilo beaux-arts que se extienden bajo la Gran Cúpula. Durante las presentaciones hechas con PowerPoint, solía meditar sobre la semejanza del Grupo Principal con el palacio de Versalles. Miraba el Killian Court, un rectángulo verde que se extiende ante la Gran Cúpula, casi esperando ver una guillotina instalada para deshacerse de los viejos administradores como yo. Empecé a pensar menos en Wordsworth y más en Edmund Burke, que denunció la Revolución Francesa por sus ilusiones utópicas, que habían destruido la sabiduría colectiva de instituciones que habían tardado siglos en formarse.

## La deriva tecnológica

La definición oficial de la reingeniería del MIT —«reconsideración fundamental y rediseño radical de los procesos de apoyo para conseguir una mejoría drástica de las prestaciones»— no decía nada de que el rediseño debería basarse en las nuevas tecnologías. En la primavera de 1996, cuando el Equipo de Rediseño de Atención a los Alumnos recomendó los diez procesos en los que había que trabajar, se decidió que los equipos de seguimiento estudiasen el rediseño de cinco de ellos. Muchas recomendaciones proponían incrementar el número de contactos personales entre los profesores, personal no docente y alumnos para intentar reducir las barreras entre la vida extraacadémica del estudiante y la enseñanza.

De una larga lista de posibles mejoras, la reingeniería de atención a los alumnos derivaba inexorablemente hacia las dominadas por la tecnología.



Incluso antes de que el Equipo de Rediseño de Atención a los Alumnos completara su informe, los líderes de Reingeniería habían tomado una decisión propia de hacer especial incidencia en la consolidación del trabajo de los tres departamentos en los que se realizaban la mayoría de las gestiones: Tesorería, Ayuda Económica a los Estudiantes y Registro. La decisión se tomó al margen de los equipos porque parecía evidente que el funcionamiento de esos departamentos podía mejorar considerablemente: eran, por así decir, «frutos al alcance de la mano». Con empleados de los tres departamentos se formó el FAST (Financial and Academic Services Team) (Equipo de Servicios Académicos y Financieros), que fue dotado de fondos para empezar con la implementación mientras otras áreas de atención a los alumnos estaban todavía en fase de diseño.

Pronto el FAST y sus sucesores controlaban la Reingeniería de Atención a los Alumnos. Los tres departamentos existentes se convirtieron en dos. Se añadió una nueva unidad de apoyo técnico en forma de Departamento de Informática de atención a los alumnos. Estos movimientos organizativos fueron acompañados de movimientos físicos. La mayor parte del personal de Servicios Financieros y Académicos fue trasladada a un único edificio, que había sido profundamente reformado. Como parte de la renovación se creó en un lugar prominente de la «calle principal» del MIT, llamada Corredor Infinito, un amplio Centro de Atención a los Alumnos. Ahora, para hacer el papeleo relacionado con las matrículas y las ayudas económicas, los estudiantes podían dirigirse al centro en vez de tener que recorrer todo el campus. Allí les atendía personal formado en ambos temas. Y lo que es aún más importante, muchas de las gestiones se podían hacer on-line, accediendo a la información financiera y registral mediante un ordenador en vez de tener que pedírsela a un empleado. En lugar de rellenar formularios en papel, las solicitudes se podían hacer electrónicamente. El Centro de Atención a los Alumnos fue el modelo de reingeniería. Se convirtió en parada obligatoria de todas las visitas. La dirección alababa regular y justificadamente el trabajo del equipo FAST y lo ponía como ejemplo de lo mejor de la reingeniería. El personal merecía esas alabanzas y yo, como su directora, estaba encantada de escucharlas. Sin embargo, como historiadora estaba preocupada por la rapidez y rotundidad con las que había sido reducido un amplio abanico de cambios deseados a simples cambios *tecnológicos*. Lo consideré un ejemplo de lo que el historiador Thomas Hughes llamó el «impulso tecnológico» en la historia. Una vez que se ha instalado un gran sistema tecnológico, dice Hughes, su magnitud adquiere un impulso, cualidad «análoga [...] a

la inercia del movimiento». Estos sistemas «tienen la masa de sus componentes técnicos y organizativos; poseen direcciones o metas; y muestran una tasa de crecimiento que se asemeja a la velocidad». De hecho no son autónomos, pero pueden parecerlo [14]. Como otros muchos historiadores de tecnología, Hughes deja un considerable espacio para la intervención humana en las etapas de diseño de la tecnología, especialmente en lo que él llama las fases de invención e innovación de los sistemas tecnológicos. Sin embargo, una vez que lo diseñado se pone en marcha, se hace difícil cambiar su trayectoria.

Lo que yo veía en la reingeniería eran las etapas iniciales del impulso tecnológico, etapas de diseño o incluso previas al diseño. En el Proyecto de Reingeniería la tecnología fue identificada con el cambio en sus fases conceptuales más tempranas: los cambios tecnológicos estaban al alcance de la mano, y así la tecnología empezó a dirigir el proceso del cambio definiendo el tipo de sistemas que había que construir en primer lugar. Esta deriva inicial hacia soluciones tecnológicas durante la fase del diseño produjo un impulso tecnológico más evidente durante la fase de implementación.

En la reingeniería la deriva tecnológica estuvo motivada por las ilusiones utópicas. Recuerde que la idea básica de la reingeniería era «rediseñar» el trabajo. Si se nos hubiera dicho que el rediseño pretendía hacer el trabajo más eficiente y efectivo, habríamos trabajado con el lenguaje de mejora, de metas alcanzables. Pero, como hemos visto, la reingeniería tenía un fuerte componente utópico: prometía no sólo mejora, sino innovación, un nuevo mundo, una nueva cultura, la «reconsideración *fundamental* y rediseño *radical* de los procesos auxiliares para conseguir una mejora *drástica* del rendimiento».

¿Cómo se consigue una mejoría *drástica* de atención a los alumnos? Es sabido lo difícil que es aumentar la productividad en los servicios, en los que la calidad de relaciones humanas es crucial y para los que las tecnologías ofrecen ventajas limitadas [15]. Ya sea en las aulas o en las actividades residenciales o de campus, la educación requiere una relación humana continua, diaria e intensiva entre los alumnos y los adultos: entrenadores, decanos, profesores, personal no docente. Cuando un estudiante entra para hablar de un préstamo o ayuda económica o un empleo a tiempo parcial, a menudo acaba hablando de temas más amplios —problemas académicos, discusiones familiares, planes de futuro— que a menudo subyacen a los temas económicos. Una universidad se basa en una mezcla de consejos informales, supervisión benevolente y administración de la información. Por su naturaleza, estas conversaciones son ineficientes en el sentido de que los temas que se tratan no reflejan sus significados reales.



Si las gestiones se vuelven demasiado eficientes y autónomas, la comunidad universitaria pierde la oportunidad de conversar. Cuando el Departamento de Registro empezó a ofrecer la posibilidad de matricularse on-line, algunos profesores dijeron que querían asegurarse de que el proceso seguía el ritual del día de matriculaciones —el día anterior al comienzo de un semestre en el que los alumnos iban a ver a su tutor para la firma de sus hojas de matrícula. Como la mayoría de rituales, éste puede haber sido idealizado en exceso. Algunos profesores tutelan a demasiados alumnos como para tener una larga conversación con cada uno de ellos, y a veces tampoco funciona la química personal. Pero a menudo el ritual del día de matriculación proporciona una oportunidad de comunicarse cara a cara. Muchos profesores rechazan cualquier nueva forma de matriculación que suprima esta oportunidad de conversar. Cuando la atención a los alumnos se compone de esa mezcla de gestión y de conversación, la gestión es la parte más barata y fácil. Por ejemplo, organizando la lotería anual de alojamientos estudiantiles, año tras año fuimos sofisticando los algoritmos para que cada vez más estudiantes consiguieran alojamientos de su primera o segunda elección. El sistema de lotería continuó perfeccionándose, pero eso no tuvo un efecto significativo sobre la sensación de felicidad de los estudiantes. El decanato y los administradores de las residencias continuaban luchando con los difíciles problemas de alojamiento que surgían inevitablemente por muy bien organizada que estuviera la lotería: compañeros de cuarto que no se llevaban bien, ruido en los pasillos, emergencias familiares que exigían mudanzas imprevistas. En muchas de esas situaciones los estudiantes requerían la intervención de los adultos, y no hemos encontrado una forma de acelerar la solución de estos problemas. Es más, el número de alumnos con problemas parecía aumentar, por razones poco claras y que, en gran parte, estaban fuera del control de la universidad. De hecho, la mejor, y tal vez la única, forma de alcanzar mejoras *drásticas* en eficiencia de atención a los alumnos es mediante un cambio *drástico* de la política de admisión, escogiendo únicamente a los solicitantes menos problemáticos, pero ésa no era una opción válida por muchas y buenas razones.

Reingeniería pretendía mejoras *drásticas*. Éstas sólo podían conseguirse transformando los «procesos» en transacciones que puedan ser definidas y dirigidas en términos tecnológicos. En el mundo de gestión del cambio, que nos promete enormes mejoras, la tendencia del cambio a fluir por los cana-

les tecnológicos es tan natural como la tendencia del agua a correr cuesta abajo. Como comentó en una ocasión el vicepresidente del MIT: «Estamos en un mundo de transacciones crecientes». La marea sigue subiendo en la medida en que los problemas son enfocados como transacciones que pueden ser manejadas por software. Y no sólo manejadas, sino también eliminadas: el señuelo final de la gestión del cambio, el «espejismo tecnológico» de la reingeniería [16], es la promesa de «eliminar el trabajo» (una frase utilizada frecuentemente en los ambientes de reingeniería). Se nos decía que, con el software apropiado, ya no habría que hacer ciertos trabajos, o por lo menos no los harían los empleados en nómina (lo haría el propio cliente). Al prometer que «haciéndonos electrónicos» se podía «eliminar el trabajo», la reingeniería fue más allá de la utopía y se convirtió en magia, más allá del nuevo mundo hacia el mundo mágico en el que algunos trabajos simplemente desaparecerían. De resultas de todo ello la reingeniería de atención a los alumnos se caracterizó por la deriva tecnológica. Los servicios que consistían poco o nada en transacciones, como la orientación de nuevos alumnos, no fueron reformados, en contraste con los considerables recursos que se pusieron a disposición del equipo FAST. Los servicios de naturaleza mixta fueron reformados en su dimensión de transacción, pero no en las otras dimensiones.

La reingeniería tuvo su impacto mayor y más positivo en áreas más intensivas en transacciones. Pero incluso en esas áreas el trabajo no desapareció por arte de magia. Si el trabajo disminuía en un sitio, afloraba en otro. La reingeniería proporcionó numerosos ejemplos de la naturaleza reflexiva del mundo tecnológico, donde los cambios causan efectos que repercuten en los propios cambios. Creamos sistemas informáticos para ahorrar trabajo en determinados contextos, pero estos contextos evolucionaron a medida que la gente fue reaccionando a los nuevos sistemas de información. Por ejemplo, cuando los estudiantes y sus familiares pudieron acceder en la web a la información sobre la ayuda a los estudiantes, no dejaron de ponerse en contacto con el personal de servicios económicos. Empezaron a enviar mensajes de correo electrónico, además de llamar por teléfono, haciendo preguntas más complejas y negociando con mayor agresividad.

De forma semejante, la esperanza de que el trabajo desapareciera con la desaparición de los impresos resultó ser un espejismo. Poner la información en la web en vez de imprimirla ha cambiado la forma de trabajar, pero no ha eliminado el trabajo. Aunque lleva su tiempo preparar la documentación impresa, una vez publicada uno puede olvidarse de ella por un tiempo. En



palabras de un líder del nuevo Departamento de Servicios Económicos al Alumnado: «El papel funcionaba como un escudo». La información en la web requiere ser continuamente actualizada, controlada y revisada. La transición del papel al correo electrónico sólo intensificó el proceso de comunicación.

Además, «hacernos electrónicos» o «hacernos digitales» (otras dos expresiones utilizadas frecuentemente en reingeniería) obligó a crear, por lo menos, tantos puestos de trabajo como los que desaparecían. Hubo que crear una nueva unidad, Informática de Atención a los Alumnos, para desarrollar, implantar y mantener el nuevo software. Finalmente necesitamos el mismo número de empleados que antes pero de distinta formación —principalmente programadores, administradores de bases de datos y administradores de la web. Además, la introducción de software no se traducía en una reducción inmediata de la plantilla. Cuando la electrónica eliminaba trabajo, normalmente lo hacía sólo en parte. Incluso sumando todas esas reducciones, raras veces se podía llegar a suprimir un puesto de trabajo. Era difícil «cosechar» el ahorro humano.

Al tratar de controlar estos cambios, a menudo me venía a la cabeza el libro de Ruth Schwartz Cowan *More Work for Mother*, un estudio clásico sobre otro truco de magia tecnológica fallido —en este caso, el espejismo era la ilusión de eliminar el trabajo de casa [17]. Cowan demuestra que la promesa fue frustrada por las expectativas crecientes y por los límites inherentes al tipo de trabajo que la tecnología puede hacer más eficiente. Como explica Cowan, el rediseño del trabajo se convierte en su redefinición. El ama de casa no continúa haciendo las mismas tareas de forma más eficiente; las tareas han cambiado y la identidad del ama de casa también. El trabajo casi nunca desaparece; se transforma constantemente.

La experiencia general del MIT con la reingeniería también confirma la tendencia hacia la deriva tecnológica. Desde luego, hubo algunos casos espectaculares en los que el trabajo fue eliminado o se hizo más eficaz sin recurrir a medios tecnológicos. Por ejemplo, el MIT suprimió su Departamento de Artes Gráficas, prefiriendo subcontratar externamente la mayoría de los trabajos. Mantenimiento y Reparación pasó de ser un sistema centralizado a un sistema basado en zonas. El Servicio de Correo suprimió la distribución del correo a las dependencias en el campus, de forma que los «clientes» tenían que pasar a recogerlo en los centros distribuidos de correo. Pero, con la implementación del SAP, la deriva tecnológica se convirtió en un vórtice, y la reingeniería en sinónimo del nuevo sistema de software. Ni en el MIT en

general ni en atención a los alumnos se produjo la desaparición mágica del trabajo. «Aunque la reingeniería ha finalizado», informaba un resumen semioficial del proceso de reingeniería en *Faculty Newsletter*, «el MIT continúa su transición. Herramientas como el SAP no son fáciles de usar, y el aprendizaje es lento. De hecho, algunos administradores les dirán que ahora tienen más trabajo que antes de la reingeniería» [18].

Tanto en los departamentos académicos como en la administración el trabajo híbrido —mitad transacciones, mitad conversaciones— es la norma y no una excepción, y a menudo los individuos son valorados por su capacidad de desempeñar múltiples papeles. Pero incluso en los departamentos académicos la deriva tecnológica tiende a subrayar sólo el aspecto de gestiones del trabajo. En una reunión sobre informática de administración, celebrada después de que el Proyecto de Reingeniería hubiera sido dado por concluido oficialmente, un administrador se quejó: «El trabajo se ha trasladado a los ordenadores. En vez de hablar con la gente y apagar fuegos, los administrativos están pegados a las pantallas de sus ordenadores. Necesitan seguir lidiando con los profesores y atender a los de posdoctorado. Ya no saben qué ocurre a su alrededor. Confunden tener información con hacer su trabajo».

En la mencionada reunión debatimos cómo fueron redefinidos los trabajos individuales por el SAP R/3. «¿La gente sabe lo que tiene que hacer cuando se le pide que revise la información?», preguntó uno de los participantes. La respuesta fue: «Deberían pensar, utilizar su criterio, pero a veces se limitan a mirarla. No saben qué hacer con ella». Coincidimos en que teníamos que formar mejor al personal administrativo, enseñarle a utilizar su criterio a la hora de interpretar los informes y prestar mayor atención a la parte de su trabajo no relacionada con la gestión administrativa.

No obstante, una vez que el trabajo ha sido replanteado en términos tecnológicos, la lógica del sistema tecnológico subyacente acaba modificándolo profundamente. Las reglas de la tecnología acaban gobernando todo lo demás. La deriva tecnológica se convierte en impulso tecnológico, que empieza a parecerse mucho al determinismo tecnológico: un período de la historia en el que las máquinas empiezan a controlar a las personas y no al revés.

## Determinismo tecnológico

Para los historiadores de la tecnología, el determinismo tecnológico es una idea impensable. Para empezar no es cierta: son los seres humanos los que



construyen las máquinas y no al revés. Peor todavía, la idea es peligrosa: si empezamos a creer que las máquinas nos controlan, acabaremos perdiendo todo el control que tenemos. Según un historiador, la creencia en el determinismo tecnológico es peligrosa porque «inhibe el desarrollo del control democrático de la tecnología sugiriendo que cualquier intervención es inútil», y «si no promovemos puntos de vista constructivos sobre el desarrollo técnico-social, haciendo hincapié en las posibilidades y las limitaciones de los cambios y alternativas tecnológicas, una gran parte de la gente volverá la espalda a la posibilidad de una toma de decisiones participativa, consiguiendo que las tecnologías escapen realmente de nuestro control» [19].

Sin embargo, cuando tomé parte en el Proyecto de Reingeniería, solía escuchar la idea impensable en boca de mis colegas del MIT casi todos los días [20]. Pondré unos pocos ejemplos:

> No tenemos más remedio que seguir las innovaciones.
> El correo electrónico nos está matando y no podemos hacer nada para remediarlo.
> Debemos adaptar la cultura del MIT al software.

Mi frase favorita, mal construida pero expresiva, pronunciada por alguien que conocía en profundidad el software financiero, es:

> El software pone ante ti una estructura de pensamiento totalmente nueva a la que la gente tiene que adaptarse.

Como historiadora me inquietaba oír a mis colegas del MIT expresar la antidemocrática capitulación ante el determinismo tecnológico. Pero como gerente tenía que darles la razón. No se me ocurría cómo evitar las mejoras, por muy innecesarias que fueran, o cómo evitar tener que modificar la forma habitual de hacer las cosas para cumplir los dictados del software. Tampoco sabía cómo evitar la avalancha de correo electrónico. La mayoría del personal no docente del MIT y no pocos profesores —habitualmente gente inteligente y reflexiva— está convencida de que la tecnología desempeña un papel determinante en sus vidas y desde luego no cree que pueda controlarla. ¿Es histeria colectiva producida por un ataque masivo de falsa conciencia?

Thomas Hughes, en su análisis del impulso tecnológico, distinguía entre el determinismo tecnológico como teoría y el impulso tecnológico como experiencia. Es fácil rebatir la lógica del determinismo tecnológico, pero la experiencia cotidiana de tener que adaptarse a «la tecnología», «el software» o

«el ordenador» no puede ser rebatida mediante la lógica. En todas partes las máquinas te dicen lo que puedes hacer y lo que no. En la versión cibercapitalista del realismo mágico, la narración (los acontecimientos de la vida diaria) aparece carente de toda lógica (una secuencia explicable de causas y efectos). A diferencia de los ordenadores, los seres humanos sólo somos parcialmente lógicos. Una parte importante de nuestros pensamientos está formada por imágenes e historias. No es falsa conciencia, es la conciencia humana. Incluso si refutamos la teoría del determinismo tecnológico, la experiencia de la inevitabilidad tecnológica es muy convincente.

Ya he mencionado que la primera lección que aprendí de la reingeniería como historiadora es que la distinción entre la sociedad y la tecnología ha desaparecido. Una vez aprendida la lección, comprendí que el determinismo tecnológico es un sinsentido, ya que no existen fuerzas tecnológicas separadas de las sociales. ¡Claro que la tecnología se construye socialmente! Y no podría ser de otra manera «puesto que la tecnología *es* la sociedad, y la sociedad no puede ser comprendida ni representada sin sus herramientas tecnológicas» [21]. La pregunta que debe hacerse entonces no es «¿existe el determinismo tecnológico?», sino «¿cuáles son las fuerzas históricas que determinan la construcción del mundo tecnológico?».

A pesar de todos los quebraderos de cabeza que me causó, la reingeniería me permitió observar el proceso de unos seres humanos intentando «organizar un mundo tecnológico en el que podamos vivir». La transición del antiguo sistema contable al SAP se hizo para que la administración central del MIT pudiera tener una visión clara y precisa del funcionamiento económico del Instituto. Las unidades inferiores preferían sistemas que se ajustasen a sus procedimientos y objetivos locales. Y aunque los objetivos de la administración central coincidían básicamente con los de las unidades, también había diferencias, que a veces daban origen a tensiones. Indudablemente los seres humanos estaban organizando este mundo tecnológico. Pero ¿qué plan organizativo tenía que ser el predominante? Expresado de otra manera: ¿Quiénes eran esos «nosotros» que organizaban el mundo tecnológico?

Durante la implementación de un sistema de software tan complicado como el SAP, muchos de los conflictos de la organización del mundo tecnológico adquieren forma de conflictos entre el software hecho a medida y el estándar. Según el vicepresidente ejecutivo John Curry: «El ochenta por ciento del coste de implementación de nuevo software lo constituye la adaptación de los programas». Incluso si se trata de una cifra exagerada, refleja el hecho de que resulta caro mantener los hábitos institucionales. La administración central del MIT optó por la estandarización porque la adaptación de los programas era cara. En palabras de un alto ejecutivo: «Si la visión del mundo del proveedor coincide con la tuya, estupendo. Si no, uno de los dos tendrá que cambiar». Durante la implantación del SAP nos enfrentamos a menudo a esta elección. Como el coste de adaptación era alto, la tendencia era optar por la estandarización. Pero las estructuras para las que fue creado el SAP no son las de una universidad. Es entonces cuando el software empieza a percibirse como determinismo tecnológico. Parece que te obliga a cambiar tu forma de hacer las cosas para ajustarlas a las suyas.



Un buen ejemplo de esas presiones fue la controversia que rodeó la instalación del módulo del SAP de gestión de compras. Las compras son un proceso fundamental de cualquier sistema financiero. Una universidad compra de todo, desde el material de oficina habitual como clips o mesas hasta equipos de laboratorio únicos en el mundo, compra servicios que van desde la impresión de formularios hasta consultoría de alto nivel. Se podría pensar que este proceso *business-to-business* es similar al de cualquier empresa, pero no lo es; la estructura social es diferente. En las empresas las personas que se encargan de las compras suelen ser profesionales especializados que disponen de tiempo para aprender a manejar sistemas potentes, flexibles y complejos como el SAP, y que siguen las actualizaciones, porque fueron contratados para hacerlo. En la universidad muchas gestiones financieras las hacen los no profesionales: profesores, investigadores, estudiantes de doctorado, estudiantes. Puede que sean inteligentes y sepan manejar los ordenadores; sin embargo, sus responsabilidades principales no están allí y no tienen experiencia concreta en el manejo de la información económica.

La confidencialidad de la información económica es más complicada para los no profesionales que para los gestores especializados. En las empresas, los responsables de compras tienen acceso a la información confidencial que necesitan para su trabajo, y su empleo depende de su habilidad para mantener la confidencialidad de la información en una estructura organizativa bien definida. En el MIT no está tan claro lo que los estudiantes de posgrado y doctorado, que realizan muchos pedidos, saben o necesitan saber sobre la gestión global de un laboratorio. Podrían utilizar la información sobre las compras para obtener otra información (posiblemente confidencial) sobre trabajos de investigación no relacionados con su proyecto. La perspectiva de que la información de las compras fuera accesible a mucha gente hacía sentirse incómodos a muchos investigadores del MIT. Algunos hicieron llegar sus reservas al Equipo de Informes de Gestión, que era el res-

ponsable durante el proceso de reingeniería de la transición al SAP R/3. El equipo tomó en cuenta estas objeciones, pero decidió que el coste de adaptación del software era demasiado elevado. En su informe semanal fechado el 11 de febrero de 1997, el equipo recomendaba que el MIT «utilizase el sistema de autorizaciones original del SAP y adaptase su cultura institucional para aceptar una mayor accesibilidad de los datos de compras». Este lenguaje es una curiosa mezcla de antropología e ideología de gestión del cambio: la retórica «original» del SAP debe forzar una «adaptación» de la «cultura institucional» del MIT.

La recomendación del equipo produjo un clamor en los departamentos, laboratorios y centros. Opinaban que su forma de hacer las cosas era la «original» y que tenían que ser los misioneros del SAP los que cambiasen la *suya*. La reacción fue tan virulenta que la administración pidió al Equipo de Informes de Gestión que reconsiderase su decisión. Tras hacerlo, el equipo ratificó su recomendación. Explicó que para seguir protegiendo esos datos haría falta una estructura independiente de autorizaciones externa al SAP o una profunda modificación de éste: «Cualquiera de las alternativas de protección de datos requeriría mucho trabajo de mantenimiento del sistema, eliminaría algunas de las prestaciones del SAP, acarrearía riesgos de incompatibilidades con las futuras versiones del SAP y aumentaría el coste del proyecto. Finalmente, dado que el SAP permite a los usuarios acceder a cierta información a través de múltiples caminos, nunca podríamos estar seguros de haber restringido el acceso a través de todos los caminos posibles» [22].

Los administradores más preocupados por la confidencialidad de la información de compras consultaron con sus colegas de otras universidades en las que esta información era más accesible. Las contestaciones de sus colegas les convencieron de que se podía llegar a un compromiso. El MIT podía adoptar el sistema de autorizaciones del SAP con acceso libre a la información sobre las órdenes de compra mientras que el acceso a las cuentas contables permanecería restringido. Tres años después el sistema de compras está funcionando sin que se haya producido ningún problema serio de seguridad. Por otra parte, algunas subdivisiones han tenido que contratar a personal para la gestión de las compras, porque el SAP resultó ser demasiado complicado para los no especialistas. Esto se parece mucho al determinismo tecnológico: dado que el software es demasiado complicado, el laboratorio se ve obligado a contratar a un especialista. Pero otras personas, externas al laboratorio, escogieron este software en primer lugar para reducir costes y



conseguir mayor transparencia. En el caso de la información sobre las compras, si el coste económico de modificar el software hubiera sido menor, la decisión podría haber sido otra. También podría haber sido otra si las implicaciones culturales de cambiar los procedimientos de compra hubieran sido mayores. Pero cuando el precio de adaptación de software es tan alto, el umbral para la aprobación de la adaptación también lo es. Los que querían que el software fuera adaptado pueden ganar alguna batalla, pero las presiones para la estandarización son implacables y el número de batallas perdidas sigue creciendo.

La claridad facilita el control. A los administradores les encanta iluminar rincones oscuros. Un director de laboratorio dijo: «Necesitamos presupuestos que nos permitan *ver* las cosas. Necesitamos visión directa. Ahora sólo nos las podemos imaginar». Evidentemente, quería un presupuesto en el que entendiera lo que estaba ocurriendo, pero no era necesariamente lo que querían sus superiores. Cuando un departamento o centro tenía su propia forma de llevar la contabilidad, podía manejar los presupuestos de forma que la administración central tuviese dificultades para descubrir lo que está pasando, lo que, a su vez, permitía al director de la subunidad mantener el control de tantos fondos como le era posible.

Con la llegada del SAP, un administrador de alto nivel dijo: «Ya no podrán esconderse. Nos bastará pulsar un botón para ver todas esas cifras». Lo que no significaba que la administración central recuperara esos dólares, pero al menos sabría mejor dónde estaban. El que seamos los seres humanos los que creamos las tecnologías no quiere decir que éstas no tengan un control sobre nuestras vidas. En muchos casos se crean precisamente para ejercer ese control.

## Resistencia cultural

A medida que el Proyecto de Reingeniería iba creciendo hasta convertirse en un proceso más amplio de «gestión del cambio», la justificación para el nuevo software dejaba de ser el ahorro de costes para convertirse en la necesidad de integración. Dado que la administración del MIT había invertido tanto dinero en el software de contabilidad de SAP, tenía una comprensible tendencia a extender su uso a otros propósitos, tales como la nómina o las gestiones de atención a los alumnos. La integración se convirtió en el nuevo imperativo tecnológico [23].

Mientras el MIT estaba implementando el software financiero de SAP, éste estaba desarrollando nuevos productos para las empresas y universidades. Uno de estos productos era el sistema de gestión de atención a los alumnos, que incluía matriculación, clases, exámenes y cosas por el estilo. A finales de los noventa este producto se encontraba en una fase muy temprana de desarrollo, y otros sistemas de gestión de atención a los alumnos recientemente introducidos en el mercado también estaban dando muchos problemas. Afortunadamente el MIT no tenía una necesidad inmediata de cambiar su sistema de gestión de información a alumnos. A principios de los años noventa el MIT había creado un sistema basado en un producto comercial (Banner) tan modificado que pasó a ser un producto nuevo llamado MITSIS (MIT Student Information System). Sin embargo, muy pocos programadores eran capaces de manejarlo y no existía un mercado exterior para los especialistas en MITSIS. Las actualizaciones del sistema resultaban cada vez más caras. Por otra parte, el MITSIS se adaptaba extraordinariamente bien a los complejos currículos del MIT, llenos de peculiaridades que reflejaban los compromisos educativos forjados durante años. En una ocasión comenté al vicepresidente ejecutivo John Curry que en el MIT habíamos reificado nuestra complejidad en nuestro software. Curry me contestó bromeando que sabía que se encontraba en el MIT cuando oía la palabra «reificar».

En un lenguaje más llano, nos volvíamos a enzarzar en la eterna pelea entre la estandarización y la adaptación. Si se escribe un programa tan sutil y complicado como el currículo del MIT, se acaba dibujando un mapa del tamaño del territorio. Crear y mantener ese programa sería muy caro. Pero el currículo es el corazón educativo de la institución, y la mayoría de los profesores defienden a ultranza sus detalles. Una cosa es modificar la forma de introducir la información de compras. Y otra, totalmente distinta, pretender que el MIT modifique su programa académico para ajustarse a un programa informático estandarizado.

Como el SAP estaba empezando a desarrollar su paquete de software de atención a los alumnos, los encargados del registro tantearon la posibilidad de colaborar con el SAP en el desarrollo del nuevo software. A cambio de una inversión razonable por nuestra parte (principalmente consistente en los costes de suplencia del personal que colaboraría con SAP en el desarrollo del paquete informático de atención a los alumnos), obtendríamos un producto adaptado a nuestras necesidades. Habría sido un proyecto consciente de lo que los historiadores denominan construcción social de la tecnología: participar desde el principio en el diseño para modelar un mundo tecnológico en el que pudiéramos vivir. Puede que no fuera la democracia participativa, pero era algo parecido al capitalismo participativo.



Al cabo del año se hizo evidente que el experimento no iba a funcionar. El primer problema, que también se había producido en el Proyecto de Reingeniería, era la falta de tiempo de nuestro personal: ¿de dónde sacar el tiempo para planear el futuro si estás ocupado en mantener el presente? Para la reingeniería se organizó un importante sistema de suplencias, pero la reingeniería ya se había acabado. Además, la misma razón por la que algunos empleados del MIT eran especialmente valiosos para el desarrollo del SAP —su profundo conocimiento del sistema— también los hacía especialmente valiosos para el MIT. Eran difícilmente reemplazables.

Pero el problema principal radicaba en que, por intensa que fuera la participación del MIT, apenas influiría en el producto final. SAP estaba desarrollando un producto para el mercado universitario general y las normas curriculares del MIT no eran fácilmente transferibles a otras instituciones. Lo que para nosotros era una prestación al resto de las universidades les parecería un error del programa. Por mucha libertad teórica que tuviera el MIT para influir en el programa, en la práctica apenas tenía influencia porque nuestros procedimientos no eran nada representativos del mercado. Cuanto más amplio es el mercado de un producto, más general tiene que ser el producto. El MIT, con sus normas académicas nada genéricas, podía cambiar las reglas para adaptarse al mercado, o modificar profundamente el software comprado en el mercado o desarrollar su propio producto asumiendo los costes. No nos enfrentábamos tanto al determinismo tecnológico como al determinismo del mercado reificado en un producto tecnológico.

Cualquier forma de determinismo es más un proceso que una orden. La modificación o sustitución del MITSIS, cuando llegue el momento, será un proceso largo y costoso. Probablemente se pedirá a las facultades que modifiquen algunas de sus normas para facilitar el desarrollo y, probablemente, las facultades se resistirán a hacerlo. Los cambios tecnológicos obligan a tomar decisiones que afectan al dinero y al control. La gente y las instituciones se adaptan, pero esa adaptación nunca es automática ni sencilla. Los ánimos se encrespan, se alcanzan compromisos, los conflictos se resuelven, los ánimos se apaciguan y la vida continúa, no exactamente como antes pero tampoco de forma radicalmente diferente.

Lo tristemente predecible es que estos conflictos suelen describirse como conflictos en los que la «cultura» se «resiste» a la «tecnología». En el lenguaje

de gestión del cambio la tecnología equivale al cambio, mientras que la cultura equivale a la resistencia al cambio. Este análisis es simplista y equivocado, y la frecuencia con la que se utiliza es uno de los rasgos más desagradables de la reingeniería y otros procesos de gestión del cambio similares. A menudo se decía que la gente del MIT que se «resistía» a la reingeniería lo hacía porque quería mantener la cultura existente, como si esto fuera algo malo. Y después se decía que, como el cambio era inevitable, lo mejor era abandonar la resistencia. Peor todavía: la resistencia podía ser considerada una deslealtad. He llegado a oír que ciertos profesores y empleados estaban «intentando apuñalar la reingeniería por la espalda», cuando lo único que pretendían era defender la institución que amaban. En una reunión la ponente leyó una lista que llamó «análisis de riesgos de la gestión del cambio» uno de cuyos puntos era «fricción de quienes se resisten». La tarea de la gestión del cambio a menudo se define como «enrolar a la gente». Esto explica por qué hace falta bastante valor para oponerse a la reingeniería.

El análisis de la cultura en oposición a la tecnología resulta irresistible para los agentes del cambio. «Tecnología» suena a algo duro y racional, mientras que «cultura» suena a algo blando e irracional. Este lenguaje hace aparecer a los agentes del cambio como duros realistas y a los resistentes como blandos y sentimentales. También produce el efecto —irritante desde el punto de vista de la víctima— de hacer imposible una respuesta racional. Cuando la resistencia se iguala a la identidad cultural, las discusiones pasan del nivel objetivo (¿es este procedimiento mejor que el otro?) al subjetivo (¿por qué eres tan hostil?). Ese discurso terapéutico automáticamente convierte al llamado resistente en perdedor. A la persona se le coloca la etiqueta de estar a la defensiva, y entonces, por supuesto, no puede defenderse de esa etiqueta sin parecer que está a la defensiva. Son sus sentimientos los que están discutiéndose ahora y no las opciones técnicas.

Después de haber asistido a muchas discusiones inútiles y dolorosas, como historiadora me he vuelto mucho más cuidadosa a la hora de utilizar la palabra «cultura». Como historiadora, acostumbraba a considerar «cultura» sinónimo de contexto social, el blando elemento humano que rodea el duro núcleo tecnológico. Pero desde que la tecnología *es* la sociedad y las máquinas *son* la organización, este modelo de capas debe ser desechado. La cultura se relaciona con la tecnología no como un contexto externo, sino como parte del diseño, en forma de trueques. Durante el Proyecto de Reingeniería y después siempre estábamos haciendo análisis de coste-beneficio para medir el cambio cultural frente al cambio de software. Por así decirlo, los colocábamos en la misma hoja de cálculo. Tanto si se decide quedarse con el sistema existente como si se elige uno nuevo, siempre se está actuando con sistemas tecnoculturales. El trabajo cultural es necesario para apoyar el trabajo técnico y también requiere considerables inversiones económicas, de espacio y de personal.



Aunque a los adeptos de la reingeniería les gustaba envolverse en ropajes de cruda inevitabilidad tecnológica, gran parte de su trabajo era cultural. Estaban resueltos a introducir una nueva cultura en el MIT: el género de las listas, la terminología que llamaba consumidores a los estudiantes y actores a los empleados. La principal resistencia a la reingeniería no era por el SAP u otra tecnología particular, sino por su cultura, que se percibía como extraña y destructiva.

En sus recientes estudios sobre la llamada resistencia tecnológica, Martin Bauer observa que el «supuesto de sentido común» de que «el objeto de la resistencia *es* la tecnología» es bastante problemático. «El objeto de la resistencia suele ser complejo y requiere un análisis empírico [...] Puede ser útil distinguir la resistencia al hardware [o software, añadiría yo] de la resistencia a sus consecuencias [...] A menudo lo que encuentra resistencia no es el diseño ni sus consecuencias, sino el proceso mediante el cual la tecnología se pone en funcionamiento.» [24] Todo —diseño, consecuencias y proceso— provocó resistencias durante la reingeniería, pero sobre todo el proceso. A menudo los que se resistían al proceso lo hacían tanto por razones «tecnológicas» como «culturales». El personal de atención a los alumnos no tiene fobia a la tecnología ni se dedica a destrozar las máquinas. A la mayoría incluso les gusta la informática. Si criticaban el cambio tecnológico no es porque se tratara de un cambio, sino porque les parecía, empleando sus propias palabras, «estúpido». El personal dominaba al detalle los aspectos técnicos, mucho mejor que cualquier consultor, y no querían ningún sistema informático que no se ajustara a su trabajo. Estaban persuadidos de que ellos eran los especialistas duros, racionales, realistas, que saben hacer su trabajo, y no blandos utopistas interesados en sus roles y actuaciones.

Éste es uno de los conflictos más antiguos de la historia de la tecnología: el conflicto entre el trabajo realizado a partir de conocimiento local y técnicas especializadas y los sistemas estandarizados implantados para expandir mercados, disminuir costes y facilitar el control a los gestores. Los historiadores han estudiado este choque en las ocasiones más dispares, desde la fabricación del queso en la Europa medieval, pasando por la fabricación de máquinas herramientas en el siglo XIX, hasta la gestión en la posguerra en

los Estados Unidos [25]. Hoy en día la imposición de estos sistemas estandarizados va acompañada de una serie de supuestos culturales que normalmente incluyen espíritu de mercado, fe en las soluciones tecnológicas y una predisposición contra las realidades no cuantificables (sobre todo las psicológicas y sociales) [26]. Estos supuestos culturales a menudo son invisibles para sus promotores, que creen que están haciendo un análisis totalmente racional. Su sistema es tecnocultural, pero su cultura es invisible para ellos. Cuando la sociedad se opone a un sistema así, está haciendo lo que debe. Impone la realidad sobre la abstracción. Ajusta el ritmo del cambio tecnológico a las necesidades de los seres humanos. Conserva las instituciones que ayudan a los individuos a adaptarse a los cambios. La ideología de la gestión del cambio considera esta función algo negativo, cuando en realidad es esencial para mantener la capacidad creativa de los individuos y de las sociedades [27].

## Cegados por la luz

En un mundo reflexivo, la «sociedad» que cumple esta tarea necesaria al mismo tiempo está siendo transformada por las tecnologías que pretende controlar. Por esa razón el conflicto entre el conocimiento local y los sistemas más amplios es más complejo que en la Edad Media o en el siglo XIX o, incluso, en la reciente posguerra. Las tecnologías de la información, empleadas a gran escala, han cambiado la forma en que la sociedad se gestiona a niveles prepolíticos, sutiles y penetrantes. Estos cambios se producen con la decisión social de «hacerse digital», muy anterior al SAP o la reingeniería. Si hoy en día existe un impulso tecnológico, su origen se halla en esta práctica de reificar la sociedad en código binario. En último término, fueron los seres humanos los que decidieron hacer de ello una práctica común —pero el momento en que se tomó esa decisión es totalmente difuso y pertenece al pasado.

Las consecuencias de «hacerse digital» están por doquier, pues su reflexividad obliga a la sociedad a alcanzar niveles de ilustración que nunca antes se habían dado. Utilizo «ilustración» no como una metáfora de racionalidad, sino en su sentido más (aunque no totalmente) literal. Lo explícito del código binario exige claridad, incluso cuando los individuos o las organizaciones pudieran preferir operar sin ella. «En lo digital la duda ya no existe.» [28] Pero la vida humana está llena de dudas y ambigüedades. Éste es por tanto el escenario del actual conflicto entre los rincones oscuros de la vida y la intensa luz del software, que rechaza la duda. A medida que los sistemas informáticos van cubriendo cada vez más aspectos de la vida humana, se hace más difícil proteger cualquier parte de la sociedad del resplandor de la visibilidad.



El riesgo de la ilustración excesiva se puede observar en el microcosmos del Proyecto Grouper del MIT, que comenzó a finales de 1999. La Oficina de Servicios Informáticos del MIT puso en marcha este proyecto como parte de sus actividades generales de actualización del software académico para proporcionar un sistema global de gestión de las listas de clase. La gestión de las listas de clase para una universidad es un proceso tan fundamental como la gestión de compras. Las universidades necesitan la información de las clases para hacer seguimiento de matriculaciones, créditos conseguidos y grados. También necesitan las listas de clase para seguir la pista a los ingresos y asegurarse de que los estudiantes han pagado los cursos a los que asisten.

El equipo de Grouper empezó a desarrollar este software manifiestamente útil. Por ejemplo, creó un programa que cada noche generaba y actualizaba automáticamente la lista de estudiantes de cada clase a partir de la información contenida en la base de datos de matriculaciones. El equipo empezó a trabajar en la forma de vincular la lista de clase con la distribución de publicaciones electrónicas a los estudiantes apuntados. Una de las ventajas de «hacerse digital» es que tanto profesores como alumnos pueden tener acceso instantáneo a los materiales de clase y a las tareas. Así, los profesores pueden comunicarse más fácilmente con los estudiantes y éstos entre sí.

Por otra parte, las normas de privacidad prohíben que las listas de estudiantes se distribuyan automáticamente a todo el MIT y mucho menos a gente de fuera. Cualquier cosa que revele la asistencia de un alumno a clase forma parte de su expediente académico, que, según las leyes federales, es privado. Había que manejar las listas del correo electrónico de forma que se evitase su divulgación no autorizada. Por todas estas razones la elaboración de una lista de clase en la era digital es un proceso mucho más importante que antes [29].

Pronto la gente que trabajaba en el Grouper se vio perdida en el bosque cibernético. Descubrieron que no era tan obvio quién es miembro oficial de una clase del MIT. Ya es bastante difícil definir quién es estudiante del MIT, pero por lo menos en este caso la información económica y las matrículas proporcionan una idea básica. Pero definir a un asistente a clase es aún más complicado. El equipo del Grouper descubrió que algunos profesores solían dejar, y a veces pedir, a un colega o un estudiante no matriculado oficialmente en la asignatura que asistiera a clase de manera informal. No eran oyentes oficiales,

sino participantes no oficiales. Este tipo de cosas iban en contra de las normas del MIT, que exigen ser estudiante oficial para asistir a las clases. Sin embargo, esta práctica no le parecía mal a nadie si no era muy habitual y no parecía causar problemas en las clases. La vida universitaria requiere cierta manga ancha. Uno de los hilos más fuertes del tejido social es el supuesto de que los profesores tienen mucha discreción a la hora de usar esa manga ancha.

Sin embargo, los ordenadores no toleran la manga ancha. Para elaborar una lista de clase los Servicios Informáticos del MIT necesitan respuestas sin ambigüedades. Si estos asistentes informales querían tener acceso a los materiales de clase, debían ser declarados estudiantes. Si no eran declarados estudiantes, no podían acceder a los materiales de clase y por lo tanto participar en las actividades esenciales de la clase. No podían permanecer en la ambigüedad. El equipo de Grouper tuvo muchas discusiones sobre las diferencias entre estudiantes, miembros de la clase y miembros de la comunidad. Lo cual condujo a más discusiones sobre la definición de «persona» en el MIT. Resultó que había tres definiciones de «persona» a tiempo completo. Uno de los miembros del Proyecto Grouper propuso, y no del todo en broma, que fuera considerado persona todo aquel que fuera un «usuario registrado de Kerberos», es decir, que tuviera nombre de usuario en el sistema de ordenadores del campus.

Todos estos temas, revestidos de lenguaje tecnológico, se quedaron sin resolver. Según uno de los dirigentes del Proyecto Grouper, los empleados que trabajaban en él creían que las ambigüedades del mundo físico podían plasmarse en forma digital mediante una programación más inteligente. Pero con el tiempo acabaron dándose cuenta de que el problema era más social que técnico. El Proyecto Grouper resumió sus conclusiones en un memorando que terminaba con una «sugerencia para una discusión general»:

> A medida que pasamos del mundo fundamentalmente analógico de las clases a un mundo cada vez más digital, algunos aspectos del mundo físico tienen que hacerse más explícitos. Siendo más explícitos, a menudo arrojamos luz sobre las incongruencias entre prácticas, comportamientos y políticas [...] Cuando la «forma de ver» la clase de un profesor entra en conflicto con las políticas explícitas o con las normas de facto del MIT, ¿cuál es la filosofía del MIT para la solución de estos conflictos?

Esta pregunta ilustra la conciencia de que estos temas van más allá de las políticas y las normas hacia la «filosofía» subyacente. Pero, ¿cómo puede



desarrollar el MIT esa «filosofía»? Por su naturaleza, la sociedad humana es compleja, confusa, ambigua, sutil. Por su naturaleza los programas de ordenador son estructurados, claros, lógicos. No está claro que ninguna «filosofía» pueda reconciliar estas dos realidades; su papel podría ser más bien el de analizar el conflicto. Tampoco está claro a quién va dirigida la pregunta. ¿Quién va a desarrollar la «filosofía» del MIT sobre estos temas? ¿Quién es MIT en este caso?

El MIT no suele tener dificultades para articular políticas institucionales. Concretamente tiene un proceso bien establecido de elaboración de políticas sobre la privacidad. Al final de mi trabajo como decano llevamos a cabo una revisión completa de los problemas relacionados con la privacidad de los estudiantes en la era digital. Pero los temas de privacidad planteados por el hecho de «hacerse digital» son más importantes que la distribución del correo electrónico o la compra electrónica. En su libro *In the Age of the Smart Machine*, Shoshana Zuboff utiliza el panóptico —la prisión modelo en la que los prisioneros están siempre expuestos a la mirada de los guardianes, aunque éstos no estén mirando— como metáfora de la capacidad de vigilancia de los trabajadores que ofrece la tecnología informática [30]. Esta capacidad puede ser alarmante si no se elaboran políticas para controlarla.

El ejemplo de las listas de clase nos enseña que los ordenadores no deben utilizarse para una supervisión que pueda amenazar a la privacidad. El software, cualquier software, por el mero hecho de ser digital es un panóptico en potencia. Incluso en las operaciones más rutinarias el software invade grandes parcelas de la vida humana que habían quedado en la penumbra. «Arrojar luz sobre las incongruencias entre prácticas, comportamientos y políticas» forma parte inherente de la naturaleza de los ordenadores.

La paradoja de la tecnología de la información está en que una maquinaria, aparentemente insustancial, hecha de partículas de luz y dígitos sea tan poderosa revelando las pautas sociales. La tendencia de incrementar la autoconciencia es uno de los imperativos culturales más fuertes de la tecnología de la información y la filosofía de gestión de hoy. La reingeniería exige que el trabajador piense críticamente, analice, se autoescrute, se autorrealice. En este nuevo mundo ya no basta con hacer nuestro trabajo: se supone que debemos iluminarnos a nosotros mismos y nuestro trabajo, darle la vuelta, examinarlo, rehacerlo y volver a examinarlo otra vez [31]. La utopía de la autoactualización también es la utopía del eterno autoescrutinio.

Pero ¿cuánta claridad puede tolerar un individuo o una organización? Para los individuos el papel que desempeñan en la vida el subconsciente y la

rutina no desaparecerá, ni debería desaparecer. Bajar un poco la intensidad de la luz no significa contribuir al triunfo del lado oscuro. Aunque la explicitud es útil para los ordenadores, puede ser disfuncional en la vida social. La sociedad con frecuencia necesita límites borrosos, definiciones confusas, circunloquios diplomáticos y lógica difusa. La lógica social difiere de la lógica de los ordenadores, y la capacidad de la sociedad para cumplir con su función queda mermada si se restringe la capacidad de los seres humanos para hacer lo que mejor saben: ser creativos y utilizar su juicio.

## Cambio tecnológico versus cambio histórico

El Proyecto de Reingeniería finalizó oficialmente el 30 de junio de 1999. El déficit presupuestario se resolvió, aunque no gracias al Proyecto de Reingeniería. A finales de los noventa en el MIT ocurrió lo mismo que ocurrió en la economía global. La respuesta a los problemas financieros no vino tanto de las técnicas de gestión ni de sistemas contables como de la explotación creativa de nuevas oportunidades, del liderazgo ejecutivo y de un mercado expansivo. En vez de disminuir drásticamente la pendiente de la línea superior del gráfico de gastos e ingresos, el MIT aumentó considerablemente la de la inferior. El MIT inició una ambiciosa campaña de captación de fondos y una serie de colaboraciones con las empresas. El presidente Vest luchó, con considerable éxito, para estabilizar el apoyo gubernamental a la investigación. Su estrategia de tres puntos resultó ser un éxito[32].

En las reuniones del MIT los gráficos que mostraban las líneas divergentes de ingresos y gastos fueron sustituidos por los mucho más alentadores gráficos de barras que mostraban las variadas fuentes de ingresos del MIT. La barra que representaba los ingresos de la financiación gubernamental continuó decreciendo a lo largo de los noventa, mientras que las barras que representaban las donaciones personales, de empresas y otras continuaron creciendo. En 1998 las industrias de Estados Unidos contribuían con 2.400 millones de dólares a la investigación en las universidades, frente a los 133 millones de 1976. Las donaciones de individuos y empresas empezaron a superar a las gubernamentales. En los años sesenta, el gobierno proporcionaba prácticamente dos tercios de los fondos nacionales para la investigación; el tercio restante lo aportaban empresas y particulares. A finales del milenio el ratio se había dado la vuelta con dos tercios de financiación privada y un tercio gubernamental[33].



La reingeniería desempeñó un papel importante, aunque indirecto, en estos cambios. Por sí misma nunca consiguió las supuestas economías que prometía. Sin embargo, tuvo gran valor como una forma de escaparate tecnológico. La reingeniería demostró a la MIT Corporation, a los donantes potenciales y al gobierno que el Instituto se había tomado en serio la mejora de la eficiencia y de la gestión. El aumento de la financiación procedente de todas estas fuentes se debió, de manera significativa aunque difícilmente cuantificable, a la renovada confianza en la gestión económica del MIT.

Dentro del MIT el legado de la reingeniería fue mucho más ambiguo. Trajo innovaciones como el Centro de Atención a los Alumnos, aumentó la movilidad del personal en el Instituto y aportó nuevos sistemas informáticos útiles en procesos como compras. Pero había empezado con una explosión y terminó con un susurro. El aspecto duro de la reingeniería se agotó antes de que ésta terminara oficialmente. Los empleados dejaron de temer la pérdida de sus puestos de trabajo. También perdieron las ilusiones de que la reingeniería iba a traer un nuevo mundo de trabajo. Ahora la reingeniería se identifica con el SAP y las conversaciones sobre el cambio se limitan a la siguiente versión de éste.

Al igual que a la mayoría de los empleados, me alegró ver acabar la reingeniería. También compartíamos cierta tristeza por las promesas incumplidas. Recordábamos las primeras reuniones de la reingeniería en las que nos imaginábamos un nuevo mundo de asistencia a los alumnos como parte integral de la educación del MIT y no como un refugio del mismo. Pero no logramos crear el nuevo mundo en el que el MIT ofreciera a los estudiantes un mayor apoyo a la formación fuera de las aulas. Cuando finalmente lo conseguimos, no lo hicimos mediante la reingeniería. Es más, el nuevo mundo de atención a los alumnos no podía haber sido creado por la reingeniería. Su creación dependió de una profunda transformación cultural del MIT, pasando de la cultura que apreciaba sobre todo el individualismo y pequeños grupos humanos a la que otorgaba el mismo valor a las experiencias sociales y a una comunidad más extensa. El cambio ya se estaba produciendo; los estudiantes, profesores y personal no docente habían entendido, aunque cada uno a su manera y a diferentes niveles, que el respeto del MIT por la independencia de los estudiantes no debía conducir al desinterés hacia su vida. Pero este cambio no podía producirse mediante reuniones de equipos. Requería un liderazgo fuerte y la implicación de toda la comunidad.

La ideología del cambio tecnológico implica que las fuerzas del mercado sustituyen a las fuerzas históricas. Pero esto no es así y nunca será así. Los

cambios históricos no se planean ni se pueden evitar. Lo que los produce es más primordial que los equipos o la tecnología. Los cambios históricos se producen cuando se ven implicados los sentimientos más profundos de las personas, cuando se enfrentan a una crisis, cuando tienen que replantear sus hábitos e ideas —incluso los más queridos, porque, a veces, los hábitos y las ideas se vuelven insostenibles, por muy queridos que sean. Estos cambios exigen a las personas asumir la responsabilidad y actuar con valentía. Implican sufrimiento, conflictos y, a veces, muerte.

El 30 de septiembre de 1997, Scott Krueger, un estudiante de 18 años del primer curso del MIT, murió en un hospital de Boston a causa de una grave intoxicación etílica. Apenas llevaba un mes en el MIT. En la primera semana ingresó en la Phi Gamma Delta, una hermandad estudiantil situada en Back Bay de Boston, en la otra orilla del río Charles frente al campus del MIT. Él y otros diecisiete jóvenes se habían trasladado a la casa de Phi Gamma Delta. Según el gran jurado que investigó su muerte, a mediados de la última semana de septiembre se dijo a los novatos que el viernes siguiente tenían que participar en una fiesta de «La Noche de la Casa de los Animales». Después de ver la película *Animal House,* los novatos fueron presentados a los «hermanos mayores» de su hermandad, que regalaron a los «pequeños hermanos» bebidas alcohólicas. Después de esto Krueger se bebió casi toda la botella de ron Bacardi que su gran hermano le había regalado. Se desmayó y le llevaron a su dormitorio en el sótano de la casa, donde se atragantó con su vómito. Cuando sus hermanos bajaron a verle, se había puesto azul y estaba en coma. Tres días más tarde su familia pidió que le retiraran los soportes vitales y trasladó cuerpo a su ciudad natal, Orchard Park en Nueva York.

La comunidad del MIT quedó estupefacta. Creíamos que cuidábamos unos de otros. ¿Cómo podía haber sucedido semejante tragedia aquí? En los meses siguientes se habló de las borracheras de los estudiantes, de las hermandades y del sistema de residencias. Todos estos elementos estaban estrechamente relacionados con la muerte de Scott Krueger. El MIT tomó medidas a corto y largo plazo para reducir el consumo del alcohol entre los estudiantes, incluyendo la formación de un grupo de trabajo de alto nivel codirigido por Phillip Sharp (profesor de biología y premio Nobel) y Mark Goldstein (jefe de Pediatría del MIT Medical). El grupo concluyó que la reducción de consumo de alcohol debía ir acompañada de otros cambios estructurales, tales como el alojamiento de los estudiantes de primer curso en el campus y una mayor supervisión de la vida de éstos en sus residencias y



en el campus. Muchos otros grupos e individuos de la comunidad del MIT se adhirieron a estas conclusiones. Sin embargo, otros las cuestionaron.

En particular se discutió la conveniencia de que un tercio de alumnos de primer curso vivieran en las hermandades (y un número mucho más pequeño en otros grupos independientes). Inmediatamente después de la muerte de Scott Krueger, el presidente Vest anunció que se construiría una nueva residencia para estudiantes de pregrado. ¿Se utilizaría esa capacidad adicional para alojar a todos los alumnos nuevos en las residencias gestionadas por el MIT? Muchos estudiantes temieron que esto acabaría con las hermandades del MIT, que habían florecido prácticamente desde su fundación. Un número aún mayor de estudiantes temió que la exigencia de que los estudiantes de primer curso vivieran en las residencias del Instituto acabaría con la libertad de elección de residencia para los estudiantes. Muchos alumnos y alumnas, especialmente aquellos para los que la vida en las hermandades o en grupos independientes constituía la mejor parte de su experiencia en el MIT, se opusieron rotundamente a la exigencia de que los estudiantes del primer curso vivieran en residencias administradas por el MIT.

En los años que siguieron a la muerte de Scott Krueger se produjeron muchos debates en el MIT, algunos bastante agitados, sobre las residencias. En todos ellos estaba presente la imagen sonriente de Scott, cuya fotografía tomada del anuario del último curso apareció repetidamente en los medios de comunicación locales y nacionales. También se aireó la pregunta que formularon dos estudiantes que en los años noventa investigaron y publicaron sus puntos de vista sobre los problemas de las hermandades del MIT. En 1992 estos estudiantes escribieron al presidente Vest para preguntarle: «Cuando un estudiante sea asesinado o muera en una hermandad del MIT, ¿cómo justificará éste su conocimiento de las prácticas peligrosas e ilegales que se llevan realizando en ellas de forma incontrolada durante años?».

Esta pregunta nos angustiaba al presidente Vest, a mí y a muchos otros. Finalmente, el MIT, obligado por las tendencias históricas, tuvo que emprender profundas reformas en su sistema de residencias. El rápido y sustancial incremento de mujeres estudiantes en el MIT, que había empezado en los años setenta, redujo considerablemente las afiliaciones a las hermandades. El vertiginoso crecimiento del precio de los inmuebles en Cambridge y Boston, especialmente en la zona donde se concentran las hermandades, elevó las exigencias de orden y tranquilidad por parte de las agencias de propiedad inmobiliaria. Al mismo tiempo, las hermandades se encontraban asfixiadas económicamente a causa de los precios artificialmente bajos de los

alojamientos del MIT. La calidad de vida en las hermandades había ido decayendo en los años posteriores a la Segunda Guerra Mundial. Cada vez más dificultades para pagar los seguros de responsabilidad civil y convencer a los alumnos de asumir las responsabilidades legales y económicas de las residencias. Pero hizo falta que se produjera la muerte de Scott Krueger para pasar de la preocupación a la acción, al crearse una sensación de urgencia de resolución de los problemas largo tiempo pendientes. También hizo falta la valentía del presidente Vest para tomar la decisión, una vez convencido de que era lo correcto, de que los estudiantes del primer curso debían residir en el campus. La decisión se hizo pública a finales de agosto de 1998, once meses después de la muerte de Krueger. La asunción, por parte de Vest, de la responsabilidad de tomar la decisión y de ofrecer disculpas públicamente a la familia de Krueger fue un paso crucial para superar la tragedia y acometer una importante reforma[34].

Cuatro años después la vida de los estudiantes del MIT ha cambiado radicalmente. Las grúas se ciernen sobre las obras de la nueva residencia. Al orientar a los nuevos alumnos, se presta menos atención a las opciones de alojamientos y más a las normas institucionales y las opciones académicas. En el verano del 2002 los estudiantes tendrán la opción de elegir su alojamiento antes de llegar al MIT; muchos sabrán dónde van a vivir cuando lleguen al campus. El ingreso en las hermandades se hará en otoño, y no se mudarán a las casas de las hermandades hasta su segundo año en el MIT. Las normas sobre consumo de alcohol por parte de los menores de edad se han endurecido no sólo en el MIT, sino también en las ciudades de Cambridge y Boston. Los estudiantes son más conscientes de los aspectos relacionados con la responsabilidad civil y la seguridad y de su responsabilidad para con sus compañeros.

Desde luego, los cambios no deben sobreestimarse. En el MIT sigue habiendo borracheras y consumo de alcohol por parte de menores, y demasiados estudiantes llegan creyendo que beber alcohol será una parte significativa de su experiencia universitaria. Pero las actitudes evolucionan. Las reverberaciones de la muerte de Krueger continúan alterando la vida del campus, no a través de nuevas normas, sino de la acumulación de reflexiones y elecciones individuales. En otoño de 2000, cuando se hizo público el acuerdo alcanzado con la familia de Krueger, uno de los líderes del sistema de hermandades recordó: «La muerte de Scott me hizo pensar que debía luchar para que ninguno de mis amigos muriera a causa del alcohol. Por eso me convertí en 1998 en Responsable de Riesgos del IFC [Inter-Fraternity Council] (Consejo de Hermandades)». La vida social del MIT «cambió de forma inimaginable desde 1997 [...] Creo que el sacrificio de la "diversión" es un homenaje a la memoria de mi amigo Scott y demuestra que algunos de nosotros supimos sacar todo lo positivo que pudimos de su muerte»[35]. El empleo del lenguaje de penitencia y sacrificio por parte de un estudiante es un cambio extraordinario de la retórica de elección individual que solía dominar casi todas las conversaciones estudiantiles. Cada vez se escucha más la palabra «comunidad». Un ex presidente de la Asociación de Pregrado comentó: «Los estudiantes tienen una visión desde abajo de la construcción de la comunidad. La administración trabaja de arriba abajo. Hacen falta los dos para hacer que las cosas cambien»[36].



A finales de los noventa la relación entre el cambio y la comunidad se fue convirtiendo en un tema cada vez más importante. Tanto la reingeniería como las nuevas normas sobre el consumo de alcohol y alojamiento causaron graves tensiones en la comunidad del MIT. En muchos aspectos la resistencia de los estudiantes a que los nuevos fuesen alojados en el campus recordaba a la resistencia a la reingeniería. Los estudiantes creían que se les estaba imponiendo una cultura ajena, y se resistían a someterse a un control central más riguroso. Si el software SAP a veces recordaba el panóptico, también lo hacían las nuevas normas sobre el alojamiento que exigían la presencia de supervisores adultos en las hermandades masculinas y femeninas y en otros grupos independientes. En ambos casos el MIT como institución ejercía un mayor control centralizado, en gran medida debido a las presiones externas —en un caso económicas, en otro legales. Estas acciones de «arriba-abajo» fueron necesarias para que el MIT siguiera funcionando como institución. En los últimos años esta historia se repitió muchas veces y en un gran número de áreas. En respuesta a las exigencias gubernamentales, el MIT tuvo que endurecer el control central de los fondos para la investigación, de las actividades profesionales de los profesores ajenas a la universidad, de las medidas de seguridad en los laboratorios y de otras innumerables facetas. En muchos casos los profesores protestaron por el aumento de la supervisión, que consideraban innecesaria, pero la institución tenía que cumplir las normas de su entorno.

En el análisis que hace Ulrich Beck de la modernidad «avanzada» o «reflexiva», «la producción social del *bienestar* va acompañada sistemáticamente de la producción social de *riesgos*». El alcohol y las hermandades no son riesgos nuevos, pero la tolerancia de los peligros que entrañan es reducida en una sociedad en la que la gestión del riesgo, como responsabilidad colectiva,

más que personal, ha adquirido una gran importancia práctica. En una sociedad de riesgo las llamadas a cumplir las normas comunitarias no son escuchadas. Por el contrario, la detección, el control y el remedio para los riesgos se realizan de forma sistemática y a través de una serie de normas y estructuras bien definidas[37].

Durante generaciones la gente del MIT ha desarrollado un complicado sistema de autoanálisis y autorregulación, plasmado en el lenguaje, las relaciones, las normas y los hábitos sociales. Apelamos a este sistema para explicarnos a nosotros mismos. Tiene sentido para nosotros, como comunidad, pero no lo tiene para agencias reguladoras como el Boston Licensing Board o el Gran Jurado del Condado de Middlesex o el público en general. Como la mayoría de las comunidades, habríamos preferido dejar algunas cosas sin decir o decirlas a medias, ocultas o visibles sólo en parte, dejando un amplio margen para la variedad y flexibilidad dentro de unas expectativas generales más amplias. Pero los gerentes de la sociedad de riesgo exigen claridad, especificidad y visibilidad.

En los tumultuosos meses que siguieron a la muerte de Scott Krueger, los productores del programa informativo de la ABC *20/20* (cuyo nombre recalca el tema de la visibilidad) informaron al MIT de que iban a hacer un programa sobre el consumo de alcohol en la universidad. Necesitaban a un representante del MIT y me tocó este poco envidiable papel. Para prepararme me entrené con una asesora de imagen. Primera pregunta de la asesora: ¿Quién es el responsable de las hermandades del MIT? Hay muchos niveles normativos, empecé, incluyendo a los funcionarios de las hermandades, la corporación de la hermandad, el Consejo de las Hermandades, el decanato, la nacional. La asesora me cortó en seco. Sacudió la cabeza y espetó: «Eso suena a que no hay nadie responsable. Demasiado complicado. La respuesta es que el MIT es el responsable y usted está al mando. Empecemos de nuevo. ¿Quién es el responsable de las hermandades del MIT?». Mi asesora me preparó bien. Durante todo el tiempo que el programa *20/20* dedicó al MIT el entrevistador no dejó de preguntarme: «¿Quién es el responsable de la muerte de Scott Krueger? ¿Quién?». No existe un único responsable, le respondí, pero el MIT tiene parte de la responsabilidad y en última instancia el MIT está a cargo. Cuando el presidente Vest ofreció personalmente sus disculpas a los padres de Scott Krueger repitió este mensaje.

No basta con ser una comunidad. En una sociedad del riesgo las instituciones necesitan tener claras sus responsabilidades, y éstas deben ser conocidas por la sociedad. Pero las estructuras transparentes de autoridad tampoco



son suficientes. Para una regulación verdaderamente efectiva del abuso del alcohol, el MIT debe funcionar también como una comunidad de confianza e interés mutuos.

En la entrevista de *20/20* intenté explicar que los reglamentos no bastaban para reducir el consumo de alcohol entre los estudiantes, pues sólo conseguían que se consumiera de forma clandestina fuera del campus. Ni siquiera en la residencia mejor gestionada, dije, una universidad puede impedir que los estudiantes consigan alcohol, especialmente en áreas urbanas, o que lo consuman en sus dormitorios o que inviten a sus compañeros a unirse a ellos. El MIT no puede establecer una vigilancia 24/7, dije. Ni siquiera como madre lo consigo; en algunos momentos tengo que confiar en mis hijos al igual que en la universidad me tengo que fiar de mis estudiantes. Si la presión de la comunidad contribuye al abuso del alcohol, también puede ayudar a combatirlo. («La muerte de Scott me hizo pensar que debía luchar para que ninguno de mis amigos muriera a causa del alcohol...»)

Tenemos un dilema institucional. Justo cuando necesitábamos la fortaleza de las normas comunitarias para controlar el abuso del alcohol por parte de los estudiantes, nuestro sentido de cohesión y fe en la comunidad fue socavado por los repetidos esfuerzos de ejercer más control institucional. Cerrar la brecha presupuestaria y la brecha normativa hizo aumentar la brecha de la confianza. Los estudiantes estaban preocupados porque «la administración» les iba a castigar por faltas insignificantes. Pensaban que pedir ayuda médica para un estudiante borracho podía acarrear la expulsión del MIT. Y cuanto mayor se hacía la brecha de confianza, más hablábamos de la necesidad de «construir la comunidad». ¿Cómo podía equilibrar el MIT sus necesidades de confianza y de gestión?

En palabras de uno de los vicepresidentes: «Éramos una comunidad y nos estamos convirtiendo en una empresa». Una empresa puede tratar de reducir los riesgos y gestionar el cambio, pero sus técnicas pueden socavar las mismas estructuras sociales que hacen que la gente tome decisiones individuales y se adapte al cambio. El MIT debe ser empresa y comunidad al mismo tiempo. ¿Cómo se consigue eso en la era de la información?

# 4. Tecnología y comunidad

## Conversaciones sobre el cambio y conversaciones sobre la comunidad

Todas las residencias de estudiantes de pregrado del MIT y la mayoría de las de los graduados tienen un profesor tutor que vive en el edificio (a menudo con su esposa e hijos) y que supervisa la vida intelectual y social de la residencia. Éste es uno de los papeles más importantes, difíciles y gratificantes para un profesor del MIT. Cada año el presidente Vest y su esposa organizan una cena para los tutores para agradecerles su trabajo y enterarse, en un ambiente relativamente informal, de cómo están las cosas. En la primavera de 1995 la conversación de sobremesa giró en torno a una serie de sucesos recientes ocurridos en las residencias. Ninguno de ellos era grave, pero su conjunto hizo que los tutores se dieran cuenta de que no entendían claramente los principios educativos subyacentes al sistema residencial del MIT. Así que pidieron a Vest que les ayudara a aclarar esos principios.

El presidente suele pasar la mayor parte del día escuchando quejas de la gente, pero en este caso Vest se dio cuenta de que el grupo había tocado un tema especialmente importante. La última vez que el MIT había hecho una revisión completa de la educación residencial y académica se remontaba a casi medio siglo, en los tiempos del comité Lewis. Por entonces el MIT era una universidad de no residentes. Algunos de los estudiantes que no vivían en sus casas encontraban alojamiento en las escasas residencias de estudiantes del campus de Cambridge, donde se trasladó el Instituto en 1916; muchos más vivían en las casas de las hermandades, la mayoría de las cuales (entonces y ahora) estaban situadas en Boston a lo largo del río Charles. El comité Lewis formó un subcomité que recomendó un mayor compromiso

institucional para crear un verdadero campus residencial de manera que la educación informal que proporciona la vida del estudiante se convirtiera en parte de la experiencia educativa global del MIT. Tras pensárselo, el presidente Vest decidió que había llegado el momento de emprender otra revisión de alto nivel de la misión educativa del MIT, con especial atención a la relación entre la vida en el campus y la académica. Cuando, en junio de 1995, comentábamos el papel del decanato, me dijo que planeaba crear un grupo de trabajo sobre la vida estudiantil y la docencia siguiendo el modelo del comité Lewis.

En otoño de 1995, en colaboración con el presidente, el consejo de profesores y el personal del decanato, empecé a reclutar profesores para el nuevo grupo de trabajo. El primer criterio era tener reputación de «buen ciudadano»; buscábamos a personas con amplios intereses y que regularmente dedicaban algo de su tiempo a tareas globales del Instituto. Incluso para los «buenos ciudadanos» la participación en el grupo de trabajo era más de lo que su conciencia les exigía. Dedicar un año entero a las reuniones periódicas era un compromiso demasiado grande. Nadie podía imaginar que duraría dos.

Para el profesor medio el análisis de coste-beneficio personal resulta contrario al trabajo en los comités. A diferencia de la investigación y la docencia, no influye directamente en los salarios y las promociones. De hecho, algunos jefes de departamento consideran la participación excesiva en los comités como algo negativo. La mayoría de los profesores consideran la participación en los comités como el deber de participar en un jurado —una responsabilidad que preferirían evitar, aun siendo beneficiosa para la institución. Precisamente porque los comités son tan necesarios, hay tantos: comités de búsqueda, comités de promociones, comités curriculares, comités de premios, comités de normas y muchos otros, a todos los niveles (departamentos, divisiones, Instituto). Y precisamente porque hay tantos es fácil olvidar hasta qué punto son vitales para el funcionamiento del Instituto. Si la MIT Corporation (el equivalente al consejo de administración) gobierna el Instituto de arriba abajo, los comités de profesores lo hacen de abajo arriba. Cada profesor sufre la tensión entre el sistema de recompensas de logros personales y el sistema de recompensas por participar en el mantenimiento de los valores institucionales.

Los profesores que finalmente accedieron a participar en el Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia lo hicieron porque estaban convencidos de que el grupo de trabajo originaría cambios serios y sustanciales. La frase coloquial que empleaban para explicar sus motivos era «queremos marcar la diferencia». Esta significativa frase es un recordatorio de los orígenes de la democracia, el deseo de los individuos mortales de alcanzar la gloria inmortal a través de palabras y hechos compartidos que se transmiten en el tiempo como recuerdo organizado [1]. «Marcar la diferencia» es una frase que sugiere una motivación que no es el interés individual ni tampoco el interés común altruista. Participando en el grupo de trabajo los profesores esperaban ejercer el poder político e incluso pasar a la historia del Instituto, uniendo sus nombres a un conjunto de recomendaciones importantes. (Como observó uno de los miembros del grupo de trabajo: Nadie conoce al comité Lewis por su nombre oficial, Comité de Supervisión de la Educación.) A principios de la primavera de 1996 ya estaban elegidos los copresidentes del grupo de trabajo: Robert Silbey del Departamento de Química y John Hansman del Departamento de Aeronáutica y Astronáutica. La decisión de que uno de los copresidentes viniera de la ciencia y el otro de la ingeniería fue intencionada para equilibrar los puntos de vista y los intereses de las dos fuerzas dominantes en la vida académica del MIT [2]. Gradualmente otros siete profesores, incluyéndome a mí, fueron incorporados al grupo. Los copresidentes empezaron la selección de los representantes estudiantiles, dos de pregrado y uno graduado en colaboración con los procedimientos de gobierno de estudiantes. Finalmente, en junio de 1996 el presidente Vest convocó la reunión del Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia para emprender la «revisión exhaustiva de la misión educativa del instituto y de su implementación» [3].

Durante los dos años siguientes el grupo de trabajo y la Reingeniería de Atención a los Alumnos fueron los dos polos de mi existencia, al igual que lo fueron de la vida institucional del MIT. En ambos hemos tenido que escuchar muchas «conversaciones sobre el cambio». En la reingeniería se referían al supuestamente generalizado e irresistible cambio tecnológico que nos conduciría al nuevo mundo organizativo: un lugar de trabajo orientado al mercado de individuos autopotenciados que provocan sin temor cambios aún mayores. Cuando se aplicaban a la organización de la universidad las conversaciones sobre los cambios tecnológicos se centraban en la promesa (y también amenaza) de la «educación a distancia». En la era de Internet (seguía la argumentación), los colegios y las universidades han perdido su monopolio casi exclusivo de ser las valiosas fuentes de información. Y dado que reunir a la gente alrededor de estas fuentes de información cuesta mucho dinero, el determinismo de mercado combinado con el determinismo tecno-

lógico actuarán en contra de la enseñanza residencial [4]. Otro decano me comentó: «Todo el mundo teme que hemos construido residencias en las que no vivirá nadie». El irresistible cambio tecnológico podía acabar con el campus residencial.

Se podría pensar que la versión educativa de las conversaciones sobre el cambio era bien recibida en el MIT, orientado al futuro y hacia la tecnología. Se podría pensar que los profesores y estudiantes del MIT abrazaron la idea de abandonar la ciudad universitaria de la colina a cambio del modelo educativo muy tecnológico y de alcance global. La mayoría de los profesores, incluyendo a los miembros del grupo de trabajo, tenían muchos compromisos fuera del MIT y llevaban vidas de neonómadas, por lo que la tarea de organizar reuniones periódicas del grupo de trabajo fue muy ardua. La mayoría de los estudiantes aspiraban a llevar vidas parecidas.

Pero pasó justo lo contrario. El grupo de trabajo, compuesto por tecnófilos visionarios del futuro, estudiantes y profesores por igual, llegó a la conclusión, firme y unánime, de que el futuro del MIT no estaba en la promoción del cambio tecnológico, sino en el mantenimiento de la comunidad [5] de Cambridge, Massachusetts 02139.

Los que formábamos parte del grupo de trabajo rechazamos la visión de la historia como el «cambio tecnológico» derrotando a unas «comunidades» condenadas al fracaso. Rechazamos la idea de que el nuevo mundo de sistemas era la fuente de la vitalidad futura y que las comunidades eran la base de la resistencia del pasado. Mientras trabajábamos en los aspectos de la vida del estudiante y de su formación, llegamos a la conclusión de que, a menudo, son los grupos de personas definidos local y culturalmente los que provocan los cambios —cambios significativos y no meramente incrementales. Tras dos años de estudio llegamos a la conclusión de que el MIT ha sido tan fértil en la creatividad tecnológica —tan innovador, si se quiere— gracias a sus grupos informales, encuentros no estructurados, conexiones extrañas, divagaciones y soñar despiertos. Los recursos comunes del MIT nos proporcionaron el tiempo y el espacio para encontrarnos. Sería un grave problema para nosotros que los sistemas tecnológicos de la era de la información cerraran lo que eran tierras comunales. Defendíamos nuestro terreno frente a las tecnologías de la información.

Esta conclusión parece enteramente contraria a la intuición. ¿Esto es el MIT? Es el MIT por la forma en que el grupo de trabajo huyó del sentimentalismo antitecnológico. El grupo de trabajo rompió dos vínculos convencionales: el que une el cambio con el realismo y el que vincula la comunidad con el romanticismo. Observando el proceso de reingeniería, coincidente en el tiempo, los miembros del grupo de trabajo llegaron a la conclusión de que los verdaderos románticos eran los «agentes del cambio» orientados a los negocios. Los partidarios de la reingeniería podían emplear el duro tono neorrealista hablando de la línea de frente del cambio tecnológico, pero sus descripciones de este cambio incorporaban promesas neorrománticas, incluso utópicas, de un nuevo y desafiante mundo de la innovación. En vez de las fantasías utópicas de «hacer que las cosas funcionen», el grupo de trabajo presentó una evaluación realista de recursos necesarios para apoyar la creatividad y los descubrimientos. En nuestras conversaciones sobre la comunidad educativa, para bien o para mal, los componentes del grupo de trabajo no teníamos en mente las imágenes de las verdes praderas, muros cubiertos de hiedra y largas conversaciones sobre el sentido de la vida. De una manera perfectamente realista argumentamos que las fuentes de creatividad necesarias para producir cambios, tecnológicos o de cualquier otro tipo, prosperan únicamente en lugares que proporcionan el tiempo y el espacio para intensas interacciones sociales como son la investigación y la enseñanza.



Hoy en día las conversaciones sobre el cambio y sobre la comunidad coexisten en forma de discursos pseudopolíticos, rara vez como diálogos, casi siempre como monólogos que transcurren sin apenas puntos de intersección. Representan distintas corrientes de pensamiento sobre la forma de gobernar la tecnología. Las conversaciones sobre el cambio ponen énfasis en la gestión participativa, pero este ideal participativo se ve constante y contundentemente amenazado por el hecho de que la mayoría de los empleados no ven seguros sus puestos de trabajo. Se les pide su opinión sobre la gestión; sin embargo ellos son los gestionados y sus puestos de trabajo están a merced de cualquier «reducción», así que sus opiniones raramente están exentas de temor.

Por otra parte, los profesores titulares del grupo de trabajo, los «buenos ciudadanos» cuyos empleos no están amenazados, pueden tomar parte en algo que se parece bastante más a la democracia participativa. Desde esta base razonablemente segura, el grupo de trabajo buscó y recibió las opiniones de los profesores no titulares, personal no docente y estudiantes. Juntos, gradual y cautelosamente, nos vimos inmersos en lo que Latour definía como política: la «composición progresiva de un mundo común» —o, empleando un término que tiene una honorable historia en Massachusetts: la composición de una *commonwealth*.

Pero mientras el grupo de trabajo estaba haciendo esta labor, seguíamos formando parte del mundo existente y, por tanto, éramos parte del problema que intentábamos solucionar. En este mundo circular y reflexivo, ¿cómo se puede reafirmar la importancia de la vida en comunidad si no se está viviendo en una comunidad razonablemente sólida? Lenta y cuidadosamente hemos conseguido formar una visión compartida del MIT que trascendía nuestras subjetivas visiones individuales [6]. Cómo lo conseguimos —el proceso que nos llevó a las recomendaciones— es tan interesante como las propias recomendaciones. La historia del grupo de trabajo resume y muestra el proceso de construcción de un mundo común en la era de la información.

## El Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia

El 1 de agosto de 1996, ocho de los nueve miembros del Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia se reunieron por primera vez en Carriage House, en la Institución Oceanográfica de Woods Hole en Cape Cod. (Los representantes estudiantiles no fueron elegidos hasta el mes siguiente, cuando los estudiantes regresaron al campus después de las vacaciones de verano.) Esperábamos un día soleado, pero la lluvia no dejó de caer un solo instante. A pesar de su rimbombante nombre, Carriage House era básicamente un chalé y la sala de reuniones en la que nos encontrábamos era pequeña y oscura. Después de un año de intentos de lanzar el grupo de trabajo, pensé que me iba a sentir exultante. Pero estaba desanimada y un poco deprimida.

Dedicamos la primera parte de la mañana a las presentaciones y explicaciones de por qué nos dedicábamos a lo que nos dedicábamos, cómo llegamos al MIT y cómo nos fue en él. En seguida descubrimos que nuestras experiencias apenas tenían puntos en común. Independientemente del lugar que ocupábamos en la estructura del Instituto y de la cantidad de trabajo realizado en los servicios generales, ninguno de nosotros había olvidado la primera impresión que el MIT nos había causado. Impartíamos asignaturas diferentes; pertenecíamos a grupos profesionales diferentes; vivíamos en extremos opuestos del campus. A veces parecía que trabajábamos en instituciones diferentes.

Tampoco compartíamos las mismas experiencias históricas. Esto no fue un problema para el comité Lewis. Para ellos la Segunda Guerra Mundial proporcionó un punto de referencia común, una estrella polar de primera magnitud. Cincuenta años más tarde, en nuestra presentación inaugural encontramos pocos puntos en común en nuestras vidas. Los pocos que compartíamos pertenecían a la década de los sesenta. Por aquel entonces la mayoría de nosotros estudiaba en la universidad y la mayoría, en mayor o menor grado, había participado en los movimientos en pro de los derechos civiles y actividades en contra de la guerra. Pero en los años más recientes nuestra historia común empequeñecía. Los mercados globales, el calentamiento global y la revolución de la información no eran eventos sino procesos; todos los habíamos vivido pero de forma dispar y no concluyente. Los procesos históricos no tienen el poder aglutinador de los acontecimientos históricos. Todo lo contrario: tienden a desunir a la gente porque afectan a cada uno de forma diferente. Lo primero que teníamos que hacer era crear una realidad común, ya que no teníamos ninguna.



Gran parte de la primera mañana la dedicamos a desahogarnos contando nuestras percepciones de los problemas del MIT, que para la mayoría de los profesores son los responsables del declive de la civilización académica: criterios de admisión (nunca suficientemente estrictos), el primer curso (nadie está al cargo), prácticas de laboratorio (hacen falta más), el curso de introducción a la física, conocido como 8.01 (¿por qué lo suspenden tantos estudiantes?), humanidades (demasiado desconectadas), motivación de los estudiantes (nunca suficientemente fuerte). Hacia el mediodía estábamos metidos en lo que uno de los participantes llamó «el lastre de 8.01». Solíamos comenzar hablando de los grandes cambios experimentados por el mundo —problemas medioambientales globales, las diferencias entre las economías desarrolladas y en vías de desarrollo, cambios demográficos del estudiantado—, pero en cuanto empezábamos a tener una visión más global, acabábamos descendiendo a las discusiones de por qué los estudiantes suspenden el 8.01, como si esto fuera algo que formaría parte del paisaje del MIT para siempre. Apenas hablamos de la vida de los estudiantes fuera de las aulas. Como profesores, tendíamos a igualar educación con enseñanza. La lluvia parecía interminable.

Pero el espíritu del MIT dice que «resolvemos problemas». Una de las mayores cualidades de esta cultura institucional es la costumbre de enfrentarse a problemas complejos, aparentemente insolubles, no dejando que te superen y haciendo lo imposible para dividirlos en piezas más manejables. Resumimos nuestra tarea y empezamos a planear cómo íbamos a abordarla. John Hansman nos recordó que nos encontrábamos en la fase de «recopilación de la información». Así que empezamos a planificar el proceso de

recopilación de la información: obteniendo los datos de los estudios hechos, haciendo más estudios, reuniendo documentación, entrevistando a la gente en el MIT y fuera de él, preparando las preguntas para las entrevistas, asignando tareas de investigación. Y por último, aunque no menos importante, sacamos nuestras agendas para encontrar tiempo para reunirnos dos horas a la semana con el fin de intercambiar y discutir toda la información obtenida.

En la era de la información no está muy claro qué es la información y cómo puede ser convertida en conocimientos compartidos y útiles para crear un mundo común. Habíamos decidido que nuestra tarea sería poco selectiva. También seríamos deliberadamente ineficientes, ya que lo único que sabíamos en aquel momento es que ni siquiera sabíamos lo suficiente para poder definir los problemas. Si concretábamos nuestros objetivos demasiado pronto, corríamos el riesgo de dejar fuera los más importantes. También nos dábamos cuenta de que la credibilidad de nuestra información era, por lo menos, tan crítica como su papel funcional. Queríamos ser capaces de defender nuestras conclusiones en un proceso de consultas tan abierto y amplio como fuera posible. En este sentido nos parecíamos al Proyecto de Reingeniería: nos dábamos cuenta de la capacidad esclarecedora de un proceso intensivo, independientemente de su resultado final.

A comienzos del primer trimestre de 1996 fueron designados los tres representantes de los estudiantes y empezamos con la rutina de reuniones semanales de dos horas de duración. Empezamos entrevistando al decano de admisiones, presidencia del claustro de profesores, presidente ejecutivo, director de becas, responsable de los comedores, un grupo de responsables de las residencias y al presidente.

Las reuniones forman parte de la era de la información tanto como los ordenadores. Es una práctica social que transforma hechos en significado. Desde fuera las reuniones del grupo de trabajo se parecían a las de la reingeniería: café, zumos, fuentes de rodajas de melón, uvas, piñas y surtido de galletas, una gran mesa alrededor de la que se sentaban (a veces no muy derechos) los miembros del comité con el invitado o los invitados en un extremo. Sin embargo, el parecido sólo era superficial. Las reuniones de reingeniería fueron diseñadas por los miembros del Comité de Dirección para oír los informes sobre la marcha del proyecto; nos citaban para consultarnos o pedir nuestra aprobación, pero apenas teníamos la oportunidad de discutir cosas o de exponer nuestra opinión, por lo que, a menudo, el Comité de Dirección no conseguía dirigir.



En cambio, las reuniones del grupo de trabajo se parecían más a las charlas que a las presentaciones. Teníamos una lista de preguntas para cada invitado, pero también éramos concientes de que algunas de las observaciones más importantes podían surgir de los enfoques más extraños e imprevistos. Así que no era de extrañar que las reuniones del grupo de trabajo tendieran a las divagaciones, a veces en exceso. Más de una vez me encontré añorando el vigoroso ritmo y la disciplina de las mejores reuniones de reingeniería. Nuestras conversaciones tenían algunos momentos brillantes, pero esos momentos rara vez enlazaban con otros. A medida que se acercaba el fin del primer trimestre, el sentido de nuestra búsqueda de hechos parecía seguir siendo elusivo. El mapa de información parecía más bien un laberinto de información. Seguíamos teniendo problemas para salir de lo local y contactar con los poderes que podían transformar el MIT en su totalidad. Y los problemas eran mucho mayores cuando intentábamos llegar a los poderes capaces de influir sobre el mundo exterior al MIT.

Decidimos que debíamos hacer un esfuerzo especial para recabar información de los profesores más jóvenes, los profesores no titulares, que eran el futuro del Instituto y que representaban además una espectacular colección de talentos. Decidimos invitar a los profesores no titulares a un taller en enero, durante las largas vacaciones entre el primer y el segundo trimestres. La forma de organizar el taller surgió de una especie de toma y daca. Algunos pretendíamos que durase todo el día, argumentando que de otra manera los profesores no tendrían tiempo de aportar ideas útiles. Otros consideraban que exigíamos demasiado de estos profesores, que, a causa de la preparación de sus exámenes de titularidad o de que muchos de ellos tenían hijos pequeños, se encontraban en la fase más ocupada y estresante de sus vidas.

Con algunos recelos nos decantamos por un taller de día completo. Para nuestra sorpresa acudieron 75 profesores no titulares. Evidentemente ellos también querían disfrutar del contacto con sus colegas, debatir temas trascendentales y, tal vez, influir en las decisiones. Muchos de ellos procedían de otras instituciones y no llevaban en el MIT el tiempo suficiente para experimentar el tirón del 8.01. Con su asistencia masiva, su entusiasmo y creatividad, los profesores no titulares reorientaron el grupo de trabajo hacia una visión global y expansiva de la misión educativa del MIT. El taller de profesores no titulares resultó ser la actividad de recopilación de información más estimulante.

A partir de aquel momento el proceso de recopilación de información empezó a incluir un número cada vez mayor de personal no docente de la

comunidad del MIT. Mientras algunos miembros del grupo de trabajo continuaron entrevistando a los administradores, otros empezaron un proceso paralelo estableciendo dos grupos: Subcomité de Vida Estudiantil y Grupo Asesor Estudiantil. El Subcomité de Vida Estudiantil estaba controlado por el staff de la oficina del decano, gente que trabajaba directa y continuamente con los estudiantes. El Grupo Asesor Estudiantil estaba formado por aproximadamente dos docenas de estudiantes voluntarios de posgrado y pregrado, incluyendo a los tres estudiantes miembros oficiales del grupo de trabajo.

La formación de los dos grupos produjo un giro imprevisto en la dinámica del grupo de trabajo. La «recopilación de información» puede sonar como un proceso neutral, pero no lo es. Alguien tiene que definir implícita o explícitamente qué información es la importante. En las primeras reuniones del grupo de trabajo los profesores modelaban el proceso fijándose en temas curriculares: qué hacer con el 8.01, cómo equilibrar la ciencia y la ingeniería, cómo conseguir mayor flexibilidad y formación práctica para los currículos. Pero lo que empezó como un proceso centrado en los profesores evolucionó hacia algo mucho más equilibrado entre los profesores, el personal no docente y los estudiantes. Muchos de los profesores miembros del grupo de trabajo nunca habían tenido contacto prolongado con los decanos de la vida de los estudiantes (los que trabajan más directamente con los estudiantes en muchos aspectos de la vida residencial del campus). Cuando los profesores empezaron a colaborar regularmente con el Subcomité de Vida Estudiantil, aumentó su respeto por los conocimientos y la dedicación del personal. Recuerdo vívidamente el momento en el que uno de los profesores del grupo de trabajo se refirió, resaltándolo, a los miembros del personal como «profesionales»[7].

Aún más chocante fue el cambio de la dinámica social cuando se formó y empezó a funcionar el Grupo Asesor Estudiantil. Los estudiantes, al aumentar su peso en el grupo de trabajo, redefinieron los temas. En vez de estar representados a través de los profesores, se representaban a sí mismos. En vez de ser los rostros de la clase 8.01, o incluso de una clase de humanidades, aparecían como jóvenes adultos cuyas vidas, aunque dominadas por las clases y los deberes, también incluían a los compañeros de habitación, compañeros de residencia, amigos, amantes, comidas, deportes, fiestas, religión, familias y sueños sobre su futuro. El personal no docente y los estudiantes empezaron a dirigir la atención del grupo de trabajo hacia temas no académicos: asesoría, orientación, comidas, alojamiento, deportes, vida social. Este cambio no



consistía en conseguir mayor o mejor información. Era un cambio de poder que definía qué información era realmente importante. En febrero de 1997, un mes después del taller de profesores no titulares, el Grupo Asesor Estudiantil se reunió con el grupo de trabajo y lanzó la idea de que este último respaldara una «tríada» de actividades educativas del MIT: actividades estudiantiles, enseñanza e investigación. Las dos últimas siempre se habían considerado actividades educativas, la primera no, pero el grupo de trabajo, en su totalidad, apoyó el concepto. Con su aliento, el Grupo Asesor Estudiantil esbozó un informe preliminar refinando el concepto de la «tríada educativa». En este borrador los estudiantes habían cambiado el nombre de la tercera pata, la que iba a añadirse a la enseñanza y la educación: en vez de llamarla «actividades estudiantiles», la convirtieron en «comunidad». Los estudiantes habían decidido que «actividades estudiantiles» era un término demasiado limitado y que podía ser fácilmente interpretado en el sentido de pertenencia a un club. Tampoco valía para expresar la esencia de lo que más deseaban: un interés constante por parte de los adultos del campus por sus vidas, y no exclusivamente por sus aspectos académicos.

En las reuniones del grupo de trabajo, mientras hablábamos de la «comunidad», seguíamos buscando una definición más amplia: intentábamos conseguir integrar las vidas de profesores, personal no docente y estudiantes. También hablábamos de la importancia del campus como lugar geográfico de esa integración humana. En una conversación informal uno de los estudiantes comentó que lo que más echaba de menos en el MIT era el «sentido del lugar»[8]. Esta observación tocó una fibra sensible en muchos de nosotros: en aquel momento gran parte de la atención institucional se centraba en colaboraciones con empresas y universidades ajenas y muchos de nosotros dedicábamos cada vez más tiempo a reuniones, actividades y viajes fuera del MIT. A pesar de estas tendencias o, probablemente, gracias a ellas, empezamos a hablar de la necesidad de crear un grupo de trabajo para promover la «filosofía de Cambridge 02139».

Mientras los estudiantes desarrollaban el concepto de una tríada educativa, los profesores trabajaban en el «nuevo *quadrivium*», un nuevo tipo de educación liberal que incluyera ciencias naturales, artes y humanidades, ciencias sociales y tecnología. Sin embargo, esas ideas no tuvieron mucho desarrollo. Las diferencias iniciales de nuestras experiencias y puntos de vista, tan evidentes durante nuestro retiro de agosto de 1996, aunque moderadas por el año de trabajo conjunto, seguían latentes bajo la superficie. El punto de vista de los ingenieros sobre la formación de pregrado, es decir,

conseguir que los alumnos sean competentes, o por lo menos semicompetentes, en su actividad profesional, estaba muy lejos de la visión de una formación de pregrado de letras y ciencias como base intelectual y generalista de la educación continuada a lo largo de la vida. Estas diferencias tienen una larga historia e implican estructuras y desarrollos profesionales que sobrepasan ampliamente los muros del MIT. No desaparecen sólo porque los miembros del grupo de trabajo se conozcan mejor y aprecien más las experiencias de los demás[9].

Hicimos algunos progresos cuando, en vez de enumerar lo que debía incluir el currículo, decidimos dejar claro lo que tendrían que ser sus objetivos educativos. Empezamos a discutir sobre lo que deberían ser las «características de un individuo educado» de comienzos del siglo XXI. Nos costaba menos llegar a un acuerdo sobre los objetivos de una educación técnica que sobre los medios. Aun así este tema nos obligó a afrontar algunas diferencias latentes. Cuando uno de los profesores de ingeniería dijo que el individuo educado de hoy está familiarizado con «la integración, síntesis y descomposición de los sistemas», un científico del grupo de trabajo le objetó que aquel lenguaje echaba por tierra todo el esfuerzo porque rezumaba ingeniería. Él sugería algo como «es capaz de manejar la complejidad». Su sugerencia fue aceptada. Y aunque nunca nos pusimos de acuerdo sobre la «nueva educación liberal» o el «nuevo *quadrivium*», nuestra descripción de los «atributos de un individuo educado» tuvo su efecto en expandir el significado de la educación del MIT más allá de su contenido técnico[10].

A principios del primer trimestre de 1997, mientras los miembros del grupo de trabajo intercambiaban los borradores de los informes, murió Scott Krueger. El Instituto se sumió en discusiones sobre el alcohol, la vida social de los estudiantes, residencias, elección individual y responsabilidad institucional. El grupo de trabajo sucumbió a esa tendencia. Mientras hablábamos de todos estos temas, los vicepresidentes nos alejaron sabiamente de las discusiones detalladas. Para que nuestro informe tuviera valor a largo plazo, alegaron, debíamos tener un punto de vista más distante, por encima de las presiones del momento. A pesar de ello no podíamos ignorar nuestras discrepancias fundamentales, especialmente relativas al tema crítico del alojamiento de nuevos estudiantes. Los profesores opinaban que los alumnos de primer curso debían vivir en residencias. Los estudiantes, en su mayoría, opinaban que no tenían por qué.

Habíamos llegado a un acuerdo sobre el principio general de comunidad; pero pronto fuimos conscientes de la vaguedad del término. Para la



mayoría de los estudiantes el paradigma de comunidad del MIT era el grupo al que pertenecían, ya fuera una residencia administrada por el instituto o un grupo de alojamiento independiente organizado por los estudiantes. Para la mayoría de los profesores que abogaban por la creación de una comunidad en el MIT, el concepto era algo más académico en orientación y de mayor alcance. En la vida cotidiana la vaguedad puede ser necesaria. Permite que la gente llegue a un acuerdo sobre la meta general y luego alcance compromisos en lo concreto. Una palabra como «comunidad» suele utilizarse en exceso, además de estar poco definida y ser ominosamente esperanzadora. (El historiador de la cultura Raymond Williams dijo en una ocasión: «Fue cuando súbitamente me di cuenta de que nadie había utilizado "comunidad" en un sentido hostil cuando vi lo peligrosa que era»[11].) Una crisis puede llevarse por delante la útil pero limitada capa de ambigüedad.

Tras la muerte de Scott Krueger, el MIT sufrió una crisis de comunidad. Muchos estudiantes y antiguos alumnos atacaron ferozmente al MIT por destruir el sistema de hermandades, privando a los estudiantes de la elección de alojamiento o tratándolos como a niños. Dentro del grupo de trabajo, a pesar de las relaciones de confianza y respeto que habíamos creado durante meses de trabajo conjunto, seguíamos discrepando en nuestras definiciones fundamentales de comunidad. Sin embargo, debido a nuestras relaciones personales, no nos gritamos nuestras opiniones unos a otros. Intentamos seguir limando las diferencias. Fue un período difícil. Además de las reuniones programadas, los copresidentes mantuvieron una serie de reuniones individuales con algunos miembros en un intento de resolver las diferencias. No muy lejos de allí, el fiscal del distrito del Condado de Middlesex investigaba ante gran jurado las circunstancias de la muerte de Krueger. El Consejo de Licencias de Boston y su homólogo de Cambridge estaban tomando medidas que amenazaban la supervivencia de las casas de hermandades y de todo el sistema de hermandades en general. Los políticos y líderes de opinión locales seguían preguntando cómo consentía el MIT que los estudiantes de primer curso vivieran en lo que ellos consideraban casas no supervisadas. Lo mismo hacía la prensa nacional.

A finales de la primavera de 1998 el grupo de trabajo alcanzó el acuerdo de recomendar que todos los alumnos de primer curso se alojaran en las residencias del campus. No fueron los argumentos a favor o en contra de la «comunidad» los que empujaron a los estudiantes del grupo de trabajo y al Grupo Asesor Estudiantil a apoyar la recomendación; fue el sentimiento de que este cambio era inevitable. La forma en que ocurrió revela el modelo

fractal de la vida en comunidad: no vivíamos en una jerarquía, sino en una red interactiva de comunidades. Mientras que la «comunidad» del MIT se hallaba profundamente dividida sobre las virtudes del sistema de alojamiento del MIT, el mundo exterior —las «comunidades» de Boston y Cambridge— llegó a la conclusión de que el Instituto pecó de irresponsable en la supervisión de las «comunidades» en las que vivían los estudiantes. Ya sea a través del procedimiento de licencias, la justicia criminal o las normas de las aseguradoras, las exigencias de la comunidad exterior resultaron ser más poderosas que cualquier debate interno del MIT. En particular, las autoridades de Boston y Cambridge dejaron claro su convencimiento de que los alumnos de primer curso del MIT debían alojarse en lugares más supervisados.

Los miembros del grupo de trabajo nos dábamos cuenta de que podíamos ayudar al MIT a dar sentido a aquello colocándolo dentro del contexto de la necesidad de construir una comunidad mayor. El informe final del grupo de trabajo firmado por todos los miembros se publicó a principios de septiembre de 1998. La «conclusión central» del informe mostraba que, en los dos años transcurridos desde el retiro en Cape Cod, nos habíamos elevado muy por encima del nivel de quejas como las de 8.01:

> Para afrontar el reto de ayudar a los estudiantes a desarrollar las cualidades del individuo educado, al grupo de trabajo se le pidió que examinara la interacción entre la vida de los estudiantes y la enseñanza. *La conclusión principal del grupo de trabajo es que la interacción entre estos elementos es fundamental para la experiencia estudiantil.* La combinación de una enseñanza estructurada con la educación informal no estructurada es crítica, ya que nos permite formar a un estudiante completo [...] El rasgo central y distintivo de la formación del MIT es la incorporación de los tres elementos de la tríada educativa —investigación, enseñanza y comunidad— en una educación que es mayor que la suma de las partes [12].

Esta «conclusión central» provenía directamente de los estudiantes, tanto de los que formaban parte del grupo de trabajo como de los que hacían el papel de asesores. Su liderazgo, combinado con el de los copresidentes, evitó que el grupo de trabajo se metiera en el callejón sin salida de la reforma curricular y lo llevó al acuerdo sobre el valor de la interacción humana como parte esencial de la educación en la era de la información. En el cuarto y fundamental capítulo del informe el grupo de trabajo define la «comunidad» como «estudiantes, profesores, personal no docente y antiguos alumnos que acuden al campus para un propósito común de desarrollar las cualidades que definen a un individuo educado» [13].



El énfasis del informe no estaba en construir comunidad mediante la tecnología, sino todo lo contrario: en lo que la tecnología *no puede* hacer para crear comunidad. El grupo de trabajo dio prioridad a una comunidad del MIT basada en la ubicación geográfica, no en los sistemas tecnológicos:

> Cada uno de nosotros es un ejemplo para nuestros compañeros y colegas; mediante la interacción profesional, social y de ocio entre nosotros, construimos una cultura de descubrimientos y aprendizaje [...] De ahí que la interacción personal informal pueda ser considerada la vida de la «comunidad»: actividades estudiantiles, reuniones sociales informales, eventos culturales y encuentros diarios con amigos y colegas son algunas de las categorías generales de estas interacciones [14].

El grupo de trabajo hizo suya la predicción ampliamente extendida de que la «tecnología de la información introduce nuevos métodos de enseñanza y reduce la barrera de la distancia» y por lo tanto supone un reto para la educación asistencial [15]. La respuesta del grupo de trabajo fue la de no considerar la muerte del campus inevitable y definir el valor añadido de la educación del MIT en términos de experiencia personal basada en un lugar concreto. Tal vez otras instituciones sean más aptas para ofrecer enseñanza a distancia, y podríamos colaborar con ellas, pero haciéndolo «no debemos subestimar la interacción humana»:

> La contribución del MIT será la manera de congregar a la mejor gente con las mejores tecnologías para producir una excelente educación. Debemos centrarnos en este objetivo, más que en las tecnologías [16].

Acorde con este espíritu centrado en las personas, el informe invitaba a un «firme pero cauteloso proceso de experimentación, evaluación y difusión» de formación a distancia y tecnologías educativas, poniendo el énfasis en servir a los estudiantes del campus tanto como a los de fuera [17]. El informe señalaba también que, aunque las iniciativas externas de formación a distancia pudieran parecer formas interesantes de aumentar el número de estudiantes, «podrían ser incompatibles con los principios de excelencia y objetivos limitados del MIT» [18]. En caso de que alguien no se hubiera enterado, la primera recomendación del capítulo de «Estrategia y Estructura» era:

Mantener la excelencia del MIT centrándose en la formación e investigación que se desarrolla en el campus [19].

En la parte final del informe el grupo de trabajo apelaba nada menos que a un «giro cultural» en el MIT:

*desde* pedir la separación de la vida estudiantil y la formación
*hacia* el reconocimiento de que son inseparables,
*desde* centrarse en la educación formal
*hacia* poner énfasis en la educación formal e informal,
*desde* una comunidad dividida por lugar, campo y estatus
*hacia* una comunidad unida por su dedicación al estudio
y
*desde* mantener separados investigación, enseñanza y comunidad
*hacia* la unificación del valor educativo que proporciona cada una de ellas [20].

El informe concluía que la inclusión de la «comunidad» como un elemento esencial de la educación del MIT «no es una necesidad que debemos aceptar a regañadientes, sino que es algo que abre brillantes perspectivas de futuro [...] La necesidad actual del cambio proporciona la oportunidad de realizar otro salto hacia adelante y la ocasión de convertir el MIT en el faro que guiará la educación universitaria en el siglo XXI, igual que lo hizo en el XX» [21].

## Los conflictos en la comunidad

La gente del MIT es inteligente, pero no especialmente intelectual, en el sentido de interesarse por las ideas. La mayoría de los miembros del grupo de trabajo vivía en la feliz ignorancia de las complejidades intelectuales y políticas del concepto de «comunidad», sobre el que se han escrito libros enteros. Sólo unos pocos conocíamos la existencia del «comunitarismo» como movimiento político que se oponía al individualismo corrosivo y la orientación liberal del mercado [22]. Aun así, muchos de los miembros del grupo de trabajo se sentían incómodos con la palabra «comunidad», porque su significado no resultaba evidente ni siquiera para nosotros. Uno de los profesores (no formaba parte del grupo de trabajo) que se autodefinía como «triadófilo» nos recordó que la palabra «comunidad» era incongruente con las otras dos patas de la «tríada educativa». ¿Como *se hace* comunidad?, nos preguntaba. ¿Igual que se hacen la investigación o la enseñanza? Nos sugirió que dijéramos que la educación del MIT se centra en la «educación e investigación dentro del contexto de una comunidad dinámica y diversa». Nadie discutió la frase sugerida, pero su propia precisión la privó del empuje necesario para añadir una nueva «pata» a la educación del MIT.



No hacía falta ser un intelectual para darse cuenta de que, especialmente en los primeros meses que siguieron a la muerte de Scott Krueger, por «comunidad» podían entenderse grupos sociales de diversa magnitud —ciudad, universidad, grupo en el que vivimos—, sin que se pudiera establecer prioridades entre ellos. Generalmente los profesores del grupo de trabajo intentaban reforzar el eslabón intermedio, el eslabón institucional. También queríamos reforzar las comunidades basadas en la presencia física más que en la virtual. Los miembros del grupo de trabajo eran perfectamente conscientes de la diferencia entre la comunidad local, basada en la geografía, y las extensas comunidades basadas en mensajes, intereses y valores compartidos (llamadas a menudo «comunidades virtuales» o «cibercomunidades» de la era de la información) [23]. Cuando el grupo de trabajo resaltaba el valor de la educación *en el campus,* nos referíamos, y lo decíamos con toda la claridad de la que éramos capaces, a «Cambridge 02139».

Era una tendencia curiosa, dado que las universidades se basan en el principio de la universalidad. Las universidades desconfían de los conocimientos locales: la erudición sólo se legitima sometiéndola a un escrutinio global, cuando su excelencia puede ser evaluada por las mejores mentes en la materia. Las actuales comunidades virtuales pueden ser consideradas versiones perfeccionadas, gracias a la técnica, de las viejas comunidades científicas —una red internacional de eruditos conectados por textos canónicos, lenguaje y normas comunes, que se remonta al menos a las universidades medievales. Esta red se perfeccionó considerablemente desde la aparición en el siglo XVII de la comunidad científica, que ha desarrollado reiteradamente formas innovadoras de unir las mentes de sus miembros mediante cartas, artículos, revistas, reseñas, gráficos, convenciones, disputas, normas éticas y, más recientemente, el correo electrónico y las publicaciones on-line. Hoy la promoción profesional de los profesores depende de su reputación en esas extensas comunidades [24]. (En una ocasión un decano definió al candidato al puesto de profesor titular como «un buen ciudadano de la comunidad de la levadura».)

Pero si el conocimiento es global, el aprendizaje es local. Como demostró convincentemente el grupo de trabajo, el contacto personal entre el profesor

y el estudiante ha sido la base de la educación superior [25]. La excelencia, definida de forma universal, y el aprendizaje, realizado localmente: la universidad intenta combinar las dos formas de comunidad y los profesores intentan reconciliar estas dos lealtades en el día a día. Si ninguna institución puede sobrevivir sin una contradicción interna, entonces la contradicción entre lo global y lo local está en el corazón de la universidad, proporcionándole tensión y energía.

En teoría este conflicto fundamental podría desgarrar una institución. En la práctica, las lealtades a las dos comunidades coexisten felizmente en el MIT. Existe un MIT de comunidades basadas en la localización, que se ubica en grupos residenciales, departamentos y oficinas, cuyo tiempo se mide por semanas y semestres. También existe un MIT de comunidades científicas, que incluye a los colegas de todo el mundo, y su tiempo se mide en plazos de becas, publicaciones y congresos anuales. El apoyo del grupo de trabajo a la comunidad local de ninguna manera suponía el rechazo de las comunidades globales. Asumía su coexistencia pacífica. Por experiencia sabíamos que no había una correlación de las comunidades locales con sentimientos cálidos ni de las globales con la fría impersonalidad. En la comunidad científica muchas interacciones se producen a distancia, pero la gente procura verse con regularidad, tanto en las reuniones formales como en encuentros casuales. Incluso cuando no se ven muy a menudo, pueden alcanzar una compenetración que se ve reforzada y no obstaculizada por las comunicaciones basadas en sistemas. Y, al contrario, incluso en un campus relativamente pequeño, las interacciones entre las personas pueden ser irregulares. En el MIT, tanto estudiantes como profesores tienen más trato personal dentro de su entorno más reducido (residencia, departamento, laboratorio) que con el resto de la ciudad universitaria. Como ocurre en todas partes, no siempre se tiene cariño a los vecinos más cercanos. (Basta con preguntar a los jefes de departamento y a los responsables de las residencias.)

En opinión del grupo de trabajo, las interacciones locales regulares debían ser reforzadas y potenciadas para que el Instituto mantuviese su excelencia educativa. El grupo de trabajo propuso tres nuevos principios para la educación del MIT, que se añadirían a los principios existentes desde los tiempos de William Barton Rogers y el comité Lewis: «una tríada educativa integral de enseñanza, investigación y comunidad», «intensidad, curiosidad e ilusión» y «la importancia de la diversidad» [26]. Las tres están estrechamente relacionadas. Experiencias de «intensidad, curiosidad e ilusión» surgen ante todo de los encuentros cara a cara. La importancia de la diversidad se



demuestra también a través del contacto humano en un campus donde los estudiantes difieren ampliamente en sus identidades étnicas, raciales, religiosas, lingüísticas y geográficas. De hecho, se podría decir que una de las mejores maneras de preparar a un estudiante del MIT para la vida global es residir durante cuatro años en Cambridge 02139.

Seguramente, esto es una exageración. Como ya se dijo, la comunidad del campus, diversa en los demás aspectos, es relativamente homogénea en su orientación intelectual. Además, no hay nada mejor que haber vivido, estudiado y trabajado en el extranjero para experimentar la diversidad del mundo, y el MIT anima a sus estudiantes a hacerlo cada vez más. Sin embargo, el campus del MIT también ofrece un ejemplo de la diversidad porque estudiantes de los orígenes más diversos comparten un lugar donde se deben afrontar y reconciliar las diferencias personales. Por el contrario, la red global de comunicación a menudo conecta a gente de ideas e intereses comunes, de forma que sus diferencias como personas se hacen menos evidentes y menos problemáticas. En las discusiones de comunidades locales versus comunidades virtuales globales con frecuencia se asume que las locales son bastante homogéneas, mientras que las globales son heterogéneas. Pero en un lugar como el MIT nada es menos cierto, porque lo local está maravillosamente globalizado.

A la mayoría de nosotros nos beneficia esta mezcla de relaciones locales y globales. En este sentido, la vida en la universidad podría servir de prototipo de la vida social del futuro [27]. El reto está en mantener el equilibrio de la mezcla. Reafirmando los valores de «Cambridge 02139», el grupo de trabajo advertía implícitamente del peligro de que las comunidades globales estuvieran amenazando a las locales. ¿Por qué ocurre eso? Ciertamente, el poder de las nuevas tecnologías es uno de los principales factores. El sueño de la comunicación instantánea y global —sueño que se remonta a la época de la Ilustración y que fue un componente fundamental del sueño del progreso— inspiró la construcción de una red de comunicación y sistemas de transporte que absorbieron la energía de los centros institucionales. En la época de aviones a reacción, faxes, correo electrónico y la world wide web, se hace cada vez más difícil equilibrar las exigencias de las redes globales con las más locales.

Pero hay algo más, aparte de la tecnología, que debilita las comunicaciones basadas en la cercanía. Las estructuras de recompensas de la vida universitaria también están cambiando de forma que perjudican los lazos locales. El informe del grupo de trabajo cita en varias ocasiones a las «fuerzas del

mercado» que ejercen su presión sobre el MIT: los costes crecientes de la educación superior, las cambiantes fuentes de financiación y las presiones para ampliar el número de estudiantes y trabajos de investigación [28]. Pero las fuerzas del capitalismo (palabra que no aparece en el informe) tienen un alcance aún mayor. La comunidad científica no es sólo una red de información, también forma parte de la economía mundial. Durante los años de la guerra fría, las fuentes de financiación de las investigaciones dependían fundamentalmente de los gobiernos y del nacionalismo económico. A medida que el apoyo estatal a las investigaciones científicas disminuía, empezaron a surgir fuentes de financiación procedentes de las grandes corporaciones, pero esas corporaciones a menudo son multinacionales. La competitividad económica mundial fomenta la colaboración científica mundial. Una comunidad científica verdaderamente global y la existencia de «laboratorios extendidos» empiezan a ser una realidad. Al igual que la aparición de un mercado de trabajo verdaderamente mundial para científicos y técnicos [29].

Para los profesores del MIT fue difícil equilibrar las exigencias de la aldea residencial local con las de la aldea científica global. Cuando se sumaron las exigencias del mercado global, en forma de empresas conjuntas y colaboraciones de financiación de gran alcance, se sintieron dividirse entre las exigencias de lealtad, identidad y atención. Cuando los científicos buscan financiación en el mercado global, deben dedicar cada vez más tiempo a elaborar complicadas solicitudes de becas o colaboraciones con empresas, en vez de contar con las fuentes de financiación estatales. En un mercado global en el que los científicos estrella son los que atraen más dinero, también son los más tentados por otras instituciones. Con el desarrollo del capital riesgo, los profesores del MIT y algunos miembros del personal no docente se ven envueltos cada vez más en aventuras empresariales que requieren su atención y su tiempo. Algunos profesores pueden ganar mucho más dinero fuera del Instituto que con sus sueldos. Las empresas no tienen límites en sus exigencias, mientras que los acuerdos de asesoría tradicionales solían definirse con mayor claridad siguiendo la norma de «un día a la semana».

El grupo de trabajo y el propio MIT fueron muy ambivalentes en lo referente al capitalismo global. El MIT necesita los recursos del mercado global científico para financiar la enseñanza y la investigación. Estos recursos mantienen una vida en común caracterizada por la «intensidad, curiosidad e ilusión» y por la diversidad humana que ensancha la mente y el espíritu. Pero, al mismo tiempo, la abundancia de ofertas externas puede resultar molesta. A medida que se multiplican las conexiones y responsabilidades lejanas, queda menos tiempo para la innovación local. Estar ajetreado no es lo mismo que ser productivo, como muchos hemos aprendido en nuestra propia experiencia. Una vida dedicada a la información y los mensajes reduce el espacio mental necesario para la creatividad.



En el MIT de hoy hay auténtica añoranza de la comunidad local, revisada continuamente por la necesidad de seguir siendo competitivos en el mercado académico y de investigación, lo que exige una organización del tiempo y del espacio no comunitaria. Al mismo tiempo que intentamos refugiarnos del capitalismo, estamos reforzando sus estructuras. La brecha atraviesa al MIT como comunidad y los corazones y las mentes de muchas personas.

## La crisis del mundo de la vida

Una comunidad es «una entidad social creada en el espacio a través del tiempo» [30]. El mayor hallazgo del grupo de trabajo, desde el punto de vista positivo, fue el descubrimiento de que la comunidad del MIT era fundamental para el desarrollo humano en el Instituto. Desde el punto de vista negativo, fue que el tiempo y el espacio necesarios para la comunidad y, por tanto, para el desarrollo de las personas eran cada vez más escasos en el MIT. La escasez se suele considerar en términos materiales, pero en el MIT de hoy la escasez más grave es fenomenológica.

La escasez del tiempo y del espacio en el MIT se describe con mayor detalle en el cuarto capítulo del informe del grupo de trabajo. Ese capítulo relaciona tanto las fortalezas como las debilidades de la actual comunidad del MIT. Cita cinco puntos fuertes, todos ellos relacionados con las personas: lealtad a la residencia, independencia de los grupos comunales, diversidad de los grupos existentes, un buen programa de educación física y la calidad del personal del MIT. A continuación describe las ocho debilidades, que, en último término, pueden resumirse en la falta de tiempo y de espacio. El informe plantea el problema de numerosos y crecientes «compromisos de los profesores» y «compromisos de los estudiantes» en un mundo en el que el tiempo es finito. Enumera actividades de toda la comunidad que carecen del espacio necesario en un campus diseñado fundamentalmente para las necesidades de subgrupos: alojamiento, comidas, actividades sociales, deportivas, eventos artísticos [31].

Haciendo ocho «recomendaciones comunales», el grupo de trabajo intenta imaginar cómo podría hallarse más espacio y tiempo en el MIT para la vida en comunidad. En muchos sentidos, encontrar espacio es más fácil, aunque caro: en última instancia se puede construir. El informe propone un ambicioso programa de diseño y construcción para proporcionar el espacio necesario para las actividades en comunidad[32]. Pero, ¿de dónde sacar el tiempo?: «De los muchos problemas de diseño que tiene el MIT, probablemente el más difícil sea el de promover la participación de estudiantes y profesores en las actividades de la comunidad»[33]. El grupo de trabajo propuso cambios en el sistema de recompensas para motivar esta participación. Por ejemplo, para los profesores «la participación comunitaria debe ser tenida en cuenta en las promociones y procesos de evaluación como parte de su historial docente»[34]. Para los estudiantes se pueden fomentar las actividades comunitarias haciendo de la orientación una experiencia compartida, y enfocando el programa del primer año hacia la comunidad más amplia.

De todos los efectos del cambio tecnológico, la forma en la que altera el espacio y el tiempo es uno de los más importantes y generalizados, pero también es el más difícil de entender, asimilar y controlar. ¿Qué es lo que cambia en el cambio tecnológico? No sólo la apariencia de las cosas, productos, artilugios, estructuras, sistemas. Cambia el mundo entero. El mundo de las personas no es un universo newtoniano de tiempo y espacio absolutos que se va llenando cada vez más de objetos y sistemas que creamos. El mundo tecnológico es relativista en el sentido no riguroso de que el tiempo y el espacio se ven alterados por la presencia de la materia[35]. Las innovaciones no se amontonan unas sobre otras. Su presencia distorsiona el tiempo y el espacio, y esas distorsiones afectan a la vida diaria de las personas que viven en el campo de espacio-tiempo. Las cosas que hacemos multiplican las conexiones espaciales a través de las distancias. Las cosas que hacemos también multiplican la exigencia de tiempo. El efecto integrado de todo ello produce en el MIT la sensación de que estamos «sufriendo a causa de las innovaciones». La economía capitalista favorece algunas innovaciones frente a otras. En este tipo de economía el beneficio se crea mediante movimiento en el tiempo, y el beneficio aumenta comprimiendo el tiempo y/o extendiendo el espacio. Dado que uno de los principales propósitos de la innovación tecnológica en la sociedad capitalista es el de aumentar el valor del movimiento en el tiempo, la innovación ejerce una presión constante para aumentar la velocidad e intensificar el uso del tiempo.



El capitalismo ha traído muchas crisis de sobreproducción, pero se trataba de crisis económicas, debidas a que faltaban compradores para los bienes producidos. Las «cosas» de la era de la información —datos, informes, comunicaciones, mensajes— cubren las necesidades sociales y psicológicas lo mismo que las físicas. Cuando hay sobreproducción, su exceso conlleva no sólo efectos económicos, sino también psicológicos y sociales. La proliferación de la información es liberadora: su recompensa es «intensidad, curiosidad, ilusión». Pero también tiene el efecto estructural de quitar tiempo y espacio a la vida en colectividad.

Cuando se produce (parafraseando a Latour) «innovación sin representación», la acumulación de innovaciones degrada el mundo de la vida. Las fuerzas del mercado continuamente intentan ocupar el tiempo y el espacio que los individuos y las personas habían reservado para otros propósitos. Es la versión del siglo XXI del cercado de las tierras comunales, que permitió a los primeros capitalistas crear riqueza apoderándose de las propiedades de otros[36].

La debilidad de la «comunidad» no es tanto causa como síntoma de otro problema subyacente: el proceso por el cual las innovaciones impulsadas por el mercado invaden estructural y continuamente el tiempo y el espacio que intentamos reservar para nuestra vida personal y social. Es la nueva tragedia de las tierras comunales, esta vez tragedia social, cuando descubrimos que «no estamos hechos para vivir en el mundo que hemos creado»[37]. Es una crisis medioambiental, no en el sentido habitual de polución física del mundo que nos rodea, sino en el sentido de degradación del mundo de los seres humanos.

En sus últimos trabajos el filósofo Edmund Husserl utilizó el término «el mundo de la vida» para describir el entorno humano en un sentido similar. Husserl estaba intentando describir, de una manera comprehensiva, el mundo del sentido común —mundo que encontramos en nuestra vida cotidiana. Quería contrastar ese mundo sumamente humano de las experiencias semiconscientes, basadas en los sentidos, con el mundo de las reflexiones filosóficas o científicas[38]. Como ocurre a menudo, al hacer la distinción también estaba emitiendo un juicio de valor. Husserl afirmaba que el «mundo de la vida», como el «terreno unificado de la experiencia», estaba adquiriendo preponderancia sobre «los mundos derivados y abstractos de la ciencia que surgen del anterior»[39].

Algo parecido se puede decir de la tecnología. En la creación de un mundo común para la vida humana, la base unificada de la experiencia tecnoló-

gica debería tener preferencia sobre el proceso abstracto del cambio tecnológico. Todos estos procesos abstractos se cruzan y finalmente tocan tierra en la experiencia cotidiana y concreta de un mundo que incluye una gama completa de objetos y prácticas, tanto las creadas por las personas como las que no, a medida que se usan y valoran en sentidos económicos y no económicos [40].

Mucha gente en el MIT —personal no docente, estudiantes, profesores— siente que está viviendo una crisis de su «mundo de la vida», aunque no tenga un nombre para ello. La crisis se define por la sensación de acumulación: objetos, comunicados, gente e información se acumulan continuamente en estructuras autorreforzadas de grandes exigencias y gran visibilidad. El espacio está abarrotado. El tiempo está abarrotado. La vida está abarrotada. La atención es escasa. La paciencia es escasa. Es como vivir en una cámara de ecos, a veces estimulante pero a veces ensordecedora. El «mundo de la vida» es cerrado al tiempo que está abarrotado.

La experiencia cotidiana, repetida y apremiante, es la verdad básica de cómo pensamos sobre los «mundos abstractos y derivados de [tecnología] que surgen de ella». La sensación de estar viviendo en un «mundo de la vida» abarrotado se convierte en una sensación más general de inevitabilidad tecnológica, en la sensación experiencial (si no lógica) de que es la «tecnología» lo que determina las condiciones de nuestras vidas y de la vida de toda la sociedad. La tecnología es el futuro. La tecnología es la historia. La tecnología es el destino de las personas. ¿Cómo podemos reclamar el «mundo de la vida» si sus distorsiones son originadas por fuerzas que parecen fantasmales o sobrenaturales y persistentemente esquivas? ¿Cómo lo podemos reconstruir?

## La crisis del espacio

El informe del grupo de trabajo sugería que la escasez de espacio era más fácil de resolver que la escasez de tiempo: sólo hacía falta mucho dinero. O eso parecía: la experiencia del MIT en el intento de seguir las recomendaciones del grupo de trabajo demuestra que es casi imposible construir un mundo físico suficientemente rápido, flexible y capaz de mantener el ritmo del cambio tecnológico.

Cuando fui nombrada decano en 1995, el MIT ocupaba 10 millones de pies cuadrados de superficie, mientras que en 1960 sólo ocupaba 3,5 millones. Si lo normal es que una universidad necesite crecer un millón de pies cuadrados cada diez años para seguir el ritmo de expansión del conocimiento, eso quiere decir que el MIT ha superado ese ratio de crecimiento. A pesar de ello, a mediados de los noventa todo el mundo en la universidad se quejaba de la falta de espacio. Siguiendo un modelo fractal, de arriba abajo, desde despachos administrativos hasta aparcamientos, las luchas por encontrar, asignar y mantener el espacio consumen enormes cantidades de tiempo y energía. Un funcionario involucrado en esta lucha me comentó exasperado: «Es como un enorme puzle. Sólo puedes coger las piezas existentes e intentar cambiarlas de sitio».



A veces daba la impresión de que todo el mundo paseaba por el campus con una cinta métrica tratando de hacerse con el último pie cuadrado. Cuando las profesoras de la Escuela de Ciencias empezaron a sospechar la existencia de discriminación sexual, una de las primeras cosas que hicieron fue coger una cinta métrica y comparar sus despachos con los de sus colegas masculinos. (De hecho, tenían menos espacio.) En las bibliotecas ya no quedaba sitio para libros y revistas, así que cada vez más materiales se almacenaban fuera. La ocupación de las aulas se programaba cuidadosamente, especialmente las grandes salas de conferencias. La Oficina de Registro se convirtió en una especie de maître, sólo que tomando reservas de aulas en vez de mesas. Todos los años los directivos (incluyéndome a mí) tomábamos medidas y dibujábamos planos para demostrar lo atestadas y fragmentadas que estaban nuestras oficinas.

Lo que más escaseaba era el alojamiento para los estudiantes. Durante los noventa, el fin de alquileres regulados en Cambridge y el vigor del mercado inmobiliario de Boston frenaron bruscamente la antigua tradición estudiantil de alquilar apartamentos baratos fuera del campus. Esos excesos se reflejaron en el campus en forma de mayor demanda de residencias en el MIT. Algunos años los casos de «hacinamiento» (cuatro estudiantes en una habitación de tres, por ejemplo) fueron alarmantemente numerosos. Dado que el número de estudiantes de posgrado fue aumentando paulatinamente, el porcentaje de los que el MIT podía alojar cayó muy por debajo del objetivo institucional establecido del cincuenta por ciento.

Pero sobre todo el grupo de trabajo hacía hincapié en que el MIT tenía poco «espacio comunitario». Los grupos artísticos no tenían sitio para ensayar y actuar. El único auditorio de buen tamaño en el campus —sobre cuya entrada están grabadas las maravillosas palabras «Un lugar de encuentro para la comunidad del MIT»— estaba reservado con varios años de antela-

ción. Todos los años los funcionarios de la Asociación de Actividades Estudiantiles, que repartía el espacio entre diversos grupos, hacían visitas sorpresa a los locales asignados a estos grupos para verificar que el espacio estaba siendo utilizado. Los gimnasios cubiertos eran lúgubres. Los campos de juego de césped natural estaban reservados durante todas las horas de luz, haciendo muy difícil su mantenimiento. El césped artificial de otros campos estaba desgastado.

La falta de espacio se veía agravada por el hecho de que en los años noventa el MIT, al igual que otras muchas universidades, había aplazado una cantidad pasmosa de tareas de mantenimiento. Muchas aulas tenían las mesas, pizarras y lámparas de la época de mi abuelo. Algunas de las más cochambrosas se encontraban en el Grupo Principal. Los edificios construidos en los años cincuenta y sesenta necesitaban considerables reparaciones. Por ejemplo, hacían falta millones de dólares para adaptar el edificio de ingeniería química a las exigencias de seguridad más básicas.

La escasez de cualquier tipo no suele sacar a relucir los mejores aspectos de las personas, y la escasez del espacio no fue una excepción. Mi predecesor en el cargo, Arthur Smith, me había advertido que los problemas económicos eran mucho más fáciles de resolver que los problemas de falta de espacio. «El dinero es fácil de mover», me dijo. «Con el espacio tiene que cambiar a alguien de sitio.» La era de la información no ha acabado con el arraigado instinto humano de territorialidad. A la gente no le gusta cambiar de lugar. Los funcionarios del decanato solían bromear sobre instalar autocaravanas en Killian Court o fondear barcazas en el río Charles. Ellos también estaban enfurecidos ante la posibilidad de que sus despachos fueran sustituidos por unos cubículos, sobre todo si su trabajo requería conversaciones confidenciales. En los dormitorios los administradores pasaban horas apaciguando a compañeros de habitación que no conseguían llegar a un acuerdo en el reparto del espacio. En el área de investigación los jefes de departamento y los decanos dedicaban horas a mediar en las «guerras espaciales» en las que se enzarzaban los profesores. El espacio era el principal freno para la expansión de los programas docentes en nuevos campos de la ciencia.

En resumen, el MIT tenía problemas para crear espacio [41]. A pesar de su habilidad para generar ideas científicas y tecnológicas para el mundo exterior, era incapaz de conseguir más espacio para seguir produciendo esas ideas. Hay muchos factores que explican el colapso de espacio que se hizo tan acuciante en los años noventa. Muchos de ellos tienen que ver con las



fuerzas sobre las que el MIT tenía muy poco o ningún control, como los cambios políticos globales y el fin de alquileres regulados. Pero, además, otra causa de la crisis del espacio había sido el efecto de desterritorialización de la era de información. Con frecuencia se piensa que la producción del espacio virtual debe aliviar las presiones sobre la producción del espacio físico. Si se puede aprender y trabajar en el ciberespacio, por ejemplo, aparentemente ya no hacen falta tantas oficinas o aulas. Se puede trabajar y estudiar a distancia. Éste un ejemplo de determinismo tecnológico que guía muchas de las predicciones sobre la muerte del campus residencial.

Pero la experiencia del MIT demuestra todo lo contrario. Desde el punto de vista de la universidad hay muy poco de virtual en la era de la información. Un aumento de producción de espacio virtual no reduce la demanda de espacio en Cambridge 02139; más bien multiplica las necesidades de creación y renovación del espacio físico, haciéndolo considerablemente más caro. Al mismo tiempo, las inversiones en espacio virtual reducen las inversiones en espacio físico. Esa reducción se hizo muy evidente durante el proceso de reingeniería. Un profesor responsable de la planificación del espacio se desahogó conmigo tras una reunión con los consultores de reingeniería sobre el SAP. Les pidió que le explicaran cómo iban a hacer las reubicaciones que exigían los nuevos sistemas informáticos. Resultó que ni siquiera se lo habían planteado. Un consultor respondió: «Eso no nos preocupa». El semblante del profesor se demudó con el recuerdo: «¡Estaba a punto de estrangularlo! ¡Gana el triple que yo y ni siquiera es capaz de contestar a esa pregunta fundamental!». En una memorable disputa sobre el SAP uno de los participantes se paró de repente y sin dirigirse a nadie en concreto dijo: «¿Os dais cuenta de que en todas nuestras discusiones sobre el espacio virtual acabamos hablando del espacio físico?».

En el MIT todavía estamos intentando combinar lo que el sociólogo Manuel Castells ha denominado «el espacio de flujos» con «el espacio de lugar». Empezamos a mejorar, pero una y otra vez la labor de integración de los espacios físico y virtual acaba siendo cara en dólares y complicada en relaciones humanas. Por ejemplo, como decano debía intentar integrar el espacio virtual y el físico de las aulas. Cuando la administración asignó fondos para la renovación de las clases, organicé para la supervisión del diseño el Comité de Supervisión de Aulas, en el que estaban representados más o menos proporcionalmente profesores y personal no docente. Según varios sondeos, la mayoría de los profesores sólo pedían las mejoras más básicas: aislamiento acústico, mejor calefacción, mejor iluminación, una mano de

pintura, mobiliario más funcional. Cuando se les pedía que enumeraran sus deseos de equipamiento audiovisual, pedían tiza de mejor calidad y proyectores. En otras palabras, los profesores pedían lo que un agente inmobiliario llamaría «un lavado de cara». Los del Comité de Supervisión no éramos fanáticos de la informática, pero creíamos que sería más inteligente reflexionar, con miras al futuro, sobre cómo las inversiones en el espacio virtual podían compaginarse con «un lavado de cara». Para empezar deliberamos sobre qué clase de equipo audiovisual debía ir en cada aula. No hace mucho se entendía por «equipos audiovisuales» proyectores de transparencias y diapositivas y pantallas. Ahora incluyen proyectores de ordenador, aparatos de televisión, vídeos y reproductores de DVD. Decidimos que unas pocas aulas estarían equipadas con equipos audiovisuales básicos. Pero incluso en salas pequeñas un profesor podía necesitar los equipos sofisticados.

Así que empezamos a dotar a las aulas del equipamiento electrónico necesario, lo que provocó una cascada de decisiones costosas. Si cambiábamos el suelo, nos parecía una buena idea colocar debajo los conductos de cables para los ordenadores portátiles. Si cambiábamos las lámparas, colocábamos unas de luminosidad variable, para adaptar la iluminación a la tecnología que se iba a utilizar. Las persianas debían ser totalmente opacas. Los interruptores para las luces y el equipo audiovisual eran muy complicados, así que optamos por interruptores electrónicos en vez de mecánicos, porque eran más adaptables. Para sentar a los estudiantes optamos por mesas en vez de sillas de tablero abatible, ya que en éstas no cabían los ordenadores portátiles. También descubrimos que necesitábamos financiación para mejorar las conexiones informáticas de los edificios, dado que los costes de cableado de los edificios repercutían en los proyectos de reformas internas.

En resumen, pronto nos encontramos presos de otro tipo de deriva tecnológica, pero ésta esculpida en hormigón. El primer año invertimos cerca de dos millones de dólares en reformar tres aulas. A medida que reformábamos aulas, íbamos obteniendo economías de escala, pero aun así la reforma era mucho más cara que cualquiera de las de la era preinformática. En parte los costes se dispararon porque era muy difícil predecir qué tipo de tecnología iban a utilizar los profesores. El último grito suele ser también grito de dolor, hablando en términos económicos. Es muy fácil pasarse cuando todas las opciones parecen posibles y poco claras.

Una vez más, la deriva tecnológica tuvo el efecto de redefinir nuestro trabajo. Para los profesores las aulas son sus fábricas, allí es donde hacen su trabajo. Al ir más allá de su petición de «lavado de cara», proporcionándoles



unas «fábricas» nuevas, el Comité de Supervisión de Aulas en cierta forma estaba presionando a los profesores resistentes al cambio. Estábamos animando a los profesores a probar las nuevas tecnologías —a cambiar la forma de enseñar de la «conferencia magistral» a la «orientación».

Y, una vez más, el intento de redifinir mediante la tecnología el trabajo de las personas encontró resistencia. En el caso de los profesores, fue resistencia pasiva. No por casualidad las primeras aulas renovadas (antes de la creación del Comité de Supervisión de Aulas) fueron las del Departamento de Matemáticas. Este departamento era conocido por su manera conservadora de enseñar, y teníamos la esperanza de que la presencia de artilugios modernos animaría a innovar los métodos de enseñanza. Pero muchos profesores simplemente ignoraron los nuevos chismes. Tres años después, el presidente de la MIT Corporation, Alex d'Arbeloff, donó diez millones de dólares para fomentar la innovación en la enseñanza. El Departamento de Matemáticas presentó una propuesta para que un grupo de profesores pudiera dedicar una parte significativa de su tiempo a proyectos innovadores, como espacios de chat, líneas de ayuda y módulos de autoaprendizaje. La Facultad de Matemáticas quería potenciar la autoformación fuera de las aulas para reducir la importancia de las clases como principales lugares de enseñanza. Después de todo, no se oponían al cambio; más bien, el tiempo primaba sobre el espacio como incentivo al cambio. Pero las costosas innovaciones de las aulas siguieron siendo infrautilizadas, ya que los profesores habían decidido que las aulas no eran necesariamente los lugares más importantes para la enseñanza de las matemáticas.

Aún más sorprendente fue la resistencia de algunos estudiantes de pregrado a las nuevas tecnologías de enseñanza. Se supone que una generación acostumbrada a usar el ordenador prefiere métodos de enseñanza con uso intensivo de ordenadores. Las conclusiones del grupo de trabajo, basadas en la investigación de los propios estudiantes, desmentían esa suposición: el informe aseveraba que los estudiantes del MIT apreciaban más las interacciones humanas que las informáticas. En una carta a los profesores fechada el 11 de abril del 2001, el presidente de los profesores del MIT, junto con los presidentes de los dos comités más importantes relacionados con la formación de pregrado, advertían a sus colegas:

> ... consideramos que algunas de las recientes iniciativas educativas entran en conflicto con las prácticas establecidas del MIT. Nos preocupa especialmente que la distribución on-line de los materiales y discusiones asíncronas están sustituyendo a los contactos cara a cara entre profesores y estudiantes y entre los estudiantes

entre sí [...] El reciente informe del *Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia* pone énfasis en la enorme importancia de los contactos personales a lo largo de los años de permanencia en el MIT. Apoyamos estas conclusiones y procuraremos ser especialmente cuidadosos cuando los cambios de los programas educativos puedan reducir el tiempo de contacto real entre profesores y estudiantes[42].

Los estudiantes respaldaron este alegato a favor del contacto humano, incluso si se producía en una sala de conferencias. En otoño de 2000, las clases de la popular asignatura del primer curso 6.001 (Estructura e Interpretación de Programas de Ordenador) basadas en la web fueron sustituidas por el formato de enseñanza tradicional. Los profesores y la dirección a menudo tienden a pensar que los estudiantes encuentran las clases aburridas, pasivas, alienantes y poco efectivas. Sin embargo, la nueva versión de 6.001 provocó un artículo editorial en *The Tech* (el periódico de los estudiantes del MIT) quejándose de la «impersonalidad de la web». Los autores del editorial se quejaban de que la formación basada en la web impedía que los profesores y estudiantes hicieran ajustes y observaciones en tiempo real, a menudo basados en claves sutiles. Los autores añadían:

Pero el efecto más preocupante de trasladar las clases a la web es el de minar lo que muchos estudiantes, profesores y administradores del MIT llevaban tanto tiempo construyendo: una comunidad estable y vigorosa. En vez de asistir a clase, hacer preguntas y discutir los problemas con sus compañeros, los estudiantes matriculados en 6.001 ahora deben quedarse en casa, solos en sus habitaciones, y recibir lecciones sin ninguna comunicación personal, mirando fijamente la pantalla del ordenador. Un componente crucial de la comunidad y la camaradería del MIT es la experiencia compartida de asistir a las clases con tus iguales. El sistema de 6.001 acaba con ese importantísimo aspecto de la vida del MIT[43].

El editorial terminaba recomendando que las herramientas basadas en la web se utilizaran como complemento de las clases tradicionales y no como su sustituto. Dado que los estudiantes de pregrado del MIT probablemente forman uno de los grupos de jóvenes con mejor formación tecnológica del mundo, su «resistencia» demuestra que en la mayoría de los casos la causa de tal resistencia no es principalmente tecnológica.

No obstante, todo el mundo comprende que la tecnología de la enseñanza está cambiando y, a menudo, para mejor. A medida que se produce, este



cambio genera una serie exigencias de nuevos tipos de espacio físico. Como lo comprendieron los profesores de matemáticas, los hábitos en las aulas quizá cambien más lentamente que los del trabajo en casa. En la época de lecciones, deberes y libros de texto, los estudiantes solían hacer sus deberes en la biblioteca. Y siguen haciéndolo, pero con el aumento del número de estudiantes y la disminución del espacio en las bibliotecas debido a la colocación de terminales de ordenador, los estudiantes empezaron a quejarse de falta de espacio. Ésta se hizo aún más acuciante cuando los trabajos se hacían en equipo. Los estudiantes pueden hacer el trabajo en un conjunto de ordenadores on-line, pero a menudo éstos están ocupados y además su colocación no facilita el trabajo en grupo (se colocan uno al lado del otro en largas mesas). En las residencias hay despachos para trabajos en equipo, pero, generalmente, no están equipados con conexiones a la red informática. También hay pocos despachos para estudio en equipo donde los estudiantes puedan trabajar en un espacio físico y dejar el trabajo para retomarlo al día o semana siguiente.

Los estudiantes necesitan tener acceso tanto al mundo virtual como a otros estudiantes. Con demasiada frecuencia deben optar por una de las dos cosas. Y mientras tanto, debido a que los espacios colectivos de trabajo no son precisamente ideales, muchos estudiantes acaban trabajando en sus habitaciones. El MIT fomentó esa tendencia, sin habérselo propuesto, decidiendo crear la ResNet, un proyecto para llevar la red informática del campus basada en Unix a las habitaciones individuales. Así que ahora en las habitaciones de los estudiantes hay que hacer sitio para ordenadores e impresoras, además de equipos de sonido y utensilios de cocina. Los estudiantes pasan ahora más tiempo en sus habitaciones porque es allí donde están los aparatos.

Y una vez más la reducción del espacio hizo aflorar las peores facetas de las personas. Uno de los profesores responsables de las residencias comentó que la habitación de un estudiante de primer curso «desde el punto de vista de la dinámica humana se parece mucho a la vida en un submarino». Estaba convencido de que el ambiente «submarino» provocaba problemas de convivencia más frecuentes y más serios, ya que los estudiantes pasaban más tiempo juntos y debían competir tanto por el espacio físico como por el virtual: «Además está el problema (según me cuentan los estudiantes) de que el protocolo de conexión a la ResNet que proporciona "una conexión por cama" no permite el uso simultáneo de la red si uno de los ordenadores es portátil. Así que si uno de los estudiantes tiene un portátil, monopoliza la posibilidad de trabajar en la habitación».

Estos efectos secundarios de la nueva tecnología educativa tienen solución. Las nuevas residencias de estudiantes de pregrado del MIT tendrán cuatro puertos por cama y una red de ordenadores diseñada para fomentar la conversación y la interacción. Pero el coste de transformar los dormitorios antiguos está fuera de nuestro alcance, pues primero hay que atender a las reformas de seguridad más básicas. Hace diez años definimos la reforma de las aulas como un proyecto discreto con presupuesto propio. Ahora nos damos cuenta de que todo el campus está involucrado en la renovación del espacio de enseñanza, y de que su coste va mucho más allá de la instalación de ordenadores y redes en las habitaciones.

El MIT está solucionando ahora su crisis de espacio con la mayor renovación física emprendida desde los años cincuenta. También se llevan a cabo labores de mantenimiento aplazadas durante años. Continúa la renovación de las aulas. Se construyen o van a construirse nuevos edificios para la investigación: el Centro Stata de ordenadores e informática, el edificio de la neurociencia, el edificio de la ciencia de la dirección, una ampliación del Media Lab. Otros proyectos responden al llamamiento del grupo de trabajo para la creación de espacios comunitarios: un nuevo centro de deportes y fitness, espacio para representaciones y una «calle de los estudiantes», que formará parte del Centro Stata. Además de una nueva residencia para estudiantes de pregrado, se está construyendo la espaciosa residencia para estudiantes de postgrado, el Simmons Hall.

Durante muchos años el campus seguirá pareciendo una enorme obra. Todas las semanas, *Tech Talk*, el periódico oficial del Instituto, incluye una columna en la que explica qué obras se están haciendo y qué partes del campus deben evitarse. Cada día trae una nueva zanja, un nuevo obstáculo, una sorpresa. En una parcelita cubierta de hierba surge un bosquecillo. En otra surgen trailers como setas. Los aparcamientos se cierran para utilizarlos como almacenes. Algunos caminos se estrechan y otros cambian de curso. Por doquier, grúas y taladradoras.

De alguna manera este boom de construcción es una consecuencia lógica de la reingeniería, que provocó toda clase de cambios que exigen una reconfiguración del espacio físico. Reingeniería y reconstrucción son dos proyectos necesarios, constructivos y perturbadores. Sin embargo, las sumas de dinero invertidas en el espacio físico empequeñecen a las de reingeniería. Puede que el precio de los chips de ordenador baje exponencialmente, pero el precio de la construcción de un mundo para alojar esos chips parece crecer exponencialmente. Algunos problemas pueden resolverse, al menos en parte, con dinero. Proporcionar más espacio es uno de ellos, pero las cantidades necesarias son increíbles. El coste total de los proyectos en marcha y los que todavía se están gestando es de casi mil millones de dólares.



No obstante, incluso gastos de esa magnitud dejan una larga lista de necesidades de espacio físico no satisfechas —para más residencias de estudiantes, alojamientos para profesores, bibliotecas, representaciones artísticas, estudio. Es más, dado el ritmo de cambio de las tecnologías de la información, es fácilmente predecible que estos edificios, nuevos o remozados, pronto necesitarán otra reforma. Parece que el espacio físico participa en una carrera, aparentemente imposible de ganar, contra el espacio virtual. La conquista del espacio sólo puede realizarse generando más espacio, pero la rigidez del espacio generado se convierte en un obstáculo para la siguiente ronda de la conquista del espacio.

Los ciclos de reestructuración son cada vez más cortos. Pasaron muy pocos años desde que el MIT inauguró la red informática del campus, pero ya ha llegado el momento de diseñar una red inalámbrica que la hará innecesaria. Pasaron sólo dos años entre la reforma de las aulas para llenarlas de toda clase de artilugios electrónicos y la decisión de emprender reformas de los planes de estudios para reducir el papel de las aulas en la enseñanza. El mantra de las mejoras continuas no tiene en cuenta los costes, económicos y de otra índole, de la creación de nuevos espacios. Como observó el geógrafo David Harvey, «la producción, reestructuración y crecimiento de organizaciones basadas en el espacio es un asunto muy caro y problemático, dificultado por las enormes inversiones en infraestructuras físicas que no pueden ser trasladadas y en infraestructuras sociales, siempre lentas para cambiar» [44].

A medida que los ciclos se aceleran, la generación de espacio físico se va convirtiendo cada vez más en un lastre para la generación del espacio virtual. En un mundo dedicado al cambio tecnológico, es una contradicción inherente y cada vez más restrictiva. Las comunicaciones entre personas mediante mensajes evolucionan más deprisa que las comunicaciones físicas. El mundo virtual no puede existir sin el mundo real, pero el mundo real no puede alcanzar al virtual. «El cambio tecnológico» puede acabar siendo frenado por la falta de espacio físico. O, tal vez, de tiempo.

## Escasez de tiempo

Bob Silbey y John Hansman, copresidentes del grupo de trabajo, solían repetir, tanto en público como en privado, la conclusión del grupo de que el recurso más escaso del MIT no es el dinero, ni siquiera el espacio, sino el tiempo. «Antes éste era un lugar emocionante», se quejaba uno de los miembros del grupo de trabajo, «ahora sólo estamos ajetreados». La misma idea circulaba en los ambientes de reingeniería, tanto en los discursos como en los post-it. En el MIT todo el mundo habla de la falta de tiempo. Cuando un grupo de profesores pidió al presidente Vest que asignara fondos para la reapertura del club de profesores[45], éste preguntó: «Si encontramos el dinero para reabrirlo, ¿tendrá alguien tiempo para utilizarlo?».

Thomas Hughes solía decir que expresamos nuestros valores, tanto los buenos como los malos, en nuestra tecnología y nuestra arquitectura. Lo mismo es aplicable a nuestras agendas, el andamiaje de nuestros días. En el MIT cada uno, para alcanzar un precario compromiso personal, realiza un constante análisis de coste-beneficio en el que se ponderan valores complicados y en último término imposibles de evaluar. Los profesores contraponen sus deberes cívicos frente al deporte, el tiempo dedicado a la familia frente al trabajo, la participación en los comités frente a la investigación, la comunidad local frente a la comunidad en el sentido más amplio. Los estudiantes evalúan el tiempo dedicado a una clase técnica frente a una de humanidades, o las dos frente al ocio. El «cálculo de la felicidad» ha invadido la vida cotidiana mucho más que las imposiciones del mercado.

Como otras personas de estilos de vida similares, la gente del MIT depende de maneras inteligentes de conseguir tiempo: hurtando momentos para charlar en vestíbulos o lavabos, leyendo el correo electrónico mientras hablan por teléfono o leyendo el correo durante las reuniones, siempre haciendo varias cosas a la vez. Utilizan muchos artilugios tecnológicos, desde las Palm Pilot hasta el «minimizador del estrés estudiantil» basado en Internet y que relaciona la matriculación de los estudiantes con el programa de estudios en un intento de redistribuir la carga de trabajo a lo largo del semestre. Los verdaderos maestros de la gestión del tiempo son los estudiantes. Hacen malabarismos combinando requisitos, organizando sus trabajos individuales y matriculándose en un gran número de clases para abandonarlas en el último momento si la carga de trabajo se hace demasiado pesada.

En la mayoría de los casos los estudiantes hacen esta gestión del tiempo de forma franca y sincera. Desgraciadamente, en otros casos, la escasez de tiempo en el MIT —como cualquier otra escasez— provoca tensiones y resentimientos. Por ejemplo, el minimizador del estrés estudiantil depende de la colaboración de los profesores, que deben estar dispuestos a cambiar unos cuantos días los plazos de entrega de los trabajos o las fechas de los exámenes para distribuir mejor la carga de trabajo de los estudiantes. Algunos profesores están dispuestos a hacerlo, pero no todos. Como explica el informe del Grupo Asesor Estudiantil dirigido al grupo de trabajo, si los estudiantes consideran que los profesores deberían dedicar más tiempo al contacto personal con ellos, los profesores piensan a menudo que los estudiantes dedican demasiado tiempo a actividades con las que desperdician su tiempo (cada profesor tiene su propia lista de culpables: fiestas, juegos de ordenador, deportes...).

Los profesores incluso se acusan unos a otros de apoderarse de una cantidad desproporcionada del tiempo de los estudiantes. Casi todas las discusiones curriculares se reducen en último término a una competición por el tiempo de los estudiantes. Dado que los profesores no son capaces de llegar a un acuerdo sobre las prioridades, amontonan sus exigencias provocando un verdadero atasco curricular. Los científicos están convencidos de que la principal causa de la sobrecarga curricular son las enormes exigencias de los departamentos de ingeniería. Los ingenieros están seguros de que los enormes requisitos generales del Instituto (incluyendo el nuevo requisito de biología) son los culpables. Los humanistas culpan tanto a unos como a otros de que amontonan tal cantidad de trabajos que los estudiantes se quedan dormidos en los coloquios y preparan los trabajos a toda prisa y en el último momento. El currículo del MIT es un terreno comunal que ha sido severamente sobrexplotado y donde lo que se agota no es la tierra sino los estudiantes.

Esta situación nos preocupa a todos, porque provoca una especie de ley de Gresham según la cual los malos tiempos no dejan que lleguen los buenos. El secreto del trabajo creativo del MIT, tanto para los estudiantes como para los profesores, está en disponer de dos tipos de tiempo de calidad: tiempo para divagar, cuando ideas casuales y aparentemente inconexas se unen en formas nuevas, y tiempo para el trabajo prolongado e intensivo en esas ideas y proyectos. El tiempo que es interrumpido continuamente por múltiples obligaciones o que ha de sostener múltiples tareas que impiden dedicar atención exclusiva a nada suele ser menos productivo. El tiempo basura continúa creciendo, ahogando las otras variedades.

Los miembros del grupo de trabajo éramos conscientes de que nos limitábamos a describir el problema, no a solucionarlo. Nuestro informe afirmaba

que, para conservar el liderazgo educativo del MIT, era primordial dedicar más tiempo a la comunidad, pero no proponía ningún mecanismo realista para liberar este tiempo. Habíamos pedido al instituto que «reconociera» la participación de estudiantes y profesores en las actividades comunitarias en forma de anotaciones en los expedientes académicos de los estudiantes, y que la participación de los profesores fuera tenida en cuenta a la hora de las promociones y los accesos a las plazas o en sus evaluaciones [46]. Eran unas recomendaciones demasiado insignificantes si las comparamos con la estructura dominante de calificaciones, basada en la valoración de la docencia por el departamento al que pertenece el profesor y de la labor de investigación por toda la comunidad científica. Después de la publicación del informe del grupo de trabajo, las cosas no han cambiado: el tiempo dedicado a la comunidad sigue siendo un trabajo marginal realizado por un pequeño grupo de profesores «buenos ciudadanos», atraídos por unas recompensas difíciles de definir, entre ellas la esperanza de «cambiar las cosas». Por eso el informe del grupo de trabajo finalizaba con un llamamiento a un profundo «cambio cultural». Si uno se siente impotente para cambiar las estructuras socioeconómicas, siempre puede hacer llamamientos a una revolución cultural.

¡Dos años para escribir el informe! La capacidad de dirigir, tanto en el MIT como en la sociedad en general, depende del tiempo que se dedica a la toma de decisiones. Aquí es difícil alcanzar grandes mejoras de productividad. Reunir la información relevante y meditar sobre ella son dos actividades difícilmente comprimibles. Por eso las instituciones y los individuos con frecuencia hacen un análisis informal de coste-beneficio y presuponen que los costes de tomar una decisión menos informada serán menores que los de emplear mucho más tiempo y llegar a una decisión mejor informada. Es la paradoja de la «racionalidad de la creciente irracionalidad», según la cual la calidad de las decisiones disminuye porque los procesos de argumentación, negociación, reflexión, discusión, compromisos, ajustes y respuestas son tan lamentablemente ineficientes [47].

Pero no existe ninguna otra forma de construir un mundo común. En un mundo reflexivo el tiempo también lo es. La forma de administrar el tiempo determina y refuerza nuestras futuras inversiones. Cuando el tiempo y el espacio escasean, la vida en la comunidad se resiente y la escasez de tiempo y de espacio se hace aún más grave. Hay un viejo dicho según el cual para hacer dinero hace falta dinero. De la misma manera hace falta energía para producir energía y hace falta tiempo comunitario para crear tiempo comunitario.



El rector Bob Brown comentó en una ocasión: «la comunidad tiene un coste, y es el tiempo». La única manera de lograr que el tiempo comunitario se tome en serio es pagar su coste. ¿Pero cómo puede hacerlo una institución, sobre todo si sus miembros pertenecen a una red de valoración de méritos que se extiende más allá de los límites de la institución y sobre la que ésta no ejerce ningún control? El problema del espacio puede resolverse, al menos en teoría, dedicando grandes cantidades de dinero. Pero no existe una solución económica obvia para la escasez de tiempo.

Psicológicamente la escasez de tiempo es mucho más compleja que la escasez de espacio. El espacio se percibe como algo material y externo. Es un problema de alguien más: si no hay suficiente, uno puede enfadarse o frustrarse, pero no suele acusarse a sí mismo. Pero el tiempo es diferente. El tiempo es uno mismo. Cuando uno tiene poco tiempo evalúa las prioridades, hace un análisis interno de coste-beneficio y llega a un compromiso entre los deseos y las obligaciones. La gestión del tiempo es estresante porque el proceso interno implica un cúmulo de deseos y culpabilidades subconscientes.

El obstáculo más serio para reducir la escasez de tiempo en el MIT es la convicción de tanta gente de que la escasez es inevitable porque sus causas son internas y no externas. Nos hemos construido una jaula de silicio de disciplina interiorizada. En las múltiples discusiones sobre la escasez del tiempo que tuvimos en el grupo de trabajo, los profesores (y también los estudiantes) solían decir que se obligaban a trabajar al límite y que si, de alguna manera, alguien les diera más tiempo, seguirían exigiéndose al límite. Pero en los momentos de verdadera sinceridad, algunos admitíamos que nuestra falta de atención a la «comunidad» no se debía tanto a la falta de tiempo como a que teníamos otras prioridades. Nos gusta enseñar, aprender e investigar. Sin un «cambio cultural» es poco probable que cambie la tendencia interiorizada hacia las prioridades individuales. Incluso si el MIT encontrase una forma de pagar los costes del tiempo dedicado a la «comunidad», ¿estaríamos dispuestos a vendérselo?

El personal no docente del MIT tiene la misma tendencia a interiorizar el problema de la escasez de tiempo. En un retiro de todo el día dedicado a la reingeniería, los monitores preguntaron al final a los concurrentes qué cambio del proceso de reingeniería sería el más provechoso. Como era habitual, se nos entregaron post-it para que escribiéramos la respuesta y los pegáramos a las paredes. La mayoría de los post-it sólo llevaban una palabra: TIEMPO. La mañana de aquel día nos habíamos enzarzado en una discu-

sión sobre la escasez del tiempo, lo que nos condujo a un posible remedio: técnicas de reducción de estrés, teléfonos móviles, masajes y, por supuesto, más listas. Comenté que habíamos dado con un problema colectivo que, probablemente, tendría soluciones colectivas. Hasta aquel momento todas las soluciones propuestas eran individualistas: ¿no deberíamos pensar en remedios comunes? Se produjo un silencio, algunos asintieron con la cabeza y la discusión volvió a las respuestas individuales para «sobrellevar el estrés».

La mayoría de la gente del MIT no considera estos sentimientos y experiencias temas políticos. El personal no docente, los estudiantes y los profesores siguen interiorizando e individualizando el problema de la escasez del tiempo. De hecho, a menudo se resisten a los intentos de solucionarlo con argumentos desafiantes propios de un adicto: «Así es como somos en el MIT. Nos gusta lo que hacemos y hagas lo que hagas no conseguirás que dejemos de trabajar duro». Cuando en 1980 Paul Gray fue nombrado presidente del MIT, en su famoso discurso de toma de posesión hizo un llamamiento a la comunidad del MIT de dar los pasos necesarios para reducir los nocivos «ritmo y presión». Cuando se retiró diez años más tarde, pronunció otra frase que se hizo famosa: «No conseguí moverlos ni un ápice». Estas dos anécdotas se citan habitualmente en las discusiones sobre la escasez del tiempo para demostrar que el problema es irresoluble. Así es el MIT. Siempre estaremos estresados. Ni intentes cambiarnos.

Yo respondo citando a Karl Marx: «Economía del tiempo, eso es a lo que en último término se reduce toda economía» [48]. Sólo la combinación de provincianismo institucional y machismo puede impedir ver la conexión entre la escasez de tiempo en el MIT y las tendencias a la compresión del tiempo aparentes por doquier en la economía. Siempre nos hemos enorgullecido de nuestras jornadas laborales largas y arduas, pero ya no somos los únicos. Por todas partes se escuchan quejas por escasez del tiempo para disfrutar de la vida, la familia o la comunidad.

Uno de los principales causantes económicos de ese colapso del tiempo es la tendencia generalizada a definir el trabajo como una acumulación de roles más que una serie de tareas. Las tareas se acaban; la representación de los roles no tiene fin. Esta redefinición del trabajo es más evidente en el nuevo mundo de la reingeniería, en el que se anima a los trabajadores a considerarse agentes libres, cambiando de un equipo a otro. También es evidente en la educación de los ingenieros: el nuevo ideal ya no es mantener un puesto de trabajo, sino ser emprendedor. Y también es evidente en la continua expansión del rol de los profesores del MIT, a medida que cada uno intenta



controlar los efectos integrados que producen en su «mundo de la vida» las múltiples exigencias de tiempo procedentes de la investigación, la docencia, su vida privada y, ahora, la comunidad del MIT. A veces, en las reuniones del grupo de trabajo hablábamos de intentar encauzar ese crecimiento descontrolado haciendo una descripción del puesto de profesor, pero habríamos tenido que nadar contracorriente en un mundo en el que el trabajo basado en la información se define cada vez menos como un «empleo» y cada vez más como la capacidad de adaptarse, expandirse, cambiar de dirección y reconstruirse.

La naturaleza cambiante y abierta del papel del profesor es, para bien o para mal, un ejemplo de lo que ocurre en la economía mundial en general. Estos papeles ofrecen flexibilidad y variedad; sin embargo, al ser híbridos en evolución, ejercen constantes exigencias sobre el individuo, que se siente incapaz de distinguir el mundo exterior del interior y que, en una mezcla de orgullo y culpa, se considera a sí mismo la clave de su ocupación. Los profesores del MIT alegan el amor a su trabajo para justificar su connivencia con la degradación del mundo comunal. Están, en palabras de la economista Nancy Folbre, presos del amor [49].

¿Dónde hemos oído eso antes? Se dice que el otro trabajo que la gente hace por amor es la maternidad: una fuente inestimable de placer que, cuando se evalúa, exige un alto precio a las mujeres en forma de oportunidades perdidas y salarios no percibidos [50]. A los movimientos de liberación de la mujer les costó décadas desarrollar las herramientas conceptuales para empezar a combatir el argumento de «presas del amor». La autoexplotación sigue siendo explotación, igual que en la reingeniería la autotaylorización sigue siendo taylorización. Lo que se aprendió en los movimientos de liberación de la mujer es crucial para el desarrollo de una nueva Política en el sentido que Latour daba al término (es decir, la composición progresiva de un mundo común).

El llamamiento para que los profesores dediquen más tiempo a la «comunidad» sin ofrecer ninguna recompensa tangible a cambio suena muy familiar a las mujeres. Un estudio realizado en 1997entre los profesores por la Oficina de Planificación del MIT, que se convirtió en un elemento fundamental de la labor de «recopilación de información» del grupo de trabajo, demostró que se pedía más a menudo a las profesoras del MIT que dedicasen parte de su tiempo a tareas comunales que a sus colegas masculinos y que aceptaban hacerlo con mayor frecuencia que ellos. También se sentían significativamente más estresadas en su vida profesional [51]. De los resultados

no se podía deducir si las mujeres se sentían así porque debían dedicar mayor atención a su vida familiar o porque eran más tendentes a sentirse culpables. Tampoco importa. Si el MIT, o cualquier otra institución, confía básicamente en la «bondad ciudadana» para motivar a la gente a dedicar parte de su tiempo a la «comunidad», las mujeres responderán y sufrirán de forma desproporcionada.

El dilema está en que la «construcción de comunidad», por usar la frase favorita del grupo de trabajo, afecta al mundo de la vida. Cada relación humana que uno intenta establecer, cada conexión, cada mensaje, cada intento por llegar a alguien se produce tanto en el espacio como en el tiempo. La estructura del mundo de la vida continuará degradándose hasta que se reconozca que el tiempo y espacio comunales forman parte de la Política. El estado de la conciencia del mundo de la vida es similar al de la conciencia femenina en los años cincuenta y principios de los sesenta, cuando se sentía una angustia inconcreta, sin destinatario, y una vaga conciencia del «problema sin nombre». Enfrentándonos a la crisis del mundo de la vida, sólo estamos empezando a comprender, de nuevo, que lo personal es político.

# 5. Hombres y mujeres en el mundo tecnológico

## Cómo funciona la discriminación de género

El subtítulo de este libro lo describe como un enfrentamiento entre una historiadora y el cambio tecnológico, pero la historiadora es también mujer, y eso tiene su importancia. Podría volver al principio y poner de relieve esa importancia, empezando con la niña sentada en la sala de estar escuchando a los hombres de su familia (únicamente hombres) hablar de ingeniería. Sus historias me fascinaban porque eran puertas que se abrían al mundo real, pero nunca se me ocurrió, como seguramente se le habría ocurrido a un niño en aquella situación, que yo también podía atravesar esas puertas. De vez en cuando mis parientes masculinos mencionaban a alguna mujer del mundo de la ingeniería, pero eran casos raros y a mí no me parecían muy normales.

Durante los largos ratos que mis parientes masculinos se pasaban hablando de la suerte de la profesión del ingeniero, ni una sola vez, que yo sepa, comentaron o siquiera fueron conscientes de la ausencia de mujeres en la profesión. Así es como funciona la discriminación en una sociedad relativamente abierta y libre. No nos damos cuenta porque no se refleja en palabras o gestos. Forma parte del orden existente. La profesora Nancy Hopkins dijo que para ella fue una gran revelación ver cómo ejercen la discriminación de género personas muy buenas y muy inteligentes. También observó que la discriminación racial y la de género se parecen en que quienes las practican no son conscientes de ello. Señalar la discriminación no es, en la mayoría de los casos, acusar de mal comportamiento a un individuo, sino describir estructuras sociales profundamente arraigadas. La gente buena e inteligente se

educa y vive dentro de las mismas estructuras psicológicas y sociales que todo el mundo.

Nadie me dijo nunca que las mujeres fuesen inferiores o que no estuviesen hechas para la ciencia o ingeniería. Se me tomaba en serio como persona y se me animó a que obtuviera una buena formación. También se me previno de forma explícita de que las mujeres con importantes carreras profesionales —las que se convierten en decanos o presidentes de universidades, por repetir sólo dos ejemplos de los que me habían puesto— normalmente se quedaban solteras o, si se casaban, no solían tener hijos. La discriminación de género formaba parte de la estructura de las expectativas: los hombres no sólo pueden sino que deben compaginar su vida profesional con la familiar, mientras que las mujeres deben elegir entre ambas. No me podía imaginar ambicionando tanto un empleo como para cerrar la posibilidad de tener una familia. Debía elegir entre ser una persona normal o una rareza. Aquello no parecía una elección real; se parecía más a un mensaje de que no debía pensar en tomarme tan en serio mi trabajo como lo hacen los hombres.

La ingeniería formaba parte del mundo del trabajo serio. Por eso no era de extrañar que en la profesión de ingeniero predominaran abrumadoramente los hombres y que la cultura de la ingeniería estuviera definida desde su perspectiva. El lenguaje lo delata siempre. Cuando los miembros del Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia leíamos y releíamos el informe Lewis, decíamos en broma que deberíamos reimprimir aquel informe de cincuenta años de antigüedad y firmarlo con nuestros nombres, porque, seguramente, no lo haríamos mejor y dejaríamos impresionados con nuestra brillantez a los lectores. Pero a todos nos chocaba una nota discordante del informe, algo que revelaba su edad: el uso extendido del pronombre «él» en referencia a los ingenieros y estudiantes del MIT. Tuve una conciencia similar del cambio cultural producido cuando me di cuenta de que, en los tiempos en que estaba investigando para la conferencia de mi abuelo «La utilización de la energía por el hombre», ni siquiera me había llamado la atención el título.

Pero la vida humana no está determinada por las estructuras sociales, por muy poderosas que éstas sean. La discriminación de género no es simple porque la socialización no lo es. La socialización incluye también la imposibilidad de predecir las circunstancias personales e históricas que a veces interaccionan de forma extraña con las estructuras. El abuelo Lewis amaba la historia y la literatura tanto como yo, en gran parte por amor y respeto a su prima Mary, profesora de inglés. Y me transmitió sus pasiones comunes.



De hecho, me contó más historias sobre el desarrollo de la democracia inglesa que sobre ingeniería. Cuando empecé a enseñar en un instituto de Florida, me hizo muchas sugerencias sobre los libros que debía recomendar a mis estudiantes. Sugirió *La isla del tesoro*. Me contó que cuando tenía doce años, más o menos, una lluviosa tarde descubrió en el desván de la casa de Spring Garden un ejemplar de *La isla del tesoro*. Se quedó leyéndolo absorto durante horas. A menudo citaba fragmentos de Shakespeare. Mi madre me contó que cada vez que tenía que hacer un largo viaje en tren, se llevaba una de las obras de teatro de Shakespeare de la colección que le había regalado su prima Mary.

El informe Lewis demuestra elocuentemente la necesidad de una «misión educativa más amplia», pero nunca explica del todo las raíces más profundas de esa convicción, por lo menos en el caso de mi abuelo. Es cierto que la Segunda Guerra Mundial había demostrado la necesidad de que los ingenieros y científicos entendieran el contexto social global en el que actuaban. Pero para el abuelo la razón de una educación más amplia residía en el alma humana y no en las necesidades sociales. Su preocupación más profunda no era solucionar problemas, sino entender los misterios de la vida humana. Amaba la historia y la literatura porque le proporcionaban una visión interior de las complejidades de la personalidad humana. Empezó a interesarse por la psicología infantil y más de una vez lamentó no haber tenido más conocimientos de ésta mientras criaba a sus hijos. Pero, sobre todo, acudía a la fe religiosa para que le guiase. Durante toda su vida intentó reconciliar las enseñanzas de Jesús con los principios de la indagación científica, ya que creía que Jesús había proporcionado una visión única del misterio humano. Durante mucho tiempo dio clases en la escuela dominical de la iglesia congregacionista y en sus últimos años pasaba horas charlando con el capellán del MIT sobre la reconciliación de la fe científica y la religiosa.

Debido al gran interés del abuelo Lewis por la historia, la literatura, la psicología y la religión, nunca las consideré específicamente femeninas, y tampoco creía que fueran incompatibles con la profesión de ingeniero. La fuerza liberadora de su personalidad compensaba con creces cualquier limitación social a causa de la discriminación de género —limitaciones mucho más severas para las mujeres que no disfrutaban de las ventajas personales que yo tuve.

En los últimos años el MIT se hizo cada vez más consciente de sus propias estructuras de discriminación de género y empezó a tomar medidas para cambiarlas. Hasta entonces, el paso más importante que el MIT había

dado, el primero y el menos conocido, consistió en un espectacular aumento del número de mujeres estudiantes de pregrado. Este giro fue iniciado alrededor de 1970, por un pequeño pero influyente grupo de profesores y administradores que sabían que estaban haciendo algo importante para el futuro de la ciencia, la ingeniería y del MIT. Se habían dado cuenta de que los esfuerzos puramente simbólicos no conducían a nada. Habían estimado que para que las mujeres pudieran prosperar debían constituir al menos el 20 por ciento de los estudiantes. Hace muchos años que se alcanzó esa masa crítica. Los últimos años aproximadamente la mitad de los estudiantes de primer curso son chicas. Los números son algo menos impresionantes en las especialidades de ingeniería: sólo un tercio son mujeres. Pero incluso aquí se han producido algunos cambios interesantes. Me siento especialmente orgullosa de que el 62 por ciento de los estudiantes de pregrado en ingeniería química sean mujeres.

Por la misma época el MIT inició la política coordenada para aumentar la diversidad racial y étnica de los estudiantes de pregrado. Hoy los hombres de raza blanca constituyen menos de la mitad de los estudiantes de pregrado del MIT y un tercio de los estudiantes de pregrado proceden de familias no angloparlantes. Cuando en el MIT hablamos de la historia posterior a la guerra, casi siempre acabamos destacando el aumento de la diversidad de los estudiantes de pregrado como el cambio más significativo. Una vez más se trata de un recordatorio de la enorme diferencia entre las banalidades de la gestión del cambio, normalmente consistente en un nuevo software, y el genuino cambio histórico, consistente en nuevas formas de convivencia.

Hoy en el MIT se suelen describir los efectos del aumento de la proporción de mujeres entre los estudiantes de posgrado en términos positivos y a menudo muy entusiastas. Pero no siempre fue así. En los años setenta algunos profesores mostraban su preocupación por el aumento del número de mujeres y consideraban que cualquier esfuerzo por «ampliar» la diversidad del estudiantado acabaría degradando los estándares académicos. Estas preocupaciones han desaparecido dado que el rendimiento académico de las mujeres es tan bueno como el de los hombres e incluso algo mejor. Sin embargo, todavía se escuchan algunos lamentos de que las estudiantes «sólo» obtienen buenas notas, sin ser necesariamente creativas o emprendedoras. Es un clásico ejemplo de cambiar las reglas en pleno partido. En los años cincuenta y sesenta el MIT condicionaba las becas de estudios a las notas medias (Grade Point Average o GPA), y las hermandades solían anunciar a bombo y platillo sus GPA para demostrar que habían triunfado en el MIT.



Incluso hoy los profesores y estudiantes ponen enorme énfasis en las GPA, que siguen siendo decisivas para entrar en la escuela de posgrado. La queja de que las mujeres no son suficientemente «creativas» o «emprendedoras» resulta útil para aquellos que se sienten incómodos por la presencia y el éxito de éstas, pero no hay ninguna evidencia mensurable de esa supuesta deficiencia.

En cualquier caso, sigue siendo preocupante el hecho de que, incluso en la docencia, donde evidentemente un buen expediente académico es muy valorado, el número de mujeres en ciencia e ingeniería disminuye paulatinamente con los años. Esto se hace especialmente evidente en las estadísticas del MIT: aproximadamente un 23 por ciento de los estudiantes de posgrado de ingeniería son mujeres, lo que supone un brusco descenso del 35 por ciento de mujeres en las especialidades de ingeniería de pregrado. De los profesores de ingeniería del MIT aproximadamente un 10 por ciento son mujeres. Es un avance comparado con el 4,9 por ciento de 1990, pero sigue siendo una cantidad desalentadora, especialmente porque esas 35 mujeres (de los 348 profesores titulares y no titulares de la Escuela de Ingeniería) no están distribuidas uniformemente. Son especialmente escasas en algunos de los departamentos más grandes [1].

Es más, muchas de las mujeres que habían alcanzado finalmente el estatus de profesor del MIT descubren que sus carreras empiezan a contraerse en vez de expandirse. Todas las mujeres de la Escuela de Ciencias entrevistadas para el estudio contaron una historia de progresiva frustración y marginación. Las historias diferían en detalles, pero el argumento siempre era el mismo. Otra evidencia de peso del problema es la ausencia de mujeres en la parte más alta de la escala institucional. Cuando fui decano, era la única mujer del Consejo Académico. (Ahora hay dos.)

Es evidente que la discriminación de género no ha desaparecido del MIT ni del mundo exterior. A la mayoría de las mujeres ya no se les dice explícitamente que deben elegir entre la familia y el trabajo (o, más exactamente, entre una vida equilibrada y el éxito profesional, tal como éste se define hoy por el mercado), pero perciben claramente el mensaje. Varios comités femeninos existentes en el MIT perdieron mucho tiempo solicitando el acceso a la información sobre los salarios para asegurarse de que hombres y mujeres percibían sueldos iguales. Pero las diferencias de salarios que descubrieron palidecen ante esta otra diferencia: en la Escuela de Ingeniería, aproximadamente la mitad de las profesoras tienen hijos, mientras que cuatro de cada cinco profesores son padres [2].

Las mujeres no abandonan la ingeniería porque les preocupe cobrar menos o tener menos beneficios que los hombres. Abandonan porque cuanto más observan el mundo que las espera, menos les apetece vivir en él. Cuando el Departamento de Ingeniería del MIT ofreció puestos de profesorado a los hombres, sólo un 14 por ciento lo rechazó, mientras que entre las mujeres este porcentaje llegó al 40. Para entender estas estadísticas hace falta escuchar las historias individuales, y esas historias hablan de mujeres que no se sienten cómodas con la cultura del MIT, no se sienten queridas allí. Estos temas son difíciles de definir, pero el efecto es llamativo y cuantificable. En el estudio realizado entre los profesores del MIT en 1995, destacaron tres temas que mostraban marcadas diferencias entre las experiencias de las profesoras y los profesores. Primero, el 34 por ciento de las profesoras eran solteras frente al 11,4 por ciento de los profesores. Segundo, cerca del 35 por ciento de las mujeres habían considerado la posibilidad de abandonar la vida académica frente al aproximadamente 18 por ciento de los hombres. Tercero, *todas* las mujeres se quejaban de estrés, grave o moderado (frente al 88 por ciento de los hombres), y un porcentaje muy elevado de mujeres estaban gravemente estresadas (67,4 por ciento frente el 31,1 por ciento de los hombres)[3].

Por lo general la discriminación de género hoy no consiste en que las mujeres sean excluidas de la ingeniería. Es que las mujeres se autoexcluyen porque, por usar la frase que he escuchado a menudo: «¿Quién necesita esto?». Cuando hablo con las estudiantes de pregrado y posgrado sobre la forma de compaginar la vida profesional y familiar, suelen decir simplemente «quiero tener mi vida».

Para este subgrupo de mujeres el feminismo que importa hoy es el feminismo como humanismo: el derecho a una vida propia, por así decirlo, pues muchas mujeres quieren definir una vida plenamente humana, en vez de verse obligadas a aceptar una definición masculina. Cada vez más mujeres se preguntan si no existen modelos alternativos de trabajo que hagan posible esa vida. Y cada vez son más conscientes de que los hombres son sus aliados en esta búsqueda. Mientras fui decano, los estudiantes varones no solían hablar conmigo de temas relacionados con la familia y el trabajo, pero a menudo me hablaban de las conversaciones con sus parejas y de su lucha por construir una vida en común. Es más, en los últimos años he mantenido muchas conversaciones con mis colegas masculinos sobre la crianza de los niños o el cuidado de padres ancianos —algo que casi nunca ocurría en los años ochenta cuando entré en el MIT. La crisis del mundo de la vida, causada por la escasez de tiempo y de espacio, ha afectado de forma desproporcionada a las mujeres, pero también ha alcanzando a los hombres.



Durante el curso 2000-2001, un comité de la Escuela de Ingeniería preparó un informe sobre las profesoras, similar al elaborado en 1995 por la Escuela de Ciencias. El informe presenta estadísticas y analiza salarios, criterios de contratación, criterios de promoción, trabajo en comités, actividades profesionales externas y otros indicadores de recompensas e incentivos institucionales. El informe demuestra convincentemente que la ingeniería sigue siendo dominada por los hombres. Igual que en el informe de la Escuela de Ciencias, los datos son sólo una parte de la evidencia: para entender el problema hay que considerar también las numerosas historias de invisibilidad femenina, incluso como profesoras, como por ejemplo el elocuente detalle de no haber sido invitadas ni una sola vez a los tribunales de doctorado en sus áreas de especialización.

Pero la convicción de que los ingenieros están para solucionar problemas —incluso tan difíciles como éste— forma parte de la cultura de la ingeniería con minúscula tanto como la discriminación de género. La discriminación de género, en palabras de Bob Brown, es un problema que puede ser resuelto, así que él y otras personas del MIT se han puesto manos a la obra. Los departamentos que contrataban menos mujeres fueron advertidos de que debían cambiar. Hoy ya empiezan a notarse mejoras en las prácticas de contratación y de promoción a puestos de responsabilidad. El nuevo director ejecutivo (equivalente al jefe de departamento asociado) del Departamento de Ingeniería Química es una mujer, al igual que las recientemente incorporadas jefas de departamento asociadas del Departamento de Ingeniería Eléctrica e Informática. La nueva vicepresidenta de Investigación del MIT es ingeniero químico.

Pero, a pesar de los cambios recientes, el MIT sigue siendo una institución profundamente masculina. Se ha hecho mucho para reducir la discriminación de género en la ingeniería, pero reducir los prejuicios masculinos en la ingeniería será una tarea mucho más ardua y larga. La discriminación se refleja en los obstáculos para la participación plena en una empresa; los prejuicios tienen que ver con la identidad cultural de la empresa. Los prejuicios de género proceden de una red de comportamientos —intelectuales, culturales, artísticos, sociales, psicológicos— que vinculan el dualismo sexual de las personas con todas las actividades humanas. Los prejuicios de género son un hecho de la vida y no necesariamente un problema a resolver. Se convierten en un problema cuando las combinaciones de los prejuicios

de género forman estructuras sociales que perjudican a las personas (hombres, mujeres o ambos) y al mundo de la vida de forma habitual.

La discriminación de género y los prejuicios de género están profundamente relacionados. La identidad cultural de la ciencia y la ingeniería como actividades masculinas obedece —y refuerza— a la abrumadora mayoría de hombres que se dedican a ellas. A medida que se solucione la discriminación de género, también cambiarán los prejuicios de género. Es el objetivo del aumento de la diversidad en cualquier institución humana: no sólo garantizar el acceso en igualdad de condiciones a los beneficios que ofrece, sino también redefinir la institución para que su identidad refleje la gama completa de las necesidades y preocupaciones de las personas. Una de las razones para abrir la ingeniería a las mujeres es la de ser justo con ellas. Otra razón, en último término más importante, es la de transformar la ingeniería para que pueda servir mejor a las necesidades de la humanidad. Las mujeres quieren tener su propia vida tanto como los hombres. Y las mujeres quieren ser relevantes tanto como los hombres. Creo que no sería exagerado decir que el futuro de la democracia depende de si seremos capaces de ser tan inventivos socialmente como lo somos tecnológicamente en descubrir caminos para que las personas puedan vivir la vida al mismo tiempo que son relevantes.

## Cómo el género condiciona el trabajo

En la democrática sociedad occidental es relativamente fácil alcanzar el consenso de que la discriminación de género debe desaparecer y se debe ser justo con las mujeres. Más difícil es alcanzar el consenso sobre la desaparición de los prejuicios de género. Aquí los argumentos pasan de la igualdad a la identidad, y específicamente al esencialismo: la creencia de que las mujeres ejercerán la ingeniería de forma diferente porque son diferentes de los hombres. Este tipo de argumentos hace que muchas mujeres y hombres se sientan incómodos. Es una reminiscencia del determinismo biológico y de los argumentos basados en la biología que han sido utilizados para justificar la discriminación contra las mujeres. La identidad no puede reducirse a la biología. La identidad de la mujer procede fundamentalmente de la socialización, y la identidad de un ingeniero se debe totalmente a la socialización.

Nadie dispone de evidencias válidas sobre diferencias esenciales; las únicas evidencias proceden de las diferencias observadas. En el mundo de la ingeniería actual las diferencias más obvias entre hombres y mujeres no están



en sus habilidades ni en los éxitos profesionales, sino en lo que les interesa. Un ejemplo llamativo son sus opciones en la elección de las especialidades de ingeniería. Las mujeres prefieren claramente la ingeniería química (como ya se dijo, el 62 por ciento de los estudiantes de esta especialidad en el MIT son mujeres), que ahora se orienta hacia la biotecnología. La proporción es aún mayor en ingeniería civil y medioambiental, sobre todo en la parte medioambiental (el 75 por ciento de los estudiantes). También tienen cierta preferencia, aunque algo menos acusada, hacia la aeronáutica y astronáutica, sobre todo después de que el departamento empezara a hacer hincapié en la educación en equipo y en enfoques holísticos a la ingeniería.

Por el contrario, las mujeres sólo constituyen el 33 por ciento de las especialidades de ingeniería mecánica y el 27 por ciento de la ingeniería eléctrica e informática. Dado que estos departamentos tienen un historial de contratación y promoción de mujeres especialmente pobre (de los 54 profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica sólo dos son mujeres), esta ausencia puede disuadir a las estudiantes de hacer esta especialidad. Las cifras a nivel nacional confirman la preferencia de las mujeres por las especialidades de ingeniería enfocadas hacia las cuestiones medioambientales y biológicas. La misma disparidad se observa también en la Escuela de Ciencias, donde las mujeres prefieren de forma abrumadora la biología, las ciencias medioambientales y la neurociencia a las matemáticas y la física. (Más de las tres cuartas partes de los estudiantes de Ciencias de la Tierra, Atmósfera y Planetas son mujeres.)

¿Son problemáticas estas disparidades de intereses en la ingeniería? ¿Debemos establecer como objetivo que en la ingeniería mecánica haya tantas mujeres como en la bioingeniería, por ejemplo? ¿Qué parte se debe a la libre elección y qué parte es una respuesta a sutiles señales sociales? Ésta es la clase de preguntas a las que el MIT y la profesión de la ingeniería en general deben buscar respuestas ahora que las barreras de discriminación de género más evidentes han sido derribadas. Los prejuicios de género siguen existiendo, pero actúan a un nivel mucho más sutil. Ya no existe el estereotipo de que las ciencias y la ingeniería son sólo para hombres, pero ahora la ciencia y la ingeniería se están dividiendo en dominios de hombres y de mujeres. Los estudiantes de pregrado discuten abiertamente los estereotipos: EECS es una especialidad fuerte, rigurosa, para hombres; la biología y las «cosas del medio ambiente» son para mujeres.

Ese modelo «de grano fino» de prejuicios de género es evidente también en otras profesiones que han tenido recientemente una entrada masiva de

mujeres. En medicina la cirugía está dominada por los hombres, la pediatría por las mujeres. En el derecho los hombres dominan el criminal y el corporativo, las mujeres a menudo se ocupan de los pleitos domésticos. Que en la vida profesional las mujeres tengan preferencias distintas de las de los hombres no es un problema. Lo que sí es un grave problema estructural es que las áreas profesionales elegidas preferentemente por las mujeres ofrecen menores recompensas económicas y menores oportunidades de promoción que las preferidas por los hombres.

Este modelo también se reproduce en la ingeniería, pero con una importante variación: las diferencias estructurales en salarios y reconocimiento no se dan tanto entre las distintas ramas de ingeniería como entre la ingeniería y el ámbito más expansivo y lucrativo de «la tecnología». En muchos aspectos la ingeniería está haciéndose más femenina. En la formación del ingeniero la comunicación y otras habilidades «blandas» están recibiendo más atención en los currículos y conciencias de los estudiantes. Se dedica más tiempo al trabajo en equipo, a la interpretación de roles y a la negociación. Incluso en la resolución de problemas técnicos más «duros» se enseña a los estudiantes de ingeniería a ser «sensibles» al contexto más general.

El papel de ingeniero se parece algo al del ama de casa [4]. Oí decir esto a mis parientes masculinos cuando se quejaban de su trabajo, esencial pero nada espectacular y poco apreciado. Este papel se hace cada vez más importante, al tiempo que la gestión de un mundo reflexivo e híbrido requiere formas de educación, conciencia, conocimientos y habilidades asociadas tradicionalmente con la feminidad. Este cambio en los prejuicios de género en la ingeniería no se debe a que cada vez más mujeres acceden a la ingeniería (tampoco se trata de una avalancha), sino a las exigencias objetivas del mundo en el que vivimos.

Pero mientras que la retórica de la ingeniería se suaviza, la retórica de la tecnología se endurece. Puede que las mujeres saquen buenas notas, ¿pero pueden con las dificultades de creatividad empresarial? En la ideología del cambio tecnológico abunda la retórica de tipos duros que hablan de la necesidad de estar al frente, derrotar a la competencia y trabajar veinticuatro horas, siete días a la semana, para mantenerse en cabeza en un entorno brutal. No es un mundo para chicas. Por supuesto que nadie dirá abiertamente que las mujeres están excluidas de la innovación tecnológica, pero el énfasis que se pone en las brutales exigencias del puesto de trabajo en altas tecnologías implica, una vez más, que hay que elegir entre el trabajo y la familia. En la tecnología y no en la ingeniería, en la innovación y no en el mantenimiento



—ahí está el dinero de verdad, ahí está el poder, y estos ámbitos se representan siempre como masculinos y controlados por los hombres.

Pero ahora, cuando «tecnología» e «innovación» se han unido en nuestra cultura, esto es aún más extraño. La glorificación de la tecnología como innovación se ha convertido en la alabanza casi mística de la procreación masculina. La innovación —un eterno proceso creativo dirigido por los hombres— genera promiscuamente nuevas formas de vida que llenan la tierra. Los hombres son los que dotan de almas a las nuevas máquinas [5]. Los capitanes de la industria han sido reemplazados por los capitanes de la innovación, los procreadores masculinos del cambio. La innovación es una fuerza vital, eternamente fértil, que llena las incubadoras institucionales que nutren su infancia. El sueño supremo es «la ingeniería de la vida» [6].

Estas odas a la innovación tienen un tono algo histérico. El lenguaje vuelve a traicionarlos. Las mujeres no tienen por qué ser tan estridentes insistiendo en el cambio. Lo llevan dentro. «Concebir, diseñar, implementar, funcionar.» Me detengo en la primera palabra e intento imaginar cómo podría habérsele ocurrido a una mujer semejante ristra de imperativos. En esta versión masculina, la concepción se define como una extraña forma de fertilidad que termina haciendo funcionar un aparato engendrado por el hombre. Otras formas de innovación (artística, social, intelectual) son ignoradas [7]. Si el culto a la innovación define un ámbito tecnológico distintivo en el que dominan los hombres y la masculinidad, el hecho de que cada vez más mujeres entren en la ingeniería es, al mismo tiempo, bueno e irrelevante. El culto a la creatividad tecnológica conduce a un extraño travestismo en el que la fertilidad se considera una prerrogativa masculina, desafiando los criterios culturales tradicionales.

Esta confusión retórica evidencia un problema más profundo de asociaciones de género en el mundo en el que vivimos. Las actividades tecnológicas etiquetadas como masculinas han desempeñado el papel predominante en la creación de este mundo híbrido. Pero son menos adecuadas para organizar el mundo tecnológico en el que podamos vivir. Para ello hacen falta las habilidades de la ingeniería «blanda». Muchos ingenieros varones no son especialmente adeptos de esas dotes, ni tampoco son necesariamente las dotes que permiten alcanzar el prestigio y el poder en nuestra sociedad.

El MIT está intentando reconciliar los objetivos de cambio y comunidad. El peligro está en que los prejuicios de género tienden a catalogar cada vez más el «cambio» como tarea masculina y la «comunidad» como femenina. La retórica del cambio fomenta esta división hasta el extremo de que el

cambio se describe como algo agresivo, individualista y absorbente. Sin embargo, no es sólo la retórica. Existe una evidencia mensurable de que las mujeres hacen por la comunidad del Instituto más de lo que les correspondería. El informe de la Escuela de Ingeniería sobre las mujeres dividía las actividades profesionales extraacadémicas en las compensadas y no compensadas, divididas a su vez por sexos. Los hombres realizaban significativamente más actividades compensadas, y las mujeres, no compensadas. Este informe, junto con el anterior sobre el estatus de la mujer en la Escuela de Ciencias, muestra que las mujeres son habitualmente ignoradas cuando se trata de participar en comités que tienen trascendencia sobre asuntos académicos (por ejemplo, los comités de selección). Sin embargo, con frecuencia se les pide que participen en los comités relacionados con la actividad académica rutinaria.

Estas diferencias mensurables en el comportamiento de hombres y mujeres implican diferencias en la socialización y las prioridades que perjudican a las mujeres, en un mundo en el que el cambio se hace por dinero, mientras que el trabajo en pro de la «comunidad» es gratuito. Para organizar un mundo tecnológico habitable es necesario que el cambio y la comunidad sean procesos inseparables y no opuestos en función del género. No lo conseguiremos mientras la innovación se defina como un rol tecnológicamente intensivo y dominado por los hombres, mientras que a las mujeres sólo les quede afrontar las consecuencias de la innovación. «Construir comunidad» también exige ser emprendedores e innovadores. Cuando nuestras necesidades más profundas de innovación también requieren cambios en la organización social, el cambio no debe identificarse únicamente con la tecnología.

## Reconstruyendo los roles de los géneros

Los prejuicios de género en la tecnología e ingeniería no son un «asunto de feministas», no son secundarios, no son temas especiales. Afectan significativamente a nuestra capacidad de organizar un mundo tecnológico en el que podamos vivir. Los principios de organización de ese mundo deben ser elaborados por hombres y mujeres; de otra forma tendremos un mundo inhumano construido por seres humanos.

La interacción entre los cambios tecnológicos y los cambios en los roles de hombres y mujeres es otro indicio de que la revolución neolítica es el precedente más apropiado de la revolución tecnológica de nuestros tiempos.



En las sociedades preagrícolas el rol de la mujer combinaba la procreación con la recolección de alimentos de origen vegetal, mientras que el rol del hombre estaba dominado por la caza y la defensa del grupo. Cabe asumir que antes de la invención de la agricultura estos roles eran universales, o casi, y que esa invención inició un proceso de profundos cambios en los roles masculinos y femeninos. Una vez que la humanidad quedó «atada a la tierra», los hombres en gran medida se vieron privados de su rol tradicional de cazadores y reclamaron un nuevo rol de cultivadores, tanto en el sentido literal (asumiendo la responsabilidad de la siembra, que hasta entonces era un trabajo de mujeres) como en el sentido metafórico (reclamando un rol principal en la procreación como sembradores de vida). El rol de la mujer en la producción de los alimentos disminuyó, mientras que aumentaba el de criadora de niños (tras recibir pasivamente la «semilla» del hombre), dado que la agricultura se beneficiaba del crecimiento de la población. En el alba de la historia escrita, la Revolución Neolítica transformó la producción, la reproducción y el concepto cultural de las dos [8].

Hoy se están produciendo otra serie de cambios culturales. El cambio tecnológico más obvio que ha afectado a la relación entre los sexos es la multiplicación de las opciones reproductivas debido a los nuevos métodos de fecundación, clonación y similares. Entre otras cosas estos métodos permiten la extensión de la fecundidad más allá de sus límites «naturales». Al igual que en el Neolítico, la innovación tecnológica ha traído una nueva realidad reproductiva para ambos sexos. Qué significa ser *padre* cambia inevitablemente con las nuevas opciones de maternidad. Parece que el énfasis en la procreación masculina de la tecnología se hace más intenso a medida que el papel masculino en la procreación biológica se hace más incierto.

Pero hoy la nueva realidad va más allá de la biotecnología. La transición de un mundo dominado por la naturaleza a otro dominado por la tecnología crea otras realidades que afectan tanto a los hombres como a las mujeres. En particular esta transición priva a los hombres de muchos de sus roles tradicionales. El papel productivo del hombre ha cambiado en la transición del mundo industrial a la sociedad de la información al menos tanto como cambió en la transición de la caza a la agricultura.

¿Qué significa ser hombre en el mundo tecnológico? Estamos tan acostumbrados a asociar la ingeniería y la tecnología con los hombres que requiere cierto esfuerzo darse cuenta de lo inverosímil, incluso extraña, que parece esta asociación en el nuevo mundo híbrido. Los patrones culturales a los que estamos acostumbrados no se ajustan bien a los patrones materiales

del mundo que estamos construyendo. Las ventajas de la masculinidad en el trabajo no son tan evidentes en la era de la información, cuando el trabajo consiste en manejar teclados y botones, leer, escribir, calcular y hablar. Incluso en la violencia social las ventajas del hombre disminuyen en la medida en que los instrumentos de la violencia se hacen altamente tecnológicos. Todavía quedan oportunidades para el heroísmo físico en combate u operaciones de rescate, pero incluso en esas áreas el desarrollo tecnológico está encaminado a limitar el número de hombres sobre el terreno, el riesgo físico y el esfuerzo, los daños. En las películas o series de televisión, cuando se representa el heroísmo del futuro, aunque los héroes suelen seguir siendo hombres, su hazaña a menudo consiste en teclear el código correcto en el teclado de un ordenador.

Desde esta perspectiva, los problemas de las mujeres para crear una vida vivible en el MIT, y en otros ámbitos sociales dominados por la ciencia y la tecnología, parecen aún más sorprendentes y lamentables. En teoría las mujeres deberían adaptarse más fácilmente al nuevo mundo híbrido, porque su socialización es generalmente congruente con las exigencias del entorno, complicado y profundamente humano. Parece mucho menos obvio que los hombres encuentren una identidad masculina apropiada en un mundo en el que la fuerza física cada vez es menos relevante. Definir el papel de la mujer en la ingeniería es una cuestión muy importante. Pero la definición del lugar del hombre en el mundo tecnológico es una cuestión mucho más profunda y desconcertante.

# 6. Coda: Viviendo en un mundo histórico

Pensaba terminar este libro aquí [1]. Pero no me gustaba del todo este final, prefería uno que enlazara más firmemente con el principio. El final original no volvía al sueño con el que había empezado, a la granja Spring Garden, ni a la participación involuntaria de mi abuelo en la destrucción del mundo que amaba. Mi prima Mary, que me ayudó a redactar el primer capítulo, me sugirió que la palabra «destrucción» sonaba demasiado contundente. Estuve de acuerdo y cambié el párrafo para decir que mi abuelo había contribuido a erosionar su mundo. Mary también me dijo que le había gustado la frase de que nuestro abuelo había sido «asaltado por el siglo XX», y la consideramos como un posible título del libro.

Poco después de nuestra conversación, camino del trabajo, me detuve en una estación de servicio. En la tienda Acura, mientras veía arder una de las torres del World Trade Center, vi como otro avión se estrellaba contra la segunda torre. Al poco tiempo supimos que los dos aviones habían despegado del aeropuerto Logan, a pocas millas de distancia. Los que aquel día estábamos allí jamás podremos volver a la tienda Acura sin experimentar un *flashback*. La historia y el poder de fijación de los acontecimientos históricos se refuerzan.

Este libro empieza con un sueño y termina con una pesadilla. La palabra «destrucción» ya no parece demasiado fuerte. El título del asalto quedó completamente fuera de lugar. Algunas veces he deseado o medio imaginado que el abuelo Lewis pudiera vernos a mí, a mi familia y el MIT y se sintiera orgulloso de nosotros. Pero aquella vez me sentía aliviada de que ya no pudiera ver nada.

Releí el manuscrito y cambié algunas palabras. Me daba cuenta de que ya había dicho la mayoría de las cosas que necesitaba decir sobre los sucesos del

11 de septiembre de 2001. Sin embargo, decidí escribir esta coda para subrayar algunas cosas dichas en las páginas precedentes.

Los desastres son revelaciones. Con implacable claridad nos muestran lo que está ocurriendo «normalmente». Cuando mejor entendemos un sistema tecnológico es precisamente cuando colapsa. El proceso de destrucción revela los fallos del diseño; por eso los desastres tecnológicos van seguidos de autopsias tecnológicas. Escrutamos las ruinas para averiguar qué cosas se deben mejorar: el sello de goma de la lanzadera espacial, el sistema de refrigeración de un reactor nuclear, el pandeo de los edificios, la puerta de la cabina de los tripulantes. Pero cuando el desastre tecnológico es causado por la acción humana deliberada, cuando las tecnologías civiles «normales» se convierten en armas, debemos pensar más detenidamente en los sistemas tecnológicos, no sólo en su diseño material sino también en su significado. Las terribles imágenes de los acontecimientos del 11 de septiembre revelaron la realidad existencial de la naturaleza reflexiva del mundo tecnológico: el avión convertido en misil, el edificio causando su propia implosión, el Pentágono transformado de centro de mando en un blanco. Ya es bastante terrible descubrir que unas construcciones tan gigantescas y poderosas pueden volverse tan fácilmente contra sus creadores. Pero es peor todavía darse cuenta de que los procedimientos familiares de la vida diaria pueden volverse fácilmente contra sus creadores: «Qué sencillo es entrar en un país y cometer un acto de terrorismo masivo empleando las cosas cotidianas, como el acceso a Internet, el sistema bancario y múltiples formas de viajar rápidamente» [2]. Incluso el correo, uno de los sistemas más antiguos y aparentemente benignos de la civilización, puede ser transformado en una red de terrorismo biológico.

La ciencia moderna emergió de la creencia de que los diseños de la naturaleza revelan los propósitos de Dios. En un mundo híbrido, el diseño tecnológico revela los propósitos humanos. El mundo tecnológico, tal como fue diseñado en lugares como el MIT, sirve para la comunicación instantánea, viajes rápidos y frecuentes, estímulos intelectuales y emocionales, conveniencia y confort. Puede ser criticado como comercial y consumista, pero a menudo es atractivo e instructivo. Cualesquiera que sean sus vicios y virtudes, es el mundo al que estamos acostumbrados.

Ahora contemplamos este mundo familiar y vemos en el fondo otro mundo aterrador que hemos estado construyendo al mismo tiempo, sin apenas tener conciencia de lo que estábamos haciendo. En un simposio celebrado el 1 de octubre de 2001 en el MIT sobre Tecnología, Terrorismo y



Guerra, muchos debates se centraron en la «frontera del desarrollo», que de repente pareció más significativa que la mejor definida «frontera digital». Uno de los ponentes —David Marks, profesor de ingeniería civil— describió los peligros materiales, sociales y políticos de las megaciudades de los países en vías de desarrollo. Lugares como Bangkok o Calcuta, en los que veinte millones de personas viven en densas aglomeraciones (Marks los llamaba polvorines), son la imagen inversa, empobrecida, de las concentraciones humanas del World Trade Center. El apartado de preguntas del simposio puso de manifiesto una nueva conciencia de que el mundo tecnológico lleva incorporada la marginación social en su diseño: desempleo, enfermedades, pobreza. Como observó alguien, esto también es la globalización.

Pensé que aquellos polvorines eran consecuencia de la decisión de la humanidad de desligarse de la tierra —una decisión que la obliga a habitar mucho más a menudo en la mugre urbana que en el espacio virtual. También pensé en las fronteras del mundo tecnológico, aún más profundas que las existentes entre las sociedades desarrolladas y las que están en vías de desarrollo. Una de esas fronteras es la que separa a hombres y mujeres. Las motivaciones más fuertes que impulsaron a los terroristas a destruir el sistema tecnosocial identificado con Occidente no procedían del rechazo a la injusticia social. Provenían de creencias religiosas en las cuales el miedo y el odio hacia las mujeres no son elementos secundarios sino centrales. Los terroristas eran hombres desarraigados que habían hallado su identidad y significado afirmando su superioridad sobre las mujeres y los infieles mediante la tecnología. A pesar de todas sus denuncias de los valores occidentales, estaban poseídos por una fascinación occidental por el despliegue tecnológico. La transición hacia un mundo dominado por la tecnología, y no por la naturaleza, priva a muchos hombres de sus roles productivos. Además, multiplica las opciones y roles productivos de las mujeres. En un mundo así la forma más segura de reafirmación de la identidad masculina es el retorno a las armas.

«Tenemos que estar a la altura del impacto que causamos en el mundo.» El impacto psicológico es al menos tan fuerte como el material, económico y social. En el aspecto psicológico sólo estamos empezando a adaptarnos a las consecuencias de nuestros actos. No podemos seguir produciendo innovaciones sin prestar atención a nuestra capacidad de convivencia con los cambios que producimos. Esto no significa dejar de innovar, sino redirigir esta innovación hacia el principal reto de nuestros tiempos: «organizar un mundo tecnológico en el que podamos vivir».

El ataque al World Trade Center fue una imagen imposible de olvidar, a su manera brillante, de odio y destrucción. También nos proporciona una imagen igualmente inolvidable de un mundo en que podríamos vivir. Ante las imágenes del desastre, una catástrofe puede tener el efecto paradójico de reconstruir la comunidad. Revela la grandeza latente en los individuos y sociedades, elimina las distinciones sociales convencionales, reafirma los lazos sociales debilitados por la continua corrosión del «cambio». Esto se debe a que el colapso de los componentes materiales de la sociedad revela los componentes humanos más esenciales que perduran. Cuando la tecnología se derrumba, ¿qué es lo que queda?

Lo primero que queda es la historia. En los años que precedieron al 11 de septiembre de 2001 la tecnología parecía haber sustituido a la historia como proceso comprehensivo de cambio a lo largo del tiempo. Se nos habló muchas veces, en el MIT y en otros sitios, de la inevitabilidad del cambio tecnológico y de la necesidad de dirigir el cambio mediante agentes del cambio. El cambio era un nuevo software, un nuevo producto, una nueva técnica. La tecnología, y no la historia, iba a configurar el futuro.

En los meses que siguieron el 11 de septiembre del 2001 se nos dijo una y otra vez que todo había cambiado. Lo que más había cambiado era nuestra comprensión del cambio. Reconocemos la historia cuando la vemos. Sabemos que estamos experimentando un cambio significativo, histórico —histórico porque afecta a las relaciones, expectativas y significados humanos.

En un seminario del MIT, John Hansman comentó: «En veinte minutos del 11 de septiembre nuestra percepción de la aviación civil cambió por completo». Los detalles tecnológicos de la aviación civil no cambiaron nada en aquellos minutos, pero todo lo demás sí, y John Hansman comprendió que los cambos no tecnológicos habían alterado todo el sistema. La alteración del significado tendrá efectos complejos sobre la forma en que viajamos, si viajamos, en cómo funciona el sistema y, con el tiempo, en su diseño. En la secuencia de «concebir, diseñar, implementar, funcionar», la concepción es el paso decisivo.

Otra cosa que se conserva cuando se derrumba la parte material de la tecnología es la humanidad. Siempre hemos sabido que los sistemas tecnológicos se componen de elementos tanto materiales como sociales, pero ahora hemos tenido una demostración palpable. Por eso la catástrofe tecnológica también lo fue humana. La gente murió porque todos los sistemas entrelazados —aviación, ejército, seguridad, sanidad, información— estaban llenos de gente: pasajeros en los aviones, equipos de rescate en las calles,



trabajadores del conocimiento en sus despachos, médicos en las ambulancias, personal de seguridad de los aeropuertos, clasificadores de cartas, carteros. Eran hombres y mujeres de todos los colores, nacionalidades, lenguas y niveles de estudios, sólo unos pocos de ellos podrían llamarse ingenieros. Las vidas de todos estuvieron vinculadas a la creación, el mantenimiento y el uso de sistemas tecnológicos.

Cuando se desintegró la parte material de los sistemas, la gente estuvo a la altura de las circunstancias: bomberos acudiendo al rescate de las víctimas, maridos y mujeres llamando a los suyos para enviarles un último mensaje de amor, pasajeros dispuestos a morir antes que rendirse. Eran héroes, pero lo que nos revela todo esto es el heroísmo de la vida cotidiana, de la gente que hace su trabajo, de la gente que ama a sus familias y amigos. Las conexiones personales y sociales están siempre entrelazadas (y a veces oscurecidas) con las conexiones tecnológicas, pero finalmente se revelan como las esenciales. En resumen, el desastre reveló la verdad primordial de la tecnología y la ciencia: la tecnociencia está indisolublemente unida a la historia y la sociedad humanas.

El 13 de septiembre de 2001 la administración del MIT suspendió las clases de la tarde e invitó a la comunidad a reunirse a las 3 de la tarde en Killian Court, una gran extensión de césped rodeada de olmos y rododendros que empieza ante la Gran Cúpula y termina en el río Charles. Pocos minutos antes de las tres las personas de los edificios circundantes se dirigieron hacia Killian Court. Llegaban oleadas de gente —personal no docente, estudiantes y profesores— que desembocaban en un océano humano. A las 3 empezó a sonar el réquiem grabado un año antes por la orquesta de estudiantes del MIT en Praga.

Tras unas breves palabras de los organizadores, la multitud se dividió en grupos de unas quince personas cada uno alrededor de un profesor o miembro del staff que se habían ofrecido como voluntarios para dirigir la discusión. Mi grupo se formó en segundos. Estuvimos hablando sentados en la hierba durante más de una hora. Era una magnífica tarde de finales de verano, seca y tranquila. El sol, ya bajo, iluminaba los nombres de los grandes científicos grabados en las fachadas que rodean Killian Court. Nos sentamos en el sitio en el que, en mi vida anterior, a menudo dejaba vagar mis pensamientos mientras asistía a alguna reunión de reingeniería.

Si la sabiduría empieza por el reconocimiento de la ignorancia propia, aquel día empezamos la búsqueda de la sabiduría. Prácticamente todos los miembros de mi grupo eran estudiantes de pregrado o posgrado. Hablamos

de cómo nos había afectado el ataque terrorista, cómo estábamos respondiendo y cómo pensábamos responder. Nadie estaba especialmente interesado en los detalles técnicos de cómo había ocurrido o incluso de cómo se podían prevenir futuros ataques similares. La pregunta dominante era por qué había ocurrido. Muchos estudiantes decían que este desastre les había revelado lo poco que sabían en realidad del mundo, a pesar de sus conocimientos de informática y su inmersión en la llamada información. La mayoría de los que se habían criado en Estados Unidos no podían entender cómo alguien podía odiar tanto a su país. Varios estudiantes de otros países dijeron que aunque ellos también estaban horrorizados, creían que podían comprenderlo. Algunos describieron experiencias de terror similares ocurridas en sus países y explicaron cómo habían aprendido a vivir con el miedo.

Pensé en los versos de Keats que describen cómo se sintió tras leer por primera vez la poesía de Homero en traducción de Chapman:

> Entonces me sentí como un observador de los cielos
> Cuando un nuevo planeta penetra en su conocimiento.

Para nosotros el nuevo planeta era nuestra Tierra. Pero también hablamos mucho de nuestro mundo interior —las mezclas de sentimientos y pensamientos que estábamos experimentando—, que también habíamos descubierto con (citando de nuevo a Keats) «aventurada conjetura». Hablamos del conocimiento del mundo y de nosotros mismos. Varios estudiantes dijeron que se estaban replanteando qué hacer con sus vidas.

Otra cosa que reveló la tragedia fue la importancia de la educación y cómo tenía que ser ésta en nuestro tiempo. Aquella tarde en Killian Court las humanidades, las artes y las ciencias sociales estaban en el centro de la educación del MIT. «Educación es preparación para la vida.» Estábamos empezando a prepararnos para la vida en un mundo híbrido y reflexivo. Nunca antes la historia, la literatura, el arte y la antropología habían sido tan importantes en la vida de los científicos e ingenieros. Nunca habían parecido más importantes en las vida de todos.

Pero el elemento más importante de la experiencia educativa de aquel día era la diversidad de los estudiantes reunidos en el campus. Los estudiantes que veían el mundo desde el punto de vista de los Estados Unidos aprendían de los estudiantes que veían el mundo desde otros puntos de vista. Pero no nos limitamos a intercambiar opiniones y dispersarnos. Todos sabíamos que seguiríamos viviendo y estudiando juntos, en las mismas aulas y laboratorios y, tal vez, en las mismas residencias, durante días, semanas y meses. Unos días después me enteré de que habían colocado a unos guardias al lado de la sala de oración de los musulmanes en el Centro de Vida Religiosa del MIT para asegurarse de que nadie fuera amenazado o agredido. El Centro fue diseñado para congregar a los practicantes de distintas religiones para que unos y otros se encontraran de forma cotidiana. La sala de oración de los musulmanes está al lado de la de los estudiantes judíos. Es difícil gestionar esa concentración de la diversidad humana en Cambridge 02139. Pero es la propia dificultad lo que la hace tan valiosa.



Espero seguir impartiendo clases en el MIT durante muchos años más, pero no creo que vuelva a tener una hora tan trascendente como aquella de Killian Court, una hora que exprese mejor la quintaesencia de la educación. Aquella tarde el MIT se convirtió en una universidad. Aquella tarde sentí por primera vez como profesora lo que nunca había sentido como administradora: que pertenecía al MIT, que formaba parte de él tanto como mi abuelo.

# Notas

## Capítulo 1

[1] Como explica Leo Marx en *The Machine in the Garden: Technology and the pastoral Ideal in America* (Oxford University Press, 1964, 2000), utilizamos las imágenes en algunos de nuestros pensamientos más profundos sobre las máquinas. Para los norteamericanos una imagen recurrente es la de una máquina invadiendo el retiro rural: Nathaniel Hawthorne oyendo el silbato de la locomotora mientras pasea en los alrededores de Concorde una mañana de domingo de verano; Henry David Thoreau escuchando el traqueteo del caballo de hierro en su refugio de Walden; el ficticio Huck Finn viendo cómo un barco de vapor emerge de la niebla para destruir la balsa en la que Jim y él descienden por el Mississippi. Cuando, hace cincuenta años, la carretera Dual cortó por la mitad la granja Spring Garden, encajaba en la clásica imagen del cambio tecnológico en América —la máquina invadiendo el jardín. Surgen otras imágenes para mostrar el carácter omnipresente del paisaje tecnológico, en el que el sonido del mundo hecho por el hombre no es un silbido ocasional, sino el «ruido blanco» del tráfico incesante. (Véase la novela de Don DeLillo *White Noise,* publicada por Penguin en 1984.)

[2] A lo largo de los cinco años que permanecí en el cargo su nombre cambió y mis responsabilidades se ampliaron. Durante los cuatro últimos años el puesto se llamó decano de Formación de Pregrado y Alumnos, y dependían de él las siguientes unidades: Servicios Académicos (incluidos los Servicios de Registro); Admisión; Deportes, Descanso y Educación Física; Complejo de Actividades del Campus (incluyendo la Oficina de Comedores del Campus); Servicios de Empleo y de Orientación Profesional; Servicios de Asesoramiento y Apoyo; Educación de Minorías; Vida de Residencias y Programas de Vida Estudiantil; y Servicios Financieros para Estudiantes. Dimití de mi puesto de decano el 1 de julio del 2000 para volver a la docencia.

[3] Estoy en deuda con Lydia Snover, asistente del director de Investigación Institucional, por haberme proporcionado la información actualizada (en marzo del 2002) sobre los profesores y estudiantes del MIT.

[4] Véase Nicolas Negroponte, *Being Digital* (Knopf, 1995). (Negroponte abandonó recientemente el puesto de director del Media Lab del MIT, tras haberlo ocupado durante muchos años.) La dicotomía entre el «mundo de la vida» y los sistemas se asocia con Jürgen Habermas; véase Fred R. Dallmayr, «Life World: Variations on a Theme», en



*Life-World and Politics: Between Modernity and Postmodernity*, ed. S. White (University of Notre Dame Press, 1989), pp. 45-46 y notas. La dialéctica entre la globalización y la identidad es el tema principal de Manuel Castells, a cuyos trabajos hago referencia a lo largo del libro. El término «analista simbólico» procede de Robert Reich, *The Work of Nations: Preparing Ourselves for 21st Century Capitalism* (Knopf, 1991). La cita sobre la fuerza de trabajo desechable es de Manuel Castells, *The Rise of the Network Society*, segunda edición (Blackwell, 2000 [1995]), p. 295.

[5] Esta discusión se basa en el libro de Edward T. Layton Jr., *The Revolt of the Engineers: Social Responsability and the American Engineering Profession* (Press of Case Western Reserve University, 1971), p. 53. La historiadora de la tecnología Susan Douglas nos recuerda que «el estudio de la ideología es esencial para el estudio de la tecnología». Lo define como «la constelación de imágenes, mitos e ideas mediante la que la gente comprende el mundo material y su lugar en él». Los grupos sociales están sumidos en una lucha continua sobre los mitos y significados que deben ser aceptados como formas naturales y obvias de interpretar la realidad social. «Esta lucha», asegura Douglas, «siempre la ganan las clases dominantes». (Susan J. Douglas, «Jürgen Habermas Meets Mel Kranzberg: What Media Theory Has to Offer the History of Technology and Vice Versa», ponencia presentada en el encuentro anual de la Sociedad de Historia de la Tecnología, 1987, p. 2.)

[6] Karl Mannheim, *Ideology and Utopia: An Introduction to the Sociology of Knowledge* (Harcourt, Brace, 1936 [1929]), p. 203; véanse pp. 192-211 passim.

[7] Escuchando estas palabras, su agrupación y sus definiciones mutuas, sigo una honorable tradición de la historia intelectual —cuya mejor ejemplificación es el libro de Raymond Williams *Culture and Society, 1780-1950* (Columbia University Press, 1958)— de analizar las implicaciones sociales y culturales de la Revolución Industrial. Williams destacó lo reflexivo de la relación circular entre los términos clave del análisis social en el siglo XIX (cultura, sociedad, industria, arte, etc.) y los cambios que supuestamente describían. Además, Williams mostró cómo los conceptos clave tendían a agruparse, de forma que sus significados cambiaban en respuesta a los cambios en otros. Véase Marx, «Technology: The emergence of a Hazardous Concept», *Social Research* 64 (1997), núm. 3, p. 967.

[8] Leo Marx, que ha investigado el uso de la palabra, considera «tecnología» un «concepto arriesgado», inestable y reflexivo en su significado y especialmente peligroso cuando se utiliza como sujeto de una oración, entendiendo implícitamente que es un agente histórico independiente y autónomo, «como en la archisabida frase: "La tecnología está cambiando nuestra vida"». Marx sostiene que la palabra «tecnología» empieza a usarse a finales del siglo XIX para llenar el «vacío conceptual» y explicar cómo una parcela instrumental y utilitaria de la actividad humana, dirigida a controlar el mundo material, puede provocar un cambio social tan radical (Marx, «Technology: The Emergence of a Hazardous Concept», pp. 968, 974-975, 977). El nombre del MIT, creado en 1862, fue uno de los primeros usos públicos del término. (La elección se debe probablemente a Jacob Bigelow, un botánico y médico de Boston, que utilizó el término en una ponencia de Harvard en 1828; más tarde se convirtió en consejero del MIT.)

[9] John Staudenmaier, «Perils of Progress Talk: Some Historical Considerations», en *Science, Technology, and Social Progress*, ed. S. Goldman (Lehigh University Press, 1989).

[10] El proceso por el que el cambio tecnológico empezó a sustituir al cambio histórico nace en el siglo XVII con la controversia entre «antiguos» y «modernos». Los «modernos» podían conceder la igualdad o incluso superioridad a lo «antiguo» en las artes o en filosofía, pero creían que tenían el argumento definitivo a favor del progreso cuando resaltaban que sólo la modernidad trajo la brújula, la imprenta, la pólvora y (lo más importan-

te) el método experimental. Estos argumentos de progreso en la inventiva fueron extrapolados a la historia en conjunto; el progreso de lo que ahora solemos llamar tecnología se citaba como evidencia irrefutable del progreso histórico desde la antigüedad hasta los tiempos modernos. Cuando la tecnología entró en el estudio de la historia, la propia historia empezó a ser redefinida como el estudio del progreso humano. Véase Richard Foster Jones, *Ancient and Moderns: A study of the Background of The Battle of the Books* (Washington University Studies, New Series in Language and Literature, núm. 6, 1936). Véase también Hannah Ardent, *The Human Condition* (Doubleday Anchor Books, 1959 [1958]), esp. pp. 119-133.

[11] Antony Giddens, *The Consequences of Modernity* (Stanford University Press, 1990), p. 51. Giddens entrecomilla la palabra «vacían» en el texto que cito.

[12] Como nos recuerda Douglas en «Jürgen Habermas Meets Mel Kranzberg», la «"ingeniería del consentimiento" no es un hecho delimitado cuyos significados están establecidos y sean aceptados por todo el mundo». El consentimiento no es en absoluto automático. Es un proceso continuo en el que las personas adaptan sus ideas y credos pero también protestan de múltiples formas. Si el marco ideológico se separa demasiado de la experiencia cotidiana y del sentido común, esa separación debe ser corregida para que la sociedad permanezca estable: «La ideología dominante debe incorporar ciertas críticas y preocupaciones, marginando otras y demostrando que estas preocupaciones pueden solucionarse mejor con el sistema sociopolítico existente».

[13] Thomas Friedman ilustra el tema utilizando un automóvil Lexus y un olivo para señalar las dos caras de la división tecnológica: la mitad del mundo surgido de la Guerra Fría intenta construir un Lexus mejor, se dedica a modernizar, perfeccionar y privatizar sus economías para integrarse en los sistemas de globalización. Y la mitad del mundo —a veces la mitad del mismo país, a veces la mitad de la misma persona— sigue peleándose por quién posee qué olivo» (*The Lexus and the Olive Tree*, Farrar, Straus and Giroux, 199, p. 27).

[14] Alex Roland, correo electrónico, 5 de marzo de 2000.

[15] Véase Tom Standage, *The Victorian Internet: The Remarkable Story of the Telegraph and the Nineteenth Century's On-Line Pioneers* (Walker, 1998).

[16] El concepto de revolución migró de la física (el recorrido de los planetas alrededor del sol) a la historia (el derrocamiento del gobierno británico en América en la década de 1770, el fin de la monarquía en Francia en 1789); después, en una analogía deliberada con los acontecimientos de Francia, se aplicó a la producción de las máquinas en la metáfora de la Revolución Industrial. Cuando el término «revolución» se aplica a la industria, implica un cambio repentino y completo que puede suceder en la política (la ejecución del rey, gobierno de Robespierre), pero que no es posible en la producción. Pero tampoco se puede decir que la metáfora no es válida. Citando a Leo Marx: «La cuestión se vuelve irrelevante una vez que hemos reconocido que estamos ante una metáfora, y que su inmenso atractivo no está en su capacidad descriptiva de la realidad de la industrialización, sino en su capacidad de sugerir. Evoca lo extraordinario de la nueva forma de vida y, lo más importante, es la viva expresión de la afinidad entre la tecnología y la gran revolución política de los tiempos modernos» (*The Machine in the Garden*, p. 187 n).

[17] Steve Lohr, «The Future Came Faster in the Old Days», *New York Times*, 5 de octubre, 1997.

[18] Lewis Mumford consideró la invención del lenguaje «infinitamente más compleja y sofisticada [...] que el conjunto de herramientas de Egipto o Mesopotamia» («Technics and the Nature of Man», *Technology and Culture* 7, 1966, núm. 3, p. 308).



[19] Sobre el término «hábitat», véase Gayle L. Ormiston, «Introduction», en *From Artifact to Habitat: Studies in the Critical Engagement of Technology*, ed. G. Ormiston (Lehigh University Press, 1990), p. 13.

[20] Elting Morison, «Introductory Observations», en su *Men, Machines, and Modern Times* (MIT Press, 1966), p. 16. Véase mi análisis del lenguaje y las imágenes del medio ambiente artificial en *Notes on the Underground: An Essay on Technology, Society and the Imagination* (MIT Press, 1990), pp. 1-8.

[21] Manuel Castells (*The Rise of the Network Society*, p. 15) lo expresa en una frase: «La materia incluye a la naturaleza, la naturaleza modificada por los humanos, la naturaleza producida por los humanos y la naturaleza humana misma; forzándonos la evolución histórica a separarnos de la clásica distinción entre humanidad y naturaleza, ya que milenios de acción humana han incorporado el entorno natural a la sociedad y nos ha hecho, material y simbólicamente, una parte inseparable de él».

[22] Bill McKibben lo recalca en *The End of Nature* (Random House, 1989).

[23] Ulrich Beck, *Risk Society: Towards a New Modernity* (Sage, 1992 [1986]), p. 81.

[24] Aquí estoy parafraseando a Mumford («Technics and the nature of Man», p. 303), que escribió: «En términos de la imagen ampliamente aceptada de la relación del hombre con la técnica, nuestra era está pasando del estado primitivo del hombre, marcado por la invención de las herramientas y las armas necesarias para poder dominar las fuerzas de la naturaleza, a una condición radicalmente diferente, en la que no sólo hemos sometido totalmente a la naturaleza, sino que también nos hemos separado por completo del hábitat orgánico».

[25] Mumford, «Technics and the nature of Man», p. 303.

[26] Véase Stanley H. Ambroise, «Paleolitic Technology and Human Evolution», *Science* 291 (2001), núm. 5509, pp. 1748-1752: «Las herramientas de piedra, el australopitecus robusto y el género *Homo* aparecieron casi simultáneamente hace 2,5 [millones de años]» (p. 1748). El uso sistemático del fuego empezó evidentemente hace entre 1 y 1,5 millones de años y hace 300.000 años «la revolución tecnológica y cultural se aceleró» de forma que sugiere «la emergencia de verdaderas tradiciones y áreas culturales» (p. 1751). Las tecnologías de elaboración de las herramientas de piedra hace entre 2,5 y 0,3 millones de años «llaman la atención por su lento progreso [...] y por la reducida movilidad e interacción regional [...] Con la aparición del cerebro del tamaño y anatomía similares al actual y, tal vez, del lenguaje gramatical hace aproximadamente 0,3 [millones de años], el ritmo aumenta exponencialmente» (p. 1752).

[27] Véase Peter F. Drucker, «The First Technological Revolution and Its Lessons», *Technology and Culture* 7 (1966), núm. 2, pp. 143-151. Este artículo es el discurso presidencial de Drucker pronunciado en la Sociedad de Historia de la Tecnología el 29 de diciembre de 1965 en San Francisco. Drucker define la «primera revolución tecnológica» como «la ciudad de irrigación que rápidamente se convierte en el imperio de irrigación» (p. 143).

[28] Mircea Eliade, *The Forge and the Crucible*, segunda edición (University of Chicago Press, 1978 [1956]), pp. 177-178. Para la discusión de este fragmento en un contexto diferente, véase Williams, *Notes on the Underground*, pp. 1-4.

[29] El concepto de la modernización reflexiva fue formulado con mayor claridad por Beck en *Risk Society*. Véase también el libro de Anthony Giddens *The Consequences of Modernity* (citado anteriormente) y *Modernity and Self-Identity in the Late Modern Age* (Stanford University Press, 1992).

[30] Giddens, *The Consequences of Modernity*, p. 38.

[31] Beck, *Risk Society*, pp. 12-13.

[32] Bajo las estructuras dominantes de relaciones de mercado, el constante imperativo de la acumulación capitalista —aumentar los beneficios— se consigue de unas pocas formas básicas. La circulación del capital puede maximizarse mediante su extensión en espacio (ampliando el mercado) y su intensidad en el tiempo (acelerando su rotación). También pueden reducirse los costes de producción, aumentar la productividad y lanzar nuevos productos al mercado. En particular, en las últimas tres décadas, estas tres formas de incremento de los beneficios están estrechamente relacionadas con la innovación tecnológica, que se ha convertido en el principal impulsor de la adquisición capitalista. Véase Castells, *The Rise of the Network Society*, pp. 68-69, 95. Castells comenta: «El procesamiento de la información está dirigido a mejorar las tecnologías de procesamiento de la información como origen de productividad, en un círculo virtuoso de interacción entre las fuentes de conocimiento de la tecnología y la aplicación de la tecnología para mejorar la generación del conocimiento y el procesamiento de la información [...] o, dicho en pocas palabras, la característica principal de la era de la información es que es circular y se caracteriza por la aplicación inmediata a su propio desarrollo de las tecnologías que genera...» (ibid., p. 32).

[33] «Mientras tanto [...] el hombre se proclama el señor de la tierra. Así se crea la impresión de que todo lo que encuentra el hombre sólo existe en la medida en que sea su obra. Esta ilusión produce a cambio una desilusión final: Parece que el hombre se encuentra siempre y en todas partes a sí mismo. Heisenberg señaló correctamente que lo real debe aparecer ante el hombre contemporáneo de esta manera. *Pero, sin embargo, lo cierto es que el hombre ya no se encuentra en ninguna parte a sí mismo, es decir, su esencia*» (Martin Heidegger, «The Question Concerning Techology», en *The Question Concerning Technology and Other Essays*, Harper & Row, 1977, p. 27). Hannah Arendt (The Human Condition, p. 237) cita la observación de Heisenberg de que «el hombre sólo se encuentra a sí mismo».

[34] La primera cita (de Morison, *From Know-How to Nowhere*) la hace Thomas P. Hughes en «Memorials: Elting Morison, 1909-1995», *Technology and Culture* 37 (1996), núm. 4, p. 874. La segunda cita, también de «Memorials», la hace Leo Marx (ibid., p. 867).

[35] Manuel Castells, *The Power of Identity* (Blackwell, 1977), p. 8.

## Capítulo 2

[1] Nancy Hopkins, «MIT Report on the Status of Women Faculty in Science Leads to New Initiatives to Increase Faculty Diversity», *MIT Faculty Newsletter* 13 (2000), núm. 2, p. 15.

[2] Joseph A. Schumpeter, *Capitalism, Socialism and Democracy*, tercera edición (Harper & Row, 1950 [1942]), pp. 81-86.

[3] Theodore Caplow, Louis Hicks y Ben J. Wattenberg, *The First Measured Century: An Illustrated Guide to Trends in America, 1900-2000* (AEI Press), como se reproduce en el *New York Times* el 2 de diciembre de 2000.

[4] Observaciones de Bob Whitman, «Tributes to Charles Miller from former students, colleagues and co-workers at memorial service», *Civil and Environmental Engineering at MIT* 15 (2000), núm. 1, p. 8.

[5] El Departamento de Ingeniería Civil y Sanitaria, creado en 1934, cambió su nombre por el de Ingeniería Civil en 1961.

[6] «Innovations in University/Industry Alliances: An Interview with Karl Koster», *MIT Report* 29 (2001), núm. 3, p. 2.



[7] No respondo de la fiabilidad de estas cifras. Proceden de los manuscritos mecanografiados de las conferencias que mi abuelo dio sobre temas como «la profesión de ingeniero» y «el lugar de la ingeniería en la sociedad y la civilización», y que se encuentran en mi poder.

[8] Años más tarde, cuando empecé a estudiar la historia de la tecnología, me di cuenta de que aquellas conversaciones me abrían la puerta no sólo al mundo real de las organizaciones y responsabilidades, sino también, más específicamente, a la conciencia colectiva de la ingeniería moderna. En términos de Layton, representan intentos de reconciliar la ambigua posición del ingeniero en la economía capitalista. Véase Layton, *The Revolt of the Engineers*. Véase también David Noble, *America by Design: Science, Technology, and the rise of Corporate Capitalism* (Oxford University Press, 1977), especialmente pp. 35-39. Un trabajo más reciente se puede encontrar en Robert Zussman, *Mechanics of the Middle Class: Work and Politics Among American Engineers* (University of California Press, 1985), especialmente pp. 4-9.

[9] Layton, *Revolt of the Engineers*, p. 73. Véanse pp. 53-74, passim.

[10] Ibid., p. 54.

[11] Ibid., p. 3. La expansión de la profesión de ingeniero para incluir cada vez más «tecnología» se produce sólo en el siglo XIX, a medida que un gran número de ingenieros empieza a entrar en la industria. Dice Layton: «En 1816, la profesión de ingeniero apenas existía en América. Se calcula que por aquel entonces había unos treinta ingenieros o similares; pero en 1850, cuando el censo registró por primera vez la nueva profesión, había 2.000 ingenieros civiles». El crecimiento se hizo aún más rápido después de 1850, cuando la profesión expandió su base desde la ingeniería civil para incluir a los técnicos especialistas que trabajaban en la industria, primero en los talleres y posteriormente en las oficinas de las empresas (ingenieros mecánicos, de minas, metalúrgicos, eléctricos y químicos). La mayor parte de esa expansión se produjo en los nuevos campos más influidos por la ciencia de ingeniería química y eléctrica. El ritmo de crecimiento se redujo algo durante la Depresión, pero volvió a remontar después de la Segunda Guerra Mundial: 500.000 ingenieros en 1950, más de 800.000 en 1969 y más de 1,5 millones en 1981.

[12] Ibid., p. 9. El estudio se realizó por la Sociedad para la Promoción de la Formación de Ingeniería.

[13] Robert K. Weatherall, «A New Breed of Engineering Student», *Careers and the Engineer*, agosto 1989.

[14] Robert K. Weatherall, «Engineers as Supervisors and Managers», manuscrito no publicado, basado en los datos de National Science Foundation's Scientists and Engineers Statistical Data System (Marzo de 1999), p. 4, y en las estadísticas de William K. LeBold, Robert Perrucci y Warren Howland, «The Engineer in Industry and Government», *Journal of Engineering Education 56*/57 (1966), marzo, p. 259 (apéndice B).

[15] Uno de los temas más comunes de la historia de la tecnología es la naturaleza de la relación entre la ciencia y la tecnología. Los historiadores norteamericanos de la tecnología, incluyendo a Layton, tienden a resaltar cómo la ciencia y la tecnología habían sido actividades distintas, incluso formas de conocimiento distintas. Bruce Seely cree que este énfasis se debe en parte a la estrecha conexión entre los historiadores de tecnología americanos y la enseñanza de la ingeniería («SHOT, the History of Thechnology, and Engineering Education», *Technology and Culture* 36, 1995, núm. 4, 739-772, esp. p. 771). El artículo clásico de Layton es «Mirror-Image Twins: The Communities of Science and Technology in 19th-Century America», *Technology and Culture* 12 (1971), octubre, pp. 562-580. Para un resumen de la discusión sobre la ciencia y la tecnología, véase John

M. Staudenmaier, *Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric* (MIT Press, 1985), pp. 83-120.

[16] Desde la perspectiva de los ingenieros en ejercicio, la «ciencia de la ingeniería» puede parecer un oxímoron. Pero desde la perspectiva del historiador de la tecnología, representa el último de una larga serie de intentos por parte de los ingenieros de marcar el terreno epistemológico. Ya en el siglo XVIII en Francia, cuando la profesión de ingeniero estaba adquiriendo su forma por primera vez, los ingenieros intentaban establecer el campo intermedio entre la ciencia abstracta por una parte y los artesanos prácticos por otra. No eran *savants,* pero tampoco eran mecánicos. Su papel consistía en unir a ambos: la ciencia proporciona la base que los ingenieros conectan con la práctica. El terreno de la ingeniería entonces era lo que Diderot definió como «conocimiento público tecnológico innovador». Véase Ken Adler, «French Engineers Become Professionals; or How Meritocracy Made Knowledge Objective», en *The Sciences in Enlightened Europe,* ed. W. Clark *et al.* (University of Chicago Press, 1999), p. 104.

[17] Como se ve en la exposición del Museo del MIT «Mens et Manus», abierta en junio de 2001.

[18] Helga Nowotny, comunicaciones privadas, 8 de marzo de 2001.

[19] Peter Galison, *Image and Logic: A Material Culture of Microphisics* (University of Chicago Press, 1997), pp. 46, 48.

[20] Linda G. Griffith-Cima, «A Modest Proposal for Biomedical Engineering Education», *MIT Faculty Newsletter* 9 (1996), núm. 2, pp. 17, 15, 14.

[21] Sobre la convergencia de la biología con la tecnología, véase Castells, *The Rise of the Network Society,* pp. 29, 39, 54-59.

[22] Ibid., p. 29.

[23] Cuando Gordon Brown se convirtió en decano de Ingeniería, nombró a un joven director de departamento, Charles Miller, quien promovió la introducción de los ordenadores en la ingeniería civil. Miller se hizo famoso a finales de los cincuenta por ser el creador del concepto de Modelo Digital del Terreno (DTM), que reemplazó la información analógica sobre el terreno (en forma de líneas de nivel o secciones) por información numérica que podía ser procesada por los ordenadores digitales de alta velocidad. Poco después Miller inventó la GeOmetría de Coordenadas (COGO), «el primer lenguaje orientado a los problemas, que permitía a los usuarios finales comunicarse con el ordenador utilizando la nomenclatura y los bloques de construcción geométricos habituales en la ingeniería civil». DTM y COGO juntos se convirtieron en el corazón del Sistema Integrado de la Ingeniería Civil, «el precursor de los numerosos sistemas de diseño asistidos por ordenador que se utilizan hoy», el mayor proyecto de investigación y desarrollo del MIT a comienzos de los sesenta. Véase «Reader's Notes», *Civil and Environmental Engineering at MIT* 13 (1998), núm. 1, pp. 9-10.

[24] Rafael Bras, «Note from the Department Head», *Civil and Environmental Engineering at MIT* 13 (1998), núm. 1, p. 1.

[25] L. L. Bucciarelli, H. H. Einstein, P. T. Terenzini y A. D. Walser, «ECSEL/MIT Engineering Education Workshop '99: A Report with Recommendations», *Journal of Engineering Education* (abril 2000) p. 141.

[26] La secuencia de verbos llamando a la acción puede haber sido inspirada por el eslogan militar OODA, que significa «observar, orientarse, decidir, actuar».

[27] De la declaración de objetivos, la División de Sistemas de Ingeniería, reunión de Endicott House, enero de 2001.

[28] Me han dicho que la distinción entre ingeniería e Ingeniería fue precedida en los años ochenta por una distinción similar entre la fabricación y Fabricación. La formulación anterior parece haber caído en desuso, pero la «ingeniería con mayúscula» sigue siendo una frase muy empleada.



[29] Nancy Mulford, «Toward an Engineering Theory of Life», *MIT Report* 29 (2001), núm. 2, p. 2.

[30] Weatherall, «Engineering Education and Practice», p. 2.

[31] *Engineering Education and Practice in the United States: Foundations of Our Techno-Economic Future* (National Academy Press, 1985). Véase también Weatherall, «A New Breed of Engineering Student», p. 2.

[32] Weatherall, «A New Breed of Engineering Student», pp. 1-2.

[33] McKinsey & Company, 1999 Engineer Alumni Career Decision Survey, Overall vs. MIT findings (January 2000), pp. 3, 7, 8, 10.

[34] Weatherall, «Engineers as Supervisor and Managers», p. 7.

[35] Según los datos de junio de 2000 recopilados por Christopher Pratt, que sucedió a Weatherall como director de la Oficina de Servicios de Empleo del MIT, el 15 por ciento de las empresas que reclutaban a los graduados del MIT procedían del sector de consultoría y el 11 por ciento del sector financiero y de servicios financieros y empresariales y bancos de inversiones («Career Development fos Students: Programming and Financing System», material de presentación, 16 de junio del 2000).

[36] Datos de la Oficina de Servicios de Empleo y de Orientación Profesional, «Changing Character of Employers Recuiting at the Careers Office, 1983-1995». El estudio de McKinsey revela que en los últimos veinte años dos tercios de los graduados de ingeniería del MIT acabaron trabajando en el campo de su especialidad de pregrado, 13 por ciento en otro campo técnico/de ingeniería y un 14 por ciento en un campo no técnico/de ingeniería. (Los números globales son similares a los de los que trabajan en su especialidad de pregrado; 18 por ciento en otro campo técnico/de ingeniería; y 9 por ciento en un campo no técnico/de ingeniería.) Así que, aunque el número de graduados que migran hacia campos no técnicos no es apabullante, tampoco es despreciable (p. A47). La tendencia hacia la creación de empresas propias por parte de los graduados en ingeniería, según el informe de McKinsey de 1999, es ligeramente más pronunciada entre los graduados del MIT que entre los demás graduados de ingeniería.

[37] Castells, *The Rise of the Network Society,* pp. 217, 282. Véase este resumen de desarrollos posteriores a los setenta en el capítulo 4, «The Transformation of Work and Employment: Networkers, Jobless, and Flex-timers».

[38] Killian, «Proposal for the Appointment of a Faculty Committee to Study Our Undergraduate Educational Program», memorando al Dr. Compton, 5 de agosto de 1946 (Archivos del MIT, AC 4 Caja 57, archivador 12).

[39] *Report of The Committee on Educational Survey* (MIT Press, 1949), p. 39.

[40] Ibid., p. 42.

[41] Otro doctorado en humanidades existe en el programa de Historia, Teoría y Crítica del Departamento de Arquitectura.

[42] Un rápido análisis de los requisitos del MIT revela la estructura básica de las exigencias de currículo. Primero hay una gran división por la mitad: la mitad de los requisitos del MIT son los General Institute Requirements (GIR) (Requisitos Generales de Instituto), que deben cumplir todos los estudiantes; la otra mitad son los requisitos departamentales, que se exigen a los estudiantes que hacen la especialidad del departamento. Dos tercios de los estudiantes del MIT hacen alguna especialidad de ingeniería, así que la mayoría de los estudiantes de pregrado dedican la mitad de su tiempo a los GIR y la otra a su especialidad de ingeniería. Los GIR, a su vez, están divididos en dos partes iguales: la mitad son requisitos de ciencias (el «núcleo de ciencias» incluye dos semestres de matemá-

ticas, dos de física, uno de química y uno de biología) y la otra mitad de humanidades, artes y ciencias sociales (en total se exigen ocho semestres, así que los estudiantes del MIT normalmente se matriculan en una clase de humanidades, artes y ciencias sociales por semestre). El currículo general aparecería en una gráfica de «tarta» como la mitad de asignaturas de especialidad, un cuarto de asignaturas de ciencias básicas y un cuarto de asignaturas de humanidades, artes y ciencias sociales. Este aspecto del currículo del MIT se estableció en los años sesenta y ha sido modificado, aunque no sustancialmente, desde entonces. Representa un equilibrio entre las presiones competitivas del profesorado, pero sobre todo representa un equilibrio entre el núcleo técnico de la formación del ingeniero —representado en los requisitos departamentales— y los dos complementos de este núcleo técnico: ciencia fundamental como base esencial de la ingeniería y las humanidades, artes y ciencias sociales como una «ampliación» esencial de la ingeniería. El balance es al mismo tiempo delicado y fuerte. A casi todos los profesores les gustaría cambiar ese «gran compromiso» para dedicar mayor atención a su asignatura o pasión (que suele ser, aunque no siempre, lo mismo). Y casi todos los profesores son conscientes de que intentar alterar el «gran compromiso» produciría una enorme algarada que sería difícil de controlar y de encauzar de forma productiva. (La expresión «gran compromiso» se emplea aquí irónicamente, ya que hace referencia a un episodio de la historia de Estados Unidos en el que había mucho más en juego: la decisión que se tomó en 1787 en la Convención Constitucional de trazar un plan para crear dos cámaras legislativas, con un Congreso en el que cada estado aportaba un número de diputados proporcional a su población y un Senado en el que todos los estados tendrían el mismo número de votos.)

[43] Según el historiador Ken Alder, la formación del ingeniero durante mucho tiempo incluía asignaturas que le proporcionaban autoridad y legitimidad, pero que no tenían un fin práctico concreto. En la formación de los ingenieros franceses del siglo XVIII las matemáticas «mostraron ser una atractiva medida de méritos», ya que proporcionaban un estándar supuestamente no discriminatorio de evaluación de los estudiantes, pero su «contribución funcional [...] al éxito práctico de los ingenieros de artillería de finales del siglo XVIII [...] era más bien ilusoria. Su contribución real era social y pedagógica» (Alder, «French Engineers Become Professionals», pp. 110, 116).

[44] Christopher Pratt, folleto Career Development for Students.

[45] *Report of the CES,* pp. 8-9, 20.

[46] Ibid., p. 89.

[47] Bucciarelli *et al.*, «ECSEL/MIT Engineering Education Workshop '99», p. 141.

[48] El informe cita a muchos profesores de ingeniería que dicen muy explícitamente que el diseño de la enseñanza de estudiantes de ingeniería no tiene nada que ver con la práctica profesional. Citando a un ingeniero químico del MIT: «Un vistazo a lo que hacen nuestros estudiantes después de dejar el MIT nos sugiere que relativamente pocos diseñarán alguna vez un proceso [de refinería tradicional]. En vista de lo cual el propósito primordial de la asignatura de diseño es ayudar a los estudiantes a desarrollar la habilidad de resolver problemas, lo cual les será muy útil, independientemente de cómo se desarrollen sus carreras profesionales» (p. 142).

[49] John Henry Newman, «The Idea of University» (1852), en *Victorian Prose,* ed. F. Roe (Ronald Press, 1947), p. 186.

[50] Thomas P. Hughes, «Transdisciplinary Engineering, or *Gesamtingenieurkunst*», en «Memorials: Elting Morison, 1909-1995», *Technology and Culture* 37 (1996), núm. 4, p. 879.

[51] Comunicación personal de Hughes a Larry Cohen de MIT Press, 6 de agosto de 2001.



[52] Bruno Latour, seminario MIT Science, Technology and Society Program, 18 de abril del 2001. Véase también Bruno Latour, «Regeln für die neuen wissenschaftlichen und sozialen Experimente» (conferencia plenaria, Darmstadt Colloquium, 2001), p. 11.

[53] Alder, «French Engineers Become Professionals», p. 124.

## Capítulo 3

[1] En el MIT por staff normalmente se entiende el personal no docente, aunque técnicamente los profesores en muchos sentidos también forman parte del staff.

[2] Janet Snover, «Reengineering Is Over but Change Is Not», *MIT Faculty Newsletter* 12 (1999), núm. 2, pp. 18-19.

[3] Correo electrónico privado del 8 de julio del 2001. Este estilo del MIT no es del todo casual. James Champy, consultor de gestión y coautor, junto con Michael Hammer, de *Reengineering the Corporation* (1993), se graduó en el MIT en 1965 y posteriormente se convirtió en miembro de la MIT Corporation.

[4] Snover, «Reengineering Is Over but Change Is Not», pp. 23, 26-27. Cuando, en 1996, Harvard anunció su proyecto de varios años de duración para sustituir su sistema informático central de gestión de finanzas y recursos humanos, llamado proyecto ADAPT, su coste se estimó en aproximadamente 50 millones de dólares, «una cantidad comparable a la que otras universidades dedicaron a tareas similares». *Harvard University Gazette* 91 (1996), núm. 30, pp. 1, 10. Se estimaba que para el año fiscal 1999 el ahorro anual del MIT atribuible a la reingeniería alcanzaría los 15 millones de dólares anuales, suficientes para pagar los costes del proyecto de reingeniería hasta el año fiscal 2001.

[5] Castells, *The Rise of the Network Society,* pp. 59-61.

[6] Snover, «Reengineering Is Over but Change Is Not», p. 1.

[7] Véase Agatha C. Hughes y Thomas P. Hughes (eds.), *System Experts, and Computers: The Systems Approach in Management and Engineering, World War II and After* (MIT Press, 2000); y también Thomas P. Hughes, «The Spread of the Systems Approach», en *Rescuing Prometheus* (Pantheon, 1998), pp. 141-195.

[8] Constance Perin, «Making More Matter at the Bottom Line», en *Corporate Futures: The Diffusion of the Culturally Sensitive Corporate Form,* ed. G. Marcus (University of Chicago Press, 1998), p. 86. Las técnicas para incrementar la eficiencia de los puestos de trabajo de Frederick Winslow Taylor constituyeron una forma de gestión global en boga en la época de entreguerras.

[9] La mayoría de las ofertas fueron rechazadas, pero el MIT se asoció con otras instituciones (especialmente la Universidad de Singapur y la de Cambridge) e incluso estableció lo que en el mundo de los negocios se llama un producto derivado (MediaLab/Dublín).

[10] Peter Marris, *Loss and Change* (Pantheon, 1974), pp. 2, 4.

[11] Ibid., p. 4.

[12] Ibid., p. 6.

[13] Ibid., p. 21.

[14] Thomas Parke Hughes, «The Evolution of Large Technological Systems», en *The Social Construction of Technological Systems: New Direction in the Sociology and History of Technology,* ed. W. Bijker *et al.* (MIT Press, 1987), pp. 76-80.

[15] Castells, *The rise of the Network Society,* p. 90.

[16] Helga Nowotny y Ulrike Felt, *After the Breaktrough: The Emergence of High-Temperature Superconductivity as a Research Field* (Cambridge University Press, 1997), p. 23, citando a Jean-Claude Derian, *Americas Struggle for Leadership in Technology* (MIT Press, 1990).

[17] Ruth Schwartz Cowan, *More Work for Mother: The Ironies of Household Technologies from the Open Heart to the Microwave* (Basic Books, 1983).

[18] Snover, «Reengineering Is Over but Change Is Not», p. 1.

[19] Wiebe E. Bijker, *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs: Toward a Theory of Sociotechnical Change* (MIT Press, 1995), p. 281. En sus siguientes trabajos Bijker y sus colegas abandonaron ese enfoque de determinismo tecnológico (su propia expresión utilizada en un correo electrónico privado del 18 de febrero del 2000) para enfocar el problema de una forma conceptualmente más compleja.

[20] Véase la discusión sobre el «determinismo duro» en la introducción de Leo Marx y Roe Smith a su antología *Does Technology Drive History? The Dilemma of Technological Determinism* (MIT Press, 1994), p. xii.

[21] Castells, *The rise of the Network Society*, p. 5.

[22] Snover, «Reengineering Is Over but Change Is Not», pp. 23-24.

[23] Claro que la integración no necesariamente consiste en tener un entorno totalmente SAP. En algunas áreas locales e incluso en algunas divisiones de la administración central, el personal sugirió otro software que era más fiable y fácil de utilizar y que se integró sin problemas en los sistemas basados en SAP. Sin embargo, la tendencia general era hacia un entorno totalmente SAP.

[24] Martin Bauer, «Resistance to New Technology and Its Effects on Nuclear Power, Information Technology and Biotechnology», en *Resistance to New Technology: Nuclear Power, Information Technology and Biotechnology*, ed. M. Bauer (Cambridge University Press, 1995), p. 19.

[25] En la actualidad Robert Friedel está estudiando la fabricación de quesos en la Edad Media. David Jardini («Out of the Blue Yonder: The Transfer of System Thinking from the Pentagon to the Great Society, 1961-1965», en *Systems, Experts and Computers*, ed. Hughes and Hughes, pp. 317-319) analiza la «obra magna de los analistas de defensa "científicos" de RAND Corporation, *The Economics of Defense in the Nuclear Age*» (1960) como un manifiesto dirigido a proporcionar a los ejecutivos las «herramientas "científicas" de decisión que sustituyen a la *experiencia* inherentemente condicionada por un riguroso *análisis* cuantitativo».

[26] Jardini («Out of the Blue Yonder», p. 342) observa que uno de los defensores más acérrimos del enfoque de sistemas analíticos, Robert McNamara, «deja claro en su libro de 1995, *In Retrospect*, [que] el proceso de gestión y toma de decisiones adoptado por él y su equipo contribuyó directamente a la debacle militar en Vietnam».

[27] Este concepto de sociedad que se resiste a las fuerzas del mercado y las corrige es central en el libro de Karl Polanyi *The Great Transformation* (Beacon, 1957 [1944]).

[28] Jean-Luc Godard, citado por Richard Brody, «Profiles: An Exile in Paradise», *New Yorker*, 20 de noviembre del 2000, p. 64.

[29] Rich Garcia, «IS Helps to Implement Student Information Policy», I/S [Publicación del MIT] 16 (2000), núm. 1, p. 6.

[30] N. Katherine Hayles, «The Materiality of Informatics», *Configurations* 1 (1993), núm. 1, pp. 150-153.

[31] Perin, «Making More Matter at the Bottom Line», pp. 85-86.

[32] Por ejemplo el Consejo de Ciencias, que Vest en gran medida contribuyó a fundar en 1994, fue un factor que hizo aumentar la financiación federal, especialmente del Instituto Nacional de la Salud (de 11 mil millones de dólares en 1994 a 17,8 miles de millones de dólares en el 2000) y de la Fundación Nacional de la Ciencia (de 3 mil millones a 4 mil millones en el mismo período).

[33] Innovations in University/Industry Alliances: An Interview with Karl Koster», *MIT Report* 29 (2001), núm. 3, pp. 2-3.



[34] Un año después de la muerte de Scott Krueger, la investigación del gran jurado declaró culpable a la organización local de la hermandad Phi Gamma Delta, pero no a los estudiantes o administradores individuales ni a la hermandad nacional ni al MIT. Esta sentencia fue importante para el establecimiento de responsabilidades, pero muy poco práctica, ya que la organización local se había disuelto ya. Dos años después del informe del gran jurado el MIT y la familia Krueger llegaron a un acuerdo sobre la indemnización de 6 millones de dólares (incluyendo 1,25 millones para las becas) y una carta pública de disculpas del presidente Vest.

[35] Sarah H. Wright, «"Dramatic" Changes at MIT since 1997 Cited by Students», *Tech Talk*, miércoles, 20 de septiembre del 2000, pp. 1, 8. La cita es de Damien Brosnan, presidente del Consejo Interhermandades.

[36] Wright, «"Dramatic" Changes at MIT», citando a Matt McGann.

[37] Beck, *Risk Society*, pp. 19-21.

## Capítulo 4

[1] Hannah Arendt, «The Greek Solution», en *The Human Condition*, pp. 171-178.

[2] En el MIT hay cinco escuelas: Ingeniería; Ciencia; Arquitectura y Planificación; Humanidades, Artes y Ciencias Sociales (fundada en 1959); y la Sloan School of Management (fundada en 1951).

[3] Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia [informe del comité], septiembre de 1998, p. 7.

[4] En su popular ensayo «Electronics and the Dim Future of the University» (*Science* 270, 13 de octubre de 1995, pp. 247-249), el sociólogo Eli Noam sostiene que las universidades se desarrollaron alrededor de colecciones de textos que reunían los conocimientos de la sociedad, estudiosos que interpretaban estos textos y estudiantes que aprendían de ellos.

[5] La frase «amada comunidad» es de Casey Nelson Blake, *Beloved Community: The Cultural Criticism of Randolph Bourne, Van Wyck Brooks, Waldo Frank, and Lewis Mumford* (University of North Carolina Press, 1990).

[6] La comunidad basada en el espacio es una entidad que tiene su base material en el espacio físico. Es, en el lenguaje de fenomenología, una «cosa», una realidad visible y duradera que proporciona un punto de referencia para múltiples perspectivas individuales. Hannah Arendt, que utilizó conceptos de fenomenología para analizar la «condición humana» de la posguerra, lo expresó así: «Convivir en el mundo significa esencialmente que el mundo material está entre los que lo comparten, como una mesa situada entre los que están sentados a su alrededor; el mundo, como todo lo que se encuentra en medio, une y separa al mismo tiempo a los que lo comparten [...] Sólo donde las cosas pueden ser vistas por muchos en una variedad de aspectos sin cambiar su identidad, de forma que los reunidos alrededor de ellas saben que están viendo semejanzas en la total diversidad, puede surgir la realidad del mundo de forma verdadera y fidedigna» (Arendt, *The Human Condition*, pp. 48, 52-53).

[7] El informe final del grupo de trabajo (Task Force Report) incluía una sección aparte en la que se comentaba el «papel educativo que desempeña el personal del MIT. La excelencia del personal es una parte integral de la comunidad del MIT de hoy [...] En los últimos dos años el grupo de trabajo se ha reunido y trabajado con muchos miembros del personal del MIT, lo que reafirmó la opinión del grupo de trabajo de que el personal desempeña un papel enormemente positivo en mantener unida la comunidad» (p. 35).

[8] Task Force Report, p. 14.

[9] El informe final incluye una importante declaración de que «el MIT está alcanzando el liderato en una formación equilibrada entre la práctica de la ciencia y tecnología y la educación liberal. Si tiene éxito, el MIT se convertirá en el modelo de la educación general, proporcionando al instituto una nueva ventaja competitiva» (p. 51).

[10] Correo electrónico del 3 de febrero de 1998. En el informe del grupo de trabajo, la sección de «The Attributes of an Educated Individual» expresa la idea: «Un individuo educado posee facultades bien desarrolladas de razonamiento crítico y racional. Entiende el método científico y otros métodos de investigación y por tanto es capaz de obtener, evaluar y utilizar la información para plantear y resolver los complejos problemas de la vida y el trabajo. Para ello, posee un sólido conocimiento de razonamiento cuantitativo y tiene la capacidad de manejar la complejidad y la ambigüedad» (Task Force Report, p. 17).

[11] Raymond Williams, *Politics and Letters: Interviews with New Left Review* (Verso, 1981), p. 119.

[12] Task Force Report, p. 18.

[13] Ibid., p. 33.

[14] Ibid., p. 33.

[15] Ibid., p. 7.

[16] Ibid., p. 24.

[17] Ibid., p. 31.

[18] Ibid., p. 51.

[19] Ibid., p. 53.

[20] Ibid., p. 58.

[21] Ibid., p. 58.

[22] Véase Colin Bell and Howard Newby, *Community Studies* (Allen & Unwin, 1971). *Habits of the Heart* de Robert Bellah *et al.* (University of California Press, 1985) contribuyó a hacer de «comunidad» una parte de los debates políticos actuales. *Habits of the Hearth* lamenta la predominancia del individualismo en la vida americana y aboga por la necesidad de reconfigurar nuestra vida civil para que compromiso, comunidad y ciudadanía estén en equilibrio. A comienzos de 1990 se hizo popular el término «comunitarismo». En 1996, con la aparición de una nueva edición de *Habits of the Hearth,* se produjo una interesante discusión sobre la necesidad de vigorizar la sociedad civil. «Comunidad» se convirtió en una abreviatura utilizada para describir un estado de cosas que restauraría las conexiones personales y sociales que habían sido tan maltratadas por el individualismo neocapitalista, especialmente a partir de los años sesenta. En el mundo de la teoría política la idea de comunidad se asocia principalmente con los teóricos Michael J. Sandel y Alasdair MacIntyre. Uno de los líderes más activos del movimiento comunitario es el sociólogo Amitai Etzioni. Para un resumen véase Steven Kautz, *Liberalism and Community* (Cornell Uiversity Press, 1995), pp. ix-xi, 1-6.

[23] Véase Howard Rheingold, *The Virtual Community* (Addison-Wesley, 1993). Estas nuevas comunidades no son territoriales. En vez de estar localizadas en un lugar concreto, delimitadas por necesidades externas, están distribuidas geográficamente, conectadas por redes de comunicaciones y delimitadas por intereses compartidos. Dado que los vínculos son elegidos libremente y no impuestos, la gente en estas comunidades se rodea de los que piensan igual que ellos: no en todos los detalles, pero con suficientes intereses y puntos de vista comunes como para autodefinirse como miembros. La diferencia principal entre la comunidad geográfica y la virtual no reside en la ausencia o presencia de «tecnología». En ambos casos la vida de la comunidad depende de las complicadas telarañas tecnológicas. La diferencia más importante está en que la comunidad virtual se autoselecciona para formar una conciencia común. Es el grupo social cartesiano definitivo: separa la mente del cuerpo y la conciencia de un lugar concreto. Es el mundo que hemos creado, un mundo reflexivo, creado por los humanos y que refleja interminablemente las creencias, deseos e ideas de las personas. El estudio de Goran Therborn *Science, Class and Society* (Tryck RevoPress, 1974) afirma que el mayor logro de la sociología como ciencia fue el descubrimiento de la categoría de la «comunidad ideológica», unida por normas y valores compartidos. Véase Williams, *Politics and Letters*, pp. 113-114.



[24] Nowotny y Felt, *After the Breaktrough*, p. 180.

[25] La exposición clásica de esta contradicción es la de John Henry Newman en una serie de ensayos sobre la «idea de la universidad», escritos después de que fuera nombrado en 1851 rector de la nueva Universidad Católica de Dublín. Si tuviera que resumir «breve y popularmente» esta idea, escribió Newman, diría que la universidad es «un *Studium Generale*», o «Escuela de Estudio General»: «Esta descripción implica la reunión de *forasteros* procedentes de todas partes en un lugar —*de todas partes*; porque si no ¿cómo encontrar profesores y estudiantes para cada área del conocimiento? Y *en un lugar*; porque si no ¿cómo podría ser una escuela?». Newman sostiene que la enseñanza debe ser universal, pero debe llevarse a cabo en «un lugar de reunión al que los estudiantes acudirán de todas partes en busca de toda clase de conocimientos». Es un lugar que reunirá «lo mejor de cada clase»: un lugar en el que el profesor se vuelve elocuente, donde las mentes se enfrentan, donde se reúnen lo mejor de las artes y de las ideas. «Por la naturaleza de las cosas la grandeza y la unidad van juntas: la excelencia implica un centro» (John Henry Newman, «What Is a University?» [1854], en *Victorian Prose,* ed. Roe, pp. 181, 184-185).

[26] Task Force Report, pp. 13-14.

[27] Antony Giddens ha definido la complicada geografía de la vida moderna como «una experiencia ambivalente más que una simple pérdida de la comunidad». Y explica: «No es que las influencias localizadas simplemente vayan dejando lugar a relaciones más impersonales de sistemas abstractos. Sino que los propios tejidos de la experiencia espacial alteran la proximidad y la distancia de forma que tiene pocos precedentes en el pasado» (Giddens, *The Consequences of Modernity*, p. 140).

[28] Task Force Report, pp. 8, 50-51.

[29] Nowotny y Felt, *After the Breaktrough*, p. 180.

[30] David Harvey, *The Condition of Postmodernity; An Enquiry into the Origins of Cultural Change* (Blackwell, 1989), p. 204.

[31] Task Force Report, pp. 36-39.

[32] Ibid., pp. 41-45.

[33] Ibid., p. 39.

[34] Ibid., p. 41.

[35] Aquí no hace falta recurrir a Einstein. La formulación filosófica fue hecha mucho antes por Leibniz, contemporáneo y adversario de Newton, que sostenía que sin las «cosas» no habría tiempo ni espacio: «Más de una vez he señalado que considero el espacio como algo puramente relativo, como el tiempo; siendo el espacio un orden de coexistencia como el tiempo es un orden de sucesos» (*Leibniz: Philosophical Writings*, ed. G. Parkinson, Londres: J. M. Dent, 1973, pp. 211-212, citado por Castells en *The Rise of the Network Society*, p. 494 y notas).

[36] Arendt, *The Human Condition*, pp. 230-231.

[37] Martin Moore-Ede, *The Twenty-Four Hour Society: Understanding Human Limits in a World That Never Stops* (Addison-Wesley, 1993), p. 4.

[38] Donn Welton, «World» en *Encyclopedia of Phenomenology*, ed. L. Embree *et al.* (Kluwer, 1997), pp. 736-737.

[39] Thomas Nenon, «Life-World en Husserl», *The Encyclopedia of Philosophy Supplement*, ed. D. Brochet (Mcmillan Reference, 1996), p. 305.

[40] Por consiguiente prefiero la versión «dura» del mundo de la vida, como las descritas por Fred Dallmayr: «En la versión dura, el mundo de la vida ya no funciona como precursor de la razón o como su modalidad embriónica o relativamente inmadura, sino que emerge como una dimensión integral del pensamiento, una dimensión que incide poderosamente en el estatus de las afirmaciones racionales o cognitivas (no anulándolas sino cambiando su sentido)».

[41] Estoy aludiendo al trabajo clásico de Henri Lefebvre *La Production de l'espace* (Anthropos, 1974).

[42] «Letter to Faculty» firmada por Robert L. Jaffe, Ahmed F. Ghoniem y Steven R. Lerman, *MIT Faculty Newsletter* 13 (2001), núm. 4, p. 5.

[43] «Debugging 6.001», *The Tech* 120 (2000), núm. 43, p. 4.

[44] Harvey, *The Condition of Postmodernity*, p. 232.

[45] El Club de Profesores, que en tiempos tenía un bar y se abría diariamente a la hora de comer, estuvo cerrado para uso personal durante algunos años. Se alquila a grupos y comités del MIT. Mucha gente del Instituto todavía está hablando de su «cierre».

[46] Task Force Report, p. 41.

[47] Staffan Burenstam Linder, *The Harried Leisure Class* (Columbia University Press, 1970), pp. 60, 67.

[48] Harvey, *The Condition of Postmodernity*, p. 227, citando a Marx, *Grundrisse* (Penguin, 1973), p. 173.

[49] Nancy Folbre, citada por Ellen Goodman, «Our "prisoner of love" problem», *Boston Globe*, 10 de mayo de 2001.

[50] Ann Critenden, *The Price of Motherhood: Why the Most Important Job in the World Is Still the Least Valued* (Metropolitan Books, 2001).

[51] 1998 Higher Education Research Institute Faculty Survey, citado por Lydia Snover.

## Capítulo 5

[1] «En 1997 en Estados Unidos las mujeres habían obtenido el 20 por ciento de las titulaciones en informática y ciencias exactas y el 12 por ciento de las titulaciones de ingeniería. [...] Globalmente, [...] las mujeres obtuvieron sólo 10-12 por ciento de las titulaciones de ingeniería y ciencias naturales, en comparación con el casi 50 por ciento en las titulaciones no científicas» (Metin Akay, «Women in Science —An Untapped Resource», *Boston Globe*, 24 de julio del 2001).

[2] Más exactamente, según los datos del año 2000, el 52 por ciento del profesorado femenino de la Escuela de Ingeniería tenía hijos. Según los datos del año 1989, el 82 por ciento de los profesores masculinos de la Escuela tenían hijos.

[3] 1995 Higher Education Research Institute Faculty Survey, citado por Lydia Snover.

[4] Véase Ruth Schwartz Cowan, «Technology Is to Science as Female Is to Male: Musings on the History and Character of Our Discipline», *Technology and Culture* 37 (1996), núm. 3, pp. 572-582.

[5] Aquí estoy aludiendo al clásico de Tracy Kidder (un libro muy dominado por lo masculino, aunque sin ninguna culpa de Kidder) *The Soul of a New Machine* (Little, Brown, 1981).



[6] Neil Gershenfeld citado por Mulford, «Towards an Engineering Theory of Life», p. 2.

[7] Esta reducción de la tecnología a los *gadgets* se hace evidente en la revista *Technology Review*, que, como dije, no tiene relación formal con el MIT pero cuyo subtítulo proclama que es «La Revista de Innovación del MIT». Las innovaciones que festeja son puramente tecnológicas y las mujeres están notablemente ausentes en la selección de sus columnistas y artículos.

[8] Cualquier discusión de la transición cultural de la «prehistoria» a la «historia» está condenada a ser muy especulativa. Véase, por ejemplo, Robert McElvaine, *Eve's Seed: Biology, the Sexes, and the Course of History* (McGraw-Hill, 2001).

## Coda

[1] Estos comentarios posteriores a la conclusión del libro reflejan las conversaciones mantenidas, después del 11 de septiembre, con David Mindell, profesor de Desarrollo Profesional del Instituto Dibner en el Programa de Ciencia, Tecnología y Sociedad.

[2] Richard Willing y Kevin Johnson, «Plot Likely Involved», *USA Today*, 5 de octubre del 2001.

# Índice analítico


acontecimientos históricos, 134, 181-182
Acreditation Board of Engineering and Technology (ABET), 75
alcohol y consumo de bebidas alcohólicas, 37, 122-127
Alder, Ken, 83
alojamiento de los estudiantes, 37, 103, 122-127, 138-141, 150, 160
Augustine, Norman, 81

Bauer, Martin, 115
Beck, Ulrich, 33, 35, 125
biología, 42, 49-55, 71, 181
bioterrorismo, 184
Boston, Massachusetts, 21, 22, 126, 129, 141, 142, 153
Brown, Gordon, 41, 68
Brown, Robert, 39, 51, 84, 165, 175

cambio. *Véase* cambio histórico; cambio tecnológico,
cambio tecnológico, 27-31, 35-38, 84, 88-89, 101, 102, 113-114, 129-130, 152, 186
  prejuicios de género y, 178-179, 181
  resistencia al, 27-28, 29, 30, 88-89, 113-114, 115, 159
  tiempo y espacio, 149-150, 161
  versus progreso, 28-29, 35, 83-84
Cambridge, Massachusetts, 129, 132, 142, 153, 189
capitalismo, 35, 47, 83, 92, 108, 148-151
Castells, Manuel, 155
ciencia, 25, 185
  y educación, 135-136, 137-138, 139
  e ingeniería, 45-46, 47-54, 58, 59-60, 70-72, 78, 84, 131-132, 162-163
ciencia de ingeniería, 47-49, 54
Ciencias de la Tierra, Atmósfera y Planetas, 41
  Departamento de, 41, 72
Ciencias de Materiales e Ingeniería, Departamento de, 41
Comité de Dirección de Reingeniería, 92, 96, 100, 136
Comité de Supervisión de Aulas, 155-156
Compton, Karl Taylor, 67, 68
comunidad, 28, 35, 37, 45, 46, 84, 121, 125-127, 179, 180
  concepto de, 144, 145
  de estudiosos o científicos, 145-148
  espacio para, 149-155
  en el informe del grupo de trabajo, 139-143
  tecnología y, 129-134
  tiempo para, 149-152, 161-168
  virtual o extensa, 141, 143-149
Consejo Académico, 58-61
«conversaciones sobre el cambio», 37, 133
Cowan, Ruth Schwartz, 107
Curry, John, 108, 112

D'Arbeloff, Alex, 157
Departamento de Aeronáutica y Astronáutica, 42, 49, 52-55, 64, 74, 131, 177
deriva tecnológica, 102, 104-107, 156
desastres tecnológicos, 184-187
despliegue tecnológico, 120, 185
determinismo tecnológico, 106-109, 110, 131, 155
Deutch, John, 48-49
discriminación de género, 169-176
División de Ingeniería Biológica, 42-43, 50, 51





División de Sistemas de Ingeniería, 43, 56-57

Eliade, Mircea, 34, 35
enseñanza de ingeniería, 48-50, 55, 61, 64-82, 131, 137, 163, 164
era de la información, 26, 27, 31, 127, 131, 134, 136, 142, 155, 181
espejismo tecnológico, 104

física, 49, 51, 71-72, 135
Folbre, Nancy, 167

Galison, Peter, 49
Gershenfeld, Neil, 58
gestión, 26, 43, 46, 47, 56
  e ingeniería, 38, 43-47, 59-60, 63-64, 69-70
  y reingeniería, 90, 91, 133
Giddens, Anthony, 35
globalización, 31, 135, 145, 146, 148, 185
Goldstein, Mark, 122
Gray, Paul, 166
Griffith, Linda, 51
Grupo de Trabajo sobre la Vida Estudiantil y la Docencia, 37, 129-145, 148-149, 152, 163-164, 166, 170
  Grupo Asesor Estudiantil, 138, 139, 141-142, 163
  Subcomité de Vida Estudiantil, 138, 139

hábitat tecnológico. *Véase* mundo de la vida; mundo tecnológico,
Hansman, John, 131, 135, 162, 186
Harvey, David, 161
Hegel, Georg W. F., 34
hermandades. *Véase* alojamiento,
historia, 25, 27-31, 34-36, 83, 108, 171
historiadores, 101, 114, 115-116
hombres y papeles masculinos, 44, 45, 94, 169, 177-182, 185
Hopkins, Nancy, 39, 169
Hughes, Thomas Parke, 34, 81, 101, 107, 162
humanidades, 66-70, 73, 75, 136, 138, 162, 164, 174, 188
Humanidades, Artes y Ciencias Sociales, Escuela de, 24, 66-70
Husserl, Edmund, 151

impulso tecnológico, 101, 107
ingeniería, 25, 44-46, 91-92
  como base de la identidad del MIT, 37-38, 82-84
  desintegración expansiva de la, 39-85
  Escuela de, 41, 42, 50, 56, 61, 173
  uso del término, 28, 29, 59, 60
Ingeniería Civil y Medioambiental, Departamento de, 41, 53-57, 177
ingeniería de diseño, 54-61
Ingeniería de Océano, Departamento de, 52
Ingeniería Eléctrica e Informática (EECS), Departamento de, 42, 53, 64, 73-76, 175-177
Ingeniería Mecánica, Departamento de, 41-42, 53, 54, 57, 63, 64, 72, 177
Ingeniería Nuclear, Departamento de, 41, 42
Ingeniería Química, Departamento de, 25, 42, 48, 64, 72, 172, 177
innovación, 26-29, 37, 40, 43, 82, 85, 132, 133, 151, 174-178
Institución Oceanográfica de Woods Hole, 134

Killian Court, 100, 154, 187-189
Killian, James R., 67-68
Krueger, Scott, 122-124, 126, 140-141, 145

Latour, Bruno, 83, 133, 151
Laurel, Delaware, 17-25, 32, 45, 171, 183
Layton, Edwin, 45-46
Lewis, Warren K., 17-23, 24-26, 39, 44-46, 68-70, 76-80, 129-131, 134, 146, 154, 170-172, 183, 189
lugar y localidad, 31, 94, 139, 142-149

magia tecnológica, 104, 105
Marks, David, 185
Marris, Peter, 99
Marx, Karl, y marxismo, 92, 166
Morison, Elting, 33, 36, 78
mujeres, 24, 43-44, 95, 167, 181-182, 185
  en ingeniería, 173-175, 176-177, 180-182
  en la ciencia, 39, 153, 173, 174, 175, 177, 180
  entre los estudiantes del MIT, 82, 171-173, 177
Mumford, Lewis, 34
mundo de la vida, 33-38, 149, 151, 152, 166-168, 174-175
mundo tecnológico, 33-38, 40-41, 66, 68, 70, 78, 84-85, 104, 108, 113, 133-134, 151, 181-186, 188

Newman, John Henry, 81
Newton, Massachusetts, 18, 20, 44, 84

Picon, Antoine, 81
Post, Robert, 32

prejuicios de género, 176-181
Programa Líderes de la Producción, 57
Proyecto Grouper, 117-118

reingeniería, 37, 85-121, 130, 133, 136, 162, 187
  lenguaje de, 96, 97, 98-99, 114
  y el espacio físico, 155, 160
  y el tiempo, 165-167
Reingeniería del Centro de Atención a los Alumnos, 101, 121
Reingeniería del Equipo de Rediseño de Atención a los Alumnos, 92, 93, 96, 98, 100
revolución de información, 27, 31, 32
revolución industrial, 31-35, 44, 46, 108, 180-182
revolución neolítica, 34, 181
revolución tecnológica, 31, 33, 34-35
Rogers, Williams Barton, 79, 146
Roland, Alex, 31

SAP sistema de software, 89, 105-113, 116, 121, 125, 155
Schumpeter, Joseph, 40
Sharp, Phillip, 122
Silbey, Robert, 131, 162
sistemas de ingeniería, 55-61, 71, 81-82
sistemas globales, 27, 53, 94, 147
sistemas tecnológicos, 85, 91-92, 112, 114-116, 142, 147, 184, 187
Sloan School of Management, 43, 56
Smith, Arthur, 154
Sociedad de Historia de la Tecnología, 31, 32

tecnociencia, 50-54, 71
tecnología, significado del término, 27-30, 37, 60, 90, 91-92, 108, 114, 152, 178-179
tecnología de información, 32, 33, 37, 73, 74, 79, 97, 115, 116, 131, 143, 155-161
  como un lenguaje técnico común, 52, 60, 63
  el significado de la tecnología reducido a, 28, 29
  paradoja de, 119, 120
  y servicios estudiantiles, 105, 112, 114

utopía y utopismo, 28, 95, 96, 97, 104, 133

Vest, Charles M., 37, 88, 97, 120, 123, 124, 126, 129-131, 162

Walker, William, 19
Weatherall, Robert, 61, 63, 64
Williams, Raymond, 141

Zuboff, Shoshana, 119

otros títulos en **la sociedad red**

Manuel Castells / Pekka Himanen
La sociedad de la información y el Estado del bienestar. El modelo finlandés

Steven Levy
Cripto. Cómo los informáticos libertarios vencieron al gobierno y salvaguardaron la intimidad en la era digital

Jesús Banegas
La nueva economía en España. Las TIC, la productividad y el crecimiento económico

Robin Mansell (ed.)
La revolución de la comunicación. Modelos de interacción social y técnica

John Arquilla / David Ronfeldt
Redes y guerras en red. El futuro del terrorismo, el crimen organizado y el activismo político