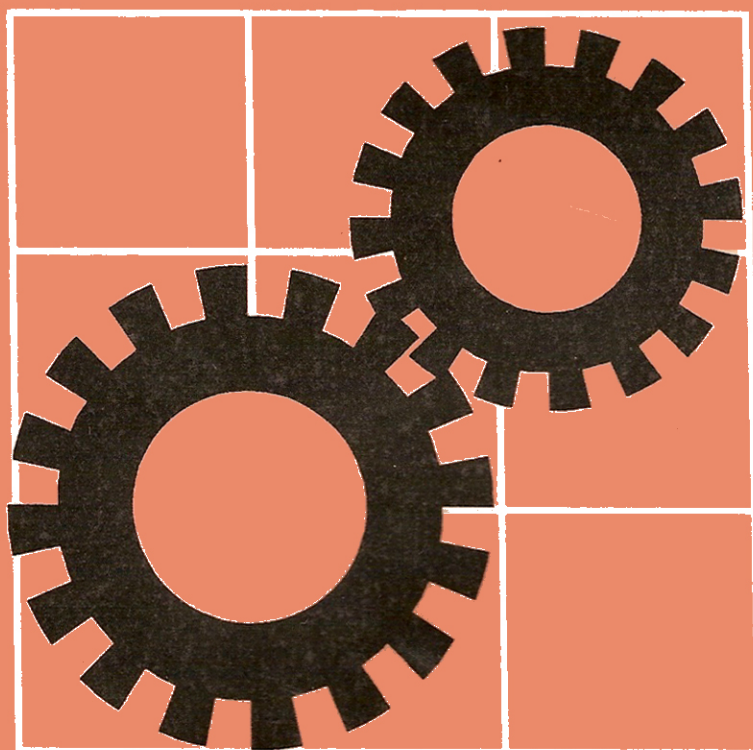

CARLOS E. SOLIVEREZ

CIENCIA, TECNICA Y SOCIEDAD



FLACSO

CIENCIA, TECNICA Y SOCIEDAD

Carlos E. Solivéz

FLACSO

Ejemplar de distribución gratuita. No negociable

Coordinadora del área Educación y Sociedad de la FLACSO:
Cecilia Bravlavsky

Directora de la colección de materiales didácticos:
Beatriz Santiago

Diseño de la colección:
Verónica Gil - Adriana P. Isola

Primera edición, 1992
©Copyright by FLACSO
Hecho el depósito que prevé la ley 11.273
Impreso en Argentina
Todos los derechos reservados

Este material se terminó de imprimir en los
talleres gráficos de Estudio RPR SA en el
mes de agosto de 1992.
Cabrera 3856, Capital Federal

A los alumnos del C.B.U.

Este cuadernillo ha sido escrito para ustedes, y pensando en ustedes.

Sabemos que quieren aprender, siempre y cuando el aprendizaje les permita comprender muchas cosas de ustedes mismos y del mundo en que viven; reconocemos asimismo que quieren saber para qué le sirve lo que aprenden.

Para ayudarnos a aprender, a través de este cuadernillo ustedes irán descubriendo algunos de los caminos posibles para explicar la realidad, predecirla y en algunos casos también modificarla.

El primer paso en este sentido es siempre el reconocimiento de dicha realidad. El hombre, a lo largo de la historia, ha valorado el conocimiento como un bien, y la sociedad contemporánea funda en él gran parte de su asombroso desarrollo.

Todo esto es muy importante, pero más importante aún es darse cuenta de que el conocimiento es uno de los caminos de la libertad.

FLACSO/Argentina
Area Educación
Julio 1992

INTRODUCCION

Las **ciencias** y las **técnicas** están siempre con nosotros. Aunque a simple vista se noten menos en las zonas rurales que en las urbanas, nunca están ausentes del todo en nuestras vidas. Nos sucede con ellas lo mismo que con el aire: sólo nos damos cuenta de su existencia cuando nos falta. Como diría un **antropólogo**, forman parte inseparable de nuestra cultura, de la particular manera de ser y de hacer que tenemos los humanos.

Este cuadernillo quiere guiarlos hacia el conocimiento de las ciencias y las técnicas. Su objetivo es que, luego de trabajar con este material, ustedes puedan:

- Reconocer la **ciencia** y la **técnica** en las cosas que los rodean, en sus actividades y en las de las otras personas.

- Diferenciar entre **ciencia**, **tecnología** y **técnica**.

- Comprender la importancia que tiene la **técnica** para cubrir nuestras necesidades básicas.

- Comprender la importancia que tiene la **ciencia** para entender el mundo social (las otras personas) y natural (animales, plantas y cosas) que nos rodea.

- Comprender la necesidad de la **tecnología** para poder diseñar dispositivos técnicos sobre la base de principios científicos.

- Descubrir que todos hacemos algún uso de ellas, y que con su ayuda podemos ser más eficaces en nuestras acciones.

- Informarse sobre su desarrollo y valor económico actual en nuestra región y en el mundo.

- Darse cuenta de que las **ciencias** y las **técnicas** son una herencia que hemos recibido no sólo de nuestros antepasados sino también de seres humanos de otras partes del mundo que vivieron y trabajaron antes que nosotros.

- Identificar algunos de los **utensilios**, **herramientas**, **aparatos**, **procesos**, **técnicas** y conocimientos que usamos continuamente en nuestra vida diaria.

- Reconocer la importancia de éstos para resolver algunas de nuestras necesidades imprescindibles, como las de alimentación, abrigo, salud, trabajo, comunicación social.

- Comprender el desarrollo histórico de algunas de las **técnicas** más importantes, tales como el lenguaje, la escritura, la agricultura, la electricidad, la construcción de edificios, la radio y TV, las computadoras. Realizar un trabajo grupal de recolección de información sobre algunas

que sean apropiadas en su comunidad.

- Analizar la importancia del conocimiento científico para la comprensión y resolución de los problemas técnicos. Realizar un trabajo grupal de investigación sobre la disciplina correspondiente a la técnica antes elegida.

- Elaborar los principios básicos del método científico planteado como una técnica para el logro de un objetivo claramente definido.

- Discutir el **rol** del conocimiento científico y técnico en la actividad productiva de bienes y servicios.

- Identificar los principales organismos científicos y técnicos del país y la provincia.

No se pueden alcanzar estos objetivos memorizando datos o recetas cuya utilidad o valor se desconoce. Por ello este cuadernillo está organizado alrededor de un gran eje temático: la satisfacción de las necesidades humanas básicas cotidianas de la alimentación, el abrigo, la comunicación, la representación y la comprensión del mundo. La evolución histórica de las técnicas usadas para satisfacer estas necesidades les permitirá, además, descubrir el carácter social, constructivo y acumulativo, de estas técnicas.

Para generar un proceso de genuina apropiación de conocimientos mediante un aprendizaje activo, se proponen una serie de actividades para que ustedes hagan con ayuda de sus profesores, de sus padres, de sus amigos. Tengan siempre presente, sin embargo, que cada actividad planteada es solamente un medio para el logro de un objetivo, y por lo tanto puede y debe ser reemplazada por cualquier otra que resulte más apropiada al medio en donde viven.

Cada actividad aparecerá señalada en el texto con **A**

Mientras realizan estas tareas surgirán muchas más preguntas y respuestas que las que encontrarán en el texto. La mayor parte de las respuestas las conocen los **científicos**, los **tecnólogos** y los **técnicos**; otras preguntas no han sido todavía contestadas. Para saber más debemos dirigirnos a esos especialistas o a los libros que contienen sus conocimientos.

Como una ayuda en esta tarea de aprendizaje, encontrarán mencionados en el texto varios libros que pueden servir de introducción a algunos temas o para el desarrollo de algunas ideas. Esta lista no pretende ser completa ya que he incluido solamente aquellos que considero suficientemente entretenidos o importantes, sin ser demasiado especializados.

A lo largo del texto, así como en esta introducción, encontrarán palabras en letra más gruesa, negrita, como la palabra **ciencia**. Esas palabras son importantes y están listadas en un glosario al final del cuadernillo. Pero no encontrarán allí definiciones para que las memoricen: una buena definición es el remplazo de una palabra desconocida por otras palabras que sí nos son familiares. Es por eso que ustedes deberán construir una definición propia con vocabulario propio sobre la base de las indicaciones que se dan en el capítulo 9 y con guía de sus docentes.

Un **filósofo** definió al ser humano como un animal racional, pensante. En nuestro viaje juntos verán que este cuadernillo desarrolla una idea algo más amplia: que los humanos nos caracterizamos por ser capaces de pensar antes de actuar y de actuar utilizando conocimientos e instrumentos que hemos ido perfeccionando y legando a nuestros descendientes a lo largo de miles de años de **civilización**.

Estoy convencido de que una de las razones por las cuales el progreso humano es tan lento y con tantos retrocesos es porque no sabemos o no podemos hacer suficiente uso de esas capacidades. Como la creciente complicación de nuestro modo de vida ha invalidado todas las recetas, superar esta falla es seguramente el mayor desafío que enfrentarán las nuevas generaciones. Me agrada pensar que este cuadernillo podría ser, aunque minúsculo, un aporte a esa tarea.

Carlos Eduardo Solivéz

INDICE SINTETICO

INTRODUCCION

CAPITULO 1

CIENCIA Y TECNICA EN LA VIDA DIARIA.....	1
Los productos técnicos que nos rodean	1
Las necesidades humanas básicas	1
La ciencia, madre de la técnica	4
La ciencia y la técnica, herencia cultural	4
Tecnologías de avanzada y apropiadas	6
Un caso de tecnología apropiada: la disposición de excretas	7

CAPITULO 2

LAS TECNICAS DE LA COMUNICACION SIMBOLICA.....	9
El qué, el cómo y el para qué de la comunicación	9
El lenguaje	10
La comunicación por gestos	11
Los símbolos, representación del pensamiento	11
El alfabeto	13
Otros códigos de comunicación	13

CAPITULO 3

LAS TECNICAS DE REPRESENTACION Y REPRODUCCION DE INFORMACION.....	17
Las técnicas de registro y reproducción de textos	17
Del barro cocido al papel	17
De la pluma de ave a la escritura electrónica	17
La imprenta	19
La impresora de periódicos	19
Otros métodos de reproducción de textos	20
La captación y reproducción de sonidos	21
Del fonógrafo al tocadiscos	21
Del alambre al cassette: los grabadores magnéticos	22
Los discos ópticos o compactos	23
La representación y reproducción de imágenes	24
La cámara oscura	24
De la perspectiva central al dibujo técnico	25
Los comienzos de la Optica	26
La cámara fotográfica	27
La luz y el color	27
El cinematógrafo	28
La representación del territorio: mapas y cartas geográficas	29
Los sistemas de proyección	29
La cartografía progresiva	30

CAPITULO 4

LAS TELECOMUNICACIONES	31
Las comunicaciones y transportes en el pasado	31

Los mensajeros y el correo	31
Los mensajes visuales	31
El telégrafo eléctrico	32
El tendido de líneas telegráficas	34
Las ondas que no se pueden ver	34
Los mensajes sonoros	35
La electricidad transmite la voz: el teléfono	35
El telégrafo sin hilos	36
Los comienzos de la electrónica: la radio	36
Imágenes que viajan por el aire	37
Los satélites de comunicaciones	38
CAPITULO 5	
LAS TECNICAS DE CALCULO	41
El concepto de número	41
Las primeras máquinas de calcular	41
Logaritmos versus calculadoras	42
El caso más simple de programación: copiar una muestra	43
Los lenguajes de programación	44
Los procesadores electrónicos o computadoras	45
Los procesadores actuales	46
CAPITULO 6	
LAS TECNICAS DE LA SUBSISTENCIA: LA ALIMENTACION Y EL ABRIGO	49
Viviendo de la caza y de la pesca	49
El Norte templado	49
La domesticación de plantas y animales	50
Los abonos y la síntesis del amoníaco	51
Las construcciones monumentales	53
Los materiales comunes de construcción	54
La ingeniería romana	55
Las catedrales y castillos medievales	56
El Renacimiento no fue solamente artístico	56
La construcción encarada como una ciencia	57
El hormigón armado	57
CAPITULO 7	
LA DIVISION DEL TRABAJO: EL COMERCIO Y LA INDUSTRIA.....	59
La producción de bienes y servicios	59
Los primeros procesos químicos	61
Las primeras industrias	61
Los recipientes cerámicos	62
El uso de los metales	62
La minería	63
El hierro y el acero, metales imprescindibles	63
Los tejidos	64
La primera máquina de tejer: el telar	64
La división del trabajo	65

El comercio, motor de la técnica	65
El origen de la riqueza de las naciones	66
CAPITULO 8	
LA COMPRESION DEL MUNDO	69
Las ciencias y nuestra idea del mundo	69
La Tierra, centro del universo	70
El método científico: las hipótesis y su verificación	70
El método práctico: verificación de afirmaciones	71
El método científico: los métodos de clasificación	71
El método práctico: guardando cosas	72
Criterios de clasificación	72
Ventajas y desventajas de los criterios de clasificación	73
El método científico según los libros de texto	73
El método práctico: trabajo por objetivos	74
Otros ingredientes del método científico	76
CAPITULO 9	
TERMINOLOGIA Y REDACCION CIENTIFICA Y TECNICA	77
La terminología científica y técnica	77
Las definiciones	77
El juego de las preguntas y respuestas	78
Técnica de construcción de definiciones	79
Redacción de informes científicos y técnicos	80
CAPITULO 10	
INSTITUCIONES DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y TECNICA	83
El aprendizaje en la sociedad	83
Universidades	83
Organismos de investigación	84
Ciencia y técnica en Río Negro	85
Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro	85
Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado	86
Fundación Bariloche	87
Alta Tecnología Sociedad del Estado	88
Estación Experimental Bariloche del INTA	88
Centro Integral de Tecnologías en Educación	89
Centro Integral de Asistencia Técnica a la Industria	89
Instituto de Biología Marina	89
El Polo Científico y Tecnológico Bariloche	90
EPILOGO	
EL MUNDO DE LOS VALORES	91
GLOSARIO	92

CAPITULO 1

CIENCIA Y TECNICA EN LA VIDA DIARIA

Los productos técnicos que nos rodean

Antes de entrar en detalles sobre la ciencia y la técnica, tenemos que hacernos una importante pregunta. La ciencia y la técnica, ¿tienen realmente importancia en nuestras vidas diarias? ¿No son solamente temas de interés para los profesionales que trabajan en ella, o para algunos industriales?

Para contestar esta pregunta tenemos que hacer primero un difícil ejercicio mental, casi imposible: "desnudarnos" de todo aquello que la ciencia y la técnica nos han proporcionado a lo largo de miles de años de **civilización**. Para eso nos equiparemos con una varita mágica (también un instrumento "técnico", pero imaginario) que hará desaparecer cada una de los objetos técnicos a los que apuntemos o nombremos, dejando, "puff", solamente una nubecita de humo.

Hacemos desaparecer primero todos los grandes equipos de las fábricas: generadores de electricidad, imprentas, destiladores, altos hornos, laminadoras, prensas hidráulicas, molinos de mineral, etcétera. Las fábricas son ahora sólo edificios vacíos que ya no pueden producir.

Hacemos luego desaparecer de nuestra casa todas las cosas que esas fábricas producían. "Puff" la heladera, el lavarropas, el televisor, la radio, el teléfono, los estantes de aglomerado con sus recubrimientos de laminado plástico, las cerámicas del piso, las alfombras, las frazadas, todos los artefactos metálicos, las lámparas, los artefactos de baño, la vajilla de la cocina, los cubiertos, los vidrios de las ventanas, los picaportes, fallebas, bisagras y cerraduras de puertas y ventanas. Los techos y paredes también tiemblan o se caen. Perdimos los hierros que sostienen las vigas y columnas de hormigón armado (si los hay), los clavos y tornillos que unen las vigas de madera y las partes de los muebles. Si nuestras ropas eran compradas estamos desnudos porque ya no pueden existir las telas que hacían las hilanderías. No hay cuadernos, libros, diarios ni ningún objeto de papel. La despensa está casi vacía: desapareció la harina, y todo lo que se hace con ella porque ya no hay molinos para fabricarla a partir del trigo. Tampoco está el auto, la bicicleta o el triciclo. No existen los caminos pavimentados, los cables telefónicos y los alambres de los alambrados. Hemos quedado reducidos a unas pocas cosas, ni siquiera las más importantes.

Las necesidades humanas básicas

¿Podríamos en esas condiciones organizarnos de manera de satisfacer nuestras necesidades más urgentes? Veamos lo que piensa al respecto un gran escritor del siglo pasado, Julio Verne. Transcribo a continuación dos fragmentos de su novela "La Isla Misteriosa"¹, en la cual se relatan las aventuras de cinco personas escapadas de una prisión militar sureña durante la guerra de secesión de los EE.UU. Utilizan para su fuga un globo aerostático del cual deberán

¹ Editorial Aguilar, Madrid, 1971.

desprender la barquilla (con todas sus pertenencias) para no perder altura y caer al mar, y llegan finalmente a una isla desierta en las condiciones que se relatan. La novela es una epopeya del triunfo del ingenio y la organización sobre la adversidad y las inclemencias de la naturaleza. Les recomiendo fuertemente su lectura completa.

El primer fragmento de la novela corresponde al momento del arribo a la isla y dice así:

"El inventario de los objetos que poseían los náufragos del aire, arrojados sobre una costa que parecía estar deshabitada, se hará en seguida.

No poseían nada, excepto la ropa que llevaban encima en el momento de la catástrofe. No obstante, hay que mencionar un cuadernillo y un reloj que Gedeón Spilett había conservado, por inadvertencia sin duda; pero ni un arma, ni un utensilio, ni siquiera una navajita. Los pasajeros de la barquilla lo habían arrojado todo para aligerar el aeróstato.

Los héroes imaginarios de Daniel de Foe o de Wyss², así como los Selkirk y los Raynal, naufragados en Juan Fernández o en el archipiélago de Auckland, no estuvieron nunca en escasez tan absoluta. O consiguieron abundantes recursos de su navío embarrancado, como trigo, animales, utensilios, municiones, o bien algún resto llegaba a la costa que les permitía hacer frente a las primeras necesidades de la vida. Tampoco se encontraban completamente desarmados ante la Naturaleza. Pero aquí ni un instrumento, ni un utensilio: nada. ¡Tendrían que conseguirlo todo!

Y si siquiera Cyrus Smith hubiera estado con ellos, si el ingeniero hubiese podido aplicar su ciencia práctica, su espíritu inventivo al servicio de aquella situación, tal vez no se hubiese perdido toda esperanza. ¡Ay! No había que contar con volver a ver a Cyrus Smith. Los náufragos debían esperarlo todo de ellos mismos y de la Providencia, que jamás abandona a aquellos cuya fe es sincera."

Cuando comienza el segundo fragmento el ingeniero y jefe del grupo, Cyrus Smith, ya se había reencontrado con sus compañeros de infortunio.

"- Pues bien, mister Cyrus ¿por dónde empezaremos?- preguntó al día siguiente por la mañana Pencroff al ingeniero.

- Por el principio- respondió Cyrus Smith.

Y, en efecto, era por él donde aquellos colonos se verían forzados a empezar. Ni siquiera poseían los utensilios; ni siquiera se encontraban en las condiciones naturales de quien, «teniendo tiempo, economiza esfuerzo». Les faltaba el tiempo, puesto que debían subvenir inmediatamente a las necesidades de su existencia, y si, aprovechándose de la experiencia adquirida, no tenían nada que inventar, por lo menos tenían que fabricarlo todo. Su hierro, su acero, se hallaba aún en estado mineral; sus cacharros, en estado de arcilla; su ropa blanca y sus vestidos, en estado de materias textiles.

Hay que decir, además, que aquellos colonos eran «hombres» en toda la acepción de la palabra. El ingeniero Smith no podía ser secundado por compañeros más inteligentes ni con más abnegación y celo. Los había sondeado. Conocía sus aptitudes.

² Julio Verne se refiere aquí a las novelas "Robinson Crusoe" y "El Robinson suizo".

Gedeón Spilett, periodista de gran talento, habiéndolo aprendido todo para poder hablar de todo, debía contribuir ampliamente con la cabeza y con la mano a la colonización de la isla. No retrocedería ante ninguna tarea y, cazador apasionado, haría un oficio de lo que hasta entonces sólo había constituido para él un placer.

Harbert, magnífico muchacho, notablemente instruido en las Ciencias Naturales, constituiría un puntal serio a la causa común.

Nab era la abnegación personificada. Astuto, inteligente, incansable, robusto, de una salud de hierro, entendía algo del trabajo de la forja y sería utilísimo a la colonia.

En cuanto a Pencroff, había sido marino por todos los mares, carpintero en los astilleros de Brooklyn, ayudante de sastre en los navíos del Estado, jardinero, cultivador durante sus vacaciones, etc. y, como las gentes de mar, propio en todo, sabiéndolo hacer todo.

Hubiera sido realmente difícil reunir cinco hombres más adecuados para luchar contra el Destino, más seguros para triunfar.

«Por el principio», había dicho Cyrus Smith. Ahora bien: ese principio del que hablaba el ingeniero era la construcción de un aparato que pudiese servir para transformar las sustancias naturales. Sabemos el papel que interpreta el calor en esas transformaciones. El combustible, madera o carbón mineral, podía utilizarse inmediatamente. Se trataba, pues, de construir un horno para utilizarlo.

- ¿Para qué servirá ese horno? - preguntó Pencroff.

- Para fabricar los cacharros de barro que necesitamos - respondió Cyrus Smith.

- ¿Y con qué haremos el horno?

- Con ladrillos.

- ¿Y los ladrillos?

- Con arcilla. En marcha, amigos míos. Para evitar los transportes, estableceremos nuestro taller en el lugar mismo de producción. Nab llevará las provisiones y no faltará fuego para el cocimiento de los alimentos.

- No - respondió el periodista - pero nos faltarán los alimentos si carecemos de instrumentos de caza...

- ¡Ah, si tuviésemos sólo un cuchillo!...- exclamó el marino.

- ¿Qué? - preguntó Cyrus Smith.

- Pues que construiría rápidamente un arco y varias flechas, y la caza abundaría en la despensa.

- Sí, un cuchillo, una hoja cortante...- dijo el ingeniero, como si hablase consigo mismo.

En aquel momento sus miradas se posaron en Top, que correteaba por la orilla. De repente, los ojos de Cyrus Smith se animaron.

- ¡Top, ven aquí! - llamó.

El perro acudió corriendo a la llamada de su amo. Este cogió la cabeza del animal entre sus manos y, quitándole el collar que llevaba al cuello, lo rompió en dos partes, diciendo:

- ¡Aquí tiene dos cuchillos, Pencroff!

Le respondieron dos hurras del marino. El collar de Top estaba hecho con una delgada lámina de acero templado. Bastaba, pues, con afilarlo sobre una piedra de greda, de modo que uno de sus filos quedase en condiciones. Esa clase de piedra se encontraba en abundancia en la playa, y dos horas después los utensilios de la colonia se componían de dos hojas afiladas que había sido fácil montar en un mango sólido.

La conquista de este primer utensilio se saludó triunfalmente. Conquista preciosa, en efecto, y que venía a propósito."



Terminada esta lectura, y para hacer el análisis final previo a responder la pregunta inicial, formen con cuatro de sus compañeros un grupo de trabajo. El objetivo del grupo es imaginar que se encuentra en una situación similar a la de los náufragos del aire, analizando y elaborando, entre todos, conclusiones sobre los siguientes problemas:

1) ¿Cuáles son las necesidades más urgentes e impostergables que deberán satisfacer? Hagan una lista de necesidades básicas, en orden de prioridad, incluyendo las de carácter social.

2) ¿Qué cosas necesitarían para poder satisfacer esas necesidades? Hagan una lista lo más resumida posible de los materiales, útiles, trabajo o energía, conocimientos o habilidades, procesos y organización necesarios para cubrir cada una de las necesidades detectadas.

3) Expliquen de manera lo más resumida posible quién o quienes les solucionan esas necesidades en la vida cotidiana, y si ellos a su vez dependen también de otras personas en tal sentido.

La ciencia, madre de la técnica

Toda técnica siempre tiene que ver con la manera o modo en que se hace algo, con el "cómo". Pero, ¿donde entra la ciencia en este enfoque? En los conocimientos necesarios para definir el "cómo". Inicialmente los humanos resolvimos los problemas gracias al método de prueba y error, acumulando experiencia en forma de recetas. Pero cuando los problemas son complicados las recetas fallan, generalmente porque no cubren todas las variantes posibles del problema.

Es fácil hacer una torta cuando se compra el paquetito con todos los ingredientes y se siguen cuidadosamente las instrucciones. Esto no requiere conocimientos de cocina, solamente saber interpretar lo escrito. Pero, ¿qué pasa cuando nos falta algún ingrediente? Si el ingrediente es imprescindible tendremos que reemplazarlo por otro equivalente, es decir, que cumpla la misma función. Para eso hay que conocer los principios básicos de esa **química** práctica que es la cocina.

Lo que sucede con la preparación de una torta pasa también con la aplicación de la mayoría de las técnicas: su aplicación eficaz y eficiente requiere una buena comprensión de las propiedades y procesos que utiliza, es decir de la base científica que la técnica tiene. Este conocimiento hace la diferencia entre el peón u operario que sigue las instrucciones que le da otro y el técnico que es capaz de tomar la decisión más apropiada para las circunstancias.

La ciencia y la técnica, herencia cultural

Este cuadernillo está dedicado a presentar algunas de las técnicas más importantes para

nuestras vidas y los conocimientos científicos que les sirven de base. En este proceso descubriremos algo muy importante: la ciencia y la técnica no son propiedad o patrimonio de un único grupo humano ubicado en algún lugar especial del planeta o que haya vivido en algún momento especial de la Historia, son patrimonio de todos los seres humanos vivientes, patrimonio que fue heredado de todos los que nos precedieron.

El **antropólogo** norteamericano Ralph Linton describe con humor este carácter cultural del patrimonio técnico al relatar las primeras horas del día de un norteamericano contemporáneo, en el siguiente fragmento del libro "Estudio del Hombre"³:

"Nuestro sujeto se despierta en una cama hecha según un patrón originado en el Cercano Oriente, pero modificado en la Europa del norte antes de pasar a América. Echa a un lado las ropas de cama hechas de algodón, que fue domesticado en la India, o de lino, domesticado en el Cercano Oriente, o de lana de oveja, domesticada igualmente en el Cercano Oriente, o de seda, cuyo uso fue descubierto en China; todos estos materiales se han transformado en tejidos por medio de procesos inventados en el Cercano Oriente. Al levantarse, se calza unas sandalias de tipo especial, llamadas chancletas, inventadas por los indios de los bosques orientales norteamericanos, y se dirige al cuarto de baño, cuyos artefactos son una mezcla de inventos europeos y americanos, todos ellos de época muy reciente. Se quita su pijama, prenda de vestir inventada en la India, y se asea con jabón, inventado por los antiguos galos; luego se afeita, rito masoquista que parece haber tenido origen en Sumeria o en el antiguo Egipto.

Al volver a su dormitorio toma la ropa que está colocada en una silla, mueble procedente del sur de Europa, y procede a vestirse. Lo hace con prendas cuya forma se derivó de los vestidos de piel de los nómadas de las estepas asiáticas, y calza zapatos hechos de cuero, curtido por un proceso inventado en el antiguo Egipto, y cortado según un patrón derivado de las civilizaciones clásicas del Mediterráneo. Alrededor del cuello se anuda una tira de tela de colores brillantes, vestigio de los chales o bufandas que usaban los croatas del siglo XVI. Antes de bajar a desayunar se asoma por la ventana, hecha de vidrio inventado en Egipto y, si está lloviendo, se calza unas galochas de caucho, descubierto por los indios de Centroamérica, y toma un paraguas, inventado en el Asia Sudoriental. Se cubre la cabeza con un sombrero hecho de fieltro, material inventado en las estepas asiáticas.

Ya en la calle, se detiene un momento para comprar un periódico, pagándolo con monedas, una invención de la antigua Lidia. En el restaurante le espera toda una serie de elementos adquiridos de muchas culturas. Su plato está hecho de una forma de cerámica inventada en China. Su cuchillo es de acero, aleación hecha por vez primera en el sur de la India, su tenedor es un invento de la Italia medieval, y su cuchara un derivado de un original romano. Comienza su desayuno con una naranja, procedente del Mediterráneo oriental, un melón de Persia o, quizá, una rebanada de sandía de África. Además toma un poco de café, planta de Abisinia, con leche y azúcar. Tanto la domesticación de las vacas como la idea de ordeñarlas se originaron en el Cercano Oriente, y el azúcar se hizo por primera vez en la India. Después de la fruta y el café sigue con los waffles, que son una especie de tortillas, hechas según una técnica escandinava, con trigo, aclimatado en Asia Menor. Sobre estas tortillas desparrama un poco de jarabe de arce, inventado por los indios de los bosques orientales norteamericanos. Además puede servirse unos huevos de una especie de pájaro domesticado en Indochina, o algún filete de carne de un animal domesticado en Asia Oriental, salada y ahumada según un proceso inventado en el norte de Europa.

Una vez que ha terminado de comer, se pone a fumar, una costumbre de los indios ameri-

³ Fondo de Cultura Económica, México, 1982, pp. 318-319.

canos, consumiendo una planta domesticada en Brasil, ya sea una pipa, derivada de los indios de Virginia, o un cigarrillo, derivado de México. Si es suficientemente vigoroso elegirá un cigarro, que nos ha sido transmitido de las Antillas a través de España. Mientras fuma lee las noticias del día, impresas con caracteres inventados por los antiguos semitas sobre un material inventado en China, según un proceso inventado en Alemania. A medida que se va enterando de las dificultades que hay en el extranjero, si es un consciente ciudadano conservador, dará las gracias a una deidad hebrea y en un lenguaje indoeuropeo, por ser ciento por ciento norteamericano."

Tecnologías de avanzada y apropiadas

Cuando la publicidad comercial quiere convencernos de que un producto es muy moderno y está fabricado mediante las mejores técnicas, habla de tecnología de avanzada o de alta tecnología. ¿Es que hay entonces tecnologías atrasadas o bajas?

La **tecnología** es una etapa bien definida en el **proceso** de construcción deliberada de un **instrumento** técnico: la de **diseño**. Los instrumentos sirven para hacer o transformar cosas: un martillo sirve para clavar clavos, un automóvil para transportar personas, un televisor para recibir y mostrar imágenes y sonidos, un impreso para registrar palabras, etc. Con esta idea, la manera de evaluar el instrumento es ver si cumple bien o no su función, con costo y duración razonables. Si no cumple las condiciones deseadas por fallas de diseño, podemos decir que la tecnología usada fue mala. Un buen diseño no necesariamente es complicado, novedoso o moderno, puede ser todo lo contrario y cumplir bien las condiciones deseadas.



Para ejemplificar esta idea supongan que son tecnólogos y que viene un cliente a pedirles que diseñen una instalación con las siguientes características:

INSTALACION A DISEÑAR

FUNCION : recoger y almacenar, fuera del paso y de modo continuo, el polvo y todas las pequeñas partículas de suciedad o residuos que se producen o introducen normalmente en una habitación.

CONDICIONES: silenciosa, agradable a la vista, fácil de instalar y mantener, barata, cálida en invierno.

¿Que instalación le recomendarían? Descríbanla detalladamente. Compáren sus respuestas y luego discútanlas con sus profesores.

El objetivo del ejercicio anterior es demostrar que no siempre la solución complicada o novedosa es la mejor. Cuando a esto se agrega que la mejor solución es la que se puede dar con los recursos que uno tiene, incluyendo el trabajo, la inteligencia y la organización, se tienen todos los ingredientes para comprender qué es la **tecnología socialmente apropiada**.

Un caso de tecnología socialmente apropiada: la disposición de excretas

Discutamos un caso que se presta especialmente para tomar en cuenta todas las variedades de situaciones sociales: la disposición de excretas humanas (excrementos y orina). El objetivo en este caso es dar un destino final a sustancias que, de otro modo, pueden causar problemas de salud (transmisión de enfermedades, multiplicación de moscas y otros insectos, etcétera).

Este problema, que no tenían las poblaciones nómades, se planteó tan pronto los humanos se asentaron en lugares fijos⁴. Como estos asentamientos siempre se hacían en lugares con agua abundante, generalmente sobre las costas de ríos, la solución más simple era arrojar las excretas al río para que se las llevara lejos, lo más lejos posible. Como dentro de las casas también se usaba agua para cocinar, lavarse, etc., muy pronto se le ocurrió a alguien hacer canales o acequias para llevar estas aguas al río, junto con las excretas. En algún momento el aumento de población hizo necesario poner tapas a los canales o acequias, formando conductos cerrados, las cloacas.

El método de acarreo de excretas por agua es una buena solución técnica cuando se cumplen por lo menos las siguientes condiciones:

- Se dispone de agua corriente domiciliaria abundante y barata;
- Hay cursos de agua cercanos que permitan arrastrar y descomponer los residuos sin contaminarse o contaminar otros asentamientos;
- El costo por persona de las instalaciones cloacales necesarias es razonable (es decir, hay una concentración de población suficiente, medida en cantidad de usuarios por metro de cloaca).

A Discutan por qué hay una o más de estas condiciones que no se cumplen en las siguientes situaciones sociales:

- Viviendas rurales;
- Barrios sin sistema de provisión de agua o con agua cara;
- Poblaciones sobre lagos o sobre cursos de agua de poco caudal en alguna época del año;
- Zonas mallinosas.

Para todos estos casos la **tecnología socialmente apropiada** provee soluciones adaptadas a los recursos y características sociales. Una solución exclusivamente técnica, que no tome en cuenta los demás factores trataría de forzar, por ejemplo, el uso de cloacas sin tener en

⁴ Van a encontrar mucha información sobre este tema en el cuadernillo de A. Onna "La ciudad, el medio ambiente y la calidad de vida".

cuenta los efectos negativos inmediatos (costos de construcción) o posteriores (costos de mantenimiento, contaminación del lago, etc.) a las obras.

Las excretas humanas (y de todos los animales) contienen un valioso elemento imprescindible para el crecimiento de las plantas: el nitrógeno. Lean al respecto la sección "Los abonos y la síntesis del amoníaco" del capítulo 6. Durante miles de años los chinos juntaron y procesaron las excretas humanas para utilizarlas como abono. Se calcula que en el año 1959 la recolección alcanzó al 90 % de estas excretas, las que se transformaron en 300 millones de toneladas de abono, casi un tercio de las necesidades agrícolas del país.

A

Hagan un informe sobre la manera de disposición de excretas en su localidad. Soliciten las siguientes informaciones: al agente sanitario u hospital local sobre los problemas de salud en juego; al Departamento Provincial de Aguas sobre tipo y costo de instalaciones cloacales; a un **bioquímico, asociación ambientalista o ecólogo** sobre los problemas de **contaminación**; a un instalador sanitario, maestro mayor de obras, arquitecto o ingeniero civil sobre los métodos domiciliarios comunes de tratamiento.



CAPITULO 2

LAS TECNICAS DE LA COMUNICACION SIMBOLICA

El qué, el cómo y el para qué de la comunicación

Para comprender la comunicación entre las personas tenemos que considerar tres aspectos diferentes: el qué, el cómo y el para qué de la comunicación.

El "qué" de la comunicación, o referente, son las cosas que comunicamos a otras personas, los mensajes que les enviamos y que ellas a su vez nos envían a nosotros.

Discutan en clase cuáles son esas cosas, y elaboren como conclusión una lista lo más larga posible de ellas.

Como resultado de la actividad anterior encontrarán que cuando nos comunicamos expresamos sentimientos, conseguimos datos, damos órdenes, pedimos explicaciones, enviamos mensajes, etc. Y también muchas veces se dicen cosas sin sentido aparente (aunque los **psicólogos** aseguran que casi siempre lo tienen).

Podemos llamar a todos los mensajes con sentido, aparentemente tan diferentes, con un nombre común: **información**. Cuando la información sirve para explicar algo, para relacionar datos que antes no lo estaban, entonces se transforma en **conocimiento**; discutiremos estos temas en diversos lugares de este cuadernillo.

La **ciencia** que estudia la manera en que los humanos crean, guardan y modifican (en una palabra, procesan) información es la **Psicología Cognoscitiva**. La disciplina que se ocupa del procesamiento de información por medios artificiales, sean estos mecánicos o electrónicos, se llama **Informática**. La Informática no se ocupa solamente de computadoras, ya que ellas son el medio más importante pero no el único para procesar información.

El "cómo" o canal de la comunicación, ayer y hoy, es lo que estaremos discutiendo la mayor parte del tiempo a lo largo de este capítulo. Este "cómo" abarca tanto el lenguaje y la escritura como otras formas de representación de la información y de su transmisión a distancia (telecomunicación).

Para terminar, discutiremos el "para qué", la utilidad o valor práctico de la comunicación.



Desarrollen por escrito, en no más de dos carillas, sus ideas sobre la utilidad de la comunicación entre las personas, sobre lo que no podríamos hacer si no tuviéramos un lenguaje común para transmitir nuestras ideas y sentimientos. Comiencen analizando la historia bíblica de la Torre de Babel⁵.

⁵ Antiguo Testamento, Génesis 11.

El para qué, la utilidad de la comunicación, consiste en dos hechos que son la base de toda organización y desarrollo humanos.



Para entender mejor esto piensen cuidadosamente en las dos situaciones siguientes:

- Un equipo de fútbol cuyos jugadores son todos ciegos;
- La posibilidad de que una tribu que siempre estuvo aislada del resto de la humanidad sea capaz de construir un aparato de radio utilizando solamente sus propios recursos y conocimientos.

Después de reflexionar sobre las situaciones anteriores comprenderán que necesitamos comunicarnos para poder lograr:

- La cooperación organizada y racional de los seres humanos en pos de objetivos imposibles de alcanzar con sólo el trabajo individual;
- La transmisión a nuestro grupo social del conocimiento y los medios para su aplicación adquiridos por nosotros durante toda nuestra vida. El aporte de la experiencia individual al aprendizaje colectivo continúa aun después de la muerte de su originador, y se agrega a los aportes de otras personas en un efecto bola de nieve.

Ambas cosas, cooperación y transmisión de instrumentos y habilidades permiten a las sociedades humanas bien organizadas la más fácil y mejor satisfacción de sus necesidades básicas, tanto materiales o físicas como mentales o espirituales. Este es el "para qué", el fin último del buen uso de la comunicación. Por supuesto, también se puede usar la comunicación para satisfacer deseos o apetitos inútiles; la diferenciación entre unos y otros es un problema moral, ético o de valores.

El lenguaje

En algún momento de nuestra **evolución**, probablemente hace algunas decenas de miles de años, los humanos desarrollamos la capacidad de comunicar mensajes complicados usando combinaciones de sonidos que representaban ideas, las palabras, y usando combinaciones de estas palabras, las frases y oraciones. Que este invento no se produjo muchas veces en la historia de la humanidad lo muestra el hecho de que la mayoría de los lenguajes actuales están emparentados. Los estudios de los lingüistas muestran, por ejemplo, que todos los actuales idiomas europeos y el de la India tienen un origen común. Del mismo modo, se han detectado grandes similitudes entre los idiomas de la costa oriental de Africa, la Polinesia y la Melanesia con el quechua, aymara y mapuche. Sobre este último tema pueden consultar el primer tomo de la serie "Mapuche" de Esteban Erize⁶.

⁶ Editorial Yapun, Buenos Aires, 1988.

El lenguaje hablado sigue siendo hoy en día la más importante forma de comunicación para la mayor parte de la gente en todo el mundo.

La comunicación por gestos



Para comprender mejor la importancia del lenguaje en la comunicación jugaremos, en grupo, el Juego de los Gestos. Posiblemente lo conozcan por otro nombre; si es así desígnenlo de la manera que les sea familiar. La mecánica del juego es la siguiente:

- Se sortean dos personas, el transmisor y el receptor. Ambos deben retirarse momentáneamente de la habitación y no espiar lo que pasa adentro.

- El resto del grupo, la audiencia, elige un objeto material o una idea abstracta. No se puede elegir objetos que el transmisor tenga consigo, ni un sentimiento o una acción que pueda ejecutar solamente con su cuerpo. Son elecciones válidas, por ejemplo, peluca, árbol, elefante, amistad, gobierno. No son válidas, por ejemplo, brazo, llanto, zapatear, picazón.

- Se hace volver al transmisor y se le informa lo que debe transmitir al receptor. La única limitación es que para ello no se pueden usar palabras (dichas o escritas) ni sonidos.

- A continuación se hace entrar al receptor, quien tiene que interpretar el mensaje.

Una vez terminado el juego deben discutir las dificultades que enfrentó el transmisor, contadas por él mismo. A falta de lenguaje u onomatopeya se vio obligado a recurrir, bien o mal, a otro sistema de comunicación, el de los mensajes corporales o gestos. Este sistema es excelente para transmitir acciones corporales o estados de ánimo, pero no otros conceptos. Es fácil imaginar las dificultades si se tratara no ya de conceptos aislados, sino de situaciones más complejas o de razonamientos. Traten, por ejemplo, de comunicar mediante gestos la idea "El trabajo es salud".

Los símbolos, representación del pensamiento



Antes de comenzar la lectura de esta sección tomen una hoja de papel y enumeren diferentes maneras (visual, auditiva, táctil, etc.) de representar cosas, ideas y sentimientos. Por ejemplo, la escritura que están por hacer sobre el papel.

El lenguaje hablado tiene grandes limitaciones, una de las cuales es la deformación que sufren los mensajes al pasar de boca en boca, o peor aún, de un grupo social a otro diferente. Pero ésta no es la más grave falla del habla no registrada. Los estudios hechos por dos **disciplinas**

muy recientes, la **Psicología Cognoscitiva** y la **Inteligencia Artificial**, muestran otra mucho más importante: es muy difícil elaborar, **procesar** ideas si no se tiene una forma permanente, no mental de memorizar y representar esas ideas.

A

Para que comprender mejor la necesidad de usar representaciones para hacer elaboraciones o procesos mentales complicados, los desafío a que hagan mentalmente, sin mirar esta hoja y sin lápiz, papel o cualquier otro auxilio, las siguientes tareas:

- Multipliquen 47×39 .

- Imaginen un cubo y un tetraedro regular cuya arista tenga la longitud de la diagonal de una cara del cubo ¿De qué manera se puede colocar el tetraedro de modo que quede totalmente ubicado en el interior del cubo (inscripto)?

- En una casa de departamentos Juan vive justo debajo de un vecino de Pedro. Mario es vecino de Pedro y vive justo arriba de José. ¿Cuán cerca pueden vivir Juan y José? Llamamos vecinos a los que tienen departamentos con una pared en común.

Es claro que una cuenta hecha con lápiz y papel nos ayuda a resolver el problema de la multiplicación. El dibujo de la figura 1 muestra también claramente la solución del segundo problema.

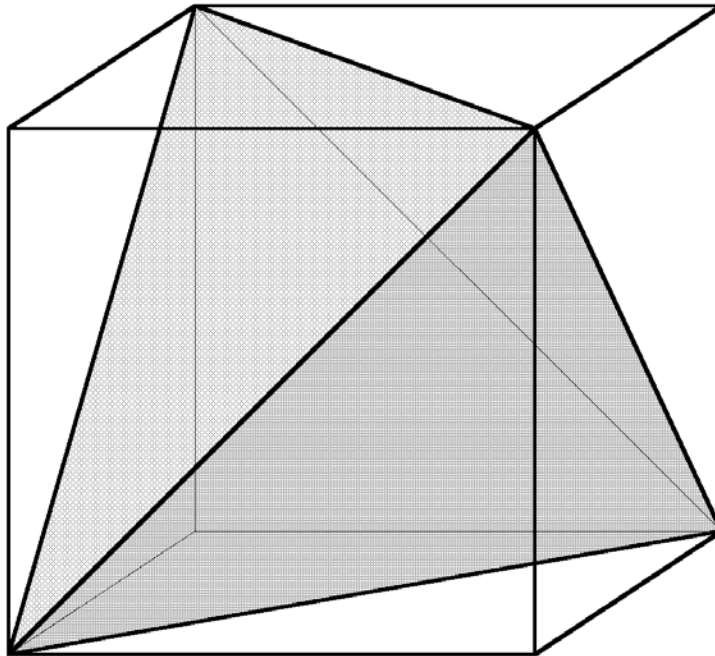


FIGURA 1: Tetraedro inscripto en un cubo.

En cuanto al tercero, lo resolveremos haciendo un "mapa" que represente las posibles ubicaciones. Este es un sistema que seguramente no les resultará familiar, por eso les pido que tengan la paciencia de seguirlo, entendiendo los pasos del razonamiento.

Para representar estas relaciones de ubicación hacemos un diagrama en el cual ponemos lado a lado en la misma línea a las personas que son vecinas, y en la línea inferior a los que viven en el piso de abajo. Tenemos así:

1) PEDRO vecino de HOMBRE arriba de JUAN	2) MARIO vecino de PEDRO arriba de JOSE
--	---

El HOMBRE que vive arriba de Juan no necesariamente es Mario, ya que un departamento tiene en general dos departamentos vecinos. Si Mario es el que vive arriba de Juan (y esto es posible) entonces Juan viviría en el mismo departamento que José, que es lo más cerca que pueden vivir. Es decir:

PEDRO vecino de HOMBRE=MARIO
 arriba de
 JUAN y JOSE

Si entendieron el ejemplo podrán resolver ahora (con más dificultad, lo reconozco) el siguiente problema: "Juan es sobrino de Pedro; Mario es cuñado de Pedro y padre de José. ¿Cual es el parentesco más cercano que puede tener José con Juan?" De manera similar a lo hecho en el problema anterior, lo que tenemos que hacer es un "mapa" de parentescos. Toda representación es un "mapa" de nuestras ideas.

Ejemplos como éste muestran que nuestro pensamiento necesita números, signos matemáticos, palabras, dibujos, diagramas, mapas, en una palabra símbolos, para poder ejercer toda su potencia. Estos instrumentos del pensamiento fueron desarrollándose a lo largo de la historia de la manera que esbozaremos a continuación. No son aquí las fechas lo importante sino las etapas recorridas. Las fechas sólo sirven para mostrar el tiempo transcurrido para llegar al estado actual y la manera en que el progreso se sustentó en logros anteriores aumentados, reelaborados o rechazados.

El alfabeto



Como actividad inicial para el trabajo con esta sección busquen información sobre los diferentes tipos de lenguajes escritos y describan cuáles fueron las etapas y épocas aproximadas de su desarrollo.

La **Historia**, ciencia descriptiva e interpretativa de la actividad de las sociedades humanas, comienza hacia el año 3000 antes de Cristo con la primera forma permanente de registro de **información**: la escritura cuneiforme. Este fue uno de los numerosos logros importantes de los sumerios, entonces habitantes de las tierras que hoy ocupa Irak, en la Mesopotamia asiática.

Los signos cuneiformes, llamados así por los trazos en forma de cuña que los formaban, fueron originalmente una representación de objetos (ideogramas o pictogramas) y luego también una representación de sonidos silábicos (signos fonéticos). Un desarrollo similar siguieron los jeroglíficos egipcios, pequeñas figuritas pintadas de muchos colores, que tienen una antigüedad similar a la de los signos cuneiformes.

Estos sistemas de escritura fueron evolucionando entre los pueblos de la región (los semitas) hasta transformarse en un alfabeto en el cual cada signo representa un sonido diferente (alfabeto fonético). Este alfabeto (α = alfa y β = beta son las dos primeras letras del alfabeto griego, de ahí el origen de la palabra alfabeto) fue difundido en las poblaciones costeras del mar Mediterráneo por los navegantes fenicios, de quienes lo tomaron los griegos y los romanos. Los signos que utilizamos actualmente son derivados de los utilizados por los romanos. En la figura 2 se muestra la evolución de la representación de la letra A de nuestro alfabeto, que originalmente fue la representación gráfica de un buey, pasando luego a representar el primer sonido del vocablo "aleph", nombre fenicio del buey.



FIGURA 2: La representación de un buey ("aleph" en fenicio) pasó a representar el sonido "A" ("alfa" en griego), modificando su forma primitiva hasta llegar a la actual.

La enorme ventaja de los alfabetos fonéticos es que con un número muy reducido de signos (27 para el idioma español) se pueden representar todos los sonidos de la lengua. Los idiomas que no tienen alfabeto fonético, como el chino, japonés y coreano, tienen graves dificultades para su registro escrito (ver la figura 3). Un japonés medianamente educado debe conocer como mínimo unos dos mil signos diferentes de entre las decenas de miles existentes. Sólo en fecha reciente se ha desarrollado en China un alfabeto puramente fonético, el kanji, que permite utilizar una máquina de escribir con un número normal de teclas; este alfabeto aun no ha reemplazado totalmente al sistema tradicional.



FIGURA 3: Ideograma chino "t'ai" que significa "hombre centrado". Hay grandes dificultades para el procesamiento electrónico de las lenguas no fonéticas.

A

Investiguen sobre la existencia de escritura en los pueblos indígenas de América y de otros continentes que no sean el europeo y el asiático. ¿Creen que hay alguna relación entre progreso técnico y escritura? ¿Por qué?

Otros códigos de comunicación

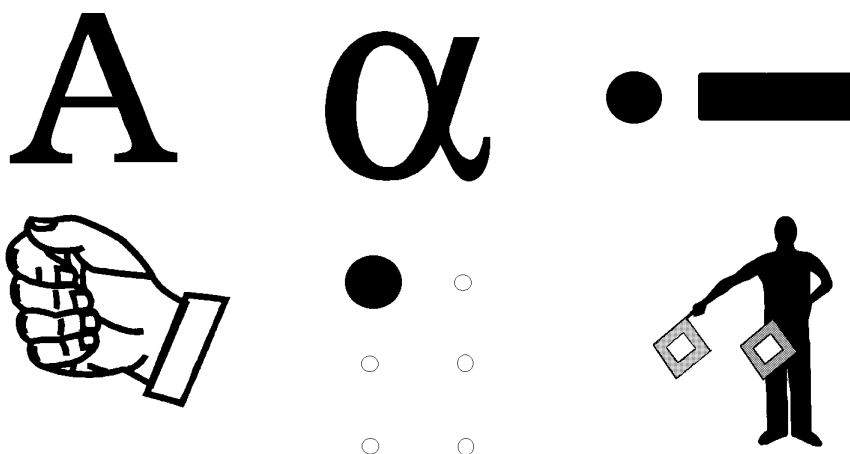


FIGURA 4: De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo, representación de la letra "A" en los alfabetos romano, griego, Morse, manual, Braille y semafórico.

A

Coexisten con el alfabeto otros conjuntos de signos para comunicación en casos especiales. ¿Pueden mencionar por lo menos tres de ellos y las razones de su utilización?

CAPITULO 3

LAS TECNICAS DE REPRESENTACION Y REPRODUCCION DE INFORMACION

Las técnicas de registro y reproducción de textos

A

Existe una gran variedad de dispositivos para el registro y reproducción de textos, que van desde el lápiz y papel hasta las computadoras, pasando por la imprenta y las fotocopadoras. Escriban una lista de todos los dispositivos que conocen. Elijan uno de ellos y describan, de manera novelada, la manera como fue inventado y los dispositivos preexistentes que lo hicieron posible.

Del barro cocido al papel

La escritura cuneiforme se efectuaba sobre tabletas de arcilla cocida, grandes, pesadas y frágiles. Ya en esa época existía la escuela, pero seguramente los estudiantes no llevaban sus libros a cuestas. Solamente algunos privilegiados eran entrenados en las técnicas de la escritura, como los escribas del antiguo Egipto.

La vida de los escribas se hizo más fácil cuando inventaron el papiro. El papiro es una planta de tallos muy largos; entrelazando sus fibras se fabrican hojas para escribir. El nombre de la planta dió origen al del material de escritura fabricado con ella; la materia prima (celulosa) y la estructura (fibras cruzadas y adheridas) del papiro son prácticamente idénticas a la del papel actual.

El papiro no es una planta abundante fuera de Egipto. Los griegos, primeros estudiosos de la mayoría de las disciplinas científicas y artísticas, a las cuáles registraron cuidadosamente por escrito, se vieron obligados a buscar otros materiales, más comunes, que pudieran servir de soporte a la escritura. En el siglo III antes de Cristo, uno de los reyes de Pérgamo comienza a utilizar pieles de animales especialmente preparadas, por eso llamadas pergaminos. Estos fueron utilizados en Occidente durante la mayor parte de nuestra era, a pesar de que la técnica de fabricar papel a partir de diversas fibras vegetales era ya conocida en Asia desde antes de la era cristiana. Fueron los chinos, sin embargo, los que sentaron ,alrededor del siglo I de nuestra era, las bases de la moderna industria de fabricación del papel a partir de la pasta de celulosa. Estas técnicas fueron introducidas en Europa por los árabes sólo alrededor del siglo VIII. Actualmente la mayor parte del papel se fabrica a partir de madera triturada de coníferas. En Argentina (en la localidad jujeña de Ledesma) también se fabrica papel de excelente calidad a partir del residuo fibroso de la caña de azúcar (bagazo).

De la pluma de ave a la escritura electrónica

Hasta aquí hemos hablado del material sobre el cual se escribe. ¿Pero qué hay de los útiles

de escritura? Una pluma de ave con el canutillo convenientemente recortado y mojado en alguna tintura oscura, fue durante mucho tiempo el único instrumento de escritura conocido. Parecería extraño que sólo en el siglo XVI se hayan comenzado a utilizar nuestros comunes lápices de grafito, los que se fabricaron en cantidad sólo un siglo después; debemos recordar, sin embargo, que hasta no hace mucho tiempo eran muy pocas las personas que sabían leer y escribir.

A los de mi generación la lapicera fuente nos parece también un invento muy reciente, ya que en la escuela primaria estábamos obligados a llevar tintero y un lapicero de pluma descartable (más descartable porque era frecuentemente utilizada como dardo). El pupitre estaba convenientemente provisto de un agujero para colocar el tintero, agujero a través del cual la tinta, inevitablemente derramada, podía ir a parar al estante inferior donde guardábamos los libros y carpetas. Sin embargo, el sistema actual de lapicera fuente (o pluma estilográfica, como dicen los españoles) fue inventado ya a fines del siglo pasado. Este sistema está siendo rápidamente reemplazado por el bolígrafo, inventado en 1938 por el húngaro Ladislao Biro, residente en ese momento en nuestro país.

Lo más avanzado en cuanto a útiles personales de escritura lo constituye la máquina de escribir mecánica y su reciente versión electrónica, el procesador de textos con impresora conectada. La primera máquina de escribir fabricada en serie sale a la venta a comienzos del último cuarto del siglo pasado, desplazando de las oficinas a los escribientes, empleados que tenían la habilidad de escribir rápida y prolijamente. Su primera versión eléctrica data de comienzos de este siglo, durante el cual no sufre modificaciones apreciables hasta la aparición de las computadoras. Las computadoras personales usan, con el agregado de algunas teclas especiales, el teclado de las máquinas de escribir, pero la impresión se hace con un dispositivo separado del teclado, la impresora. Los primeros programas comerciales de gran difusión fueron justamente los de procesamiento de textos.

Los procesadores electrónicos de textos tienen una importante ventaja respecto de una máquina de escribir común: permiten corregir errores y hacer modificaciones parciales de textos, sin tener que reescribirlos totalmente, como sucede con esta última. El modo de trabajo de estos procesadores simula (y mejora) la técnica de los "pegotes". Esta técnica es usada habitualmente por los escritores que quieren modificar o reordenar sus escritos, sin tener que reescribirlos totalmente.

A

Para aplicar la técnica del "pegote", escribe (a máquina o con prolija letra de imprenta) el texto siguiente⁷:

"Inventar exigía trabajar duro y pensar firme. Edison sacaba inventos por encargo y enseñó a la gente que no eran cuestión de fortuna ni de conciliábulo de cerebros. Porque -aunque es cierto que hoy disfrutamos del fonógrafo, del cine, de la luz eléctrica, del teléfono y de mil cosas más que él hizo posibles o a las que dió un valor práctico- hay que admitir que, de no haberlas

⁷ "Momentos estelares de las ciencias", de Isaac Asimov, citado por Fritz Vögtle, "Edison", Salvat, Barcelona, 1985.

inventado él, otro lo hubiera hecho tarde o temprano: eran cosas que «flotaban en el aire». Quizás no sean los inventos en sí lo que hay que destacar entre los aportes de Edison a nuestras vidas. La gente creía antes que los inventos eran golpes de suerte. El genio, decía Edison, es un uno por ciento de inspiración y un noventa y nueve por ciento de transpiración. No, Edison hizo algo más que inventar, y fue dar al proceso de invención un carácter de producción en masa."

Recorten ahora cada oración por separado y reordénelas pegándolas sobre otra hoja de papel, de manera de darle sentido cabal al texto (su profesor tiene la versión original). Esta misma tarea se puede hacer en la pantalla de una computadora trasladando oraciones, reemplazando palabras y corrigiendo errores, sin tener que reescribir el texto completo o recortar nada, como sería necesario con una máquina de escribir.

La imprenta

La gran difusión de los escritos, en cuanto a la cantidad de gente abarcada y el número de obras, sólo pudo producirse cuando se inventó la máquina de imprimir libros, la imprenta.

Ya en el siglo VI los chinos usaban piezas móviles de madera para sellar documentos o hacer muchos ejemplares de obras artísticas que contenían textos. El primer libro conocido impreso en China por este método data del siglo IX, y ya en el siglo XI se practicaba allí el método de composición tipográfica. Este método consiste en el armado de una página mediante la fijación de signos de arcilla en un marco, cada uno de los cuáles era fácilmente reemplazable y fabricable mediante un molde. La impresión de páginas hecha a partir de una composición por signos (palabras, en el caso de los chinos) permitió una fácil corrección de errores mediante el reemplazo de solamente una parte del marco y no de la totalidad de la página, como sucedía anteriormente.

En la primera mitad del siglo XV, Gutenberg aplicó esta idea al lenguaje alfabético, sustituyendo las palabras chinas por letras y las piezas de arcilla por tipos fundidos en plomo. Gutenberg diseñó las máquinas necesarias para realizar todas las tareas de impresión con mayor eficacia y rapidez; así cada tipógrafo llegó a componer una página por día. La utilización del invento se extiende rápidamente a toda Europa y señala el comienzo de la industria editorial y de la difusión generalizada de los libros. Como correspondía a la cultura profundamente religiosa de la época, el primer libro impreso en cantidad fue la Biblia.

La impresora de periódicos

La Revolución Industrial, iniciada en Inglaterra en el siglo XVIII, fue acompañada por un significativo aumento del conocimiento de la lectura y la escritura, lo que produjo un explosivo crecimiento de la industria de impresión de libros y periódicos. Esta última se enfrentó con un particular problema: la necesidad de imprimir decenas de miles de páginas en unas pocas horas. Esto se logró con la invención de la impresora rotativa. En ella, en vez de aplicar la plancha de

caracteres entintados sobre la hoja de papel fija, se hace pasar a gran velocidad una tira continua de papel entre rodillos entintados. Se logra así imprimir más de 20.000 pliegos por hora, proceso que hubiera necesitado más de un año utilizando el método de Gutenberg.

Otros métodos de reproducción de textos

Hay métodos de reproducción de textos e imágenes que me han creado dudas sobre el lugar que les corresponde en este capítulo. Son el fotocopiado sobre papel común, o reprografía Xerox, y el facsímil. La duda proviene de que estos aparatos utilizan métodos ópticos o telefónicos para reproducir textos o gráficos (inclusive en colores para los sistemas más avanzados), pero su uso es más bien el que le daríamos a una pequeña imprenta: la reproducción de textos, fotografías u otros documentos en pequeñas cantidades, incluyendo el caso de una única copia. Ante esta duda he optado por una clasificación funcional (ver "Sistemas de clasificación" en el Capítulo 8, La comprensión del mundo) y los he incluido en esta sección.

Las primeras fotocopiadoras utilizaban métodos fotográficos comunes, siendo una especie de máquinas automáticas de fotografiado y revelado de papel emulsionado. La reprografía Xerox en cambio, patentada a fines de la década del 30, utiliza un método de fotocopiado totalmente diferente pero relativamente simple. Mediante lentes apropiadas se forma la imagen del documento a copiar sobre la superficie de un material especial. Este material tiene la propiedad de acumular carga eléctrica en proporción a la iluminación que recibe. La carga eléctrica atrae partículas de carbón que forman sobre el material una réplica de la imagen original. La imagen carbónica se deposita luego sobre un hoja de papel común. Finalmente, el papel se hornea, por suave calentamiento, para fijar las partículas de carbón.

El uso cada vez más difundido de las fotocopiadoras en todo el mundo ha generado discusiones, sin que hasta el momento haya acuerdos generalizados, sobre la medida en que su uso significa un desconocimiento o violación de los derechos de propiedad intelectual. Aquí tienen un gran tema de discusión: la aparente oposición entre el derecho a la adquisición del conocimiento (producto cuya cantidad no disminuye con el uso, más bien aumenta) y el derecho que tiene el creador de ese conocimiento a recibir un pago por el uso que otros hacen de "su" producto.

A

Les propongo que discutan en clase el derecho a la propiedad comercial del conocimiento. Consideren alternativamente los dos puntos de vista "opuestos" que les propongo a continuación:

- Toda persona tiene derecho a una retribución por el uso que otros hacen de sus ideas.
- El creador de conocimientos nunca inventa todo, siempre está haciendo uso de lo que otros hicieron antes que él.

Los servicios de noticias, los meteorológicos y muchos comercios utilizan ahora sistemas de telecopiado que permiten la transmisión de una imagen a través de las líneas telefónicas. Para ello un haz de luz explora línea a línea la imagen a enviar. La luz reflejada se transforma en una señal eléctrica, que es digital en el caso del facsímil o fax⁸, que se envía mediante un código adecuado a través del teléfono. El receptor al final de la línea interpreta el código e imprime una reproducción de la imagen original.

La captación y reproducción de sonidos

A

Hagan una recorrida de comercios que venden instrumentos musicales y artículos electrónicos, identificando dispositivos de captación y reproducción de sonidos. Pidan a sus padres y otras personas adultas que les cuenten si estos aparatos existían cuando ellos tenían la edad de ustedes. Elijan un dispositivo de invención reciente y analicen si hubiera sido posible o no su fabricación cuando sus padres eran adolescentes, dando razones para ello.

Del fonógrafo al tocadiscos

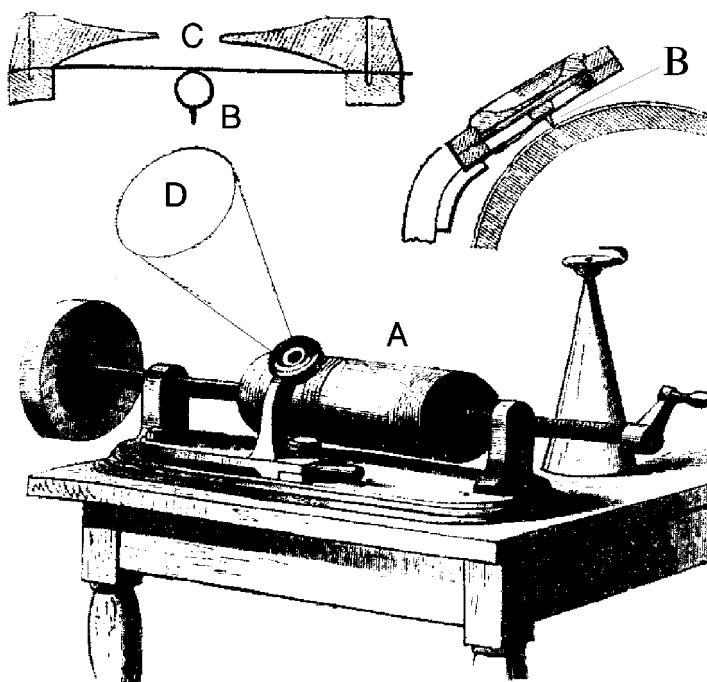


FIGURA 5: El fonógrafo de Edison. A es el cilindro cuyos surcos hacen vibrar la púa B. Esta púa hace vibrar la membrana C, la que empuja el aire produciendo el sonido a la salida de la bocina D.

⁸ Lean la sección del capítulo 5 "Los procesadores electrónicos o computadoras".

El fonógrafo

El fonógrafo fue el primer dispositivo capaz de registrar los sonidos de modo permanente y volverlos a reproducir. Era totalmente mecánico (¿alguien se acuerda de las victrolas a cuerda?) y fue inventado a comienzos del último cuarto del siglo pasado por el norteamericano Tomás Alva Edison, sólo un año después que el teléfono de Bell. Edison fue también el inventor de la lamparita eléctrica, las primeras usinas, el micrófono común de carbón y muchos otros dispositivos que hoy consideramos parte normal de la vida cotidiana.

El principio del fonógrafo es muy simple, y se ilustra en la figura 5. Un embudo o cono metálico (bocina o megáfono, ya conocido por los antiguos romanos) concentra el sonido, voz o música, en su extremo angosto. En este extremo hay una lámina o membrana, también metálica, sobre la cual está fija una aguja. Las vibraciones del aire hacen vibrar la membrana, que a su vez hace vibrar la aguja. En el fonógrafo de Edison la aguja traza surcos sobre un cilindro que rota al mismo tiempo que avanza sobre su eje. La reproducción se logra con el proceso inverso de hacer girar el cilindro previamente marcado de manera que la aguja vibre al compás del surco, haga oscilar la membrana, la que a su vez hace vibrar el aire reproduciendo el sonido original.

Otro inventor norteamericano, Berliner, reemplazó los cilindros originales por discos de forma y tamaño similares a los de los actuales, comercializando aparatos de reproducción de discos pregrabados (gramófonos). La gran difusión de estos discos se produjo sólo cuando se logró fabricarlos en serie, fabricando muchas copias a partir de la grabación de un único original. ¡En un comienzo la orquesta y el cantante tenían que grabar uno por uno todos los discos que se quería vender!

Gracias a los métodos electrónicos se han producido variantes importantes en los métodos de grabación y reproducción, con un considerable aumento de fidelidad y duración. El sistema mecánico de membrana vibrante, por ejemplo, ha sido reemplazado por métodos electro-mecánicos. A pesar de eso, los pasos básicos de la grabación y reproducción de discos siguen siendo hoy los mismos que cuando se inventaron el fonógrafo y el gramófono. Notemos, sin embargo, que los actuales discos de larga duración están ya en vías de desaparición debido a las desventajas de transporte, fidelidad y duración que presentan frente a los otros métodos alternativos de reproducción de sonidos que existen en la actualidad: las cintas magnéticas (cassettes) y los discos ópticos o compactos (CD).

Del alambre al cassette: los grabadores magnéticos

Sólo casi un cuarto de siglo después de la invención del fonógrafo surgió la idea de un método magnético alternativo de registro y reproducción de sonidos, en el cual se magnetiza un alambre para registrar las vibraciones sonoras. Sólo a fines de la década del 20 se inventó la cinta magnética, avance que, unido a los producidos en la electrónica, permite la explotación comercial del invento. La cinta magnética consiste en un material plástico al cual se adhieren, formando una fina capa, materiales capaces de imantarse o magnetizarse en mayor o menor medida. Los progresos de los grabadores magnéticos se han producido, al igual que en los discos de audio,

más en la calidad, tamaño y costo que en los principios básicos de funcionamiento. El reemplazo de la cinta abierta (que todavía se usa en los estudios de radio y de grabación comercial por su mayor fidelidad y longitud) por las cintas encapsuladas o cassettes (cofrecitos, en francés), está motivada más que nada por razones de tamaño y facilidad de colocación.

La grabación y la lectura de las señales magnéticas grabadas a lo largo de la cinta se efectúa mediante bobinados eléctricos. La construcción casera de un bobinado es bastante simple y permite realizar no solamente experimentos de generación de sonido (chicharra eléctrica), sino también de construcción de electroimanes y motorcitos eléctricos (mira el capítulo 4).

Los discos ópticos o compactos

El más reciente avance en la reproducción de sonidos, realizado a comienzos de la década del 80, es el llamado disco compacto, basado en dos principios totalmente novedosos en este campo. Estos principios son la codificación de la información sonora en forma digital, y la grabación de esta información utilizando métodos ópticos, es decir utilizando luz. La codificación digital se hace utilizando los principios de la lógica binaria SI/NO que se discuten en el capítulo 5. La manera como se vuelca esta información de modo óptico es creando sobre la superficie del disco diminutos espejitos en los lugares donde se quiere reflejar el delgadísimo haz de luz (señal SI) generado por un laser. La sucesión de más de 40.000 de estos reflejos (o su ausencia) por cada segundo da información sobre los tonos (frecuencia) y volúmenes (intensidad) de los sonidos grabados.

Con los discos compactos se ha logrado la eliminación casi total de los zumbidos o de cualquier otro ruido de fondo, un gran aumento de la fidelidad y la eliminación casi total del desgaste, ya que, a diferencia de lo que sucede con las cintas magnéticas, no hay roce de ninguna especie durante la lectura de la grabación. Si bien los sistemas comunes son solamente de reproducción, existen también aparatos más costosos que permiten efectuar tanto la grabación como la reproducción de discos compactos.

A

En una hoja aparte, usando el ordenamiento dado a continuación, resuman las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos actuales de registro y reproducción de sonidos:

DISPOSITIVO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
tocadiscos		
grabador		
CD		

La representación y reproducción de imágenes

La representación de cosas (personas, animales, el sol, la luna, montañas, etc.) mediante trazos y superficies coloreadas parece ser una de las más tempranas habilidades humanas, inexistente de modo natural en los demás animales. Desconocemos si estas primeras representaciones, conocidas como arte paleolítico, eran simplemente medios de expresión de emociones y sentimientos o tenían motivaciones religiosas y mágicas. En todo caso, cabe poca duda de que transmitían mensajes claramente comprensibles en su época.

No discutiremos aquí los aspectos artísticos de las representaciones gráficas -sin duda importantes, pero sujetos a interpretaciones diversas y por lo tanto ambiguos- sino solamente sus códigos y técnicas de registro.



Antes de seguir adelante hagan en el acto, y sin mirar lo que sigue, una lista de las distintas maneras que conocen de representar y registrar las imágenes visuales y de las ideas que tengan sobre su desarrollo histórico.

Los dibujos son en primera aproximación los contornos o sombras de los objetos y en segunda aproximación los de sus relieves, mientras que las pinturas tratan de reproducir también sus colores. Al primer caso corresponden los contornos de manos que son unas de las más antiguas muestras del arte rupestre. Los primeros contornos de este tipo fueron hechos soplando pigmentos con un tubito (la versión prehistórica de los actuales aerosoles) sobre manos apoyadas en los muros de cuevas rocosas europeas hace unos 40.000 años. Dibujos similares constituyen los más antiguos registros gráficos de los primeros hombres que poblaron la región patagónica, los tehuelches meridionales, hace unos 12.600 años. Tanto los dibujos como las pinturas son representaciones planas, bidimensionales, de objetos que tienen volumen, que son tridimensionales. Esto, que parece una trivialidad, no lo es tanto si nos planteamos el problema de la fidelidad, de la precisión con que esos dibujos y pinturas de dos dimensiones representan la realidad de tres dimensiones. Si bien esta fidelidad puede no ser importante desde el punto de vista artístico, sí lo será si estamos tratando, por ejemplo, el problema de la construcción de un edificio o de una pieza de un automóvil.

La cámara oscura

El primer aparato práctico para generar una imagen bidimensional del mundo real es la cámara oscura, ya conocida por los chinos y los griegos antes de nuestra era. La cámara oscura, que se muestra en la figura 6, es la antecesora de la cámara fotográfica y consiste en una caja con las características siguientes:

- Su interior está pintado de negro;
- Una de sus caras tiene un pequeño orificio circular, como el hecho con un alfiler;
- La totalidad de la cara opuesta a la anterior está hecha de un material traslúcido (no transparente) como pergamino, papel manteca, papel de planos o vidrio esmerilado.

Cuando se orienta el orificio hacia una escena bien iluminada y se mira la pantalla opuesta desde un ambiente oscuro (o tapándose con un paño oscuro, como hacían, por ejemplo, los viejos fotógrafos de plaza) se ve en esta pantalla una imagen invertida de la escena. La nitidez de la

imagen es mayor para orificios más pequeños, pero su iluminación es menor; esta relación de compromiso debe ajustarse según las características de la escena (en la cámara fotográfica este control lo hace el diafragma).

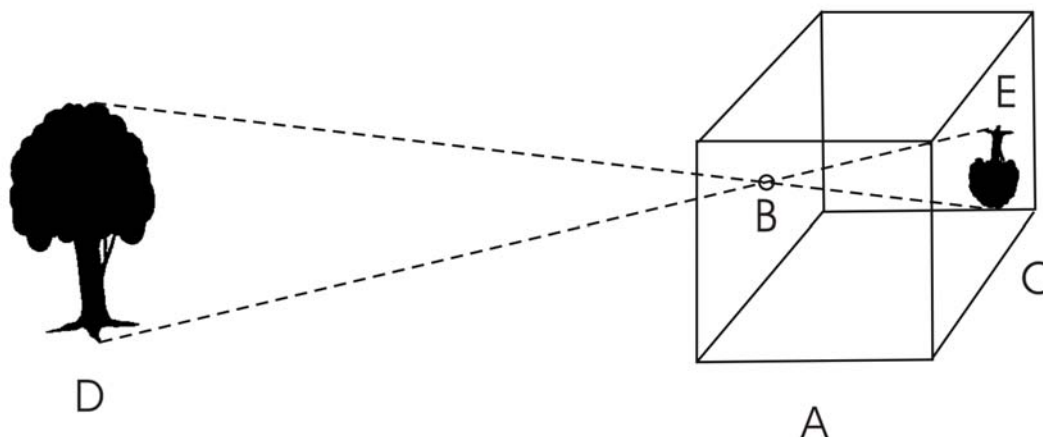


FIGURA 6: Diagrama de una cámara oscura. A: caja; B: pequeño agujero frontal; C: lámina de material traslúcido; D: árbol; E: imagen del árbol.

En el siglo X los árabes utilizaban la cámara oscura para estudiar los eclipses de sol. Leonardo da Vinci, artista e inventor italiano de la época del Renacimiento (fines del siglo XV), le dio gran popularidad como dispositivo auxiliar de la pintura y la arquitectura.

De la perspectiva central al dibujo técnico

La representación que la cámara oscura lograba de manera automática, podía obtenerse también mediante métodos geométricos o matemáticos. El primer método geométrico de este tipo, la perspectiva central, fue creado por el florentino Brunelleschi a comienzos del siglo XV. Esta técnica, que todavía sigue enseñándose en las escuelas de dibujo, abrió las puertas del diseño técnico que constituye uno de los cimientos de la arquitectura moderna.

Actualmente la mayor parte de estas tareas de representación, tanto en diseño arquitectónico como industrial (fabricación de piezas) son hechos en computadora con el auxilio de programas especiales de diseño (DAC, o Diseño Asistido por Computadora). Es una experiencia fascinante ver como trabaja uno de estos sistemas, construyendo objetos tridimensionales que luego pueden visualizarse instantáneamente desde cualquier ángulo o distancia, intersectarse mutuamente determinando nuevas figuras, y aun generando las sombras que producirían diferentes tipos de iluminación.

Los comienzos de la óptica

Cuando se reemplaza el orificio de una cámara oscura por una lente convergente (como una lupa) y la pantalla translúcida opuesta por un papel sensible a la luz (emulsión fotográfica), se tienen todos los elementos principales de una cámara fotográfica. Pero, ¿cómo y cuando se inventaron las lentes y la emulsión fotográfica?

Las primeras lentes naturales fueron cristales de roca (cuarzo) utilizados ya por los asirios como lupas para encender fuego en el siglo VII antes de Cristo. El naturalista e historiador romano Plinio el Viejo cuenta que Nerón (siglo I de nuestra era), que era miope, utilizaba una esmeralda especialmente pulida para ver bien las luchas de los gladiadores. Ya en el siglo XIII se fabricaban en Pisa (la ciudad de la torre inclinada) lentes para gafas, especiales para "los ancianos de vista débil" (hipermétropes). A fines del siglo XVI se fabricó el primer microscopio compuesto formado por dos lentes, un objetivo y un ocular, a diferencia de la lupa que tiene uno solo; esto permitió además obtener aumentos mucho mayores. Poco después se inventan los primeros instrumentos para agrandar la imagen de objetos lejanos: el catalejo (para mirar con un solo ojo) y los binoculares (para mirar con los dos ojos). El catalejo fue el instrumento que inspiró a Galileo la construcción del primer telescopio.

La construcción de lentes más apropiadas y de instrumentos ópticos más precisos fue posible a partir del momento en que se formularon las bases de la óptica: los conceptos de ángulo de refracción, índice de refracción y distancia focal, y las leyes de formación de imágenes. Esto sucedió gracias a las contribuciones de Galileo, Snell, Newton y otros físicos del siglo XVII.

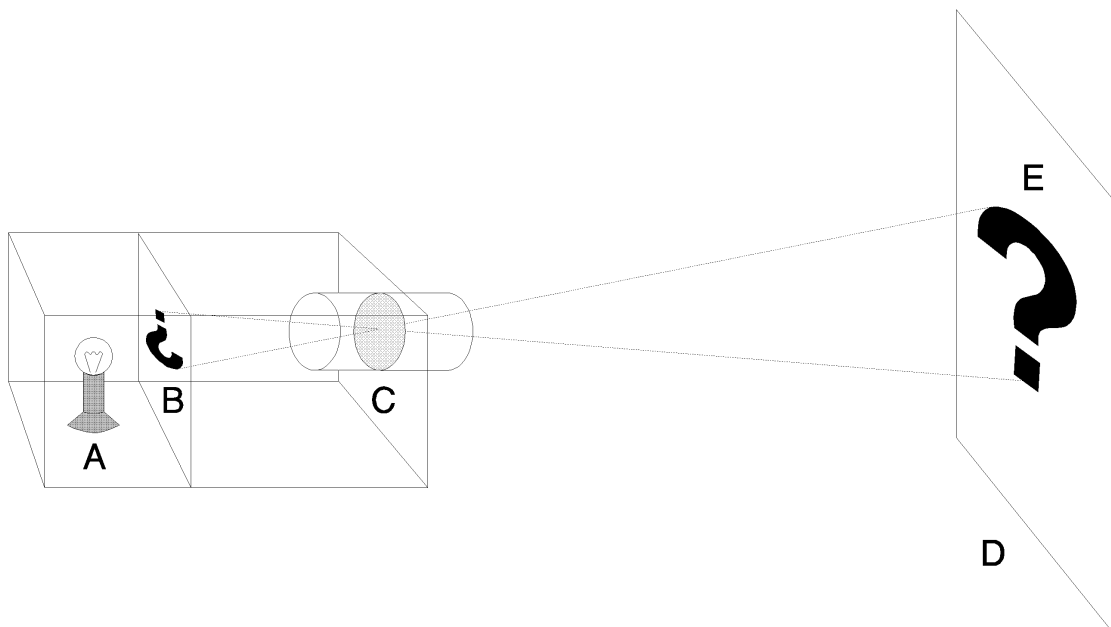


FIGURA 7: La linterna mágica. A: lamparita eléctrica; B: lámina transparente con dibujo; C: lente convergente (lupa); D: pantalla; E: imagen proyectada del dibujo.

En esta misma época se inventa la "linterna mágica", aparato para proyección de imágenes que ha perdurado hasta nuestros días, o como juguete (que ustedes mismos pueden construir) o en la forma del actual proyector de diapositivas. El sistema es exactamente opuesto al de la cámara oscura. Es ahora la luz reflejada por la imagen invertida de la parte posterior de la caja la que, al pasar a través de la lente que reemplaza al orificio de la cámara oscura, forma una imagen sobre la superficie blanca de la pantalla, frente al proyector (ver figura 7).

Todos estos sistemas son muy útiles pero tienen una falla grave, carecen de memoria. Con ellos es posible ver o mostrar imágenes, pero no es posible guardarlas para su uso posterior. El avance revolucionario se produjo en el momento en que se inventó el primer dispositivo para registrar, fijar, estas imágenes sobre una superficie: la emulsión fotográfica.

La cámara fotográfica

En el año 1826 el francés Niepce obtuvo el primer registro perdurable de una imagen, la primera fotografía. Utilizó para ello asfalto sensibilizado a la luz solar, una "breve" exposición de 8 horas y un tratamiento químico posterior con iodo para transformar la imagen negativa en positiva. Sucesivas mejoras introducidas por otros inventores hicieron que a mediados del siglo pasado la fotografía fuera ya una importante industria que desplazó a las técnicas gráficas tradicionales, obligando a cambiar de actividad a numerosos retratistas, grabadores y pintores. Comenzó así el registro gráfico directo de los acontecimientos históricos. Los equipos fotográficos fueron al principio muy voluminosos y los procedimientos de sensibilización y revelado resultaron demasiado largos y complicados. A comienzos de este siglo se inventó el papel fotográfico que reemplazó a las emulsiones sobre vidrio.

La evolución de las técnicas y equipos fotográficos ha sido continua durante el más de un siglo y medio transcurrido desde su invención. El más notable avance ha sido el desarrollo de la fotografía color, que ha puesto el registro fiel de escenas al alcance de casi cualquier persona. Se calcula que en el año 1977 se tomaron en todo el mundo más de 6.000 millones de fotografías en color. En este caso el invento fue posible no sólo gracias a conocimientos físicos (leyes de la óptica) y químicos (fabricación de emulsiones), sino también psicológicos (el origen de la sensación de color).

La luz y el color

El color no es una propiedad física de la luz (como su frecuencia) ni de los objetos (como el coeficiente de absorción para esa frecuencia) sino la sensación psicológica que ciertas combinaciones luminosas producen en la mente humana. Hay infinitas combinaciones de luz capaces de evocar exactamente el mismo color, aunque bastan las combinaciones aditivas de sólo tres colores básicos: el rojo, el verde y el azul. Así (y aclaro que las combinaciones aditivas, las sumas de luces, son complementarias de las sustractivas mezclas de pigmentos como las acuarelas y témperas) rojo y verde da amarillo, verde y azul da turquesa (o celeste si los colores son muy intensos), azul y rojo da púrpura o malva.

A

Verifiquen las afirmaciones anteriores con la ayuda de dos amigos usando tres linternas enmascaradas con papel celofán rojo, verde y azul, respectivamente.

El mismo principio aditivo se utiliza en las diapositivas, que funcionan como esos tres filtros de papel celofán recomponiendo todos los colores posibles sobre la pantalla. El positivo fotográfico color funciona de manera complementaria, absorbiendo en mayor o menor medida alguno de los colores. Así una témpera es amarilla porque absorbe la luz azul y refleja solamente la roja y la verde; una celeste absorbe la luz roja y refleja la verde y azul; una púrpura absorbe el verde y refleja el rojo y azul.  Y el marrón? Es una mezcla aditiva de un poquito de azul, un poquito más de verde y todavía un poquito más de rojo.

El cinematógrafo

La representación del movimiento es un tema que apasionó a los inventores durante siglos. Primero se utilizaban figuras dibujadas o pintadas; el desarrollo de la fotografía abrió luego las posibilidades de un realismo antes inimaginado. El mismo Edison desarrolló dos técnicas de reproducción de imágenes en movimiento, el cinet grafo y el cinetoscopio. Este último era básicamente un visor de imágenes fotográficas pasadas en rápida sucesión y alcanzó mucha popularidad a fines del siglo pasado.

Independientemente del medio utilizado para fabricar las imágenes, el fundamento de todos estos aparatos era, y sigue siendo, el mismo: la capacidad del ojo de "retener" una imagen durante una fracción de segundo y la capacidad del cerebro de "llenar" de manera regular y continua el salto brusco entre dos imágenes diferentes.

A

El principio anterior se verifica fácilmente dibujando en la esquina de las hojas de un cuaderno figuritas que se van corriendo o cambiando de forma, y dejando luego que las hojas se deslicen rápidamente entre los dedos.

El cine actual muestra 24 cuadros por segundo, a diferencia del ritmo de 16 o 18 del cine mudo; como las películas de esa época se muestran a la nueva velocidad, el movimiento aparece acelerado, pero no lo era en la exhibición original.

A fines de 1895 los hermanos Lumiere inauguraron en París el primer cinematógrafo, utilizando un aparato que era una combinación de la linterna mágica con el cinetoscopio de Edison. Las primeras películas no tenían sonido incorporado, banda sonora. La época del cine mudo termina en los años 20; la incorporación del sonido sobre la misma película fue posible gracias a dos desarrollos de la electrónica: la celda fotoeléctrica y la válvula amplificadora.

A

Averigüen qué son y cómo funcionan una celda fotoeléctrica y una válvula amplificadora.

El cine utilizó durante mucho tiempo un sistema de registro de sonidos totalmente diferente de los que discutimos antes. Se basaba en la transformación de las vibraciones sonoras en vibraciones o destellos luminosos y viceversa. La razón de esta originalidad era utilizar justamente la facilidad de control de la transparencia de la película cinematográfica.

El cine se extendió rápidamente por todo el mundo y en nuestros días es difícil encontrar un pueblito donde no exista al menos una pequeña sala de proyección. Sólo en fecha muy reciente ha disminuido el número de cinematógrafos, aunque no la producción de películas, debido a la combinación de la televisión con los reproductores de video, dispositivos que discutiremos en la sección referida a las telecomunicaciones.

La representación del territorio: mapas y cartas geográficas.

La representación de territorios y asentamientos humanos, los mapas, es casi tan antigua como la escritura. El primer mapa conocido encontrado en Babilonia (Sumeria) data de hace 4500 años. Tanto los sumerios como los griegos tenían conocimiento de la esfericidad de la Tierra; este conocimiento se perdió durante la Edad Media y tuvo que ser reimpuesto mediante las exploraciones geográficas de los navegantes españoles y portugueses de los siglos XV y XVI.

A

¿Es cada uno de ustedes capaz de hacer un mapa de la ubicación de su casa, dando puntos de referencias suficientemente claros como para que un amigo que nunca haya ido a visitarlos pueda llegar sin necesidad de más explicaciones? Seguro que sí. Háganlo en una hoja aparte.

El griego Ptolomeo realizó en el siglo II el primer trabajo cartográfico de envergadura, ubicando 8000 poblaciones existentes en su época. También nos legó su sistema astronómico en el cual la Tierra ocupaba el centro del sistema solar, sistema que llevó siglos eliminar de la cultura occidental.

Los sistemas de proyección

Mientras que los planos y cartas que representan porciones no excesivamente grandes de la superficie terrestre no tienen más problema de representación que un cambio de escala (¿saben cambiar la escala de un dibujo?), los mapas de países o continentes presentan problemas especiales. Esto sucede porque es necesario representar una superficie esférica sobre un plano,

lo cual puede acarrear grandes deformaciones según el método elegido, método que corresponde a lo que en geometría se llama una proyección.

Por ejemplo el método usualmente elegido para hacer los planisferios (proyección Mercator) representa a los meridianos como segmentos paralelos, cuando en realidad se cortan en los polos. Una consecuencia de esto es que en esos planisferios Groenlandia parece tener tanta superficie como Africa, cuando en realidad tiene menos de la décima parte de ésta. En esos planisferios la máxima deformación se produce en los polos, donde un punto se transforma en un segmento de la misma longitud que el Ecuador.

El caso de Groenlandia en los planisferios ilustra un aspecto importante: toda representación es una versión simplificada o deformada de la realidad, aunque más no sea por omisión, por la imposibilidad de incluir todos los detalles. Esto no es razón para no hacer uso de las representaciones; es solamente un aviso para tener en cuenta cuando trabajemos con representaciones de cualquier tipo, ya que no podemos ni queremos dejar de utilizarlas.

La cartografía progresa

Las técnicas de confección de mapas fueron fuertemente impulsadas por las necesidades de los viajes intercontinentales por mar. A medida que los mapas fueron haciéndose más precisos se puso de manifiesto que era necesario llegar a acuerdos generales sobre las unidades de longitud y de tiempo. Esto condujo a la introducción del metro patrón a fines del siglo XVIII, y posteriormente a la del sistema métrico decimal. Actualmente se logra la ubicación precisa de buques mediante señales enviadas por satélites especiales geoestacionarios (es decir, satélites que se mantienen fijos sobre un punto determinado de la superficie terrestre).

El desarrollo de la aviación y de la fotografía tuvo importantes consecuencias sobre las técnicas de confección de mapas (cartografía). Los métodos desarrollados (fotogrametría) permiten la confección de ellos a partir de fotografías de alta definición tomadas desde aviones a gran altura. Métodos similares se utilizan actualmente, pero basados ahora en las imágenes y señales que transmiten satélites especialmente diseñados para esa tarea, como los Landsat y los que transmiten las señales usadas por el sistema GPS (Global Positioning System).

El sistema GPS permite conocer la posición de un punto sobre la superficie de la Tierra con una precisión de veinte metros, usando para ello un receptor portátil. Cuando se utilizan equipos más precisos el sistema permite confeccionar mapas con una precisión de un centímetro. La determinación se hace en todos los casos por un método de triangulación trigonométrica basado en el tiempo que tarda en llegar la señal de tres o más de estos satélites, originalmente diseñados para uso militar.

CAPITULO 4

LAS TELECOMUNICACIONES

Las comunicaciones y transportes en el pasado



Imaginen un mundo en el cual las noticias o mensajes de otros lugares, por ejemplo de Buenos Aires, demoren meses en llegar; un mundo donde no haya correo, radio o televisión; un mundo sin automóviles, trenes o aviones. Si esto sucediera ahora, ¿cómo cambiarían nuestras vidas?; ¿qué cosas dejarían de ser posibles?; ¿tendríamos más o menos experiencias en el mismo lapso?; ¿las cosas serían más fáciles o más difíciles? Traten de imaginarse este mundo y descríbanlo por escrito.

Ese mundo no está tan lejano, es el mundo en el cual nacieron sus tatarabuelos y bisabuelos. Un mundo más chiquito, reducido en muchos casos casi solamente a la familia, donde el esfuerzo personal y el ingenio eran imprescindibles para resolver las necesidades de cada día. Un mundo de poco tiempo libre y con pocas novedades.

Los mensajeros y el correo

La manera más fácil de enviar un mensaje a otra persona -salvo los problemas creados por accidentes geográficos, el clima, las fieras y otros peligros- es con un mensajero, a pie o a caballo (si los hubiera). Esto tiene las limitaciones de la resistencia y velocidad del mensajero y su cabalgadura. Entre los incas, por ejemplo, que tenían un magnífico sistema de carreteras con puestos espaciados entre sí unos 5 km (los tambos) los mensajeros a pie (chasquis) demoraban unos 6 días en recorrer los 2400 km que median entre Quito y Cuzco. Para cortas distancias todavía seguimos utilizando este método, sólo que los chasquis de ahora se llaman carteros.

Merece aquí un comentario especial la invención de la estampilla o sello postal. Les parecerá una tontería, a menos que sean filatelistas, pero no es así. La estampilla (o el franqueo prepago, para ser más técnico) es un método de reparto del costo de un servicio de manera de ponerlo al alcance de casi cualquier bolsillo. Nos cuesta así lo mismo enviar una carta al pueblo vecino, que al otro extremo del país. Antes de la invención del correo y del franqueo prepago el envío de mensajes a lugares distantes era un privilegio de los ricos.

Los mensajes visuales

Tan pronto la comunicación rápida entre grupos humanos alejados se hizo importante hubo que pensar en otros medios que no fueran los mensajeros; para ello en un comienzo se hizo uso de alguno de los órganos de los sentidos. Las señales de fuego o humo eran comunes en la

antigüedad.

Más de 1100 años antes de Cristo el general griego Agamenón comunicó la caída de Troya a la ciudad de Argos, a más de 500 km de distancia, mediante una cadena de nueve señales luminosas hechas desde cimas de colinas.

Hacia el siglo II antes de Cristo el imperio romano había establecido una red de torres que permitía enviar rápidamente mensajes de humo dentro de los 4500 km que separaban sus confines más lejanos.

A fines del siglo XVIII los franceses desarrollaron un sistema de telegrafía óptica basada en torres con brazos móviles, cuya inclinación correspondía a un letra o número. El sistema llegó a conectar decenas de ciudades de Francia y Alemania.

Hay sistemas de señales luminosas que perduran hasta nuestros días. Son las que envían los faros a los barcos que navegan cerca de las costas para advertirles de su cercanía o de accidentes especiales. La manera de producir y concentrar la luz de estos faros ha seguido la evolución de la óptica y de la generación de la luz.



¿Pueden enumerar otras señales luminosas actualmente en uso que sirvan para enviar algún tipo de mensaje, simple o complejo?

El telégrafo eléctrico

La verdadera telegrafía eléctrica hizo su aparición en 1833 cuando los físicos alemanes Gauss y Weber perfeccionan el telégrafo de aguja. El principio es simple: cuando se cierra un circuito eléctrico una aguja es atraída por un bobinado alimentado por el circuito. Este sistema fue posteriormente reemplazado por el relé, que se sigue utilizando hoy en día en muchos dispositivos domésticos e industriales.



La base de un relé es un electroimán ¿Saben cómo construir uno? Pues es muy simple (ver figura 8):

- Consigan en un taller de bobinado unos 3m de alambre de cobre esmaltado de unos 0,3 mm de diámetro (puede ser un poco más o un poco menos, no hay problema);

- Arrollen prolijamente el alambre (encimando varias capas) alrededor de un bulón lo más grueso posible y de unos 4 o 5 cm de largo.

Conecten los extremos del alambre a una pila y traten de atraer objetos de hierro o acero.

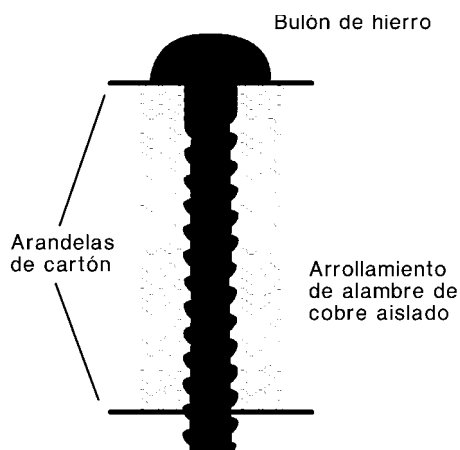


FIGURA 8: Vista en corte de un electroimán construido enrollando un alambre aislado alrededor de un bulón.

El relé consiste en una laminilla metálica que tiene un extremo sujeto y otro libre enfrentado a un electroimán (ver figura 9). Cuando se conecta la corriente al electroimán, el extremo libre es atraído; cuando la corriente se desconecta la laminilla vuelve a la posición inicial. Esta laminilla puede entonces conectar y desconectar un interruptor, hacer una marca sobre un papel (principio del teletipo), etcétera.

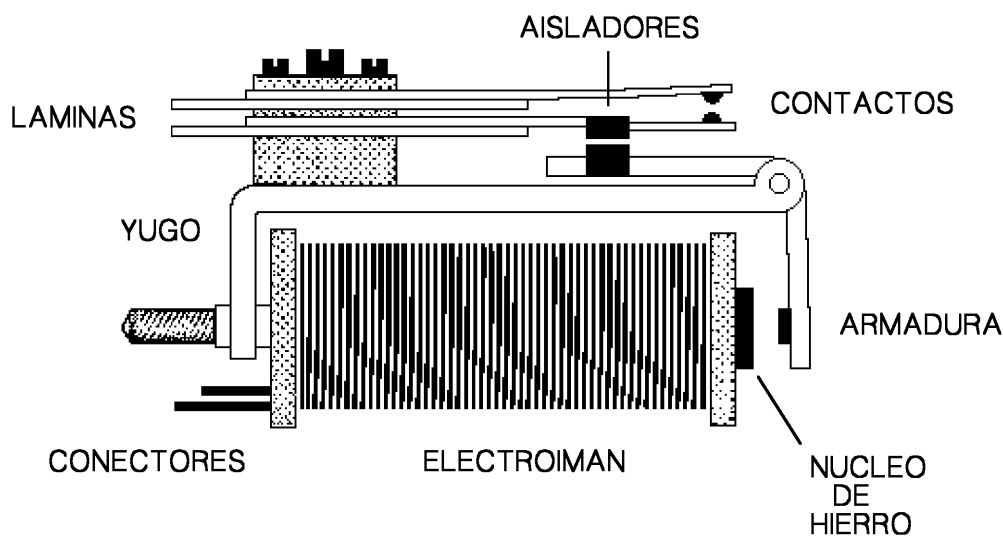


FIGURA 9: Esquema de funcionamiento de un relé. Cuando pasa corriente por los conectores el electroimán atrae la armadura de hierro. La armadura empuja entonces las láminas, cerrando los contactos.

Para que la telegrafía eléctrica fuera posible faltaba solamente un código para traducir de manera simple los movimientos de la aguja en letras y números. Este código fue introducido en 1840 por el pintor norteamericano Samuel Morse y adoptado 25 años después por la Unión Telegráfica Internacional, que le dio su forma actual.



Busquen con paciencia en una radio de onda corta y podrán escuchar mensajes transmitidos en código Morse.

El tendido de líneas telegráficas

Para poder hacer funcionar este tipo de telégrafo eléctrico se requería que el emisor y el receptor estuvieran conectados con cables conductores de la electricidad. El tendido de líneas se generalizó muy pronto, tanto dentro de los países como para comunicar naciones diferentes, en reemplazo de los telégrafos ópticos.

El logro técnico más importante en este sentido fue el tendido, por el fondo del Océano Atlántico, de los cables que unieron Europa y EE.UU. a partir de 1858. El primer cable submarino unía Inglaterra con Norteamérica y tenía una longitud de 3.745 km. Hicieron una importante contribución a esta tarea los hermanos alemanes Siemens, inventores e industriales tan productivos en Europa como lo fue Edison del otro lado del océano. Estos cables se utilizaron también para comunicaciones telefónicas; a comienzos de nuestro siglo (1902) habían sido tendidos casi 400.000 km de cables submarinos, una distancia similar a la que nos separa de la Luna.

Se siguen tendiendo cables submarinos en la actualidad, sólo que ahora no son cables metálicos sino de fibras de vidrio que transmiten finísimos haces de luz (fibra óptica). Mencionaremos aquí que, a diferencia de un cable, una única fibra óptica de un diámetro de una milésima de milímetro puede transmitir más de 30.000 conversaciones telefónicas simultáneas.

Las ondas que no se pueden ver

El siguiente avance de la telegrafía fue revolucionario y tiene su origen en un descubrimiento que modificó profundamente la manera como concebimos el mundo que nos rodea. Se trata del descubrimiento hecho a mediados del siglo XVIII por el físico escocés James Clerk Maxwell de que la luz es un fenómeno electromagnético, donde electricidad y magnetismo aparecen entremezclados de manera inseparable. Este descubrimiento, y la verificación de que la luz es solamente un tipo de ondas electromagnéticas, abrió las puertas al desarrollo de la radio y la televisión, es decir al mundo de las modernas telecomunicaciones. A partir de este descubrimiento hemos comprendido que el aire y el vacío interplanetario están poblados de radiaciones (de microondas, infrarrojas, ultravioletas, X, gama, etc.), en su gran mayoría

indetectables por nuestros limitados sentidos humanos. Discutiremos los avances en este campo más adelante, al hablar de la radio y la televisión.

Los mensajes sonoros

Si pensamos en cambio en los mensajes a distancia que hacen uso del sentido de la audición, recordamos que los mensajes con tambores todavía se usan en algunos lugares de Africa. También se puede utilizar para eso las campanas.



¿Conocen algún aparato simple para transmitir la voz a distancia sin gritar? Seguramente habrán construido alguna vez un "teléfono" con dos latas de conserva vacías y un alambre delgado tenso sujeto a sus fondos. Si no lo han hecho aún, éste es el momento oportuno; un hilo de pescar también puede reemplazar al alambre (ver figura 10). Los chinos ya utilizaban este sistema alrededor del siglo X.

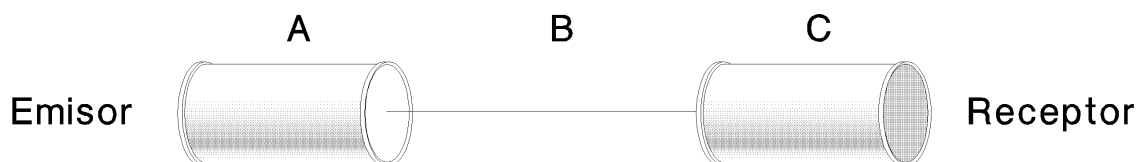


FIGURA 10: Teléfono hecho con dos latas de conserva vacías. A y C: latas; B: alambre fino o hilo de pescar tenso.

La electricidad transmite la voz: el teléfono

La habilidad para guiar o transmitir fácilmente y de manera controlada los sonidos se alcanzó gracias a la electricidad; con ella es posible lograr que el sonido dé la vuelta a la esquina, lo que no se puede hacer con un alambre estirado. Para ello fue condición previa la generalización del uso de la electricidad mediante su producción industrial en las usinas (palabra que proviene de la francesa "usine", que designa una fábrica). Se requirieron además dos dispositivos eléctricos especiales, el micrófono, que transforma los sonidos en corrientes eléctricas, y el parlante, que hace el proceso inverso de transformar nuevamente en sonidos las corrientes eléctricas que produce el micrófono.

El primer sistema telefónico eléctrico práctico fue desarrollado en los EE.UU. un año antes que el fonógrafo de Edison por el fisiólogo escocés Alexander Graham Bell. Su interés fue el de

auxiliar a las personas con problemas de audición, ya que era instructor de sordomudos e investigador de los problemas de la voz. Sólo tiempo después se reconoció la importancia del teléfono para las comunicaciones a distancia.

El telégrafo sin hilos

A fines del siglo pasado el alemán Hertz (cuyo nombre designa la unidad de frecuencia de las ondas periódicas) descubrió una manera práctica de generar las ondas electromagnéticas que Maxwell había descripto matemáticamente. Hertz generó ondas (que hoy llamamos de radio) mediante descargas eléctricas (chispas), que luego recibió a corta distancia mediante una antena parabólica. El ruso Popov y el italiano Marconi fueron los primeros que, de manera independiente, lograron emitir y detectar estas señales a grandes distancias (¡3 km en las primeras experiencias!).

Inicialmente el método sirvió para transmitir señales Morse sin necesidad de cables, la llamada telegrafía sin hilos. La dificultad principal era la pequeña intensidad de las señales, lo que hacía difícil su captación. Se necesitaba un sistema que permitiera ampliar (amplificar, como se dice en la jerga electrónica) estas señales. Este dispositivo lo proporcionó Lee de Forest a comienzos del siglo XX con su válvula amplificadora electrónica de tres electrodos o tríodo. Si no han visto una de estas viejas válvulas de radio, busquen una radio vieja o pregunten en un taller de electrónica.

Los comienzos de la electrónica: la radio

El tríodo, junto con el tubo electrónico (tubo de rayos catódicos) y los dispositivos rectificadores que permiten transformar una corriente alterna (corriente eléctrica que alternativamente va y viene) en una continua (corriente que solamente va o solamente viene) constituyeron la base del desarrollo de la electrónica, a la que vino a sumarse después el transistor.

La transmisión de música a distancia ya se había realizado a través del teléfono en EE.UU. en el tercer cuarto del siglo XIX. Las primeras emisoras oficiales de radio transmitieron sus señales en 1914, pocos meses antes de la primera guerra mundial, desde Alemania y Francia. A partir de la década del 20, "los años locos", comenzó el crecimiento de la radiodifusión comercial. En la década del 30 el precio de las radios las puso al alcance de la mayoría de los europeos. Fueron los nazis, en Alemania, los primeros en fomentar la radiodifusión fabricando aparatos de muy bajo costo. Estos aparatos sólo permitían sintonizar las emisoras alemanas, las que fueron intensamente usadas con fines propagandísticos.

La primera radio comercial de transistores se fabricó en 1954, y desde ese momento se produjo una continua disminución del tamaño y consumo de corriente de las radios (lo que hizo posible que fueran alimentadas a pilas). Esto se debió a los transistores, inventados a fines de la década del 50, que reemplazaron a las antiguas válvulas de radio en su función de amplificar las

corrientes eléctricas. Su reducido de tamaño, su bajo consumo de electricidad y su facilidad de fabricación a partir del silicio, abundante componente de la arena común, convirtieron al transistor en el principal motor del desarrollo de la industria electrónica de las últimas décadas.

Imágenes que viajan por el aire

¡Dibujar imágenes con rayos de luz y enviarlas por el aire! Este fue el sueño de incontables personas que se hizo realidad con la televisión. Pero no de la manera esperada, porque aun en nuestros días no hemos logrado dominar la luz del modo apropiado para esta tarea (salvo en la fibra óptica, pero allí la transmisión no se hace por el aire). El pincel usado fue en cambio esa particulita tan mentada: el electrón.

El aparato que sirvió de punto de partida para la invención del televisor tiene el pomposo nombre de tubo de rayos catódicos; el nombre correcto sería tubo electrónico. La razón del primer nombre es que cuando se descubrió el efecto, a mediados del siglo pasado, no se sabía de qué estaban compuestos los rayos, solamente se sabía que eran emitidos por el electrodo negativo, el cátodo, y que podían ser desviados por imanes. A fines del siglo pasado el alemán Braun perfeccionó un sistema para emitir haces de electrones suficientemente intensos y delgados, controlar su dirección con precisión y lograr que el punto de impacto se iluminara fuertemente.

El efecto mediante el cual se logra la iluminación del punto de impacto es exactamente el mismo que se utiliza en los tubos fluorescentes. Por lo tanto, cuando miramos televisión estamos viendo en realidad una rapidísima sucesión de bombardeos de electrones sobre la superficie frontal del tubo electrónico, y los "fuegos" resultantes de esos impactos.

A

Averigüen cuál es el principio de funcionamiento de los tubos fluorescentes.

El desarrollo de la televisión, al igual que el de la radio, está íntimamente vinculado con el de la ciencia y técnica electrónica. El aparato de televisión es sólo el extremo final de una larga cadena que empieza con la cámara de televisión. El fino control de las corrientes eléctricas que es necesario para el buen funcionamiento de todas las partes de esta cadena se fue logrando en etapas sucesivas que comenzaron con la invención de la válvula electrónica (que, como toda válvula, sirve para regular el paso de algo, en este caso la corriente eléctrica) y culminaron con la invención del transistor.

La radio ya había logrado la transmisión de señales a grandes distancias a través del aire (el éter de los locutores, que no es el mismo que el de los farmaceuticos, es una sustancia inexistente). Lograda ya la transformación de las imágenes en señales eléctricas mediante la cámara de televisión, fue un paso relativamente sencillo el transmitir estas señales a distancia por medios parecidos, para luego recomponer la imagen mediante el televisor.

La primera transmisión pública de televisión (de canal abierto, como dicen ahora) se hizo en el año 1936 desde una antena colocada en el techo del edificio Empire State de la ciudad de Nueva York. El primer canal de televisión argentino fue LR3 RADIO BELGRANO TV CANAL-7, instalado en 1951, posteriormente LS82 TV CANAL 7. A comienzos de la década del 60 ya se habían desarrollado los tres sistemas de televisión color que se utilizan actualmente en el mundo: NTSC, PAL y SECAM. El principio de funcionamiento es el de la mezcla aditiva de colores que comentamos al hablar de la fotografía. Los primeros equipos de televisión color fueron instalados en el país por Canal 7 para la transmisión al exterior del Mundial de Fútbol 1978; a partir de 1980 ese canal, rebautizado ATC (Argentina Televisora Color) inició la transmisión interna de señales color. A fines de 1988 se realizó la primera retransmisión de televisión efectuada por un satélite, sistema que ya es usado en buena parte de las poblaciones argentinas.

Los satélites de comunicaciones

Desde el lanzamiento en 1957 del primer satélite artificial, el Sputnik I, los satélites han sido utilizados para múltiples tareas científicas y técnicas. Ya mencionamos que su capacidad de tomar fotografías de la superficie terrestre permite la confección de planos muy precisos; la disposición y forma de las nubes sobre la superficie también brinda información que permite realizar pronósticos del tiempo (satélites meteorológicos).

El técnico y escritor inglés de cienciaficción Arthur Clarke propuso en 1945 la utilización de satélites para la transmisión de señales de radio y televisión a todos los puntos de la tierra. Desde la puesta en órbita en 1965 del primer satélite comercial de telecomunicaciones, el Early Bird (Pájaro Madrugador), los satélites han hecho contribuciones invaluableles a las telecomunicaciones.

Estos satélites tienen órbitas geoestacionarias, es decir permanecen siempre sobre un mismo punto de la superficie terrestre. Mediante antenas receptoras y emisoras cuidadosamente orientadas pueden recibir señales de radio y televisión enviadas desde antenas terrestres, amplificarlas y reemitirlas enviando haces de señales hacia zonas especiales de la superficie terrestre.

Argentina no tiene hasta el momento ningún haz directamente enfocado sobre su territorio; de lograrse esto podría disminuirse mucho el diámetro de las antenas parabólicas necesarias para la recepción de las señales satelitales (podría reducirse del actual de 3,5-m a unos 60-cm). Esto permitiría contar con un sistema total de intercomunicación aun en las zonas más despobladas, como nuestra Patagonia, donde no es rentable el tendido de líneas telefónicas o repetidoras de radio y televisión¹.

A En una hoja aparte hagan copia del cuadro siguiente, que contiene una lista de dispositivos de telecomunicación. Averigüen las ventajas y desventajas de cada uno y, por lo tanto, los usos para los cuáles resultan más convenientes. Tomen en cuenta aspectos tales como la facilidad de acceso, economía y permanencia de los registros, carácter bidireccional (capacidad de hacer preguntas y recibir respuestas inmediatas por el mismo canal) y otras que consideren importantes. Por ejemplo, un facsímil permite hacer fotocopias y enviarlas por una línea telefónica a otro aparato similar, que puede

¹ En 1992, cuando este libro fue editado, no habían satélites de comunicaciones que sirvieran el territorio argentino.

recibirlo a cualquier hora del día. Como el envío se hace a mayor velocidad que la palabra hablada, el facsímil permite disminuir mucho el costo de llamados telefónicos en operaciones comerciales (listas de precios, órdenes de compra, pedidos de información adicional, reclamos, etcétera).

DISPOSITIVO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
facsímil		
radio AM		
radio FM		
teléfono		
telégrafo Morse		
teletipo		
televisión		

Analicen asimismo en qué casos es más conveniente hacer la transmisión directamente por el aire, por cable (aéreo, enterrado o submarino) o utilizando microondas o satélites.

CAPITULO 5

LAS TECNICAS DE CALCULO

El concepto de número

La administración de la riqueza que la revolución agrícola permitió acumular enfrentó a los gobiernos sacerdotales de Egipto, Sumer y la India con lo que para la época eran complejos problemas matemáticos. Estos incluían el cálculo de los impuestos a pagar (en especies), el registro de deudas y de todo tipo de transacciones comerciales. Todo esto debía ser hecho de manera que cualquiera de los sacerdotes pudiera interpretarlo y verificarlo para rendir cuentas al dios en cuyo nombre se efectuaba la recaudación.

Entre los años 3000 y 2800 antes de Cristo, tanto los egipcios como los sumerios e indios habían desarrollado un sistema de numeración (de base 10 en el caso egipcio e indio, y 60 en el de Sumer) con signo especiales para las unidades, decenas, centenas, miles, decenas de miles, centenas de miles y millones. La falta de una notación adecuada, como sucedió después con los números romanos, hacía sin embargo complicado el registro e impracticables los cálculos con números muy grandes.

A

Escriban números en diferentes bases. Prueben de sumar números grandes en notación romana.

Alrededor del año 600 de nuestra era, más de 3500 años después de los primeros registros numéricos, los matemáticos indios crean la notación posicional (mal llamado sistema arábigo de numeración) que permitirá finalmente hacer registros simples y cálculos eficaces.

Las primeras máquinas de calcular

El cálculo matemático es un proceso cuyas etapas están perfectamente bien definidas y regladas (o sea, un algoritmo). Es por eso particularmente apto para el desarrollo de dispositivos que hagan de manera automática operaciones como sumas, restas, multiplicaciones, divisiones, extracción de raíces cuadradas, cálculo de funciones trigonométricas, etcétera. Los primeros dispositivos mecánicos de cálculo conocidos son los ábacos, inventados en China 2700 años antes de Cristo, que permiten hacer sumas y restas de números no demasiado grandes, y multiplicaciones o divisiones sencillas. Se usa ya en ellos el principio básico de la notación posicional, diferenciando unidades mediante las posiciones o colores de las bolillas. Todavía se pueden encontrar ábacos, pero solamente como juguetes para los más chicos.

A

Consigan un ábaco y estudien cómo se pueden hacer con él sumas y restas de números grandes.

Logaritmos versus calculadoras

Si bien la notación posicional y los registros escritos permitían encarar cuentas complicadas con números muy grandes, existía la limitación práctica del tiempo y la paciencia del calculista, así como la de la propagación de errores. Es comprensible entonces que al producirse el desarrollo de la descripción cuantitativa (o sea matemática) de la Geografía (en la época del descubrimiento y colonización de América, durante los siglos XV y XVI) y de la Astronomía (a fines del siglo XVI), surgiera la necesidad de herramientas de cálculo más eficientes.

Esta fue la razón de la creación, a partir del siglo XVI, de esas detalladas tablas de logaritmos que espero hayan sido definitivamente desterradas de los colegios por las calculadoras de bolsillo, pero que en su momento fueron irremplazables.

Algunos docentes se oponen todavía al uso de las calculadoras en el aula. Dos argumentos usados para justificar esta postura son:

- El cálculo manual desarrolla la inteligencia;
- Las personas deben ser capaces de resolver los problemas comunes (y por lo tanto importantes) sin necesidad de elementos auxiliares.

A estos argumentos podemos oponer los siguientes:

- La multiplicación o división de números es un proceso automatizado. Ningún proceso automatizado desarrolla la inteligencia;
- Hacer fuego es importante y siempre lo hacemos con fósforos u otros dispositivos auxiliares. Deberíamos entonces aprender a hacer fuego frotando palitos.



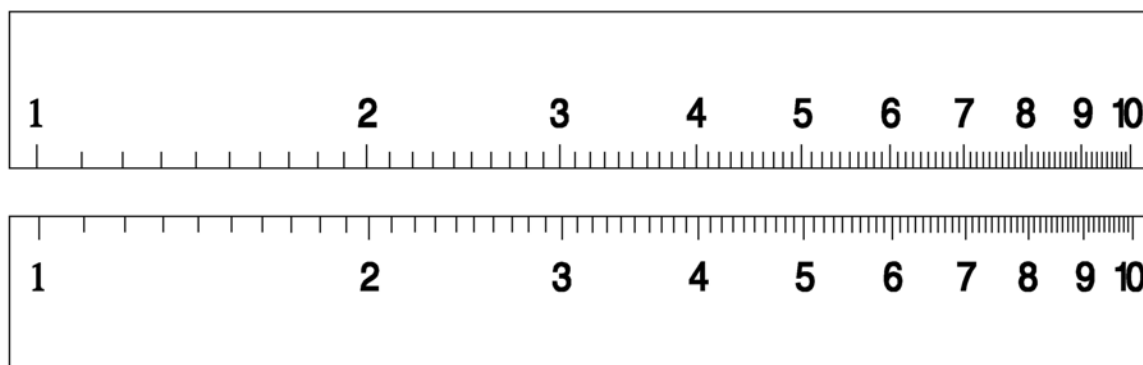
Debatan el tema organizándose para ello de la manera que sigue. Un grupo de estudiantes deberá abogar por el uso de calculadoras en clase y otro igualmente numeroso deberá oponerse a él. Ambos se tomarán un número de días suficiente para preparar sus argumentos. Durante la realización del debate el docente otorgará el uso de la palabra y los oradores deberán dirigirse a él, no a sus circunstanciales adversarios (esto evita las discusiones personales). En esta etapa el docente participará solamente para ordenar el debate. Finalizado el debate el docente analizará los argumentos dados a favor y en contra, evaluando junto con toda la clase la razonabilidad de los mismos. En base a este análisis se tratará de llegar a una conclusión escrita, dejando constancia de los aspectos sobre los que no hubo acuerdo o información suficiente.

La invención de los logaritmos sirvió de base para la construcción en el siglo XVII del que fue hasta hace pocos años el más usado y económico dispositivo mecánico de cálculo y actualmente una pieza de museo: la regla de cálculo. En ella se usa la propiedad de los

logaritmos de transformar productos en sumas, y divisiones en restas, utilizando reglitas desplazables para visualizar los resultados de esas sumas y restas.

A

Hagan una regla de cálculo comprando papel de graficado logarítmico, o fotocopiando la figura 11.



: Se puede hacer una regla de cálculo copiando las reglitas logarítmicas de la figura. Para multiplicar 2 por 3 se coloca el 1 de la primera reglita sobre el 2 de la segunda y se lee el número bajo el 3, que es 6. Cuando el segundo número excede la segunda reglita, en vez del 1 se usa el 10 de la primera.

El caso más simple de programación: copiar una muestra

Hubo otros inventos de dispositivos de cálculo contruidos con sistemas de ruedas y engranajes, ninguno de los cuáles dejó de ser una curiosidad de laboratorio hasta bien avanzado el siglo XIX. El verdadero invento revolucionario en este campo, la programación, se produjo sin embargo en un área aparentemente desconectada de los problemas del cálculo: la industria textil.

Considero interesante reproducir aquí el relato que hace de este hecho David Ritchie en su interesante libro "El cerebro binario"⁹:

"La fabricación de los tejidos es extraordinariamente compleja. Miles y miles de hilos deben tejerse unidos siguiendo un dibujo preciso, o de lo contrario la tela no serviría o quedaría mal. Cuando el complicado y exigente proceso de tejer únicamente corría a cargo de personas, el riesgo de equivocarse era elevado. Después de largas horas delante del telar era comprensible que un tejedor cambiara la posición de un hilo y arruinara el diseño de la tela.

Lo ideal sería que ese trabajo se hiciera a máquina; la máquina no se cansa ni se equivoca por culpa del agotamiento, y por lo tanto sería más fiable que las manos. Pero, ¿cómo se podía

⁹ Editorial Sudamericana-Planeta, Barcelona, 1985.

equipar una simple máquina para que realizara la compleja tarea de tejer?

Entra en escena Joseph Jacquard. Mientras otros sólo veían en la industria textil un trabajo fatigante y monótono, Jacquard vió la oportunidad de (...) aplicar una base automática al proceso; así se ahorraría tiempo y dinero, y mejoraría la calidad del producto.

La idea de Jacquard era construir una máquina de tejer con un programa: una serie de instrucciones para tejer tela sobre la base de una muestra. La máquina sólo haría y sólo podría hacer lo que estaba programado que hiciera. Sería totalmente segura, y si estaba bien programada confeccionaría tela de una calidad alta y uniforme.

Jacquard imaginó un plan ingenioso. El programa se introduciría en forma de tarjetas perforadas. Jacquard unió las tarjetas para que formaran un cinturón sin fin que pasaba sobre lo ganchos encargados de tejer. Los agujeros de las tarjetas permitían que los ganchos subieran y pescaran los hilos de la urdimbre, tirando luego de ellos hacia abajo para que, al pasar la lanzadera del telar, algunos hilos quedaran encima y otros debajo, formando un dibujo.

Era sencillo y prácticamente infalible y tuvo un éxito inmediato. Jacquard introdujo su telar en 1805, y en menos de una década vio más de diez mil telares funcionando sólo en Francia."

Aparece así no sólo el concepto de un programa de instrucciones, o **programación** a secas, sino un medio práctico de registro, comunicación y reemplazo de esas instrucciones, la tarjeta perforada. El sistema fue utilizado luego por Hollerith (figura 12) para disminuir a un tercio el tiempo de procesamiento de los datos del censo de población de 1890 en los Estados Unidos. Tarjetas perforadas similares (o las equivalentes cintas perforadas) constituyeron luego, y hasta la introducción de las cintas y discos de material magnetizable, el único sistema generalizado de registro de programación que utilizaron las primeras computadoras.

PERSONENSTATISTIK										HAUSHALTUNGSSTATISTIK										WOHNUNGSSTATISTIK				
Zahlfort		Geb. Jahr		Arbeitsort		Beruf u. V.	Ehefr.	Kind.	Mutter.	Vater.	Gew.	Ger.	Miete.	Dienst.	and. Perz.	Grunds.	ART	Wohnr.	Küche	Schlafz.	Sanit. St.			
O. A.	Gem.	X	Y	O. A.	Gem.																	m	w	m
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	G	0	0	0	0			
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	M	1	1	1	1			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	DG	2	2	2	2			
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	GM	3	3	3	3			
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	DGM	4	4	4	4			
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	Eig.	5	5	5	5			
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	Dienst.	6	6	6	6			
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	Miet.	7	7	7	7			
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8		8	8	8	8			
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		9	9	9	9			

Volkszählung
1910

Ist Wohnung überbevölkert? ja

FIGURA 12: Tarjeta perforada de cartulina desarrollada por Hollerith y usada en el censo alemán de 1910.

Los lenguajes de programación



Para entender qué es un lenguaje de programación, como los que se usan en las computadoras, jugaremos al "Robot". En este juego intervienen dos personas, el robot y el amo del robot; las demás son solamente espectadores. Las consignas del juego son las siguientes:

- El robot solamente entiende las órdenes que hay en una lista que se confecciona antes de comenzar. Cada orden debe corresponder a una acción simple única, que siempre debe ser la misma. Si la orden es "agarrar", debe corresponder solamente a sujetar algo que está al alcance de la mano; si la orden es "caminar" debe corresponder solamente a dar pasos en línea recta hacia el frente, etc.

- Si resulta imprescindible agregar una nueva orden, se suspende temporariamente el juego y se agrega la orden a la lista.

- El amo no debe indicar al robot cuál es el objetivo, sino solamente dar, de manera sucesiva, las órdenes que lo llevarán a su cumplimiento.

- El robot no puede pedir explicaciones. Si la orden «saltá» no está en la lista convenida, solamente debe contestar "No entiendo qué quiere decir «saltá»".

El amo del robot da a conocer el objetivo a los espectadores, por ejemplo "poner el libro debajo del último banco", de manera que el robot no se entere. Luego de terminado el juego deben analizarse entre todos los siguientes aspectos del juego:

- La necesidad de tener un conjunto bien definido de órdenes o instrucciones a las que responda el robot.

- La importancia del orden en que se dan las instrucciones.

- Si las instrucciones son simples o complejas, y si tienen sintaxis. Por ejemplo "agarrá" es una orden simple, "agarrá libro" es una orden compleja y requiere de un conocimiento previo: qué es "libro".

Los aspectos discutidos del juego del "Robot", presentes en todos los lenguajes de programación de computadoras, ilustran la riqueza y la complejidad de la tarea de programación. Muestran también que estos lenguajes comparten muchas de las propiedades de la lengua, tales como tener reglas ortográficas, gramaticales y sintácticas.

Los procesadores electrónicos o computadoras

Los dos otros inventos que sirvieron de base a las computadoras son el sistema de numeración de base 2, o binario, creado a fines del siglo XVII por el matemático y filósofo francés Leibniz, y la lógica binaria creada por el matemático inglés Boole a mediados del siglo XIX. La representación de números por sólo dos dígitos, 0 y 1 o su contraparte lógica SI y NO, permite su procesamiento por sistemas eléctricos o electrónicos de dos estados, ENCENDIDO y APAGADO, o CIRCUITO ABIERTO y CIRCUITO CERRADO.

El primer dispositivo que podemos considerar como un verdadero precursor de las actuales computadoras fue el "Calculador Automático Controlado Secuencialmente" o Mark I, contruido por IBM en 1938 sobre la base de relés, que trabajaba docenas de veces más rápido que el mejor calculista. La primera computadora similar a las actuales fue el "Integrador y Calculador Numérico Electrónico" o ENIAC, en el cual los lentos relés electromecánicos fueron reemplazados por válvulas de vacío. El ENIAC, del cual se dice que sirvió para hacer algunos de los cálculos que condujeron a la bomba atómica, fue construido poco antes de la Segunda Guerra Mundial y desmantelado a fines de la década siguiente; tenía más de 18.000 válvulas y el consumo eléctrico de una pequeña población. La programación mediante tarjetas perforadas, tomando la idea de Jacquard y el formato de Hollerith, irrumpió en el mercado comercial en 1948 con la computadora IBM 604.

La primera generación de computadoras, iniciada por el ENIAC, estuvo basada en la válvula de vacío, de alto consumo y tiempo de respuesta relativamente lento.

La segunda generación de computadoras aparece con el invento del transistor a fines de la década del 50. La constante disminución de costo de compra y de funcionamiento que se produce a partir de este momento permite que el uso de computadoras se extienda a actividades no científicas. Aumenta simultáneamente la capacidad de procesamiento medida en términos de memoria y velocidad de cálculo. Se incorporan también numerosos dispositivos auxiliares (o periféricos, como se dicen en la jerga informática) tales como pantallas de televisión, unidades de cintas y discos magnéticos, los que simplifican cada vez más el trabajo del usuario.

La década de los 60 fue la del advenimiento de la tercera generación de computadoras, basada en los circuitos integrados. En lugar de soldar transistor por transistor -y son ya centenares de miles los que componen una computadora- los transistores se fabrican como parte integral del circuito formando "chips" o módulos de cada vez menor costo y tamaño, y mayor velocidad de respuesta.

La actual cuarta generación de computadoras se caracteriza por un continuo aumento de la integración y capacidad de los equipos. Podemos señalar el comienzo de esta generación por la aparición en 1971 del primer microprocesador, el INTEL 4004, cuyo bajo costo hace por primera vez accesibles las computadoras a los particulares. El alto costo de las grandes computadoras anteriores hacía posible su compra sólo por grandes empresas o instituciones.

Los procesadores actuales

Las computadoras dejan progresivamente de ser meros computadores, herramientas exclusivamente para el cálculo, para transformarse en versátiles **procesadores** electrónicos de datos. Incorporan capacidad gráfica y color, sonido, impresión de datos, interconexión a múltiples dispositivos de medición, control y procesamiento de todo tipo. Por eso las designaré en lo sucesivo "procesadores", a secas.

Los progresos en el diseño y principios de funcionamiento de los procesadores han permitido que lo que antes ocupaba enteramente una habitación grande y un generador de gran potencia ahora quepa en un bolsillo y se alimente con pilas; lo que antes tenía una capacidad de memorización de centenares de miles de datos elementales (bits) ahora la tenga de miles de millones; lo que antes hacía unas pocas centenas de cálculos por segundo ahora haga varios millones. La mejor comprensión de la manera como los humanos nos relacionamos con las máquinas ha permitido que lo que antes era manejable sólo por un equipo de profesionales expertos ahora esté al servicio de cualquier persona medianamente instruida. Finalmente, y no menos importante, las técnicas de fabricación en serie han permitido además que lo que antes costaba tanto como 10 casas ahora cueste lo mismo que una bicicleta a motor.

Por todo esto podemos decir, medio en chiste, medio en serio, que si los automóviles hubieran seguido la misma evolución que los procesadores en costo, rapidez, facilidad de uso y tamaño, un buen automóvil deportivo costaría hoy tanto como una bicicleta, sería más rápido que un avión a reacción, podría ser manejado por un niño y, por si eso fuera poco, cabría además en el bolsillo.

CAPITULO 6

LAS TECNICAS DE LA SUBSISTENCIA: LA ALIMENTACION Y EL ABRIGO

Viviendo de la caza y de la pesca

Durante los primeros casi dos millones de años de su existencia la especie humana se alimentó cazando animales, pescando y recogiendo los frutos, raíces y otras partes comestibles de las plantas (etapa recolectora). No es por lo tanto sorprendente que los hombres actuales, aunque no tengamos necesidad de hacerlo, todavía encontremos gran placer en cazar, pescar y recoger fruta de jardines ajenos. Hace menos de 12.000 años que se desarrollaron las técnicas de domesticación de plantas y animales que permitieron a los humanos independizarse de los regalos de la naturaleza, generando modos de vida antes imposibles.

Durante la etapa recolectora los humanos fuimos nómades, es decir, no vivíamos en lugares fijos; cuando se acababa la caza o los frutos en un lugar, nos corríamos a otro. En esta etapa depredadora la técnica no estaba ausente, y consistía en su mayor parte en elementos auxiliares para la alimentación y el abrigo hechos con elementos naturales o poco trabajados.

El equipamiento del hombre paleolítico



Busquen información, en libros de arqueología o prehistoria, sobre las técnicas que usaba el hombre europeo de la época paleolítica. Redacten un informe de no más de dos carillas de texto más todas las que quieran de dibujos. En ese informe deben considerar breve y ordenadamente los elementos auxiliares y las técnicas utilizadas para satisfacer las necesidades físicas básicas de alimentación (recolección, caza y pesca) y abrigo (vestimenta y vivienda), consignando:

- Materiales con que se fabricaban las viviendas y los elementos auxiliares (agujas de coser hechas con espinas vegetales o de pescados; recipientes de barro cocido; etc.);
- Dibujo esquemático del útil, arma, avío, etc.;
- Fuentes de energía de los procesamientos (cocción de alimentos, etc.).

El Norte templado

La poco eficiente manera recolectora de satisfacer las necesidades alimenticias y de abrigo dejaba a los humanos primitivos escaso tiempo y energía disponibles para otras actividades, salvo en las zonas tropicales de flora y fauna muy abundantes. Cualquier contingencia natural, como un incendio o sequía prolongada, ponía en riesgo la supervivencia de todo el grupo. De

acuerdo con esto podríamos concluir que los grupos humanos con mayores posibilidades de desarrollo eran justamente los que vivían en las zonas tropicales, donde la naturaleza era más pródiga y por lo tanto la vida era más fácil. Sin embargo, la historia nos muestra todo lo contrario: los países con mayor desarrollo artístico, comercial, industrial y científico son los de las zonas templadas del planeta.

A

¿Pueden encontrar una buena razón para explicar lo anterior? Discútanlo en clase con sus docentes. Incluyan en su análisis el viejo dicho "La necesidad es la madre del ingenio" y lo que el extinto presidente norteamericano John Kennedy (impulsor definitivo de la integración racial en su país) dijo una vez: "En chino, la palabra crisis se forma por la superposición de dos ideogramas: uno significa peligro, el otro oportunidad". Contrapongan las dos tesis siguientes¹⁰:

- Para desarrollar técnicas nuevas hay que tener tiempo libre. Esto es posible sólo cuando se tienen cubiertas todas las necesidades básicas.

- Las actividades humanas están guiadas por la necesidad, física o mental. Para hacer algo hay que estar motivado.

La domesticación de plantas y animales

Otros autores atribuyen el más rápido desarrollo de las zonas templadas del planeta, mayoritariamente ubicadas al norte del Ecuador, a dos razones principales:

- La disponibilidad inicial de plantas y animales especialmente aptos para la domesticación (caballo, vaca, oveja, burro, elefante, trigo);

- La inexistencia de barreras geográficas y climáticas que impidieran la rápida difusión de estas plantas y animales.

A

Saquen sus propias conclusiones sobre el tema comparando los animales y plantas domesticados nativos de América (conejillo de Indias, llama, papa, maíz, etc.) y sus barreras geográficas y climáticas, con las euroasiáticas.

En algún momento de la historia, casi con certeza en el Cercano Oriente, los humanos comenzaron a cultivar intencionalmente las plantas silvestres que antes solamente recolectaban. Las primeras evidencias de la domesticación de plantas datan del período neolítico, en lugares tales como Jericó, en la margen occidental del río Jordán (actualmente Israel). Se cree que la técnica del cultivo comenzó algo antes, entre los años 10.000 y 8.000 antes de Cristo, pero no

¹⁰ Para realizar esta tarea revisen en el cuadernillo "Necesitamos comunicarnos" el capítulo dedicado al discurso argumentativo.

existe certeza sobre la fecha exacta en que empezó "la revolución agrícola". Sí estamos seguros de que a partir de ese momento se produjo un enorme cambio cualitativo y cuantitativo en el modo de vida de los pueblos que adquirieron esas técnicas.

Las técnicas agrícolas comenzaron en Eurasia con la selección y cultivo de gramíneas, plantas que son parientes del césped común de los jardines. Estos cultivos permitieron producir más alimentos que los necesarios y con menor esfuerzo que el requerido para la recolección. El almacenamiento de los granos de trigo, cebada o centeno permitió superar las hambrunas periódicas, acumulando reservas o excedentes para el invierno y los períodos de sequía.

Aunque desconocemos los detalles, de alguna manera la domesticación de los animales estuvo fuertemente vinculada con el desarrollo de la agricultura, posiblemente porque el residuo de las cosechas era alimento natural (forraje) para el ganado. Aparecen así por la misma época las primeras evidencias de actividades agrícolas, ganaderas y pastoriles; las vacas y las ovejas fueron los animales domesticados más comunes. Ambas actividades, agricultura y ganadería, satisfacen tanto las necesidades de alimento como las de abrigo: las fibras de plantas cultivadas, como el lino, el cuero de los animales y la lana de las ovejas permiten hacer mejores vestimentas.

La domesticación de plantas y animales tuvo dos efectos principales. El primero fue eliminar la necesidad del traslado continuo en busca de alimentos. Esto permitió los asentamientos permanentes que dieron origen a una nueva institución humana: la ciudad. Es importante aquí notar que la palabra civilización viene de la palabra latina "civitas", que quiere decir ciudad: la civilización es la **cultura** de los habitantes de las ciudades. El segundo efecto importante fue disminuir el esfuerzo necesario para cubrir las dos necesidades físicas básicas, alimentación y abrigo, lo que permitió a los humanos encarar otras actividades antes relegadas, dando origen al trabajo especializado.



El Antiguo Testamento de la Biblia describe una sociedad en los comienzos del proceso de urbanización. Lean los versículos 21 a 23 del Exodo y sobre esa base describan cómo vivían los israelitas de esa época.

Los abonos y la síntesis del amoníaco.

Conviene señalar aquí un hecho de enorme importancia para la relación entre las actividades humanas y el ambiente natural. Las plantas y los animales, los seres humanos entre ellos, dependen para su existencia de una sustancia que no son capaces de obtener por sí mismos, el nitrógeno. El nitrógeno es un componente imprescindible de nuestros tejidos y de los ácidos nucleicos que transmiten la herencia biológica a nuestros descendientes.

A pesar de que el nitrógeno abunda en el aire que respiramos, las plantas y animales multicelulares no pueden obtenerlo directamente de él. Mientras las plantas pueden sacarlo de los

nitratos del suelo, los animales multicelulares sólo pueden obtenerlo de las plantas. En este sentido somos parásitos de las plantas.

En la figura 13 se muestra una versión simplificada del llamado ciclo del nitrógeno. En él se muestran los principales **procesos** de transformación de los compuestos de nitrógeno, entre los que se incluyen los residuos producidos por las plantas y animales. La palabra lixiviación, que aparece en el gráfico, es el término técnico con que se designa a la disolución de compuestos nitrogenados por el agua, y su consiguiente arrastre. Es importante notar que la cantidad total de nitrógeno en juego se mantiene casi constante para el planeta, pero no en un lugar particular.

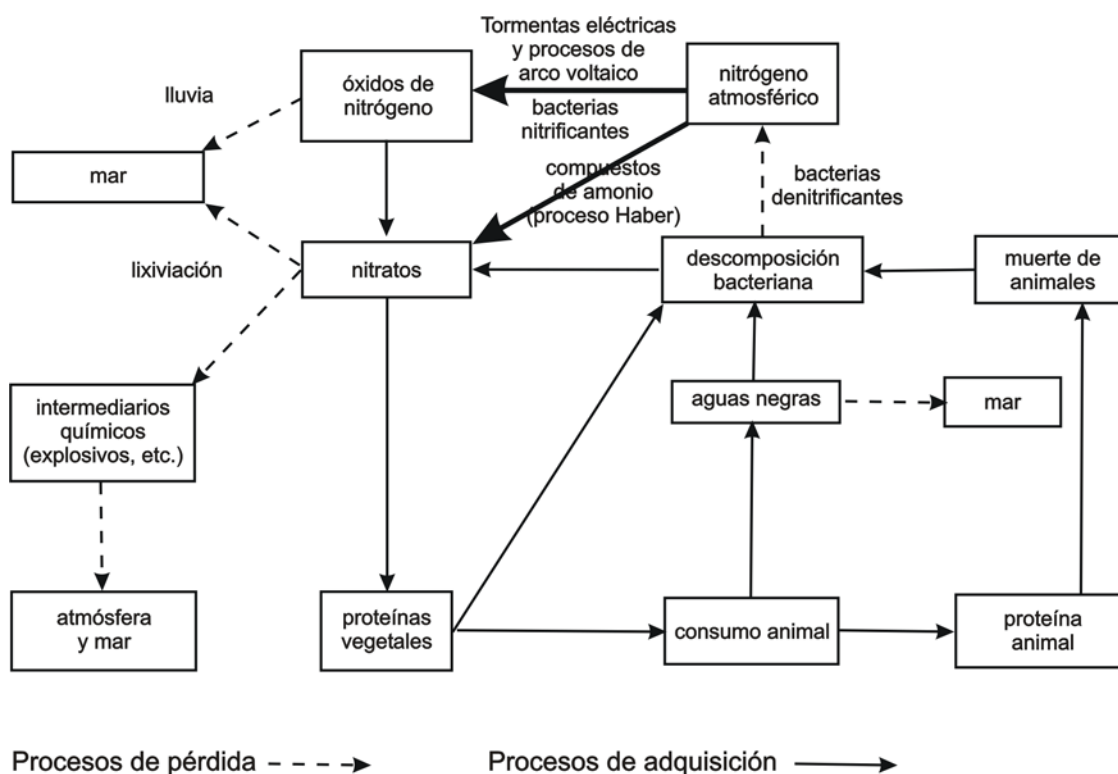


FIGURA 13: Ciclo del nitrógeno simplificado, donde las pérdidas y adquisiciones se refieren a la disponibilidad para su uso como nutriente.

A

Identifiquen en la figura 13 un proceso cerrado que se produzca en el lugar en donde viven. Debe ser uno en el cual haya una única fuente de producción y una única manera de consumición de nitrógeno. Traten de identificar todos los procesos cerrados de este tipo. Consideren ahora un proceso vinculado con la agricultura y en el cual pueda producirse agotamiento del nitrógeno.

El problema de la agricultura intensiva es que agota los nitratos del suelo. Es necesario entonces reponerlos mediante abonos, mayoritariamente consistentes en estas sales de nitrógeno. Este proceso fue bien comprendido a partir de los comienzos del siglo pasado, gracias al trabajo de químicos como el alemán von Liebig.

Hasta comienzos de este siglo la mayor cantidad de abonos se obtenía de los yacimientos de nitratos de Chile, de las acumulaciones de excrementos de aves en ciertas islas de la costa peruana y del amoníaco obtenido en la producción del gas de hulla (gas de alumbrado).

Al declararse la primera guerra mundial, Gran Bretaña y sus aliados controlaban totalmente el tráfico marítimo, por lo cual Alemania no pudo proveerse de los nitratos americanos necesarios para su agricultura. Si la técnica no hubiese resuelto el problema, esto le hubiera impedido alimentar debidamente a su población. En 1910 el químico alemán Haber logró por primera vez producir amoníaco, y a partir de él nitratos, usando el nitrógeno atmosférico. La producción generada por este método logró postergar el final de la guerra por uno o dos años, lo que acrecentó en casi un millón el número de víctimas. Según relata el hijo de Haber:

"Una de las principales razones por las cuáles Alemania perdió la guerra no fue la escasez de explosivos, sino que el ejército usó tal cantidad de compuestos nitrogenados que no quedaron suficientes para los agricultores. En 1917 y 1918 las cosechas fueron desastrosas. Irónicamente, en el país donde se había encontrado la solución al problema del nitrógeno, escaseaba el trigo y la gente tenía hambre."

Las construcciones monumentales

Una de las primeras actividades especializadas de la vida urbana fue la construcción de viviendas permanentes y de edificios dedicados al culto religioso, los templos. Estas actividades, junto con la construcción de acueductos y caminos, fueron el origen de la ingeniería civil y la arquitectura.

A ¿Cuál es la diferencia principal entre la actividad de un ingeniero civil y la de un arquitecto? ¿Y entre la de un arquitecto y un maestro mayor de obras? Hablen con algunos de ellos y busquen información sobre el tema. Expliquen las diferencias con sus propias palabras.

Los zigurats que construyeron los sumerios unos 3000 años antes de Cristo son algunos de los más antiguos templos conocidos, y estaban hechos de adobe y ladrillo. La torre de Babel que describe la Biblia era casi seguramente un zigurat. Todas las civilizaciones clásicas posteriores se caracterizaron por la construcción de fastuosos templos, lugares de adoración de los dioses, contruidos de materiales menos perecederos, como la piedra en todas sus variedades. Pero entre todas estas construcciones sobresalen las pirámides egipcias, consideradas por los griegos como una de las siete maravillas de la antigüedad.



Se han escrito muchas fantasías sobre las pirámides egipcias. Escriban lo que saben sobre ellas, su origen y su forma de construcción, antes de pasar a leer el párrafo siguiente.

La mayor de las pirámides, la de Keops, fue construida hace unos 4500 años, tiene una altura de 148 m y una base cuadrada de 232 m de lado. Sin embargo, las técnicas y herramientas utilizadas para su construcción fueron relativamente simples: la cuña, la palanca, el plano inclinado y el rodillo deslizante. En compensación, la tarea exigió un enorme esfuerzo humano: se calcula que para acarrear y colocar en posición los más de dos millones de bloques de piedra que la forman se necesitó el trabajo de más de 100.000 obreros durante unos 100 años. En esa época no se conocía todavía la polea, la cual se inventó un milenio después cuando comenzó a usarse la rueda para la realización de trabajos mecánicos.

Los materiales comunes de construcción



¿Cuáles son los materiales más usados para la construcción de viviendas en la localidad donde viven? ¿Conocen su lugar de origen y el método de su fabricación? Averigüenlo.

¿Han visitado alguna vez una "cortada de ladrillos"? Casi seguramente hay alguna cerca del lugar donde viven. Visítenla y averigüen los materiales que se usan y las diferentes etapas de la fabricación y cocción de ladrillos. Discutan luego con los profesores de química los procesos químicos que allí se producen.

Los habitantes de la India ya usaban para sus construcciones, en el 2900 A.C., una mezcla de arena y un aglomerante que endurecía en contacto con el aire. Sin embargo, para la construcción de las pirámides se utilizó solamente una mezcla de barro, arena, arcilla y agua (similar a la del adobe), que no se hacía insoluble como el argamasa que usamos hoy. Los romanos idearon agregar cal a la mezcla anterior, y crearon un mortero hidráulico que sí tiene esa propiedad, el cual constituye una de las bases del florecimiento de su arquitectura.

A fines del primer cuarto del siglo XVIII, fecha sorprendentemente tardía en comparación con la de otros desarrollos más complejos, un maestro albañil inglés inventa el primer mortero hidráulico artificial, el cemento Portland, que fragua (endurece) por absorción de agua.

Es sorprendente que las grandes obras de la arquitectura clásica -los palacios, templos y monumentos de los sumerios, indios, egipcios, asirios, caldeos y romanos- hayan sido construidas sin la ayuda del cemento. Hoy nos resulta impensable encarar ni siquiera la construcción más simple si no contamos con ese material artificial.

La ingeniería romana

Los griegos hicieron importantes aportes estéticos a la arquitectura, pero escasos aportes técnicos. Las técnicas de la construcción experimentaron un progreso significativo recién durante el imperio romano, en particular en el primer siglo de nuestra era. Se desarrollaron especialmente los métodos para la construcción de puentes, cúpulas y cloacas (cubiertas con bóvedas basadas en el arco), sistemas de aprovisionamiento de agua potable (acueductos) y calefacción.

El arco de medio punto (ver figura 14), actualmente tan común, tiene una característica especial: no se sostiene por sí mismo hasta que está terminado, hasta que todas las partes ocupan su lugar definitivo. Ilustra así un importante principio estructural: "El todo es más que la suma de las partes". El arco se utilizó como soporte de la calzada de los puentes, de los canales de los acueductos y del recubrimiento de los canales de evacuación de aguas servidas. El primero de estos canales fue la Cloaca Máxima, originalmente drenaje del pantano sobre el cual se construyó el Foro romano. El mismo principio aplicado en el arco permitió a los romanos la construcción de techos de forma semiesférica, las cúpulas.

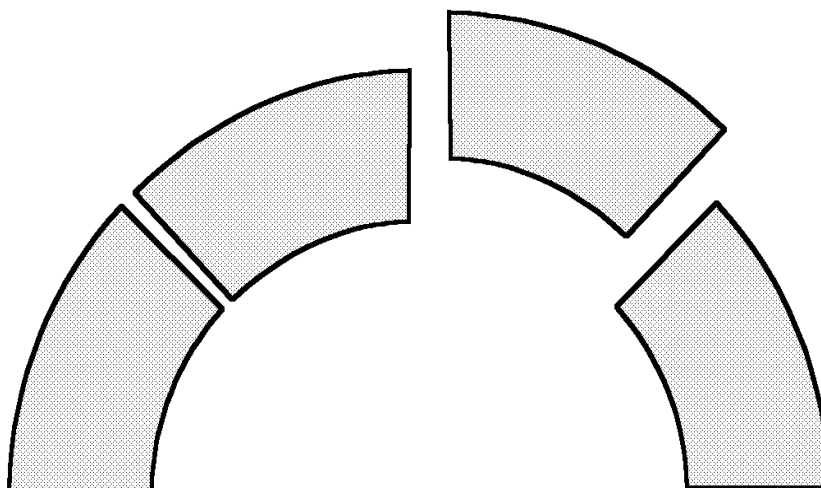


FIGURA 14: El arco semicircular romano no se sostiene por sí mismo hasta que no se han colocado todos los bloques.

Los acueductos, que en esa época no aplicaban el principio físico del sifón, eran canales artificiales que conducían el agua por gravedad desde sus fuentes hasta las ciudades. Para ello debían salvar los desniveles del terreno mediante túneles y puentes, verdaderas obras de ingeniería y de arte, que alcanzaron centenares de kilómetros de longitud. En el siglo I Roma estaba surtida por catorce acueductos, uno de los cuáles tenía más de 90 km.

A

Hagan un boceto de un acueducto romano y de un sifón. Discutan luego los casos en que podría haberse reemplazado un acueducto por un sifón.

Si hay canales de agua en la zona en donde viven, visítenlos, describan la manera como están contruidos, y hagan un plano que muestre su recorrido y longitud. ¿Para qué se utiliza el agua que conducen? ¿Qué pasaría si no existieran?

Las catedrales y castillos medievales

El siguiente avance significativo de la **arquitectura** se produce a mediados del siglo XII, al comenzar en Francia la construcción de las grandes catedrales góticas. Estas enormes pero gráciles construcciones, muchas de las cuáles se conservan hasta nuestros días, fueron posibles gracias a atrevidos diseños que utilizaron al límite las posibilidades técnicas de la época. Pero también gracias a la existencia de disciplinados gremios de artesanos de la construcción, que eran al mismo tiempo asociaciones de trabajo y de aprendizaje (con compromiso de secreto), cuyos miembros estaban ligados por fuertes vínculos solidarios. Estos gremios no estaban localizados en lugar fijo, sus miembros cambiaban con el tiempo, pero el vínculo se mantenía, como en las logias masónicas a las que dieron origen. La palabra masón viene del vocablo francés "maçon" que designa a los albañiles; algunos de los símbolos de la masonería son la escuadra y el nivel del constructor.



Visiten una obra en construcción. Observen y tomen nota de los útiles e instrumentos que usan los albañiles. Pidan ver el depósito de herramientas. Hagan un boceto simple de cada uno de esos elementos auxiliares. Averigüen sus nombres y funciones. Hagan un informe sobre el tema.

También comenzó en el siglo XIII la construcción de los grandes castillos fortificados. Contrariamente a lo que creen algunos, el castillo no era solamente la residencia del noble medieval dueño de las tierras. Albergaba también en caso de peligro a los campesinos que las cultivaban y los artesanos y comerciantes que formaban el sistema económico de la época. Estos enormes edificios empezaron a construirse en Francia, donde todavía podemos ver hermosos ejemplares casi intactos, y se extendieron luego por toda Europa. Su capacidad protectora desapareció, y por lo tanto su uso, con la invención de las grandes piezas de artillería a pólvora, durante el siglo XV.

El Renacimiento no fue solamente artístico

La siguiente época de oro de la técnica arquitectónica fue la del Renacimiento en Italia, durante los siglos XV y XVI, ejemplificada en hermosas catedrales con enormes cúpulas. Sobresale aquí el nombre del polifacético Leonardo da Vinci: pintor, escultor, mecánico, anatomista, arquitecto, físico, estratega militar. Además de ser uno de los creadores del urbanismo, previó artefactos tan variados como el submarino, el helicóptero, las grúas móviles y el fusil de repetición.

La construcción encarada como una ciencia

A

¿Es necesario hacer cálculos para construir algunos edificios? ¿Cuáles edificios lo requieren y cuáles no? ¿Por qué?

A partir del siglo XVIII empieza el estudio científico de las construcciones. Comienza en este momento la aplicación de las leyes de la Mecánica (Física) y los cálculos matemáticos que permiten prever las formas y resistencias de las diferentes partes. Estos estudios abrieron las puertas para la utilización, a partir del siglo XIX, de los nuevos materiales que dominarán la construcción hasta nuestros días: el acero y el hormigón armado.

Las primeras grandes estructuras de acero -edificios, puentes, torres- se construyeron durante la segunda mitad del siglo pasado. La más famosa de ellas es la torre Eiffel, construída por la empresa del ingeniero civil francés de ese nombre, la cual también construyó las esclusas del canal de Panamá. Esta torre, hecha para ser la atracción principal de la Exposición Internacional de París de 1889, tiene 300 m de altura, una base cuadrangular de 125 m de lado y está totalmente fabricada con perfiles de acero. El peso de las aproximadamente 15.000 partes que la componen es de más de 7.000 toneladas. Compáren esto con el peso aproximado de la pirámide de Keops: ¡3.500.000 toneladas, 500 veces más! Una construcción como la torre Eiffel es imposible sin un preciso cálculo de las fuerzas que se ejercen sobre cada una de sus partes, y de las formas y dimensiones que deben tener para no romperse.

Los grandes rascacielos, que empezaron a construirse en esa misma época, tienen estructura de vigas de acero. El Empire State Building, construído en Nueva York en 1931, tiene 102 pisos. El edificio más alto del mundo es en este momento la torre Sears de Chicago, con 110 pisos y 443 m de altura.

El hormigón armado

El jardinero francés Monier notó a, mediados del siglo pasado, cuando tenía solamente 26 años, la mayor resistencia de los tallos de las plantas que tenían en su interior una red de fibras elásticas leñosas. Se le ocurrió entonces fabricar macetas de hormigón más resistentes mediante la colocación de un enrejado interior de varillas de hierro. Esto permitió superar un grave defecto del hormigón: su escasa resistencia a la tracción y a la flexión. Nació así el hormigón armado, base de la industria de las grandes construcciones, como las presas hidráulicas, y también de los pequeños edificios hechos con dinteles, vigas y columnas de este material.

Uno de los últimos avances de las técnicas de la construcción, masivamente utilizado en construcciones temporarias, y seguramente el que se utilizará en las que se hagan en el espacio exterior, es la cúpula geodésica (ver figura 15). Fue inventada por el ingeniero y arquitecto norteamericano Buckminster Fuller y consiste en una ingeniosa combinación de bastidores de forma hexagonal y pentagonal (como los parches de la pelota olímpica de fútbol, lo que permite fabricarla con alta resistencia y muy bajo peso).

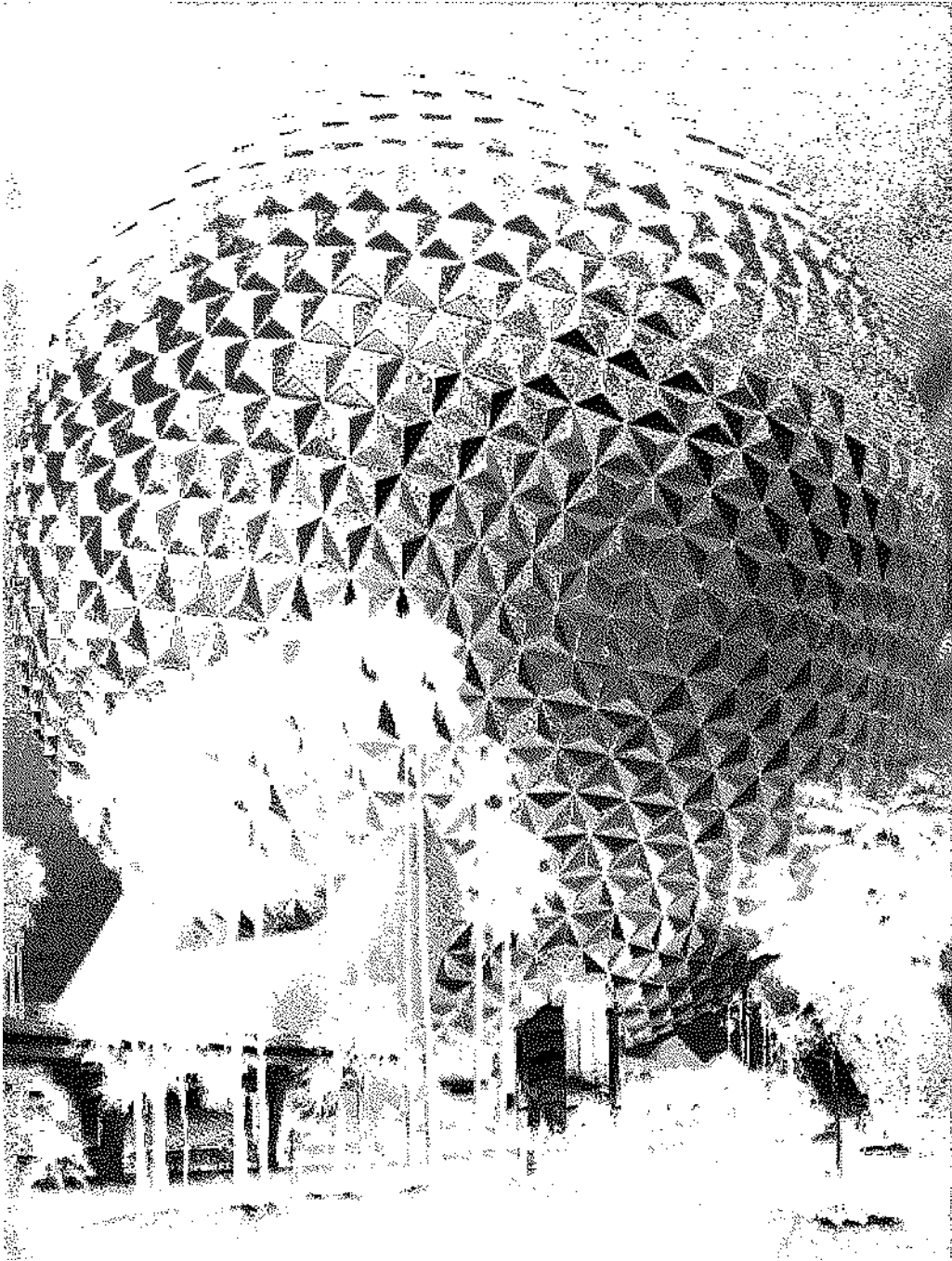


FIGURA 15: El centro de exposiciones Epcot, en Florida, es una cúpula geodésica esférica de 50 m de diámetro.

CAPITULO 7

LA DIVISION DEL TRABAJO: EL COMERCIO Y LA INDUSTRIA

La producción de bienes y servicios

Al discutir la satisfacción de las necesidades humanas básicas, en el capítulo 1, identificamos parte de la gran variedad de actividades, recursos e instrumentos necesarios para ello. Profundizaremos ahora en un aspecto importante de este tema, la producción de objetos materiales, de cosas que se pueden ver, tocar y, muy importante, usar. Aquí tenemos que distinguir bien la diferencia entre la producción de bienes y la producción de servicios por personas que realizan actividades físicas o intelectuales.

A

Para hacer un primer ejercicio de reconocimiento consulten la sección comercial de la guía telefónica (páginas amarillas) o una guía comercial de una ciudad grande. Sobre la base de los rubros allí descriptos hagan dos listas, una de actividades productivas de bienes y otra de servicios.

Una vez que hayan hecho estas dos listas compárenlas con la lista siguiente (muy incompleta) de casi un centenar y medio de actividades comerciales, industriales, profesionales y técnicas, o de los objetos de esas actividades. No presten atención por el momento a los números y comentarios entre paréntesis a continuación de cada ítem.

abogados (11); adornos de madera (4); aduana, despachantes de (11); agrimensores (11); ahumaderos (1); análisis bioquímicos (11 si es un profesional independiente, 6 si es una organización o sanatorio); arquitectos (11); artesanías (11); artículos del hogar (4); artículos regionales (4); aserraderos (3); automotores, alquiler de (4); automotores, reparaciones de (11); automotores, repuestos y accesorios para (4); automotores, venta de (4); bancos (10); bazares (4); bicicletas, alquiler de (4); bicicletas, venta de (4); bijouterie (2); boites (5); bombas hidráulicas (4); bombones y dulces (1); boutiques (2); bungalows (5); cafeterías (1); calzado (2); cambio, casas de (10); camperas (2); carpinterías (4); casas, alquiler temporario de (10); cerámicas (4); cerrajerías (4); cines (5); clínicas (6); clubes (5); computación (4); computadoras (4); comunicaciones (8); confiterías (5); construcción (3); constructores (11); contadores (11); corralones (3); correos privados (8); cosmética (2); cueros, artículos de (4, excepto ropa); chocolates (1); decoraciones (4); dentistas (11); deportes, artículos para (5); distribuidores mayoristas (10); diversiones (5); dulces (1); educación (7); electricidad (4); electrónica (4); escribanos (11); espectáculos (5); estaciones de servicio (4); farmacias (6); ferreterías (4); filmaciones (11); florerías (1); fotografía (4); gas envasado (9); gaseosas (1); gimnasios (5); heladerías (1); herrerías (3); hilados (2); horticultura (1); hospedajes (5); hosterías (5); hoteles (5); imprentas (4); ingenieros (11); inmobiliarias (10); instrumental meteorológico (4); instrumentos de precisión (4); joyerías (2); jugueterías (4); kioscos (1); lanas (2); lavaderos de ropa (2); lavanda, esencias de (2); librerías (4); martilleros públicos (10); médicos (11); mensajerías (8); muebles (4); muñecas (4); ópticas (4); panificación (1); papeleras (4); pastas, fabricas de (1); parrillas (1); peluquerías (2); pizzerías (1); productos de granja (1); puertas (3); productos alimenticios (1); publicidad, agencias de (10); pubs (1); radio, emisoras de (8); radiodifusión (8); regalos (4); relojerías (4); repostería (1); restaurantes (1); ropa (2); rosa mosqueta, aceite de (2); salones de té (1); sanatorios (6); sandwiches (1); sanitarios, reparación de

artefactos (3); seguros, agencias de (10); service de artículos del hogar (4); servicios médicos (6); souvenirs (4); supermercados (1); talabarterías (4); taxis (8); técnicos electrónicos (11); tejidos (2); televisión, emisoras de (8); tintorerías (2); transportes aéreos (8); transportes ferroviarios (8); transportes lacustres (8); transportes terrestres (8); transportes turísticos (5); transportes urbanos (8); turismo, agencias de (5); viandas (1); videos, alquiler de (5); videos, producción de (5); viveros (1); viviendas de tiempo compartido (5); zapaterías (2).

Agrupen ahora las actividades de cada una de las listas que han confeccionado, formando conjuntos que les parezcan significativos. Consulten para ello la sección sobre técnicas de clasificación del capítulo 8.

Comparen ahora la clasificación hecha con la que se da a continuación, que es una modificación de la utilizada para censos económicos.

- 1) Alimentos, bebidas, flores y plantas, cigarrillos.
- 2) Indumentaria (incluyendo adornos personales, perfumes y cosméticos), calzado y peluquería.
- 3) Construcción, aserraderos, herrerías, canteras, materias primas en general.
- 4) Accesorios, repuestos, avíos (incluyendo adornos no personales), papelería, imprentas, libros, juguetes, vajilla, muebles, útiles, herramientas, instrumentos, máquinas y vehículos.
- 5) Hospedaje, servicios turísticos, recreación, deportes, esparcimiento.
- 6) Salud (hospitales, clínicas, sanatorios, laboratorios, farmacias).
- 7) Educación.
- 8) Transporte público y comunicaciones.
- 9) Agua, energía eléctrica, gas.
- 10) Financieras, seguros, inmobiliarias, casas de cambio, distribuidores mayoristas, agencias de publicidad.
- 11) Servicios comunales, sociales y personales (profesionales, técnicos, artesanales, etcétera).

Los rubros de esta clasificación, que son los números entre paréntesis de la lista anterior, son excluyentes: una misma actividad no puede estar en dos rubros diferentes. Por ejemplo, "souvenirs" corresponde generalmente a adornos para la casa, pero no a insumos para su construcción; por ello está puesto en el rubro 4 (avíos, incluyendo adornos no personales).

Cada rubro incluye fabricación, distribución, expendio y venta mayorista y minorista de bienes, insumos y servicios. No se han subclasificado los rubros sobre la

base de estas actividades porque las mismas no son excluyentes: una misma empresa puede hacer al mismo tiempo varias o todas ellas.

Todos los profesionales independientes están clasificados en el rubro 11, independientemente de que su actividad pueda corresponder a otro rubro. Tal es, por ejemplo, el caso de los arquitectos (11) cuya actividad corresponde al rubro construcción (3).

Después de terminar la actividad anterior tendrán una idea más clara de la cantidad de tareas especializadas que la gente hace, tareas de las cuáles depende la existencia de nuestra sociedad. Pero esto no fue siempre así; hagamos pues algo de historia.

Los primeros procesos químicos

El dominio del fuego permitió a los humanos inventar el primer **proceso químico** (transformación de una sustancia compuesta en otra diferente): la cocción de los alimentos. A partir de ese momento dispuso de esa fuente de energía que es el fuego, la cual no pudo ser reemplazada durante muchos miles de años. Notamos aquí que durante siglos los alquimistas trataron en vano de transformar un elemento químico en otro (por ejemplo plomo en oro): sus logros y fracasos fueron el origen de la **Química**.

A

Identifiquen procesos químicos que tienen lugar en la vida diaria. La condición para que un proceso sea químico es que al final del mismo una sustancia se haya transformado en otra. Hacer hielo a partir de agua no es un proceso químico porque el hielo sigue siendo agua, aunque en estado sólido. Una regla casi siempre válida para reconocerlos es que los procesos químicos requieren o producen cambios de temperatura, generalmente aumento. Son ejemplos de esto la cocción de los alimentos, el "apagado" de la cal viva, la combustión del kerosene y el endurecimiento de las resinas epoxi. Hagan una lista de probables procesos químicos y consulten luego con sus docentes.

Las primeras industrias

La primera industria de la que tenemos información, a través de los arqueólogos, fue la fabricación de armas y útiles. Puntas de flecha, raspadores para los cueros de animales, cuchillos, mazas, etc. fueron hechos con materiales y con técnicas que fueron mejorando a lo largo del tiempo. Estos materiales y técnicas han dado su nombre a los períodos de desarrollo humano anteriores a los primeros registros escritos: paleolítico (herramientas de piedra tallada), neolítico (herramientas de piedra pulida), edad del bronce y edad del hierro.

Los recipientes cerámicos

Durante el neolítico se inventa la técnica de fabricación de cerámicas, mediante la cocción de arcillas apropiadas, primero a cielo abierto y luego en hornos especiales. Hacia el año 3000 A.C. ya existía el torno de alfarero, que permitió la fabricación rápida de las piezas. Es importante notar que la fabricación en cantidad de recipientes impermeables era necesaria para el almacenamiento de agua y de otros productos de la actividad agropecuaria (iniciada a comienzos del neolítico) tales como aceite, vino y leche. Poco tiempo después, en la India, se inventa la loza, material cerámico recubierto de un esmalte blanco de óxido de zinc.



Busquen información sobre las aplicaciones, ventajas y desventajas, materiales y métodos de fabricación de las cerámicas, lozas, porcelanas y vidrios. La industria espacial desarrolló y utiliza nuevos materiales cerámicos debido a su especial resistencia al calor.

El uso de los metales

Las armas y herramientas de piedra tienen el defecto de ser frágiles y de rápido desgaste. Los primeros metales encontrados en estado natural, cobre, plata, oro, eran demasiado blandos para este uso, por lo que se usaban más bien para hacer adornos u objetos para el culto religioso.



Analicen las dos propiedades de los metales que los hacen especialmente aptos para la construcción de utensilios: la ductilidad y la maleabilidad.

Hacia el año 3000 A.C. los sumerios descubren la técnica de fabricación del bronce, mediante el agregado al cobre de aproximadamente un 10% de estaño. La dureza del bronce podía controlarse con gran precisión variando la proporción de estaño, lo que lo hizo especialmente apto para la fabricación de armas y herramientas. La fabricación artificial de esta aleación, muy escasa en la naturaleza, requería la fusión de los metales a temperaturas del orden de 900 °C, es decir, de la existencia previa de hornos especiales capaces de alcanzar estas temperaturas, los hornos de cocción de cerámicas. Se inicia así la **metalurgia**.

Tenemos aquí un claro ejemplo del encadenamiento de logros técnicos: el dominio del fuego (utilizado para calentarse y para cocinar alimentos) permitió el procesamiento de las cerámicas; los hornos (inventados para cocinar mejor las cerámicas) permitieron la fabricación de aleaciones metálicas; las herramientas fabricadas con estas nuevas aleaciones permitieron ...; y así sucesivamente. El progreso técnico genera y permite nuevo progreso técnico, con un efecto multiplicador en el cual la rapidez de creación de técnicas es proporcional a la cantidad preexistente. Desde el punto de vista matemático, una función que tiene esta propiedad es una

función exponencial (consúltenlo con su profesor de Matemática, recordándole la ecuación diferencial $dy/dt = k \cdot y$).

La minería

El hierro no existe en la naturaleza en estado puro, salvo el caso muy raro de meteoritos de este material. A esto se debe que la generalización de su uso sea relativamente tardía. Si bien los pueblos de la India ya utilizaban el hierro meteorítico para forjar herramientas unos 2300 años antes de Cristo, es a partir del siglo 16 A.C. que comienza la minería y metalurgia del hierro en la India y la meseta de Anatolia (hititas). Para ello fue necesario primero identificar y luego fundir el rojo mineral de hierro (que no se parece en nada al hierro metálico) en hornos donde se produce un proceso de transformación química.

A

Si hay alguna mina cerca del lugar en donde viven, éste es el momento apropiado para visitarla, conocer los minerales que de allí se extraen e identificar las sustancias que contienen.

El hierro y el acero, metales imprescindibles

El hierro de fundición puede ser trabajado en caliente dándole formas complicadas, imposibles de alcanzar con el bronce, que no tiene esta propiedad. Su uso produjo una verdadera revolución en la fabricación de armas, herramientas y utensilios de todo tipo. Esta utilidad se multiplicó con el descubrimiento del acero, hecho por los chinos y egipcios (estos últimos alrededor del siglo XV A.C.). El acero es una aleación de hierro y carbono que tiene mayor dureza y resistencia que el hierro puro.

Hasta nuestros días el hierro sigue siendo un material insustituible, y existen centenares de compuestos y aleaciones aptos para diferentes usos (hojalata, chapa cincada, acero inoxidable, alambre galvanizado, acero rápido, imanes, etc.). Revisen asimismo lo dicho en el capítulo 6 sobre el uso del hierro en la industria de la construcción. La industria siderúrgica se considera uno de los cimientos del desarrollo económico de cualquier país.

A

Seguramente hay una herrería en la localidad. Organicen una visita en grupo para conocer las técnicas con que se trabaja el hierro. Descubrirán muchos procesos interesantes, tales como el forjado, el templado, la soldadura eléctrica y autógena. También encontrarán herramientas y máquinas como las cizallas, plegadoras, amoladoras, taladros y tornos.

De todas las aleaciones del hierro la más usada es el acero. Sin el acero no podría

fabricarse ni una lata de conserva ni una bicicleta, por no hablar de los automóviles, aviones, barcos, locomotoras y máquinas herramientas que sirven para fabricar toda clase de dispositivos. En este sentido podemos decir que vivimos en la Edad del Acero. Sólo en fecha muy reciente ha comenzado a ser desplazado por otros materiales, los plásticos.

Si bien el acero era conocido desde épocas muy antiguas, su uso estuvo limitado por su alto costo de fabricación. La Edad del Acero comenzó en 1855 cuando el inventor inglés Henry Bessemer inventó el convertidor que lleva su nombre. A partir de ese momento el precio del acero se dividió por 16, más barato que el hierro forjado, gracias a lo cual se produjo la gran generalización de su uso.

Los tejidos

No hay certeza sobre la época en que se inventaron los tejidos hechos con fibras animales o vegetales; se sabe sin embargo que el arte de tejer el lino ya estaba bien desarrollada en Egipto y Sumer antes del siglo XXVI A.C.

Es poco probable que los tejidos hayan sido un descubrimiento casual. Podemos imaginar, por ejemplo, que el vidrio fue descubierto cuando una fogata avivada por el viento fundió la arena sobre la que estaba asentada. Podemos pensar, también, que el descubrimiento de la cerámica se produjo cuando un canasto de mimbre recubierto de arcilla fue colocado accidentalmente sobre el fuego. En la mayoría de los casos es posible atribuir el descubrimiento a una buena capacidad de observación y algo de experimentación. Cuesta, sin embargo, comprender cómo se llegó a la técnica de entrecruzado regular de hilos, trama y urdimbre, que es la base de cualquier tejido. Es más lógico pensar que se trató de un deliberado e ingenioso invento.

¿Se han puesto alguna vez a analizar la trama de una tela? ¿Y la de una media de nylon? Estúdienlas con cuidado y encontrarán pequeñas pero importantes diferencias en la manera de entrecruzamiento de los hilos, diferencias que se reflejan tanto en el aspecto del anverso y reverso de la tela, como en su capacidad de estiramiento en diferentes direcciones. Describan la trama y las propiedades de diferentes tejidos.

La primera máquina de tejer: el telar

Durante el siglo XV A.C. los egipcios ya utilizaban la versión sencilla de la máquina de tejer: el telar manual. Este telar tenía todos los componentes básicos: los lizos que permiten separar, uno de por medio, los hilos de la urdimbre; la lanzadera que transporta el hilo de la trama; el peine que aprieta la trama; el plegador que enrolla la tela tejida. La mayoría de los sucesivos agregados hechos posteriormente al telar tuvieron por objeto simplificar y aliviar la tarea del tejedor, o

permitir variaciones de la forma de entrecruzamiento de los hilos. Pero los componentes básicos encontrados en el telar egipcio subsisten todavía en los telares mecánicos de nuestros días.

La división del trabajo

Durante la mayor parte de su historia los animales de la especie humana tuvieron que dedicar la totalidad de su tiempo a cubrir sus necesidades básicas, y nada más que esas necesidades básicas. El tiempo libre no existía, era un lujo que se pagaba casi seguramente con la vida. Todos los miembros de la tribu tenían que esforzarse al límite de su capacidad física: los más grandes y fuertes (los machos de la especie) tenían que cazar y hacer las tareas que requerían mayor esfuerzo de los músculos largos. Los más pequeños o débiles (los cachorros y las hembras) se dedicaban a las tareas que requerían menos fuerza y más coordinación, las gobernadas por los músculos cortos: el hilado de telas, curtido de cueros, fabricación de cestas y cacharros, etc.

La revolución agropecuaria cambió radicalmente esta forma de vida. Los cultivos y la domesticación de animales permitieron cubrir con esfuerzo razonable las necesidades de alimentación de la tribu, incluida la acumulación de reservas para emergencias de cualquier tipo. Los animales de carga y de tiro liberaron también a los humanos de las tareas físicas más duras.

A partir de ese momento los humanos pudieron ampliar la cantidad y el tipo de sus actividades. Se generaron además los primeros asentamientos estables en poblaciones que llegaron a ser grandes ciudades. La mayor capacidad de trabajo permitió una mejor especialización, mientras que el naciente comercio (que inicialmente era un simple intercambio o trueque de mercaderías) fue un estímulo a esta especialización.

La importancia de los trabajadores especializados independientes, los artesanos, cuya culminación fueron los gremios existentes al final de la Edad Media, no declinó hasta la aparición de las primeras fábricas en la Inglaterra del siglo XVII.

El comercio, motor de la técnica

Los fenicios, establecidos sobre la costa norafricana, fueron los primeros europeos en comerciar en gran escala. Fueron los primeros grandes navegantes (usaban sus barcos para comerciar) y se destacaron también como artesanos, especialmente en la elaboración de objetos de metal, vidrio y tejidos. Los fenicios todavía usaban el sistema de trueque. Fueron los griegos, cuya economía estaba íntegramente basada en el comercio, los que difundieron el uso de las monedas metálicas que habían sido inventadas por los lidios (pueblo del Asia Menor) en el siglo VII A.C. El primer papel moneda fue usado por los chinos en el siglo VI.

La actividad industrial y el comercio de los productos industriales fue durante muchos siglos el motor principal de los desarrollos técnicos. Entre los más tempranos de estos desarrollos se cuentan los molinos de viento y agua, los caminos y puentes, los barcos. Lamentablemente, también lo fue la guerra, cuyo objetivo era en la mayoría de los casos la apropiación por la fuerza de los productos y capacidad productiva de otros pueblos (bienes y mano de obra esclava).

Es interesante leer lo que dice Erich Kahler en su "Historia Universal del Hombre"¹¹ sobre las primeras épocas del comercio:

"El comercio griego era limitado y carecía de importancia si se compara con el del Imperio Romano. La unificación y organización de zonas cada vez mayores bajo el dominio romano, la fundación de ciudades, construcción de carreteras, acumulación de riquezas y la demanda creciente de lujos en la metrópoli, eran incentivos formidables para el comercio. Este, en contraste con el griego, era casi exclusivamente de importación. Y como ya no era trueque, sino que se manejaba dinero, podía por primera vez explotar en toda su integridad las ventajas y ganancias del tráfico con pueblos que se hallaban en un nivel inferior de civilización"¹². Esta clase de comercio colonial, o en gran parte colonial, fue más tarde la fuente de riqueza de los ingleses, franceses, belgas y holandeses. El resultado de ello fue un enorme aumento de la riqueza en Roma y el desarrollo de muchas y variadas actividades y profesiones económicas. Surgieron nuevas oportunidades para los cambistas y traficantes en dinero, a los que al principio se llamó con el nombre griego «trapezites» y más tarde «mensarii», por la mesa («trapeza», «mensa») en que se realizaban esas operaciones. Esta mesa se convirtió más tarde en un «banco», que es el origen de nuestros bancos y banqueros modernos. Hubo un gran progreso en el negocio del crédito y de los depósitos, en las transferencias de pagos, en la navegación, la manufactura y otros aspectos de la vida comercial."

El origen de la riqueza de las naciones

Desde los comienzos de la historia ninguna nación organizada ha descuidado la actividad industrial y comercial, la que se ha ido extendiendo hasta cubrir toda la superficie del planeta. Estas actividades están frecuentemente basadas en el conocimiento científico y las herramientas técnicas, y en las habilidades de las personas que utilizan ambas herramientas para producir y comercializar productos y servicios. Este hecho fue ya comprendido en los mismos comienzos de la Revolución Industrial, proceso que lamentablemente no tenemos espacio para discutir aquí.

Una muestra de esta comprensión es el siguiente fragmento del libro "Investigación de la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones"¹³, escrito por el escocés Adam Smith a fines del tercer cuarto del siglo XVIII, justamente en los albores de la Revolución Industrial. Este libro es considerado como el comienzo de una nueva disciplina, la Economía Política. Smith afirma:

"El trabajo anual de cada nación es el fondo que la surte originalmente de todas aquellas cosas necesarias y útiles para la vida que se consumen anualmente en ella, y que consisten

¹¹ Fondo de Cultura Económica, México, 1960.

¹² En éste, como en muchos trabajos, civilización se toma casi como sinónimo de desarrollo técnico.

¹³ Hyspamérica, Buenos Aires, 1983.

siempre o en el producto inmediato de aquel trabajo, o en lo que con aquel producto se adquiere de las demás naciones.

Según, pues, la proporción que este producto (o lo que con él se adquiere) guarde con el número de los que han de consumirlo, la nación estará más o menos abastecida de las cosas necesarias y útiles para su uso o su necesidad.

Pero esta proporción no puede menos que regularse en todo país por dos distintas circunstancias. La primera es la pericia, destreza y juicio con que se aplique generalmente su trabajo; la segunda es la proporción que se guarde entre el número de los que se emplean en el trabajo útil y el de los que no están útilmente empleados. Sea cual fuere el suelo, el clima o la extensión de territorio de cualquier nación, la abundancia o la escasez de su surtido o abastecimiento anual no puede menos que depender de las dos circunstancias antedichas.

Y más parece depender esta abundancia o escasez de la primera que de la segunda. Entre las naciones salvajes de cazadores o de pescadores todo el que se halla hábil para trabajar se dedica más o menos a alguna labor o trabajo útil, y procura en cuanto está de su parte proveerse de las cosas necesarias y útiles, extendiendo también sus miras a aquellos que en su familia o son demasiado tiernos de edad, o demasiado ancianos, o bien están enfermos, o por cualquiera otra causa inhabilitados para salir de caza, o para ocuparse en la pesca. Pero estas naciones se hallan, a pesar de esto, en tal extremo de pobreza que, por falta de lo necesario, su ignorancia y su barbarie suele reducir las frecuentemente a la miserable fatalidad de destruir directamente a sus propios hijos, a sus ancianos, a los enfermos de prolijas dolencias, o de abandonarles al terrible desconsuelo de perecer de hambre o de ser devorados por las fieras. En las naciones civilizadas y laboriosas sucede todo lo contrario; aunque haya un gran número de individuos que no trabajen absolutamente, consumiendo acaso diez veces o ciento más que aquella mayor parte de los que trabajan, el producto entero del trabajo común de la sociedad toda es tan superabundante y fecundo que basta para proveer con profusión a toda la comunidad. Y en ellas un trabajador, por pobre que sea y de la clase social más abatida, como sea frugal e industrioso puede gozar de mayor cantidad de provisiones necesarias y útiles para la vida que la que, en su situación, es capaz de adquirir un salvaje de aquellas naciones incultas."

A

Debatan en clase, con su profesor y compañeros, el contenido del texto anterior.

CAPITULO 8

LA COMPRESION DEL MUNDO

Las ciencias y nuestra idea del mundo

¿Alguna vez visitaron una ciudad desconocida? Al comienzo todo es extraño. No se sabe dónde encontrar las cosas más comunes, ni siquiera cómo volver al alojamiento. Hasta algunas costumbres o servicios son a veces totalmente desconocidos. En una palabra, uno se siente "como sapo de otro pozo".

Algo parecido nos pasa cuando llegamos al mundo. Poco a poco vamos familiarizándonos con las personas y las cosas que nos rodean. Vamos también "haciéndonos" ideas respecto de las cosas y sus relaciones con nosotros. Les contaré a este respecto algo que me sucedió con uno de mis hijos.

Un día estaba yo leyendo un libro de un destacado biólogo y psicólogo, Jean Piaget, sobre la manera como los chicos de diferentes edades "ven" el mundo. Allí contaba que entre los 5 y 8 años de edad muchos chicos creen que el sol los sigue cuando caminan o van en auto. Me pareció tan extraño que decidí hacer la prueba con mi hijo mayor, que estaba, más o menos, en esa edad. Le pregunté entonces "¿Vos creés que cuando vas caminando el sol te sigue?", de lo cual me arrepentí enseguida porque, con muy mala técnica de investigación, le había sugerido la respuesta. Para mi alivio, y sorpresa, me contestó muy seguro: "Y la luna también".

La idea (egocéntrica) de que somos el centro, lo más importante del mundo, ha sido y sigue siendo muy difícil de eliminar. Por lo menos en dos ocasiones los hechos científicos chocaron frontalmente con esta idea y provocaron acalorados debates en la sociedad de la época.

La primera vez fue cuando en el siglo XVII Galileo revivió, con argumentos bien fundamentados, el antiguo modelo griego del sistema solar. La negación del modelo de Ptolomeo (siglo II de nuestra era), que colocaba a la Tierra en el centro del universo, produjo acaloradas polémicas en las que intervino la Inquisición obligando a Galileo a retractarse. Galileo hizo además importantes aportes que condujeron el nacimiento de la **Física**.

La segunda vez fue cuando, a mediados del siglo XIX, Carlos Darwin formuló su teoría de la evolución de las especies. En ella se fundamentaba, con rica y variada información, la idea de que las plantas y animales, entre ellos el hombre, habían ido transformándose a lo largo de millones de años, de manera de adaptarse mejor a su ambiente y a la competencia por los recursos naturales. Una consecuencia de esto era considerar al hombre, desde el punto de vista biológico, como el último eslabón de una larga cadena de seres vivientes anteriores.

La teoría de la evolución no dice que el hombre desciende del mono. Dice, por el contrario, que el hombre y el mono, y para el caso también la babosa, tienen antepasados comunes. Lo que sucede es que entre todos los animales actuales los monos, en particular los chimpancés, son los

más cercanos a nosotros.

La teoría de la evolución ha sido corroborada por caminos tan diversos como el estudio comparado de restos fósiles (**Paleontología**) y de la composición química de las células (**Biología Molecular**).

Los conocimientos aportados por las ciencias determinan la visión que tenemos del mundo y condicionan la manera como nos insertamos y actuamos en él. Una de las más importantes maneras científicas de operar sobre el mundo es a través de las técnicas. Pero:

¿Cuáles son los rasgos especiales que diferencian al conocimiento científico de otros tipos de conocimiento, como el místico?

¿De qué manera se obtiene el conocimiento científico?.

Estos son los temas que nos ocuparán en todo lo que resta de este capítulo.

El conocimiento científico

No cualquier tipo de conocimiento tiene carácter científico. Se requiere para ello el cumplimiento de varias condiciones por su contenido y por el método con que se obtienen y usan esos conocimientos. Esas condiciones definen el llamado **método científico**.

Los principios básicos del método científico son aplicables también a la vida cotidiana y pueden ayudarlos a comprender mejor el mundo que los rodea, resolver más fácilmente problemas y conseguir más eficazmente objetivos que se hayan propuesto.

Para poder entender el método científico es necesario que lo apliquen, que lo vivan en carne propia. Para eso tienen que cumplir una serie de etapas que les iré describiendo detalladamente a continuación.

El método científico: las hipótesis y su verificación

Las ideas que tenemos sobre las personas y las cosas van cambiando con el tiempo, sobre la base de la experiencia y de las ideas que otras personas tienen o tuvieron sobre el tema. Esas ideas, que algunas veces mantenemos hasta la muerte, no siempre son correctas y forman una especie de mapa del mundo. El problema es que actuamos, nos movemos, sobre la base de este mapa. Si nuestro mapa es incorrecto, iremos al lugar equivocado; si nuestras ideas son erróneas, actuaremos en forma equivocada.

Las ideas que las personas tenemos sobre el mundo provienen generalmente de la tradición, del medio en que nos criamos y donde nos movemos. Proviene de la autoridad o del afecto. La ciencia procede de otra manera. Las ideas que maneja son provisionales, son **hipótesis**

que deben confirmarse o desecharse sobre la base de métodos racionales bien establecidos entre los científicos. La diferencia fundamental entre una afirmación científica y una creencia es que la afirmación científica puede ser sometida a prueba, puede ser confirmada o rechazada (refutada) por argumentos lógicos o procedimientos repetibles por otros, mientras que la creencia no.

El método práctico: verificación de afirmaciones

Para aplicar esta parte del método científico a la vida diaria tenemos que encontrar, de común acuerdo, una manera de verificar racionalmente si una afirmación es verdadera o falsa.

Supongamos, por ejemplo, que Pepe dice que el mejor arquero es A, mientras que yo afirmo que es Z. Tenemos entonces que encontrar una manera de someter a prueba ambas afirmaciones. Para eso el primer paso es ponernos de acuerdo sobre el significado de "el mejor arquero". Yo digo que un arquero es mejor que otro (y digo también que es una relación comparativa) si le han marcado menos goles que al otro. Pepe dice que está de acuerdo, pero que no valen lo mismo los goles marcados en situaciones difíciles, como los penales, que los otros. Acordamos entonces una escala de puntaje para estos goles. Vamos entonces a los datos sobre los últimos 20 partidos jugados por A y por Z y verificamos quién de los dos es mejor, sin pelearnos.

Juan piensa, en cambio, que Q es el mejor arquero. Cuando le propongo el mismo método de verificación me contesta: "No me importa a quién le hicieron menos goles. Yo «sé» que Q es el mejor arquero". Juan tiene una creencia y no le interesa si es verdadera o falsa, porque le gusta tenerla y no está dispuesto a perderla. En esto Juan es emotivo, no racional. La ciencia debe ser racional.

El método científico: los métodos de clasificación

Las ciencias buscan criterios, reglas, leyes de aplicación general a un conjunto suficientemente amplio de situaciones. Así, un físico no está interesado en la trayectoria que sigue la bolita jaspeada que tiró Miguel ayer, sino en la que siguen todas las bolitas del mismo tamaño y peso.

Por lo dicho, una parte importante del método científico es poder agrupar adecuadamente cosas, es decir, clasificarlas en conjuntos a los cuáles pueden aplicarse reglas comunes. Clasificar es agrupar cosas que tienen por lo menos una propiedad común. Desde el punto de vista científico o técnico la clasificación es imprescindible tanto para la identificación de las cosas como para la asignación de leyes de comportamiento. Así, cuando decimos que los humanos y las ballenas somos mamíferos, estamos diciendo que compartimos con esos simpáticos animalitos, entre otras cosas, un sistema de alimentación de nuestras crías. Cuando hablamos de cuerpos elásticos estamos caracterizando su comportamiento ante la compresión o flexión,

independientemente de los colores o el peso.

El método práctico: guardando cosas

Desde el punto de vista de la vida diaria, la ubicación o almacenamiento de las cosas, y por lo tanto la posibilidad de encontrarlas cuando se las busca, depende fuertemente de la manera como se clasifiquen. Esto es especialmente importante cuando la búsqueda de una cosa tiene que hacerla una persona diferente de quien la guardó, como sucede en cualquier institución. Me será muy difícil encontrar el sacapuntas si alguien lo guardó en la cocina junto al sacacorchos, porque los dos sirven para sacar algo.

Veamos, para fijar ideas, algunos ejemplos de clasificación. Consideramos para ello tres cosas con algunos de sus posibles propiedades.

agua: sustancia química, natural, líquida, nutritiva.

benceno: sustancia química, solvente de grasas, tóxica.

pan: producto nutritivo, elaborado con harina, horneado.

"agua" y "benceno" pertenecen al conjunto de las "sustancias químicas" (puras), conjunto que tiene atributos difíciles de listar en lenguaje comprensible al hombre común.

"agua" y "pan" son "nutritivos", propiedad común al conjunto de los "alimentos".

Se ve así que la clasificación del agua como sustancia química o como alimento depende de la elección de una propiedad como preferida a otra. Se podrían agregar más propiedades, cada una de las cuáles podría determinar maneras diferentes de agrupación.

Criterios de clasificación

Preferir una propiedad a las demás es un juicio de valor que depende de la persona que hace la elección y también del momento en que la hace. A lo sumo pueden establecerse criterios institucionales si se invierte tiempo y esfuerzo suficiente. Es posible, sin embargo, discutir algunos criterios generales de clasificación. Analizaré aquí tres que me parecen de especial importancia: el científico, el funcional y el pragmático.

El criterio científico de clasificación considera propiedades esenciales, propiedades que son permanentes y no varían ni según el ambiente en que se encuentre la cosa, ni según su relación con otras cosas. "Sustancia química" y "líquido" (a temperatura ambiente y presión atmosférica normal) son propiedades esenciales.

El criterio funcional de clasificación considera las relaciones de la cosa con las personas o con otras cosas en su uso o función normal: "nutritivo" es una relación funcional de la cosa con los seres humanos que la comen.

El criterio pragmático de clasificación no elige una escala fija de prioridades, sino que la varía según las circunstancias. Así, si en una fábrica el benceno es en un momento determinado escaso y hay que racionar su uso, con este criterio pasará a ser clasificado como "sustancia de provisión racionada" y consecuentemente almacenado bajo llave. Cuando se restablezca la provisión puede volver al estante de "solventes" del pañol. Si el dueño de la fábrica se lleva un frasquito a su casa, como quitamanchas puede ir a parar al botiquín del baño, junto con otros "elementos de tocador".

Ventajas y desventajas de los criterios de clasificación

Cada uno de estos criterios tiene sus ventajas y desventajas. Para discutir las tendremos en cuenta tres factores diferentes:

- La **objetividad o subjetividad**, como medida del grado de acuerdo que puede haber entre diferentes personas que hagan independientemente la clasificación. Los criterios objetivos son los que logran el máximo acuerdo y los subjetivos el mínimo.

- La estabilidad, como medida de la permanencia del criterio en el tiempo.

- La practicidad, como medida de la utilidad del criterio para los fines humanos corrientes no especializados.

CRITERIO	VENTAJAS	DESVENTAJAS
Científico	objetivo, estable	impráctico
Funcional	estable, práctico	subjetivo
Pragmático	práctico	subjetivo, inestable

Para aplicar las ideas que acabamos de discutir, harán un relevamiento y clasificación de las técnicas que se usan en las actividades productivas. Las consignas para la tarea serán explicadas por los docentes.

El método científico según los libros de texto

La siguiente es una novelización personal del descubrimiento de la Ley de Gravitación Universal por Isaac Newton.

"Estaba Isaac dormitando una tarde bajo un manzano, cuando fue bruscamente despertado por el golpe de una manzana en su cabeza. Lo primero que vió al abrir sus ojos fue la luna brillan-

do entre el follaje. ¡Suerte que la luna no puede caer como una manzana!, se dijo Isaac a sí mismo mientras se ponía de pie. ¿O tal vez la luna sí estaba cayendo sobre la Tierra, aunque sin alcanzarla nunca? Corrió entonces a su estudio y se puso febrilmente a hacer cuentas para verificar su idea. La tarea le llevó muchos meses, pero finalmente Isaac quedó firmemente persuadido, y desarrolló los argumentos para convencer también a los científicos de la Royal Society, que la misma fuerza que explicaba la caída de un cuerpo en la superficie terrestre podía explicar los movimientos de los planetas en sus órbitas."

Aunque su parte inicial es seguramente falsa, el relato ilustra dos importantes aspectos del descubrimiento científico: la introducción de una nueva relación entre hechos antes desconectados y la necesidad de la fundamentación rigurosa y detallada de la relación. Isaac Newton no hizo experimentos para verificar su idea, hizo cálculos. Partió de una fórmula para la fuerza de atracción entre dos masas y a partir de ella, utilizando métodos de cálculo que él mismo había desarrollado (el cálculo infinitesimal o diferencial), demostró que podían obtenerse todas las propiedades conocidas de las órbitas planetarias. Isaac Newton tuvo una inspiración y se planteó una meta: demostrar que su fórmula de atracción de masas (la Ley de Gravitación Universal) podía explicar simultáneamente la caída de una manzana y el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra.

El método científico, como se formula habitualmente en los libros de texto, tiene las siguientes etapas:

OBSERVA → FORMULA HIPÓTESIS → VERIFICA/EXPERIMENTA →

Aunque en la actividad real del científico las etapas no se dan necesariamente en este orden, es una buena receta para la realización de ciertas actividades. Requiere sin embargo el cierre del círculo, ya que lo normal es que sea necesario reformular muchas veces las hipótesis y volver a verificar su razonabilidad, observando continuamente lo que sucede. Por eso la flecha final significa volver a empezar.

El método práctico: trabajo por objetivos

Veamos ahora cuál es el equivalente práctico del método anterior. Para ello cada uno de ustedes debe realizar el siguiente trabajo individual.

A

1) Elegí una meta, algo que hace mucho tiempo que querés conseguir, que sabés que es posible, pero que todavía no has logrado alcanzar. Esa meta tiene que depender exclusivamente de vos y de medios que tenés, o con habilidad podés tener, a tu alcance. La meta tiene que ser bien clara y una vez elegida no debe ser cambiada, por eso es necesario que lo pienses bien antes de decidirte. Escribíla bien grande en el encabezamiento de una hoja; así:

META: QUIERO LOGRAR ...

2) Hacé una lista de todos los medios de que disponés para alcanzar la meta y de todos los obstáculos que pueden interponerse. El primero y principal de los medios es tu persona: tu trabajo, tu inteligencia, tu constancia, tu simpatía, tu capacidad de persuasión, tu habilidad, tu capacidad de aprendizaje, tu creatividad,... El segundo son las personas que pueden ayudarte: tus familiares, tus amigos, tus posibles aliados. El tercero son las cosas que podés usar para la tarea: las herramientas e instrumentos. Los obstáculos son las personas o las cosas (o la falta de ellas) que se oponen al logro de tu meta. Fijáte que estos elementos siempre están presentes en cualquier historieta, película o libro (el héroe, los ayudantes del héroe, los malvados, la varita mágica, las armas, los vehículos, etc.). Identificálos en alguna historia que te interese especialmente.

3) Reuní toda la información posible sobre tu meta y, si podés, sobre la manera como otras personas triunfaron o fracasaron en alcanzar metas idénticas o parecidas. Esta es la etapa de "observación" del método científico. Juntá toda esta información, ordenadamente, agregándole tus comentarios: si es aplicable a tu caso o no, qué errores evitables se cometieron, qué imprevistos surgieron, etc.

4) Analizá ahora si tu meta se puede lograr en etapas, mediante el cumplimiento de objetivos parciales. Esta es, en el método científico, la etapa de formulación de hipótesis y del consiguiente diseño del experimento . Supongamos que tu meta es tener una bicicleta y que tus padres no te la pueden comprar; una manera de acercarte a tu meta sería conseguir un trabajo fuera de las horas de colegio y ahorrar el sueldo para comprarla. Entre el objetivo parcial y la meta tiene que haber una relación causal (de causa a efecto): "Si trabajo (causa) gano dinero (efecto); si ahorro ese dinero (causa) entonces puedo comprar la bicicleta (efecto)". Pueden haber varios objetivos escalonados, como las etapas de un viaje. Lo importante es estar seguro que esas son las etapas correctas. Escribí los objetivos en el orden en que se tienen que alcanzar, donde las flechas indican la relación causal:

OBJETIVO 1 → OBJETIVO 2 →... → META
trabajo -> ahorro -> bicicleta

5) Ahora tenés que poner manos a la obra. Es la etapa de la experimentación propiamente dicha. Hacé lo necesario para ir cumpliendo cada uno de los objetivos parciales en el orden en que los estableciste. Este es el momento crucial en que empezarán a aparecer los problemas, los imprevistos, los resultados no deseados. Considerar que estás haciendo un experimento ayudará a que tu amor propio no te haga suspender la tarea. Raramente un experimento científico tiene éxito en el primer intento: Edison tuvo que quemar miles de lamparitas eléctricas antes de lograr un filamento adecuado.

6) Los errores son inevitables. Por ello la reformulación es una parte esencial del método científico. Para eso hay que analizar cuidadosamente qué anduvo mal, y sobre todo por qué anduvo mal. El porqué se debe en la mayoría de los casos a dos razones: 1) Olvidaste algún factor importante; 2) Analizaste mal la relación causal (las hipótesis). En cualquier caso tenés que replantear las etapas de obtención de la meta, desde la 2) en adelante.

De manera sintética podemos describir las etapas de búsqueda de la meta como el siguiente proceso circular:

INFORMACION -> FORMULACION DE ESTRATEGIAS -> ACCION -> EVALUACION -> NUEVA INFORMACION -> REFORMULACION -> ACCION -> EVALUACION -> Y ASI SUCESIVAMENTE.

Otros ingredientes del método científico

Para ser precisos debemos aclarar que el método científico no necesariamente incluye la experimentación. Es imposible repetir con experimentos la historia geológica de la Tierra, la evolución de las especies o la toxicidad de un veneno para las personas.

Además, el método científico contiene dos ingredientes fundamentales que están necesariamente ausentes en el ejemplo dado:

- La convalidación por parte de los demás científicos mediante la repetición de la experiencia;
- El carácter sistemático, es decir, el uso de la máxima cantidad de relaciones causales verificadas en experiencias o cálculos anteriores y aplicables a un conjunto de cosas agrupadas sobre las base de un sistema bien definido de clasificación.

CAPITULO 9

TERMINOLOGIA Y REDACCION CIENTIFICA Y TECNICA

La terminología científica y técnica

En la vida diaria no nos preocupamos demasiado por utilizar la palabra precisa, la más apropiada para designar algo. Así, llamamos "robo" al "hurto", a pesar de que en los tribunales se aplica la primera denominación sólo cuando hay violencia, mientras que vale la segunda sólo cuando no la hay. La precisión en el lenguaje es indispensable en la práctica de la ciencia y la técnica, donde es importante que la comunicación sea lo más perfecta posible y que los mensajes no den lugar a más de una interpretación, es decir que no sean ambiguos.

Hay que notar que ya en el lenguaje cotidiano tenemos problemas de **ambigüedad**. La palabra "sector" puede designar un concepto geométrico o uno sociológico, según la manera como se lo use. Es bastante evidente a qué nos referimos cuando decimos "el sector circular sombreado", o "el sector social más afectado por la crisis económica". No es tan evidente en el caso de la frase "que cada uno se ubique en el sector que le corresponde" a menos que expliquemos las circunstancias en las cuáles se dijo. Este es el problema de las acepciones, los diferentes significados que una misma palabra tiene según su contexto.

Cada ciencia o **disciplina técnica** tiene un conjunto de conceptos importantes cuya definición se fija con la máxima precisión posible. Muchas veces las palabras que designan estos conceptos son palabras comunes, de la vida diaria, pero que se utilizan de manera mucho más precisa. Este es el caso de "robo" y "hurto", conceptos que los técnicos en leyes (jueces, abogados, escribanos, procuradores, etc.) diferencian cuidadosamente, ya que las penas que aplica la ley son muy diferentes en cada caso. En **Informática**, disciplina que trata sobre el procesamiento de información por medios artificiales (y no solamente por computadoras, como creen muchos), hay que diferenciar cuidadosamente entre el número "29" y la fecha "29", ya que son tipos de datos muy diferentes; así en el primer caso $29+5=34$, mientras que en el segundo caso el resultado podría ser $29+5=3$, ya que depende del mes correspondiente: día-29-de-octubre-+5-días=-día-3-de-noviembre. Estas diferenciaciones no se encuentran en los diccionarios comunes sino en los libros especializados.

Las definiciones

Un buena definición debe cumplir simultáneamente dos condiciones simples de enunciar, pero difíciles de cumplir: debe ser precisa y clara tanto para ustedes como para el docente. Cuando la definición no cumple ambas condiciones, no sirve.

Si el docente les da una definición que no comprenden, repetirla como loro no les servirá, ya que la olvidarán muy pronto. No acepten definiciones que no entiendan; traten de reformularlas entre todos.

Si la definición es buena y clara solamente para uno de ustedes, pero no para el resto, el que la hizo está olvidando la función principal que tienen las palabras, la comunicación, y probablemente la definición será imprecisa.

El juego de la preguntas y respuestas

Antes de pasar a discutir en detalle cómo hacer las definiciones, aclararemos algunas ideas jugando una variante del juego de Preguntas y Respuestas:



- El objetivo del juego es que el preguntón (puede haber más de uno) averigüe la palabra (sustantivo) elegida en su ausencia por el resto del grupo.

- El preguntón sólo puede hacer preguntas del tipo "¿Es un/una-...? o ¿Sirve para ...? ¿Hace ...? ¿Tiene ...?. Cualquiera de los restantes integrantes del grupo sólo puede responder Sí o No.

- El puntaje del preguntón es 100 dividido por el número de preguntas que tuvo que hacer para adivinar (deberían bastar unas 10 preguntas bien formuladas).

Veamos un ejemplo real de juego, donde P) es la pregunta y R) la respuesta:

P) ¿Es algo real?

R) Sí.

P) ¿Es un producto natural?

R) No.

P) ¿Es útil para las personas?

R) Sí.

P) ¿Es de uso diario?

R) Sí.

P) ¿Es algo que uno lleva puesto?

R) En general no (risas).

P) ¿Es un mueble?

R) Sí.

P) ¿Sirve para guardar cosas?

R) No.

P) ¿Es una mesa?

R) No.

P) ¿Es una silla?

R) Sí.

Una receta general para ganar al juego es empezar con conceptos muy generales, por ejemplo objetos concretos vs. ideas, e ir reduciendo las elecciones posibles por mitades (dicotomías). En 10 preguntas uno redujo las elecciones aproximadamente a la milésima parte ($2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 1024$). Como en el habla diaria se usan menos de 1000 sustantivos, si uno no se equivocó debería llegar

al resultado correcto en unas 10 preguntas. También se puede llegar en menos pasos si uno tiene "corazonadas", pero esto no es una receta generalizable. Este es el caso del segundo ejemplo:

P) ¿Es mineral?

R) No.

P) ¿Tiene raíces?

R) No.

P) ¿Habla?

R) Sí

P) ¿Es el hombre?

R) Sí.

La importancia de los conceptos más generales es que las definiciones científicas son generalmente taxonómicas, van de lo general a lo particular mediante el agregado de características que diferencian completamente el concepto de todas sus ideas afines. Así las plantas y los animales son ambos organismos vivientes. Las plantas tienen células con membrana de celulosa, no tienen movilidad propia y utilizan la fotosíntesis para fabricar sus propios alimentos a partir de materiales inorgánicos. Los animales, en cambio, no tienen membrana celular, en general son móviles y dependen de las plantas para una parte esencial de su alimentación, el nitrógeno. Esta idea taxonómica es la que he tratado de ilustrar con el juego de las preguntas y respuestas.

Técnica de construcción de definiciones

Al final del cuadernillo hay una lista de los conceptos más importantes utilizados en él. Para construir las definiciones el docente agregará a cada concepto una especie de "cajita de útiles", que debe ser utilizada en trabajo grupal.

La "cajita de útiles" debe contener cinco conjuntos de elementos: ejemplos (e), sinónimos (s), ideas afines (ia), relaciones con otros conceptos más generales (r) y características importantes (c). Pueden agregar otros conjuntos, de acuerdo con el docente, si lo consideran necesario o conveniente.

Discutamos ahora uno por uno estos elementos, tomando como ejemplo el concepto ciencia.

La primera aproximación al concepto la damos con ejemplos. Así son ciencias la Matemática, la Física, la Sociología. No es necesario ni viable dar todos los ejemplos posibles, sólo se incluirán los que se consideren suficientemente ilustrativos.

El caso de los sinónimos solamente les servirá para ampliar el vocabulario, no para clarificar las ideas. En el caso de ciencia no hay ningún sinónimo, solamente ideas afines.

El conjunto de ideas afines es muy importante. Aquí deben identificar los parecidos y las diferencias entre el concepto a definir y otros parecidos. Tomemos por ejemplo "información". La ciencia usa de la información, pero no es solamente información porque la ciencia siempre es explicativa y la información no necesariamente lo es. La discusión que se genere identificará características propias del concepto y descartará otras.

Las relaciones se refieren en general a conceptos más generales, de los cuáles el que estamos discutiendo es un ejemplo o caso particular. La pertenencia de un concepto a un conjunto de conceptos relacionados se hace sobre la base de características comunes, compartidas. Decimos así que la ciencia es un cuerpo o conjunto de conocimientos, aunque no todos los tipos de conocimiento son científicos. Para que un conjunto de conocimientos constituya una ciencia deben cumplirse una serie de requisitos que son característicos del conocimiento científico. Si estas características están bien elegidas entre todos los cuerpos posibles de conocimientos (tradicionales, místicos, intuitivos, dogmáticos, etc.) solamente la ciencia las tiene a la vez a todas ellas.

Redacción de informes científicos y técnicos

Las características principales de un informe bien escrito son simplicidad, claridad y precisión. Para lograrlo:

- Usen palabras simples y construcciones cortas. No escriban "En el día de la víspera registróse intensa precipitación nival" sino sencillamente "Ayer nevó mucho". Las palabras rimbombantes no son sinónimo de sabiduría sino de pedantería.

- Empleen una terminología correcta. Incluyan solamente los términos técnicos imprescindibles y verifiquen que los usan correctamente. No abusen de los términos técnicos sólo para impresionar. Si el término no es familiar para los que leerán el informe defínalo en un glosario al final del mismo.

- Reduzcan al mínimo los adjetivos o construcciones equivalentes. Los adjetivos generalmente agregan juicios de valor que no tienen lugar en un informe técnico si sólo informan sobre el estado de ánimo del que escribe. No escriban "la encuesta fue excelente" si lo que quieren decir es "la mayoría de los encuestados contestaron de buen grado".

- Utilicen la voz pasiva solamente cuando quieran enfatizar al sujeto de la oración. "El discurso fue leído por el presidente" quiere decir que lo importante es el discurso, no el presidente.

- Prefieran los tiempos verbales simples a los compuestos, salvo cuando los últimos sean indispensables. No escriban "Las nueces habían sido partidas con un martillo" sino "Las nueces se partieron con un martillo" salvo que se haga inmediatamente referencia a un suceso posterior, como en "Las nueces habían sido partidas con un martillo minutos antes que él llegara con el cascanueces".

- Usen oraciones cortas (no más de dos renglones). No introduzcan demasiadas ideas en una sola oración (aclaraciones u oraciones subordinadas); usen en cambio oraciones separadas. No escriban "El instrumento, que ya había sido utilizado para hacer las mediciones del experimento anterior, funcionó correctamente en todo el rango de valores experimentales" sino "Se usó el mismo instrumento que en el experimento anterior. Dicho instrumento funcionó correctamente en todo el rango de valores experimentales."

- Conserven la unidad conceptual de los párrafos. Cada párrafo debe corresponder al desarrollo de una sola idea central y ser lo más corto posible (no más de cinco oraciones).

- Eviten las repeticiones innecesarias (redundancias) salvo que deliberadamente quieran enfatizar una idea o hecho muy importante.

- Escriban informes cortos, de no más de una carilla de longitud.

- Si alguien es el único autor del informe no debe utilizar la primera persona del plural (nosotros) a menos que se trate de ideas o actividades que puedan ser compartidas por los lectores. Así, está bien que escriba "llegamos a la conclusión siguiente", pero no "hicimos el experimento que pasamos a describir". Con la excepción anterior, puede usar la primera persona verbal (singular o plural) o el modo impersonal. El impersonal es la forma más objetiva, a la cual debe tenderse. Para el ejemplo anterior escribiríamos en el modo impersonal "se hizo el experimento que se describe a continuación".

- Agrupen y escriban el informe en el siguiente orden: propósito; antecedentes o estado de situación al momento de la iniciación del trabajo; desarrollo; resultados; conclusiones, si las hay (no siempre son requeridas).

- Encabecen el informe con un título que identifique claramente el tema y con el nombre del autor o autores (o del grupo, si no es un trabajo individual). Cierren el informe con la fecha de finalización de la redacción y la firma o firmas de todos los que participaron.

CAPITULO 10

INSTITUCIONES DE CIENCIA, TECNOLOGIA Y TECNICA

El aprendizaje en la sociedad

A lo largo de este cuadernillo hemos visto algunos ejemplos del desarrollo de conocimientos y de técnicas que nos permiten comprender y modificar el mundo que nos rodea. Algunos de estos conocimientos y herramientas forman parte de nuestra vida diaria, "flotan en el aire" por así decirlo. Otros, tales como el diseño de edificios o el uso de aparatos complejos como uno de rayos X o una computadora, sólo pueden ser dominados mediante un entrenamiento especial. Además, el conocimiento y las técnicas crecen y se modifican a lo largo del tiempo, y su renovación, preservación y transmisión son etapas de un proceso cultural que es importante discutir.



Hagan, en clase y entre todos, una lista de oficios, profesiones y actividades especializadas de cualquier tipo, y de los lugares o maneras en que se aprenden, dentro y fuera de la localidad donde viven. Esta lista puede hacerse, por ejemplo, de la siguiente forma:

Actividad: lectura y escritura de un idioma extranjero. Lugar donde se aprende: academia o instituto de idiomas.

Oficio: albañil. Manera en que se aprende: trabajando con alguien que sabe.

Oficio: tornero. Institución donde se aprende: Escuela Industrial.

Profesión: docente. Lugar donde se estudia: Escuela Normal, Instituto de Formación Docente.

Profesión: médico. Institución donde estudia: Universidad (Facultad de Medicina).

En todos los casos aprendemos inicialmente de otras personas, aunque sea por imitación, como sucede con el habla. Luego ejercitamos la habilidad o la comprensión por nuestra cuenta o con ayuda ajena, probando, equivocándonos y corrigiendo nuestros errores. En el caso de conocimientos y técnicas más complicadas necesitamos además usar registros y representaciones del conocimiento de muchas otras personas, consultando libros, planos, figuras, maquetas, grabaciones sonoras, etc. Unos pocos llegan a crear técnicas y conocimientos nuevos: son los inventores y creadores, tecnólogos y científicos.

Identifiquen las etapas recién descritas en algún proceso de aprendizaje que hayan vivido fuera de la escuela. Si descubren alguna etapa adicional, descríbanla.

Universidades

Las universidades son los centros de formación de especialistas de la ciencia, de la

tecnología y de las técnicas más complejas. Han sido también, tradicionalmente, los lugares donde se han hecho las investigaciones científicas, aunque solamente unos pocos desarrollos tecnológicos y técnicos.

La universidad correspondiente a nuestra región (Río Negro y Neuquén) es la Universidad Nacional del Comahue, que tiene sedes (centros regionales) en las ciudades rionegrinas de Bariloche, Cinco Saltos, Cipolletti, General Roca, Viedma y Villa Regina



Si viven en alguna de las ciudades anteriores, vayan a la sede del centro regional correspondiente y pidan información sobre las carreras que se cursan y las disciplinas en las que se hacen estudios e investigaciones.

Organismos de investigación

Además de las universidades nacionales y privadas, realizan investigaciones científicas y técnicas una serie de organismos que es importante identificar.

El Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) es un organismo dependiente de la Secretaría de Ciencia y Tecnología del Poder Ejecutivo Nacional. El CONICET:

- Promueve la formación y perfeccionamiento de científicos y tecnólogos mediante el otorgamiento de **becas** para realizar investigaciones por períodos de uno o más años en instituciones nacionales y extranjeras.

- Otorga **subsidios** a proyectos definidos de investigación que se realizan en universidades y otros centros de investigación reconocidos del país.

- Remunera a investigadores, mediante su incorporación a la Carrera del Investigador Científico y Técnico, para que realicen tareas en universidades y otros organismos de investigación.

- Mantiene, por sí mismo o por convenios con otros organismos, centros e institutos de investigación científica.

La Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), dependiente directamente de la Presidencia de la Nación, se ocupa de lo relacionado con el desarrollo, construcción y operación de centrales de generación de electricidad a partir de la energía nuclear. Además, realiza investigaciones en diversas áreas de la Física y de la Química, con el objetivo de capacitar profesionales y generar conocimiento. La CNEA ha alcanzado no solamente la comprensión, sino también la capacidad de diseño de todos los procesos e instalaciones necesarios para el aprovechamiento integral de la energía nuclear. Esto incluye la fabricación de materiales especiales, el cálculo del comportamiento de núcleos atómicos y el diseño y construcción de sofisticados instrumentos electrónicos.

El Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), otro organismo dependiente del Poder Ejecutivo Nacional, tiene estaciones experimentales en diferentes regiones argentinas, dos de ellas en la Provincia de Río Negro. Su objetivo es asesorar y capacitar al productor en las técnicas de explotación agrícola y ganadera. Para ello estudia las características y problemas propios de cada región, desarrollando y adaptando las técnicas necesarias. Estas tareas no se refieren solamente a las plantas y animales, su crecimiento, subproductos y enfermedades, sino también a las características del suelo y del clima en donde viven.

Ciencia y técnica en Río Negro

En lo que sigue damos una breve descripción de algunas de las más importantes instituciones de ciencia y Tecnología de la provincia de Río Negro.

Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro

El Centro Atómico Bariloche de la Comisión Nacional de Energía Atómica es un centro de investigación básica y aplicada en Física, y de investigación y desarrollo en Ingeniería Nuclear. El Instituto Balseiro de la Universidad Nacional de Cuyo es por su parte un centro de enseñanza de la Física e Ingeniería Nuclear. Ambas instituciones, creadas en Bariloche en 1955, están fusionadas en una unidad de alta eficiencia.

La razón de esta fusión es considerar que para la formación de científicos creativos no bastan los libros y las aulas; es necesario además el aprendizaje que brinda el trabajo junto a investigadores científicos en actividad.

El Instituto Balseiro exige dedicación total a sus estudiantes. Para ello otorga, por convenio con la Comisión Nacional de Energía Atómica, becas a los postulantes seleccionados cada año mediante un riguroso examen de ingreso.

El Centro Atómico Bariloche realiza trabajos científicos en tres líneas principales: investigación básica, investigación aplicada e ingeniería nuclear.

La investigación básica, tradicional en la institución desde sus comienzos, tiene como metas la ampliación del conocimiento y la práctica del método científico. Los programas de investigación aplicada, por su parte, procuran dar apoyo científico y tecnológico tanto a la industria estatal como a la privada. Las disciplinas abarcadas en ambas actividades son las siguientes: física de sólidos, ciencia y Tecnología de materiales, física de neutrones, física atómica, termodinámica y física teórica.

Las actividades en ingeniería nuclear están dirigidas a la obtención de tecnología nuclear propia. Las actividades de investigación y desarrollo en esta área se centran alrededor del reactor experimental RA-6, de 500 kW de potencia. En este reactor se realizan experimentos con

neutrones que incluyen la irradiación y activación radioactiva de materiales. Existen asimismo grupos de trabajo dedicados al cálculo de reactores y de diseños mecánicos afines.

Entre los frutos importantes del Centro Atómico Bariloche e Instituto Balseiro se cuentan el personal que se capacita, los trabajos científicos que se generan y la transferencia de Tecnología que se hace a la industria. La institución ha sido además cuna de dos importantes empresas de Tecnología con sede en Bariloche, INVAP y ALTEC. Se cierra así el ciclo que va de la investigación básica a la aplicada, y de ésta a la producción de bienes y servicios técnicos.

Investigaciones Aplicadas Sociedad del Estado

INVAP S.E. es una empresa fabricante de tecnología, un tipo de empresa de concepción reciente, completamente diferente de las empresas clásicas de producción o servicios. Su personal está integrado por profesionales y técnicos de las más variadas ramas: licenciados en Física y Matemática, agrónomos y arquitectos, por nombrar algunos, todos indispensables para el funcionamiento exitoso de la empresa. La "materia gris" y el conocimiento generado por ella son el principal capital de esta empresa de tecnología.

INVAP, cuya sede central está en Bariloche, fue creada en 1976 por acuerdo entre la Comisión Nacional de Energía Atómica y el gobierno de la provincia de Río Negro, a partir del Programa de Investigaciones Aplicadas que desarrollaba el Centro Atómico Bariloche. Desde sus comienzos fue un activo participante del plan nuclear argentino. Sus actividades permitieron a otras empresas radicarse en territorio provincial, tanto asociándose en negocios de interés común, como utilizando bienes o productos de INVAP en su propia producción. Esto sucede porque la tecnología nuclear exige conocimientos y técnicas de muchas disciplinas, por lo que tiene un importante efecto multiplicador.

INVAP promueve la formación de ingenieros en tecnología, mediante un convenio con el Centro Regional Bariloche de la Universidad Nacional del Comahue. El objetivo es formar ingenieros que puedan encarar problemas poco convencionales, y que no sólo utilicen técnicas, sino que puedan crearlas. Participa además del Plan Dual del Consejo Nacional de Educación Técnica, mediante el cual permite realizar, en sus talleres, prácticas rentadas a los alumnos de la Escuela Nacional de Educación Técnica de Bariloche.

Entre los logros más importantes de INVAP se cuentan el diseño y construcción o fabricación de:

- Planta de enriquecimiento de uranio. Inaugurada en 1983, colocó a la Argentina entre los países poseedores de la tecnología nuclear.
- Planta productora de esponja de circonio, una de las materias primas esenciales del combustible nuclear.
- Equipos para la producción de combustibles nucleares.
- Equipos de cobaltoterapia (bomba de cobalto).

- Reactores de experimentación.

- Estaciones meteorológicas automáticas autónomas. Su fuente de energía incorporada les permite recolectar y grabar datos meteorológicos en lugares aislados sin necesidad de atención humana.

Fundación Bariloche

La Fundación Bariloche, constituida en 1963, es una institución privada de bien público, sin fines de lucro, asociada a la Universidad de las Naciones Unidas (UNU) y a la Federación Internacional de Institutos de Estudios Avanzados (IFIAS), que se sostiene por aportes privados y estatales, nacionales e internacionales.

Su meta es promover la enseñanza y la investigación científica en todas sus ramas, sobre la base de una sólida cultura humanística y dentro de los principios democráticos propios de nuestro régimen constitucional, manteniendo un espíritu de libertad y de búsqueda de la excelencia académica.

Realiza investigaciones básicas y aplicadas, proporciona asistencia técnica a organismos provinciales, nacionales e internacionales, y provee formación de posgrado en los campos del desarrollo humano y social, economía y planificación de la energía y ecología y aspectos ambientales del desarrollo.

La institución tiene entre sus grupos asociados al Instituto de Economía de la Energía y al Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos.

El Instituto de Economía de la Energía realiza estudios y brinda asesoramiento sobre economía y planificación energética en Argentina, América Latina y países en vías de desarrollo. Su experiencia se vuelca a la capacitación de profesionales de toda América Latina mediante el Curso Latinoamericano de Economía y Planificación Energética que se viene dictando anualmente desde 1969. Las principales líneas de investigación del instituto son:

- Desarrollo de métodos de estudio de las necesidades y modos de abastecimiento de energía;
- Estudios energéticos del medio rural y la agroindustria;
- Estudios energéticos regionales (Noreste de la República Argentina);
- Balances energéticos integrales (balances de reservas, balances en energía útil);
- Precios y tarifas energéticas;
- Energía y distribución del ingreso;
- Desarrollo y evaluación económico-social de fuentes no convencionales de energía;
- Estructura institucional del sector energético;
- Prioridades de investigación en el campo de la energía.

Las actividades del Grupo de Análisis de Sistemas Ecológicos abarcan el área de los sistemas naturales y modificados por el hombre, y el problema de la relación entre el ambiente y

el desarrollo. Sus principales temas de investigación son:

- Prospectiva ecológica y tecnológica para América Latina;
- La regeneración de bosques patagónicos;
- La invasión de malezas en la Patagonia;
- Ecología de aves en la Patagonia;
- Impacto ecológico del ganado en los Parques Nacionales;
- Estudio ecológico integral de la cuenca del Río Manso Superior.

Alta tecnología Sociedad del Estado

A fines de 1985 la Provincia de Río Negro y el Centro Atómico Bariloche acordaron la formación de la empresa Alta tecnología Sociedad del Estado (ALTEC) con el fin de desarrollar y fabricar computadoras. A partir de ese momento ALTEC ha sido la principal proveedora de equipos informáticos para la provincia, y ha instalado también centros de cómputos en reparticiones públicas, empresas, universidades, bancos y municipios de otras provincias.

Entre sus aportes tecnológicos se cuentan la primera computadora personal totalmente diseñada en el país (ALTEC 100) y la primera exportación a los EE.UU. de un nuevo modelo de PC con máximo porcentaje de componentes nacionales (ALTEC 150). La empresa ha desarrollado también numerosos programas de aplicación entre los que se destacan los realizados para los juzgados laborales de la provincia de Río Negro, para la Caja de Previsión, para la Secretaría de Comercio Exterior de la Nación y para la Legislatura de la Provincia de Río Negro. La sede central de ALTEC está en San Carlos de Bariloche, y cuenta con filiales en Viedma y Capital Federal.

Estación Experimental Bariloche del INTA

La Estación Experimental San Carlos de Bariloche del Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA) desarrolla programas de investigación y extensión sobre problemas del medio rural. Su área jurisdiccional de 16 millones de hectáreas comprende especialmente ambientes áridos y semiáridos de las provincias de Río Negro y Neuquén.

Entre las tareas realizadas por INTA se cuentan:

- Conocimiento y manejo de recursos naturales (suelos, clima, vegetación espontánea y fauna silvestre);
- Manejo ganadero (ovinos, caprinos angora y bovinos para carne);
- Sanidad animal;
- Agricultura de forrajeras y de plantas productoras de fruta fina (berries);
- Promoción del desarrollo de comunidades rurales, en especial de productores de bajos recursos.
- Estudios de suelos sobre la base de información satelitaria.

Para el logro de sus objetivos la estación experimental cuenta con laboratorios de

microbiología, histopatología y parasitología, un gabinete de estadísticas y biometría, y una bien dotada biblioteca. Dispone de un campo experimental de 6500 hectáreas en Pilcaniyeu Viejo, cinco agencias de extensión en funcionamiento y dos en proceso de habilitación, a través de las cuáles se asesora y capacita a los productores agropecuarios de su área de influencia.

Centro Integral de tecnologías en Educación

El Centro de Integral de tecnologías en Educación (CITE), fue creado en 1986 por la Subsecretaría de Ciencia y Técnica de Río Negro con el objeto de promover el buen uso didáctico de las computadoras en el sistema educativo formal. El centro, sito en Bariloche, mantiene un aula informática equipada con procesadores norma MSX y PC, en la cual se investigan y desarrollan métodos de capacitación de docentes y alumnos en el uso de las computadoras como herramientas de desarrollo del pensamiento y de resolución de problemas prácticos.

Su actividad es interdisciplinaria y se realiza con la colaboración de científicos, artistas y docentes. Sus cursos de capacitación están abiertos tanto para docentes y alumnos primarios, secundarios y terciarios, como para la comunidad en general. Originalmente dependiente del Consejo Provincial de Educación, el CITE es hoy un organismo no gubernamental sin fines de lucro.

Centro Integral de Asistencia Técnica a la Industria

El Centro Integral de Asistencia Técnica a la Industria (CIATI), instalado en Villa Regina, funciona por convenio entre el Poder Ejecutivo de Río Negro y el Instituto Nacional de tecnología Industrial (INTI). Su objetivo es permitir la experimentación, en escalas más reducidas que las industriales, de procesos de fabricación de jugos elaborados con las frutas del Alto Valle del Río Negro.

Instituto de Biología Marina

El Instituto de Biología Marina Almirante Storni, dependiente del Ministerio de Recursos Naturales de Río Negro tiene sede en la localidad atlántica de San Antonio Oeste. Abocado a la problemática de los recursos pesqueros marítimos, opera un buque de investigación oceanográfica, el Austral, por convenio con el CONICET. Este buque está equipado no solamente con laboratorios de análisis y sistemas de procesamiento electrónico de datos, sino también con cámaras frigoríficas para la conservación de pescados y mariscos.

El Polo Científico y Tecnológico Bariloche

La ciudad de San Carlos de Bariloche cuenta con la mayor concentración de científicos y tecnólogos del país. Si uno camina por las calles de la ciudad de Buenos Aires, una de cada 500 personas con las que se cruza puede ser un científico o tecnólogo. Esta proporción es cinco veces mayor en Bariloche, que cuenta con aproximadamente uno por cada 100 habitantes. Y estamos hablando de profesionales con probada capacidad innovadora, demostrada en logros como los

que hemos descrito. Por esta razón el gobierno de Río Negro declaró a San Carlos de Bariloche Polo Científico y Tecnológico provincial. El área gubernamental de ciencia y técnica ha producido un video en el que se muestran las instituciones y actividades del polo. Les recomendamos especialmente que lo vean (pueden conseguirlo a través de su colegio o escuela).

EPILOGO

El mundo de los valores

A lo largo de todo este cuadernillo he tratado de transmitirles un mensaje importante: la ciencia y la técnica son medios, instrumentos, para la mejor satisfacción de nuestras necesidades y el mejor logro de nuestros objetivos.

La ciencia no debe ser un artículo puramente decorativo que la sociedad financie solamente para dar una imagen moderna; tampoco debe ser una actividad que se realice sólo por el placer que acarrea a sus practicantes. Este concepto sólo podría ser aceptable en una sociedad tan rica que tuviera todas sus necesidades esenciales bien satisfechas y pudiera acceder entonces a los caprichos de sus integrantes. La ciencia es un instrumento mental para la representación y comprensión del mundo y de sus leyes de comportamiento y, por lo tanto, determinante de la manera de actuar en él y sobre él para lograr nuestros objetivos.

La técnica no debe ser un conjunto de objetos de consumo que sólo sirven para crear imagen de poder, de refinamiento, de diferenciación social. Su desarrollo no debe estar guiado solamente por el criterio de la novedad o de la moda. La técnica es el conjunto de los procesos y medios materiales, de las herramientas prácticas con las que actuamos sobre el mundo que nos rodea. Como todo medio, para ser eficaz debe estar adaptado a los fines. Si una sociedad tiene recursos escasos, la técnica debe adaptarse a la preservación de esos recursos escasos y a la máxima utilización de los más abundantes o económicos. Pero esta economía no debe medirse solamente por el valor monetario de un intercambio mercantil, sino por la consideración integral de todo lo que está puesto en juego, especialmente las personas, las otras formas de vida, el buen cuidado de nuestra nave espacial Tierra.

Todo nuestro planteo ha sido hasta ahora exclusivamente racional, aunque considere y respete los aspectos no racionales de la actividad humana: los instintos, emociones, sentimientos y valores. ¿Pero es solamente esta racionalidad la brújula que fija nuestros rumbos? Repasemos nuestros logros, nuestros éxitos en alcanzar objetivos que nos propusimos. Si reflexionamos con cuidado descubriremos seguramente que tuvimos más éxitos en las cosas que más nos importaban. El amor al objetivo viene primero, la voluntad de alcanzarlo viene después.

Si bien el amor y la voluntad son condiciones necesarias para el éxito en todo tipo de actividades, no siempre son suficientes. Cuando los objetivos son complejos se necesitan por lo menos dos ingredientes más: el conocimiento y la habilidad. Dando un ejemplo, supongamos que quiero, más que nada en el mundo, escalar el Aconcagua, y me decido a hacerlo dejando todas mis otras actividades. Para lograrlo necesito conocimiento: saber dónde se encuentra, cuál es el camino apropiado para llegar a su cumbre, cuál es la mejor época del año para hacerlo, qué equipamiento tengo que llevar, ... También necesito habilidad: resistencia física, manejo de grampones y cuerdas, técnicas de escalada de paredones y sorteo de grietas, ...

El conocimiento es el mapa, la habilidad son los brazos y pies bien entrenados y equipados que recorren los caminos del mapa. El conocimiento es la ciencia que sirve de guía a la habilidad, que es la técnica. Pero son siempre los valores (lo que se quiere, lo que se ama, lo que se respeta) los que fijan la meta final de todas nuestras actividades. No lo olviden.

GLOSARIO

acepción, ambigüedad, antropología, aparato, arquitectura, asociacion ambientalista, avío, beca, Biología Molecular, Bioquímica, ciencia, civilización, conocimiento, contaminación, contexto, cultura, disciplina, diseño, ductilidad, ecología, Economía Política, evolución, Filosofía, Física, herramienta, glosario, hipótesis, Historia, información, Informática, Ingeniería, instrumento, Inteligencia Artificial, maleabilidad, meta, Metalurgia, método científico, minería, objetividad, objetivo, Paleontología, Psicología Cognoscitiva, procesadores, proceso, programación, racional, relación causal, rol, símbolo, subsidio, técnica, tecnología, tecnología socialmente apropiada, subjetividad, taxonomía, telecomunicación, urbanismo, utensilio, útil, valores.

Primera edición de carácter no negociable para su distribución gratuita en los C.B.U. de la provincia de Río Negro

Listado de productos del Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Media, con énfasis en los C.B.U. de Río Negro:

- Las instituciones educativas: cara y seca.
Graciela Frigerio, Margarita Poggi, Guillermina Tiramonti e Inés Aguerro.
- El desafío de enseñar Ciencias Naturales en la escuela media.
Una propuesta didáctica. *Laura Fumagalli.*
- El desafío de enseñar Ciencias Sociales en la escuela media.
Una propuesta didáctica. *Silvia Finocchio, Gustavo Jaes y Patricia García.*
- Una vuelta a la manzana. *Juan Foncuberta.*
- Necesitamos comunicarnos. *Beatriz Santiago y Susana Pironio.*
- Conservación de la naturaleza, parques y reservas.
Claudio Pahn y Gabriel Serafini.
- La ciudad, el medio ambiente y la calidad de vida. *Alberto F. Onna.*
- Caminos, ferrocarriles y poblamiento. *Viviana Zenobi y Ana Ferrero.*
- Energía es la clave. *Carola Graziosi.*
- Adolescentes, antes y ahora, aquí y allá.
Silvia Llomovate, Susana Pironio y Beatriz Santiago.
- Entre átomos, moléculas y células. *Ana Espinoza y Julián Esnoz.*
- Ciencia, Técnica y Sociedad. *Carlos Solivárez.*
- Atlas escolar de la República Argentina.

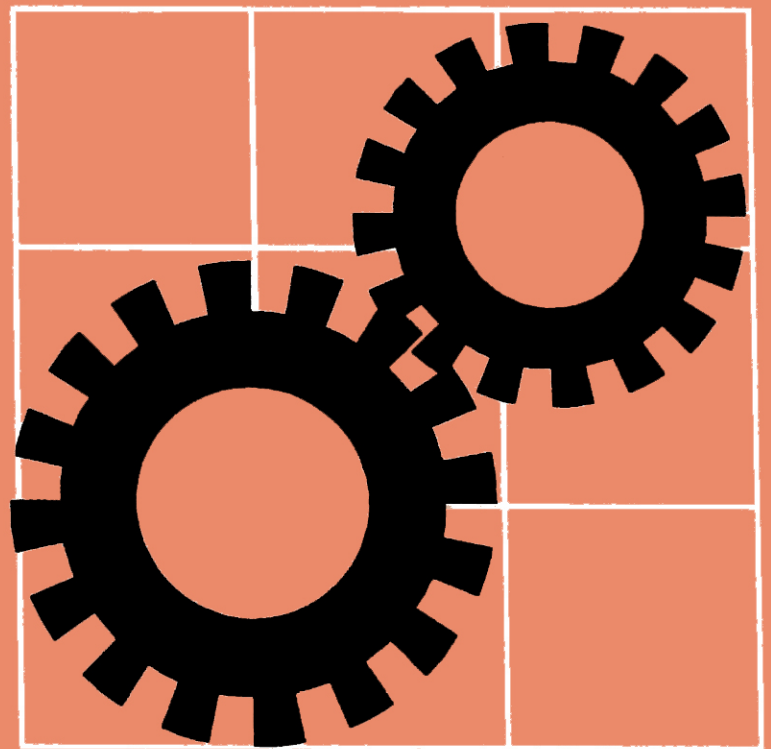
Estos cuadernillos se produjeron, se editan y se distribuyen gracias al apoyo de la Fundación Antorchas y del Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Río Negro

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Programa Argentina
Av. Fco. Lacroze 2097 (1426) Buenos Aires - Argentina
Casilla 145/169 Suc. 26 - Tels. 771-0978 / 772-2407 - Fax (541) 783-3637

Separata para el docente

CARLOS E. SOLIVEREZ

CIENCIA, TECNICA Y SOCIEDAD



FLACSO

CIENCIA, TECNICA Y SOCIEDAD

Separata para el docente

Carlos E. Solivéz

FLACSO

Ejemplar de distribución gratuita. No negociable

Coordinadora del área Educación y Sociedad de la FLACSO:
Cecilia Bravlavsky

Directora de la colección de materiales didácticos:
Beatriz Santiago

Diseño de la colección:
Verónica Gil - Adriana P. Isola

Primera edición, 1992
©Copyright by FLACSO
Hecho el depósito que prevé la ley 11.273
Impreso en Argentina
Todos los derechos reservados

Este material se terminó de imprimir en los
talleres gráficos de Estudio RPR SA en el
mes de agosto de 1992.
Cabrera 3856, Capital Federal

PRESENTACIÓN

Todos los docentes sabemos los problemas que tenemos para preparar nuestras clases. No tenemos demasiado tiempo, y nuestros alumnos no tienen siempre los libros necesarios. Además, en muchos casos esos libros están muy alejados de los desafíos que plantean los nuevos diseños curriculares y de las necesidades de los chicos en nuestras provincias.

Esta colección se ofrece como un producto de un proceso para modificar esa situación. Surgió al calor del Proyecto de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Media que FLACSO llevó adelante en convenio con el Consejo Provincial de Educación de Río Negro, con énfasis en los C.B.U. Sus temas se seleccionaron teniendo en cuenta opiniones de directivos y de docentes. Sus autores combinan el aporte de colegas de la provincia con colegas que, trabajando en la generación y transmisión de conocimientos válidos en muchos lugares, desearon ponerlos en contacto con los chicos rionegrinos. Se trata de un material abierto a la creatividad de los docentes, que esperamos pueda ser usado de una y mil maneras.

Una versión preliminar de cada cuadernillo se acercó a dos evaluadores externos y a los colegas docentes de por lo menos un C.B.U. Se recibieron comentarios que fueron útiles para nuestro trabajo. Fue un esfuerzo de muchos, arduo, interesante, creativo. De ustedes esperamos aportes, otras ideas, otros cuadernillos.

Creemos que la idea de "cuadernillos" que propongan nuevos modelos didácticos, que a su vez respondan a currícula, regionalizados, flexibles e integrados, merece ser profundizada y los productos perfeccionados. En todo el mundo y también en la Argentina se está a la búsqueda de nuevas formas más adecuadas de educar, que presten más atención a la formación de "competencias" para pensar y hacer que a la exclusiva transmisión de información. Pero sin contenidos adecuados no se pueden formar "competencias" para pensar y hacer. Ante ese desafío estamos junto a ustedes, los docentes y directivos de los C.B.U. de Río Negro. Creemos que ofrecemos un producto que puede ser útil en Río negro y... ¿por qué no?, desde Río Negro al país.

FLACSO/Argentina

Area Educación

Julio 1992

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a quienes acompañaron a este proceso: a los 32 C.B.U. de Río Negro, al Nro. 8 de Viedma; al Nro. 11 de Villa Regina; al Nro. 17 de Cipolletti; al Nro. 13 de General Roca; al Nro. 14 de Bariloche y al Nro. 9 de San Antonio Oeste que prestaron su sede para el Estado de Situación a través del cuál recabamos información de inestimable valor para esta producción; muchas gracias a los autores y consultores. También nuestro homenaje al profesor Leopoldo Varela, que nos acompañó en los primeros pasos. Los autores se irán presentando en cada cuadernillo, los consultores fueron Guillermo Boido, Rosa Rottemberg, Adriana Ramassotto, Gerardo Massaccesi, César Vapnarsky y Graciela Carbone.

Muchas gracias también a las Fundaciones y entidades que a través de apoyos directos e indirectos hicieron posible este proyecto: Centro Intrnacional de Investigaciones para el Desarrollo, de Canadá; Servicio de Intercambio Docente Alemán (DAAD) y, muy especialmente, a la Fundación Antorchas, que contribuyó decididamente a solventar la mayor parte de sus gastos operativos y de contratación de personal, y que en la persona de su representante, María Teresa de Paladini comprometió en este emprendimientos sus conocimientos y su experiencia.

Muchas gracias al Consejo Provincial de Educación que nos confió este desafío. El Consejo contribuyó también con parte de los recursos necesarios para distribuir sin costo alguno 1500 ejemplares de cada cuadernillo entre los docentes y los alumnos de los 32 C.B.U. de Río Negro.

FLACSO/Argentina

Area Educación

Julio 1992

INDICE

Los objetivos centrales	1
Ejes temáticos	2
Organización de las actividades	4
Ejemplos de actividades	5
Ejemplo 1: la imprenta	5
Ejemplo 2: las técnicas en las actividades productivas.....	6
Las bases técnicas de la industria y el comercio local	6
Tareas previas	6
Cronograma de actividades	7
Formulario de encuesta	10
Respuestas a algunos problemas planteados en el texto	12
El riesgo del enciclopedismo y la evaluación del aprendizaje	13
Consulta acerca del cuadernillo.....	14
Bibliografía	15

LOS OBJETIVOS CENTRALES

Antes de desarrollar actividades con el estudiante, es necesario enfatizar algunos de los objetivos fijados en la introducción, recalcando previamente los no planteados ni deseados.

La meta de este cuadernillo no es brindar conocimientos específicos de ninguna ciencia en particular; ello sería, si correspondiera hacerlo, tarea de otros cuadernillos. Tampoco es el objetivo informar sobre una ciencia exclusivamente rionegrina o argentina, porque tal cosa ni existe ni puede existir. La "buena" ciencia, la ciencia "de nivel", como dicen los científicos, no admite, por naturaleza, fronteras provinciales ni nacionales. Lo que sí hay es científicos rionegrinos y argentinos que desarrollan actividades de investigación en instituciones de larga trayectoria; interesa identificar las más importantes de ellas.

Es diferente el caso de la técnica entendida como la organización de recursos, personas (las personas no deben ser meros recursos, material de uso o consumo) e instrumentos para la consecución de un fin. Pueden y deben existir técnicas específicamente rionegrinas y argentinas para la solución de nuestros problemas. El diseño y desarrollo de técnicas de este tipo es el problema central de las tecnologías apropiadas. Aparece aquí claramente planteada la diferencia entre la técnica como receta (manera de resolver el problema) y la tecnología como diseño (análisis de las transformaciones deseadas y de la manera de alcanzarlas).

Debo decir aquí, con pesar, que es escaso el camino que hemos recorrido los argentinos en esta dirección. No es éste el lugar para hacer un análisis detallado de las causas de este fenómeno, aparentemente absurdo, existiendo como existe en el país una ciencia de buen nivel. Diré solamente que, además de que existen obvios intereses comerciales (es fácil evadir responsabilidades echándole a otros la culpa por las cosas que nos pasan), hay una evidente falta de comprensión y confianza en las predicciones basadas en relaciones de causa-efecto. Hay además graves deficiencias en la organización de las personas y los medios (planificación, asignación de roles y recursos, evaluación, corrección de errores y de desviaciones de rumbo). Ambos aspectos son prerequisites imprescindibles para el desarrollo y aplicación de técnicas eficaces, eficientes y convenientes.

En este marco conceptual, hay tres objetivos que considero especialmente importante alcanzar:

- Comprender que la ciencia y la tecnología son instrumentos imprescindibles para la satisfacción estable de necesidades humanas básicas (salud, alimentación, abrigo, relación social, comprensión-preservación de la naturaleza) en sociedades numerosas, abiertas y complejas.

- Identificar el modelo consumista que tratan de imponer algunos intereses industriales y comerciales a través de la publicidad, y contraponerlo al modelo funcional de las tecnologías socialmente apropiadas.

- Reconocer que el conocimiento, las habilidades y las herramientas son una herencia cultural (en su acepción antropológica) de naturaleza cooperativa y evolutiva (o histórica).

Respecto del primer punto es necesario señalar que en el mundo actual sólo podría tener existencia estable una sociedad no técnica que fuera:

- Habitante de un ambiente suficientemente rico como para proporcionarle medios naturales suficientes de subsistencia;

- Compuesta por un número de personas tan reducido que no afectara significativamente su ambiente natural;

- De crecimiento demográfico nulo;
- Aislada y protegida de la invasión de otras sociedades;
- Amante del trabajo duro, y formada por personas frugales y de muy buena salud.

Este fue justamente el caso, en las primeras etapas de su historia, de las sociedades humanas que perduraron hasta nuestros días.

Respecto del segundo punto hay que señalar que no es posible la incorporación a la cultura de técnicas complejas si no hay una organización social que provea, al menos:

- Sistemas colectivos de transmisión de habilidades y conocimientos (educación);
- Mecanismos de especialización o división del trabajo acompañados simultáneamente de sistemas que aseguren una distribución apropiada de personas entre todas las actividades esenciales;
- Medios de registro y comunicación del conocimiento operativo y constructivo de las herramientas e instrumentos.

Es imposible alcanzar los dos objetivos centrales planteados si no se logra la valorización del conocimiento y de las herramientas que genera. La valorización de una cosa (objeto, actividad, persona, etc.) es siempre afectiva, no racional, y es (aunque no siempre) la culminación de un proceso que tiene por lo menos las siguientes etapas:

- Reconocimiento de la existencia de la cosa como entidad independiente, aunque vinculada con otras cosas y muy especialmente con nosotros mismos;
- Familiarización con la cosa a través de actividades que ayuden a conocer sus características principales;
- Comprensión de las relaciones de esa cosa con las otras cosas que nos importan, en particular las relaciones de causa-efecto (relaciones de causalidad).

Explicitados los objetivos deseados y no deseados, y algunos de los requisitos necesarios para su cumplimiento, podemos pasar a discutir los métodos de trabajo propuestos para la tarea.

EJES TEMATICOS

La importancia asignada a la construcción social del conocimiento científico, tecnológico y técnico me ha llevado a elegir un enfoque histórico cuyos ejes temáticos son las necesidades humanas básicas y las maneras científicas y técnicas de satisfacerlas.

Se efectúa primero un reconocimiento de la presencia de las técnicas en nuestra vida diaria y su relación con la ciencia y la tecnología (capítulo 1). Aparecen aquí estos tres conceptos centrales, que se reiterarán a lo largo de todo el cuadernillo. No deben darse definiciones en esta primera etapa, sino comenzar la tarea de recolectar los elementos para que el estudiante construya su propia definición (ver capítulo 9, "Las definiciones"). Esta tarea de recolección de los elementos básicos de cada definición debe realizarse para todas las palabras en negrita del cuadernillo, agrupadas en el glosario final, quedando a criterio del docente el momento apropiado para la formulación final. La última unidad temática del capítulo 1 quiere destruir el mito de la tecnología como algo asociado únicamente a lo novedoso y complicado, tratando el tema, supuestamente despreciable pero crucial para la salud de los barrios marginados, de qué hacer con las excretas humanas.

Las técnicas de la comunicación, sin las cuales no puede existir ninguna sociedad,

abarcan tres capítulos que van del 2 al 4. El capítulo 3 incluye un aspecto que considero de especial importancia: la representación simbólica de objetos y conceptos. Esta representación es necesaria para comunicarnos con los otros, pero es también indispensable para poder (en la acepción de Piaget) "operar" sobre estos objetos y conceptos. El capítulo sobre las telecomunicaciones tiene un interés particular, quizás insuficientemente enfatizado y desarrollado en el texto: el de ser uno de los ejemplos más acabados del encadenamiento de desarrollos sucesivos indispensables para el logro de dispositivos técnicos complejos. Las crecientes aplicaciones de la electricidad la transformaron, de mero juguete en la Grecia clásica, en un auxiliar indispensable de casi todas las actividades humanas. Ello fue posible solamente gracias a la formulación científica de las leyes que gobiernan su comportamiento (Maxwell) y a la invención deliberada de dispositivos basados en esas leyes (tecnología electrónica).

El capítulo 5 avanza sobre una de las maneras más importantes de "operar" sobre los conceptos: su cuantificación. Inevitablemente parcial e incompleto, este capítulo permite vincular conceptos matemáticos y técnicos, así como introducir el concepto de programación, central para el procesamiento electrónico de información. Las computadoras, eje de la revolución informática que estamos viviendo, requerirían un tratamiento mucho más largo, pero también la posibilidad de su uso por los estudiantes, lamentablemente inexistente en la mayoría de los casos. Recomiendo especialmente tratar de conseguir apoyo de alguna institución que permita su uso, aunque sea limitado, para alguna actividad de los estudiantes.

El capítulo 6 trata sobre las técnicas de cultivo de plantas y cría de animales. El descubrimiento, posiblemente casual, de estas técnicas fue responsable de un drástico cambio en el modo de vida humano: la revolución agrícola y la consecuente revolución urbana. Sobre este tema recomiendo especialmente la lectura del libro de Gordon Childe citado en la bibliografía. Faltaría a continuación de éste otro importante capítulo, ausente por problemas de espacio: las tecnologías de modificación de plantas y animales que ofrece la Ingeniería Genética.

El capítulo 7 ofrece algunos elementos básicos para la comprensión de la importancia de la ciencia y la técnica en el proceso productivo socialmente organizado, y por lo tanto para la economía.

El capítulo 8 trata sobre lo que la mayoría de los científicos calificaría como la meta principal de su actividad: la comprensión del mundo, y algunos de los métodos que se utilizan en esa búsqueda. He evitado deliberadamente hablar de "búsqueda de la verdad" ya que uno de los pilares del método científico es la aceptación de que todo conocimiento es provisorio y está siempre sujeto a refutación, por lo que no existen verdades absolutas y permanentes. He tratado también de señalar el carácter "objetivo" del conocimiento científico sugiriendo a lo largo del cuadernillo algunas actividades que requieren la contrastación de puntos de vista diferentes; esto permitiría alcanzar la "objetividad" mediante una comparación de "subjetividades". En todo este capítulo se busca, problema difícil, aplicar los métodos a actividades significativas para el estudiante.

El capítulo 9 retoma el problema de la comunicación, pero esta vez desde un ángulo especializado: el de la eficacia en la comunicación científica y técnica de ideas. El enfoque se centra, no en la forma de la comunicación escrita, sino en la importancia que la forma tiene para cumplir mejor su objetivo comunicacional. Estas actividades deberían ser utilizadas por el área de la comunicación y expresión.

El capítulo 10 da un muy superficial panorama de las más importantes instituciones de ciencia, tecnología y técnica, identificando las establecidas en nuestra provincia. En este sentido lo más importante es visitar alguno de esos centros (el más cercano), organizando de común acuerdo con sus directivos alguna actividad en la que puedan participar directamente los estudiantes. Mi experiencia de trabajo con estas instituciones es que esto no solamente es viable, sino que además será hecho con agrado.

Han quedado afuera por lo menos cinco grandes capítulos: los medios de transporte, las armas de guerra, la Ingeniería Genética, la astronáutica, y las técnicas de la organización social. Esta no deseada omisión es el resultado de una limitación en la cantidad asignada de páginas y de la fijación de prioridades basadas en el grado de complejidad de los temas.

ORGANIZACION DE LAS ACTIVIDADES

Dentro de cada capítulo se han agrupado unidades temáticas bajo los títulos del índice sintético. A partir de estos ejes y unidades temáticas se ha tratado de establecer una red conceptual basada en los siguientes elementos y relaciones:

- Técnicas básicas, conceptos y disciplinas científicas involucradas, con algunos ejercicios de reconocimiento;
- Momento de aparición de una técnica, disciplina científica, profesión u oficio y desarrollos o conocimientos previos necesarios para ello;
- Ubicación temporal aproximada de los procesos: en miles de años para los prehistóricos, siglos para los históricos prerrenacentistas, cuartos de siglo para los post renacentistas anteriores a nuestro siglo y decenios o años para los de nuestro siglo;
- Fenómenos de difusión de técnicas y conocimientos a partir de los grandes centros dispersores.

Es claramente imposible desarrollar por completo todos los temas importantes en el escaso espacio disponible. Esto planteaba dos alternativas: eliminar temas o buscar mecanismos de síntesis. La primera alternativa era apropiada para casos en los cuales no se requería una cobertura exhaustiva, por ser suficientemente conocidos o haber amplia bibliografía disponible. En este caso unos pocos ejemplos bien elegidos hubieran bastado para ilustrar los conceptos y métodos principales. Lamentablemente no era éste el caso, ya que la bibliografía sobre nuestro tema es escasa, difícil de conseguir y está generalmente dirigida a un lector especializado. De todas maneras, alguna bibliografía pertinente se da al final de esta guía. Me vi por ello obligado a elegir la segunda opción: comprimir. Esto significa que, a pesar de haber hecho un esfuerzo especial para adaptar las actividades, el lenguaje y los conceptos al nivel operativo concreto de Piaget, el cuadernillo no es apto para una lectura continua y solitaria por un estudiante de 13 a 15 años.

El cuadernillo se ha planteado como un mapa de conceptos, alrededor de los cuales, a elección del docente, deben realizarse una serie de actividades tendientes al logro de los objetivos planteados. Estas actividades (que deben denominarse con su nombre específico, y no genéricamente como de investigación) son un ingrediente indispensable del trabajo del estudiante. Deben realizarse con la máxima frecuencia posible, preferentemente una por semana. Con menor frecuencia (por ejemplo, una vez por mes) la actividad debe conducir a la redacción de un informe ajustado a las pautas dadas en el capítulo 10.

Las actividades principales que debe realizar el estudiante en todos los casos que lo permitan (trátase del desarrollo de un concepto, análisis o práctica de una técnica, familiarización con una disciplina, profesión u oficio, vivencia de un proceso, etc.), son:

- 1) Identificación del caso en su casa, la de algún pariente o amigo o en alguna institución, comercio o empresa del lugar donde vive;
- 2) Búsqueda de información en diarios, revistas o libros;
- 3) Experimentación concreta, juego o teatralización de procesos;
- 4) Recolección de información de campo mediante cuestionarios o formularios de encuesta;
- 5) Elaboración de glosarios y definiciones;

- 6) Lectura comprensiva de textos del cuadernillo o proporcionados por el docente;
- 7) Realización de debates entre los estudiantes y consulta a paneles integrados por artesanos, técnicos y profesionales del lugar.

Muchas actividades están explícitamente indicadas en el cuadernillo, pero en la mayoría de los casos esto no se hace explícitamente para evitar repeticiones cansadoras. Para generar una actividad a partir de una unidad temática tenga en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Dé siempre prioridad a lo más cercano. Empiece por la casa, siguiendo por lo local, lo regional, lo provincial, lo nacional y lo extranjero sólo cuando hayan agotado o descartado las etapas previas.

- Comience por lo contemporáneo, siguiendo por lo histórico y terminando con la perspectiva (lo futuro), sólo cuando se hayan cumplido o descartado las etapas anteriores.

- Empiece por los conceptos más simples, concretos y cotidianos, y siga con los complejos, abstractos y novedosos sólo cuando se hayan dado esos fundamentos previos;

- Combine estas recomendaciones en el mismo orden de prioridad, empezando por lo histórico local concreto, por lo nacional contemporáneo familiar, por la experimentación simple sobre temas cotidianos, etc.;

- Plantee casos similares para detectar las similitudes y resaltar las diferencias (ver la explicación de esta técnica taxonómica en el capítulo sobre terminología y redacción técnica).

EJEMPLOS DE ACTIVIDADES

Ejemplo 1: La imprenta (Capítulo 3)

Los números corresponden a las actividades principales listadas previamente, las que no son todas necesariamente del mismo nivel. Las preguntas o consignas están dirigidas al estudiante. Se indican entre paréntesis algunas de las respuestas o soluciones posibles.

- 1) Lea cuidadosamente la unidad temática "La imprenta".
- 2) Haz una lista de los materiales impresos que tienes en tu casa (libros, revistas, folletos, recibos, facturas, formularios, telas dibujadas, sellos postales, etc.). ¿Hay en tu casa algún sistema de impresión? (sello de metal o goma, rotulador, marcadores de letras o números, etc.). El día... visitaremos la imprenta de ... quién nos explicará el proceso de impresión.
- 3) Busca en la biblioteca información sobre por lo menos dos procesos diferentes de impresión; entiéndelos y explícalos con tus propias palabras (tipografía, litografía, offset, huecograbado, etc.). ¿Por qué crees que se le adjudica tanto mérito a Gutenberg si los chinos ya conocían las técnicas básicas de la imprenta? (comienzo de la producción masiva de libros). Averigua cuando se instaló la primera imprenta en nuestra ciudad y para qué se usaba.
- 4) Simula el proceso de impresión con un mimeógrafo de gelatina. Simula el trabajo de composición confeccionando "tipos móviles" con corchos recortados. Pégalos luego sobre cartón, formando planchas. Entinta estas planchas y presiónalas sobre hojas de papel blanco de envolver.
- 5) Visita por lo menos 5 comercios o industrias y averigua qué tipo de materiales impresos usan y qué importancia tienen en su actividad. Averigua si hay algún artista dedicado al grabado de diseños en papel o tela, visita su estudio y familiarízate con las técnicas de impresión que usa, comparándolas con las de una imprenta comercial.
- 6) Elabora un glosario de por lo menos 10 conceptos importantes para las técnicas de

la impresión. (impresión, tipo, carácter, composición, galerada, portada, tipografía, sangría, justificación, prueba, filetes, troquelado, compaginación, encuadernación, formato, tramado, folio, versalitas, negrita, casado, etc.).

7) Lee el texto siguiente, redacta un glosario y comenta los puntos que no entiendes, que te parecen importantes o llamativos, buscando ejemplos de alguno de ellos (recortes de publicidad en revistas).

"A partir de 1936 y sobre todo después de la segunda guerra mundial, las artes gráficas acusan la influencia saludable de la arquitectura moderna en la composición, y hasta del arte abstracto en los elementos decorativos. El concepto de tipografía elemental vuelve a entrar en vigor: tipos grotescos, valoración de los blancos, disposición sencilla, ausencia absoluta de adornos, etc., estilo que sigue privando en los impresos que se utilizan en las actividades artísticas. Es la vuelta a la sencillez y a la brevedad clásicas, sin olvidar las aportaciones dignas, particularmente del siglo XIX."

"La influencia de la Nueva Tipografía y de todas las tendencias modernas se acusa -más que en el libro, que en líneas generales debe seguir las normas clásicas- en los trabajos publicitarios y en las revistas. En una época en que impera la publicidad, en todas sus manifestaciones, la tipografía ha incorporado, por su influencia, nuevos y positivos valores artísticos con las páginas asimétricas, los dibujos estilizados, los logotipos, títulos y nombres decorativos, etc."

(E. Martín, "La composición en las artes gráficas", Ediciones Don Bosco, Barcelona 1970).

8) El próximo día ... asistiremos a una charla dada por un grupo de técnicos y profesionales. Se discutirán los métodos electrónicos de impresión y cada uno de los estudiantes debe preparar una pregunta para hacer al panel. Traigan sus propuestas de preguntas mañana, para discutir las en clase.

Ejemplo 2: Las técnicas en las actividades productivas (Capítulo 8, Criterios de clasificación)

La siguiente es una versión modificada de una encuesta hecha por estudiantes secundarios de San Carlos de Bariloche, con todos los detalles de su realización. La encuesta original tenía por objeto conocer una actividad productiva para su análisis más detallado a lo largo de todo el año lectivo. Si bien fue realizada por todos los alumnos de los 4tos. años de los dos colegios donde se imparte la modalidad Gestión Empresarial, se adapta perfectamente, con las modificaciones hechas, a un relevamiento de la base tecnológica de la industria y el comercio de su localidad.

LAS BASES TÉCNICAS DE LA INDUSTRIA Y EL COMERCIO LOCAL

Objetivos: Relevamiento de las actividades técnicas vinculadas al comercio y a la industria de la localidad.

Método de trabajo: grupal para los estudiantes, plenario para los docentes.

Tareas previas

Impresión de los ejemplares de la encuesta. Para calcular la cantidad de ejemplares necesarios estimaremos la cantidad de encuestas que es posible realizar en el tiempo disponible. Una encuesta bien hecha demorará por lo menos media hora, a la que hay que agregarle el tiempo de traslado de un lugar a otro; supongamos que son unos 40 minutos por encuesta. Fijamos la cantidad total de horas de encuestamiento por alumno en HE. Si el

número de grupos de estudiantes (4 o 5 estudiantes por grupo) es NGE se efectuarán NGExHEx60 minutos de encuestamiento, que dividido por los 40 minutos que demora cada encuesta, da $3/2 \times \text{NGExHE}$ encuestas a imprimir con mimeógrafo.

Transporte a la zona de la encuesta

Debe proveerse transporte para los grupos que deben trabajar en lugares alejados de la escuela.

Zonificación

La distribución de la áreas de encuestamiento será hecho en un trabajo conjunto con los profesores de Geografía.

Docentes asesores

Cada grupo contará con un docente asesor, asignado por la Dirección del Colegio.

Horario de trabajo de campo

Debe coincidir con el horario de actividad comercial e industrial.

Comunicación a los padres y difusión

Se informará a los padres y a los medios de prensa sobre las tareas de los estudiantes, con el fin de facilitar su tarea.

Cronograma de actividades

Día 1

Hora 1: explicación de la encuesta en plenario de estudiantes y docentes; recomendaciones a los estudiantes sobre el trato con los encuestados; firma del contrato de trabajo de cada grupo; entrega de credenciales; partida de los grupos;

Hora 2: firma del contrato de trabajo de los docentes; distribución de tareas de atención de consultas;

Hora 2-5: trabajo de campo de los estudiantes;

Día 2

Hora 1-5: trabajo de campo de los estudiantes;

Día 2 a ...

Hora 1-5: Realización de la encuesta (trabajo de campo).

Ultimo día

Hora 1: entrega de las planillas llenadas; atención de consultas de los grupos; correcciones al método de relevamiento; nuevas recomendaciones a los estudiantes; partida de los grupos;

Hora 2-4 : trabajo de campo de los estudiantes

Hora 4-5: entrega de las últimas planillas; cierre de actividades con participación de todos los docentes y estudiantes.

Recomendaciones para el primer día

Trabajo en el aula

- Separación de cada curso en grupos de a cuatro, que pueden aumentarse a cinco

integrantes cuando sea necesario;

- Confección de las listas de integrantes de cada grupo;
- Comunicación a los grupos de los nombres de sus docentes asesores;
- Reparto de las planillas de encuesta, credenciales firmadas por las autoridades de la escuela y planitos de las zonas asignadas;
- Firma del contrato grupal de los estudiantes;
- Lectura de las preguntas de la encuesta y aclaraciones;

Trabajo de campo

- Los estudiantes deben hacer las preguntas verbalmente, no entregando la planilla;
- Los integrantes del grupo deben turnarse para hacer las preguntas;
- Las respuestas deben volcarse en lápiz para poder hacer correcciones durante el transcurso de la entrevista; una vez terminada la entrevista deben pasarse con tinta;
- Comenzar en la parte de menos actividad comercial e industrial de la zona asignada; si hay edificios de departamentos con oficinas también deben visitarlos;
- Se hará un muestreo de verificación;
- Si hay profesores acompañantes, los mismos no intervendrán ni en el cuestionario ni en el llenado de la planilla;
- Pedir hablar con el dueño o encargado del comercio o industria; si está ocupado explicar de qué se trata y ofrecer esperar o volver cuando se desocupe; si se niega a atenderlos retirarse cortésmente;
- No insistir si hay negativa a contestar algún punto; colocar solamente "no contesta" en la planilla;
- No prolongar la entrevista más de lo estrictamente necesario; retirarse agradeciendo la atención;
- Tener presente que representan a su colegio.

Consultas y correcciones

- El docente asesor debe revisar lo volcado en las planillas y hacer las observaciones necesarias sobre cada uno de los puntos; de ser necesario debe rehacerse la encuesta;
- Verificar si han tenido problemas en el trato con los encuestados y hacer las recomendaciones necesarias.

Tareas subsiguientes

- Armado de una lista de oficios, profesiones y actividades técnicas vinculadas a la actividad comercial y productiva de la localidad.
- Clasificación de los oficios, profesiones y actividades, en rubros o ramas (taxonomía).
- Representación codificada en un mapa de la localidad.

Formulario de encuesta

CICLO BASICO UNIFICADO No

La presente encuesta es un trabajo práctico de los estudiantes de año del colegio ... cuyo objetivo es familiarizarlos con la base técnica de las actividades productivas de bienes y servicios de su localidad. Agradeceremos a Ud. la colaboración que pueda prestar a esta tarea, que estimamos redundará en beneficio de toda la comunidad.

1) Identificación del negocio o empresa:

Nombre/Razón social:Calle:

2) Cuál es la actividad o ramo de su negocio o empresa?

.....

3) Cuánto personal especializado trabaja en su negocio?

(escribir el número de cada tipo de oficio o profesión):

tipo: cantidad:....

tipo: cantidad:....

tipo: cantidad:....

tipo: cantidad:....

no contesta:.....

4) De qué manera se capacita el personal especializado? (marcar solamente uno)

- por experiencia de trabajo:

- en escuela o institución especializada:

- por la empresa:

5) Liste los equipos, maquinarias o información técnica ÊÊÊÊimprescindibles para su actividad

.....
.....
.....
.....
.....
.....

6) Liste los servicios técnicos externos de mantenimiento de equipos y maquinarias que utiliza (especificar solamente la clase, tal como electricista, mecánico, etc.)

.....
.....

7) Liste los servicios profesionales externos de asesoramiento técnico que utiliza (especificar solamente la clase, tal como contador, abogado, ingeniero, químico, etc.)

.....
.....

8) ¿Qué importancia le asigna a la actualización técnica de su negocio o empresa? (tildar una sola opción)

mucha: mediana: escasa: ninguna

9) Qué reacción le provoca esta encuesta? (Tildar una sola opción)

positiva: indiferente: negativa

Muchas gracias por su colaboración.

Localidad y fecha

Firma de los encuestadores y del docente asesor

RESPUESTAS A ALGUNOS PROBLEMAS PLANTEADOS EN EL TEXTO

CAPITULO 1

Las necesidades humanas básicas:

1) Físicas: alimento, salud, abrigo (vestimenta y vivienda), ejercicio físico, estímulos sensoriales, descanso. Mentales: satisfacer o canalizar instintos, relaciones sociales, conocer y comprender lo que nos rodea, tener objetivos, variedad y placer estético.

2) Armas, recipientes, aparejos y avíos (redes, alforjas), ropas, fuego (proceso de cocción de alimentos y de cerámicas), lana, fibras vegetales, caverna o techado, animales de tiro.

Tecnologías de avanzada y tecnologías apropiadas

La respuesta al ejercicio de diseño es "una alfombra".

CAPITULO 2

Otros códigos de comunicación

- El alfabeto manual utilizado por los sordomudos reemplaza los sonidos de la voz con signos de los dedos.

- El código Morse reemplaza las letras del alfabeto con sucesiones de señales eléctricas o luminosas cortas y largas (llamadas puntos y rayas, por su representación gráfica).

- El alfabeto Braille, para ciegos, representa las letras mediante señales hechas en relieve sobre el papel. Las señales pequeñas sirven solamente para identificar la matriz de posiciones.

- El alfabeto semafórico permite, por ejemplo, comunicarse con aviones cuyo sistema de radio está descompuesto.

En la Figura 4 del cuadernillo se muestran las representaciones de la letra "A" en cada uno de esos códigos alternativos.

CAPITULO 3

De la pluma de ave a la escritura electrónica

"Quizás no sean los inventos en sí lo que hay que destacar entre los aportes de Edison a nuestras vidas. Porque -aunque es cierto que hoy disfrutamos del fonógrafo, del cine, de la luz eléctrica, del teléfono y de mil cosas más que él hizo posibles o a las que dió un valor práctico- hay que admitir que, de no haberlas inventado él, otro lo hubiera hecho tarde o temprano: eran cosas que flotaban en el aire. No, Edison hizo algo más que inventar, y fue dar al proceso de invención un carácter de producción en masa. La gente creía antes que los inventos eran golpes de suerte. Edison sacaba inventos por encargo y enseñó a la gente que no eran cuestión de fortuna ni de conciliábulo de cerebros. El genio, decía Edison, es un uno por ciento de inspiración y un noventa y nueve por ciento de transpiración. Inventar exigía trabajar duro y pensar firme."

(Isaac Asimov, Momentos Estelares de la Ciencia).

EL RIESGO DEL ENCICLOPEDIISMO Y LA EVALUACION DEL APRENDIZAJE

Los nombres y las fechas citados a lo largo del cuadernillo tienen los objetivos siguientes. Se dan usualmente los nombres del descubridor o inventor, no porque todos merezcan memorizarse sino porque la ciencia y la técnica son empresas humanas que tienen protagonistas de carne y hueso y no procesos de generación espontánea. Las fechas tienen por objeto mostrar el ordenamiento temporal y causal de los sucesos, al mismo tiempo que su creciente aceleración hasta nuestros días.

Sería por ello un grave error considerar como parte esencial de la tarea de los estudiantes la memorización de estos nombres y fechas. Esa actitud enciclopedista desvirtuaría todo lo que me propuse al redactar este cuadernillo.

Esto plantea un importante tema: ¿cuál es, entonces, el aspecto a merituar para la evaluación del aprendizaje? Los chinos tienen un sabio dicho: "Una imagen vale más que mil palabras". Me voy a tomar la libertad de parafrasear el viejo proverbio chino diciendo: **UNA RELACION VALE MAS QUE MIL DATOS.**

El conocimiento es estructurado, consiste en el establecimiento de relaciones entre conjuntos de datos, como se discute detalladamente en el Capítulo 8. Es la habilidad para el establecimiento de esas relaciones lo que usted debe evaluar.

Veamos para ello un ejemplo. Supongamos que usted da a los estudiantes la siguiente consigna: "Describa sintéticamente la secuencia causal del desarrollo de las técnicas de cálculo, hasta llegar a la computadora".

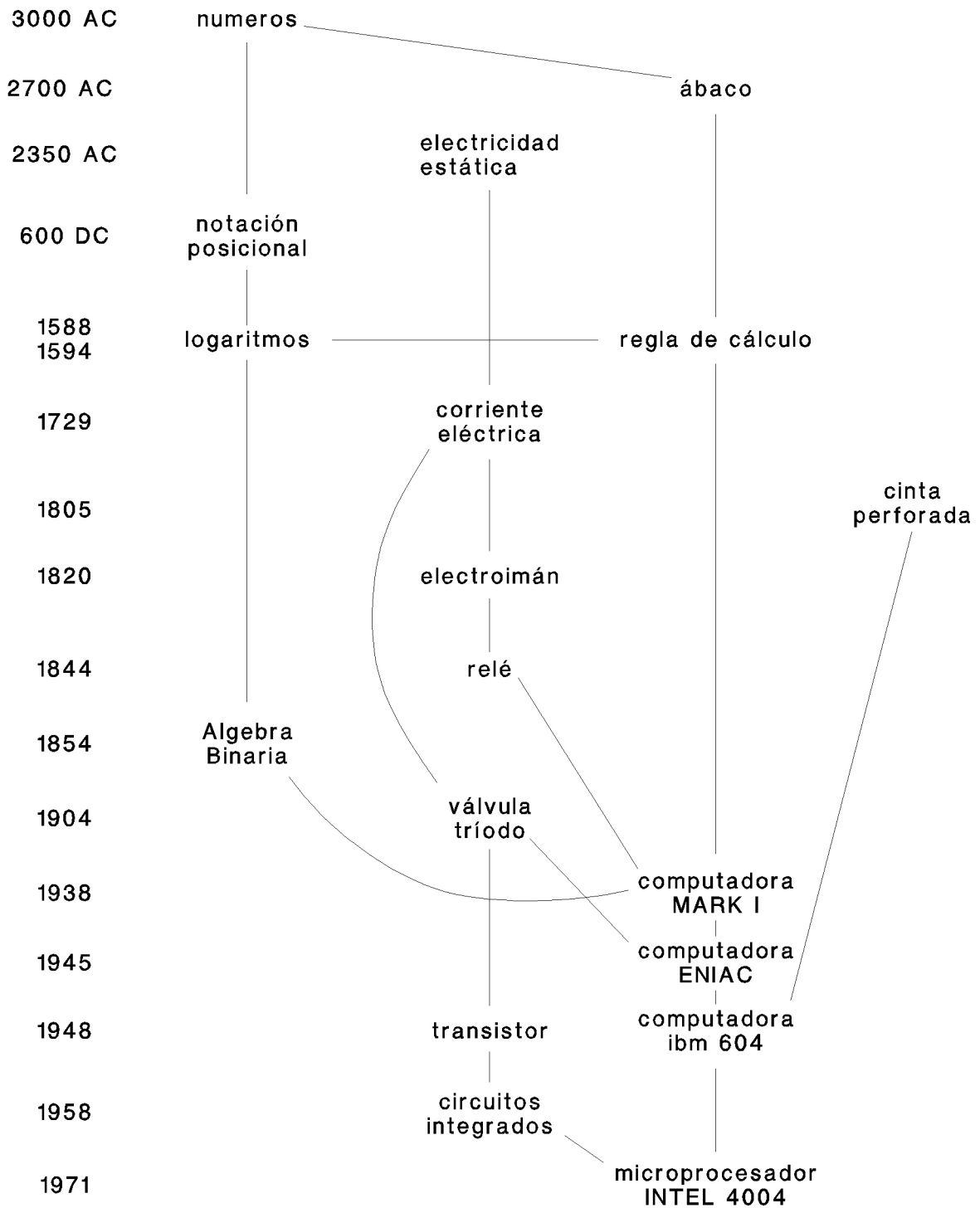
El estudiante A presenta un informe que, en síntesis, contiene lo siguiente:

números (Egipto, Sumer e India, 3000 A.C.) -> ábaco (China, 2700 A.C.) -> notación posicional (India, 600 D.C.) → tabla de logaritmos (Bürge, Suiza, 1588; Néper, Escocia, 1594) → regla de cálculo (Néper, Escocia, 1617) → cinta perforada para telares (Jacquard, Francia, 1805) → Algebra Binaria (Boole, Inglaterra, 1854) → computadora a relé MARK I (IBM, EE.UU., 1938) → computadora a válvula ENIAC (Eckert y Mauchly, Universidad de Pennsylvania, EE.UU., 1945) → transistor (Bardeen, Brattain y Shockley, EE.UU., 1948) → computadora a tarjeta perforada IBM 604 (IBM, EE.UU., 1948) → microprocesador INTEL 4004 (INTEL, EE.UU., 1971).

Se ha hecho un buen trabajo de recopilación de datos, agregando numerosas informaciones que no están en el cuadernillo. El trabajo de establecimiento de relaciones causales -que era lo solicitado- es, en cambio, prácticamente nulo. La única relación usada es el trivial ordenamiento temporal. Es un típico trabajo enciclopedista de acumulación de datos sin elaboración de sus vinculaciones. Poco tiempo después el estudiante A habrá olvidado completamente estos datos, que para él no son significativos. El estudiante A merece una baja calificación.

El estudiante B ha agregado a los anteriores los siguientes datos: electricidad estática (Grecia y Medio Oriente, 2350 A.C.); corriente eléctrica (Gray y Wheeler, Inglaterra, 1729); electroimán (Ampère, Francia, 1820); relé (Morse y Fardeley, 1844); válvula triodo (de Forest, EE.UU., 1904); circuitos integrados (Kilby., EE.UU., 1958). En lugar de hacer un mero listado temporal, establece las relaciones que se esquematizan en la Figura 1. El estudiante B ha establecido vinculaciones significativas entre el desarrollo de la Matemática, el de la Física (pasando de la Electricidad a la Electrónica) y el de los dispositivos de cálculo. El estudiante B merece una calificación alta.

SECUENCIA CAUSAL DE DESARROLLO DE LAS TECNICAS DE CALCULO



CONSULTA ACERCA DEL CUADERNILLO

Un libro es como una flecha disparada en la oscuridad: no se sabe si dio o no en el blanco, y cuan cerca del centro. Si esto es frustrante en la actividad literaria, es grave en la docente, ya que las correcciones sólo pueden basarse en la experiencia práctica en el aula y en todas las condiciones imaginables. Es por eso que, al cierre de estas notas, le hago un pedido especial: cuando termine el año, disponga de un rato para fotocopiar y contestar las preguntas que siguen, haciéndomelas llegar a Casilla de Correo 64, 8400 Bariloche, Río Negro. Esto nos permitirá, a mí y a la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, entidad responsable de todos estos cuadernillos, efectuar las correcciones apropiadas.

Preguntas relativas a los estudiantes

- 1) De los temas tocados (subtítulos) los que más les interesaron fueron:
- 2) Los temas que más les aburrieron fueron:
- 3) No entendieron los siguientes temas:
- 4) De las actividades realizadas las que encontraron más entretenidas fueron:
- 5) Las actividades más aburridas para ellos fueron:
- 6) Les resultó difícil definir adecuadamente las siguientes palabras del glosario:
- 7) Pidieron información adicional sobre los siguientes temas tocados en el cuadernillo:
- 8) Pidieron información sobre los siguientes temas, relacionados con los del cuadernillo, pero no tocados en él:

Preguntas dirigidas a los docentes

- 1) De los temas tocados los más útiles fueron (dar tema y razón de la utilidad):
- 2) Los temas cuya presentación no les pareció apropiada o necesaria fueron (dar tema y razón):
- 3) Las indicaciones generales dadas para la generación de actividades son insuficientes para los siguientes temas:
- 4) El enfoque propuesto en el cuadernillo si/no permite lograr los todos los objetivos planteados en la guía del docente. En caso negativo listar los objetivos no cumplidos y posibles razones de ello.
- 5) Las actividades planteadas si/no permitieron establecer mejores vinculaciones temáticas y conceptuales entre docentes de diferentes disciplinas.
- 6) ¿Qué aspectos del cuadernillo modificaría para hacerlo más útil al estudiante?
- 7) ¿Qué aspectos del cuadernillo modificaría para hacerlo más útil al docente?

San Carlos de Bariloche, abril de 1992.

Carlos E. Solivéz

BIBLIOGRAFIA

- 1) John D. Bernal, *Historia social de la ciencia*, 2 volúmenes, Ediciones Península, Barcelona, 1979.
- 2) V. Gordon Childe, *Los orígenes de la civilización*, Fondo de Cultura Económica, México, 1971.
- 3) *Crónica de la técnica*, Plaza y Janés Editores, Barcelona, 1989.
- 4) M. Kranzberg y W. H. Davenport (editores), *Tecnología y cultura*, Editorial Gustavo Gili, Barcelona, 1989.
- 5) Ralph Linton, *Estudio del hombre*, Fondo de Cultura Económica, México, 1982.
- 6) Erich Kahler, *Historia universal del hombre*, Fondo de Cultura Económica, México, 1960.
- 7) *How things work: the universal encyclopedia of machines*, 2 volúmenes, Granada Publishing, Londres, 1979.
- 8) John Seymour, *Guía Práctica ilustrada para la vida en el campo*, Editorial Blume, Barcelona, 1979.
- 9) Alain Saury, *La Vida autosuficiente: revivir con la naturaleza*, Editorial Blume, Barcelona, 1987.
- 10) E. F. Shumacher, *Lo pequeño es hermoso*, H. Blume Ediciones, Madrid, 1982.
- 11) Uno Winblaad y Wen Kilama, *Sanitation without water*, SIDA, SÅ105 25, Estocolmo, 1980.
- 12) David Macaulay, *Nacimiento de una pirámide*, Editorial Timun Mas, Barcelona, 1975.
- 13) Fritz Vögtle, *Edison*, Salvat, Barcelona, 1985.

Se utilizaron además artículos varios de las revistas Scientific American (y su versión castellana Investigación y Ciencia), Discover y Ciencia Hoy.

SOBRE ESTE LIBRO¹

Este libro fue escrito en el marco de un convenio realizado por el Consejo Provincial de Educación de Río Negro con la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales para el mejoramiento de la educación provincial, convenio que cuenta con aportes de la Fundación Antorchas. En este caso el objetivo era proveer a los docentes y alumnos del Ciclo Básico Unificado de material de trabajo que no obedeciera al esquema clásico del libro de texto, sino que integrara disciplinas usualmente desconectadas. El objetivo de éste y de los otros diez cuadernillos generados por el convenio, de cada uno de los cuales se imprimieron 1.000 ejemplares, fue promover la participación activa del estudiante y la generación de actividades de interés y viables en la localidad. Cada cuadernillo fue acompañado de una guía para el docente que explica el espíritu con que fue escrito y lo orienta para la realización de actividades significativas.

Una de las revisoras del libro *Ciencia, técnica y sociedad* fue la profesora Rosa Rottemberg, entonces coordinadora del Programa UBA XXI de la Universidad Nacional de Buenos Aires. Su conclusión fue que:

El material es muy interesante, ameno, claro, poco usual en su contenido y en su forma. Presenta una visión integradora que refleja en su desarrollo el título y el marco teórico e ideológico del autor. El autor elige como eje el desarrollo histórico y analiza las distintas dimensiones que hacen que la ciencia avance —o no— en cada uno de esos momentos. La estructuración de los contenidos es clara. Los conceptos de campo de las Ciencias Sociales se van entrelazando con las referencias sobre el conocimiento científico y técnico, tomando como punto de partida la vida cotidiana, y como punto de llegada las instituciones. El contenido académico que presenta el autor es —a mi entender— actualizado, cercano a la realidad argentina y además difícil de encontrar en un texto convencional. Ha logrado amalgamar información que suele encontrarse dispersa en revistas de divulgación científica pero que no integra los textos de educación formal. En los últimos capítulos introduce temas poco habituales que brindan una información básica de utilidad, usualmente no contemplada en las escuelas.

Uno de los logros más importantes del trabajo es haber podido elaborar un texto sobre la ciencia sin tener que recurrir a ejemplos complejos. Usualmente los materiales sobre conocimientos científicos apelan a ejemplos sobre ciencias que son más difíciles de entender que los conceptos mismos que intentan enseñarse, por ejemplo: hipótesis, prueba, argumento, definición, etc. Utiliza variedad de recursos: literarios, lúdicos, anécdotas personales, etc. que enriquecen el desarrollo y lo hacen más ameno. Las actividades también son variadas: de puesta en común de conocimientos y opiniones previas, de búsqueda de información, de comprobación de aquello que se afirma en el texto, de concientización de problemas, de argumentación, etc.

El otro revisor, el Dr. Guillermo Boído, entonces profesor titular de la Universidad Nacional de La Plata y Editor Asociado de la revista *Ciencia Hoy*, señala por su parte:

Se trata de un trabajo sólido, veraz y actualizado. Del escrito se desprende que el autor ha sido protagonista de muchos de los temas que se tratan, que ha experimentado personalmente la interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad. No es habitual en el ámbito educativo tradicional considerar la técnica y la tecnología como objetos de estudio en sí mismos, y de allí que no haya muchos antecedentes con los cuales comparar este libro del Dr. Solivérez.

El uso del texto debía ser facilitado mediante el trabajo en talleres del autor con los docentes rionegrinos. La tarea no pudo llevarse a cabo porque el gremio que los agrupaba, UNTER, consideró los docentes no debían usar un trabajo para cuya redacción no habían sido previamente consultados. Los 10.000 libros restantes tuvieron similar suerte, fueron archivados en las bibliotecas de los colegios secundarios rionegrinos y nunca o rara vez usados.

¹ Texto no incluido en el original, agregado posteriormente por el autor.

Primera edición de carácter no negociable para su distribución gratuita en los C.B.U. de la provincia de Río Negro

Listado de productos del Programa de Mejoramiento de la Calidad de la Educación Media, con énfasis en los C.B.U. de Río Negro:

- Las instituciones educativas: cara y seca.
Graciela Frigerio, Margarita Poggi, Guillermina Tiramonti e Inés Aguerrondo.
- El desafío de enseñar Ciencias Naturales en la escuela media.
Una propuesta didáctica. *Laura Fumagalli.*
- El desafío de enseñar Ciencias Sociales en la escuela media.
Una propuesta didáctica. *Silvia Finocchio, Gustavo Jaies y Patricia García.*
- Una vuelta a la manzana. *Juan Foncuberta.*
- Necesitamos comunicarnos. *Beatriz Santiago y Susana Pironio.*
- Conservación de la naturaleza, parques y reservas.
Claudio Pahn y Gabriel Serafini.
- La ciudad, el medio ambiente y la calidad de vida. *Alberto F. Onna.*
- Caminos, ferrocarriles y poblamiento. *Viviana Zenobi y Ana Ferrero.*
- Energía es la clave. *Carola Graziosi.*
- Adolescentes, antes y ahora, aquí y allá.
Silvia Llomovate, Susana Pironio y Beatriz Santiago.
- Entre átomos, moléculas y células. *Ana Espinoza y Julián Esnoz.*
- Ciencia, Técnica y Sociedad. *Carlos Solivérez.*
- Atlas escolar de la República Argentina.

Estos cuadernillos se produjeron, se editan y se distribuyen gracias al apoyo de la Fundación Antorchas y del Consejo Provincial de Educación de la Provincia de Río Negro

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales - Programa Argentina
Av. Fco. Lacroze 2097 (1426) Buenos Aires - Argentina
Casilla 145/169 Suc. 26 - Tels. 771-0978 / 772-2407 - Fax (541) 783-3637