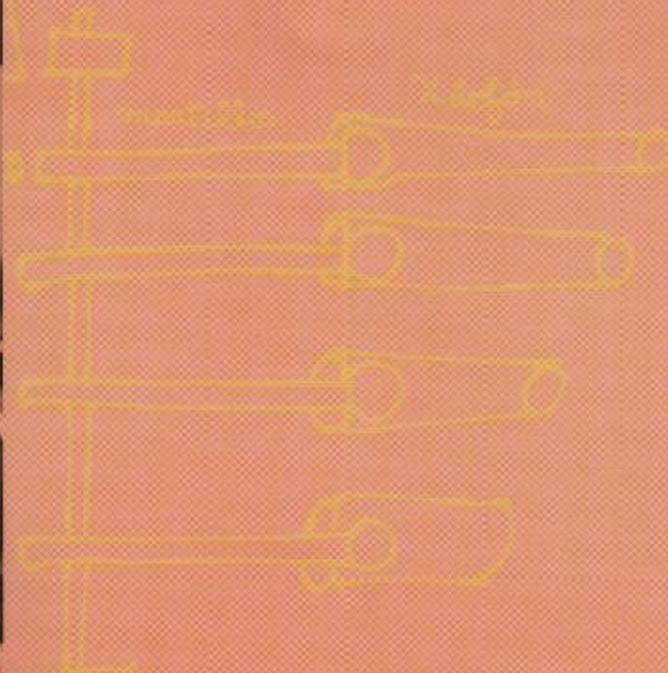
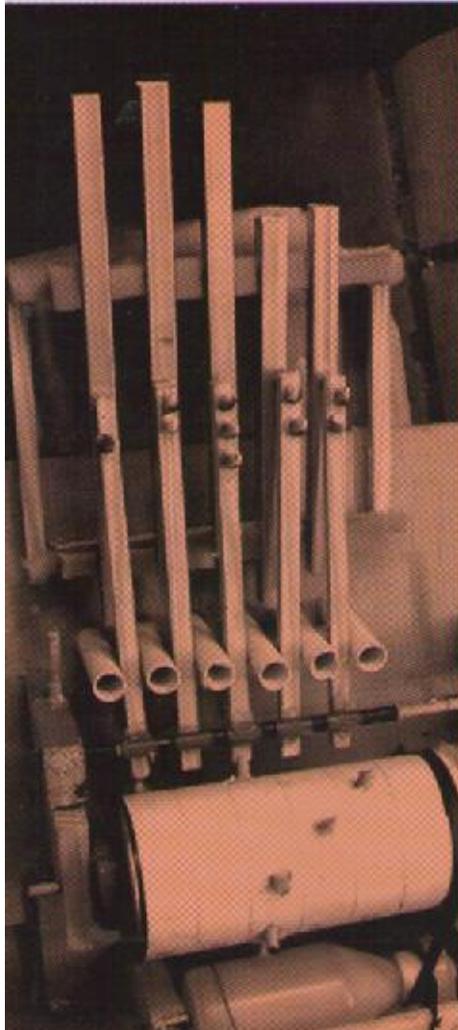


# Teorías y prácticas en capacitación

EDUCACIÓN  
TECNOLÓGICA

Abordaje didáctico  
en el nivel secundario



## 5. Las comunicaciones en tiempo real

César Linietsky

El diseño curricular de Educación Tecnológica para segundo año de escuela media propone el tema de las comunicaciones. La segunda idea básica del documento es "Procesos y tecnologías para la comunicación en tiempo real entre personas distantes".

La complejidad actual que proponen las telecomunicaciones nos obliga a preguntarnos cuál puede ser un abordaje que permita a los alumnos la construcción de aquella. La propuesta curricular supone diferenciar los procesos de las tecnologías aplicadas. Ello permite circunscribir conceptos a partir de la identificación de operaciones realizadas sobre los insumos. Desde esta base, se apunta a comprender los procesos de cambio técnico por medio de los cuales las tecnologías asociadas fueron cambiando, complejizando los medios técnicos y modificando la participación de las personas en el uso de cada medio.

Desde la capacitación, nos fue útil organizar la propuesta desde tres ejes: comunicación de textos, comunicación de sonidos y comunicación de imágenes. Actualmente, estos ejes confluyen en un solo medio de comunicación, como es Internet. Una mirada a estos ejes, desde la lógica de los cambios técnicos sobre procesos cuyas operaciones siguen realizándose, ayuda a la comprensión de estos procesos.

Las tecnologías de la comunicación "en tiempo real" han ido cambiando de medio, desde el espacio físico (telégrafos ópticos), pasando por las tecnologías con cables (telégrafo eléctrico), luego otras basadas en ondas electromagnéticas (telegrafía inalámbrica), luego a la radio y más tarde a la televisión (cuyo medio es el aire), para volver a los cables y más tarde utilizar las fibras ópticas. Actualmente, todas estas formas de comunicación conviven en un complejo sistema en el que es posible comunicarse desde y hacia diferentes puntos del planeta. A continuación, vamos a aportar algunos ejemplos para el abordaje de estos contenidos.

### 5.1. Telegrafía: la comunicación de textos

La escritura supone una representación simbólica de una lengua oral. En algunas lenguas, los símbolos pueden representar palabras o ideas, éstas son llamadas

"ideográficas". La lengua china es un ejemplo de esto. Curiosamente, en China se hablan diferentes lenguas orales, aunque todas utilizan la misma escritura. Esto quiere decir que personas que hablan lenguas diferentes pueden comunicarse en forma escrita a través de un código común. Hay también lenguas "alfabéticas", donde un conjunto limitado de símbolos, las letras, representan los sonidos que componen las palabras en su forma oral. Nuestro alfabeto, de origen latino, ha sido adoptado por diferentes lenguas escritas: español, inglés, francés, alemán, italiano, por citar algunas.

Los chinos, aun logrando importantes avances tecnológicos, no desarrollaron formas de comunicación rápida a distancia. Si bien anticipada por los chinos, la imprenta fue perfeccionada por Johannes Gutenberg, que desarrolló tipos móviles de metal basándose en el carácter alfabético de su lengua.

El primer avance de la comunicación a distancia basado en el uso de un lenguaje alfabético es la telegrafía. La posibilidad de generar formas de comunicación en la que se asignan otros "símbolos" o códigos a las letras, facilitó su desarrollo.

En esta línea podemos mencionar en primer lugar el telégrafo de Claude Chappe, desarrollado por pedido del estado francés. Mediante una red de torres y un código basado en el alfabeto, Chappe logró transmitir mensajes a distancia a una importante velocidad: un mensaje logró recorrer 300 kilómetros en unos diez minutos. Se instaló un servicio telegráfico con una red de unos 5000 kilómetros de alcance. Cada torre contaba con un sistema de altas barreras o "semáforo", que era visualizado desde la torre más cercana por medio de telescopios.

Este sistema introdujo una serie de elementos que se repetirán en todas las formas de comunicación de textos a distancias, como un código con las señales.



Telégrafo óptico de Chappe.  
Imagen tomada de [http://www.cubovelo.com/2008\\_09\\_01\\_archive.html](http://www.cubovelo.com/2008_09_01_archive.html)

### Proponemos una actividad que introduzca este tema:

1.1) Dividir a los alumnos en grupos y proponerles diseñar un sistema que permita comunicarse con otros compañeros ubicados en lugares distantes en el aula. Comentar la existencia del telégrafo de Chappe de fines del siglo XVIII y plantear que es necesario desarrollar al-

guna estructura fija, que, con pequeños movimientos, permita la comunicación, de manera similar a como se ve en la ilustración. Recomendamos ampliar este tema con información de Internet.

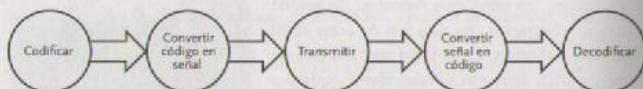
Para simplificar la actividad, se puede plantear el desarrollo de un código sólo para las primeras diez letras. Si no, se pueden armar "mensajes" que sólo utilicen las primeras diez letras y dárselos a los alumnos para que los transmitan. Luego, proponerles que desarrollen procedimientos para aumentar la velocidad de comunicación. Se propone que el sistema no suponga construir letras visibles desde lejos para que no cualquiera pueda enterarse del mensaje.

Una vez realizada la experiencia, hacer una puesta en común de los problemas que la transmisión supone (lo necesario antes y después de emitir el mensaje, el conocimiento del código, las formas de emisión de señales, etc.)

1.2) Recuperar información y producir una presentación<sup>9</sup> que desarrolle la telegrafía de Chappe, tanto en su contexto histórico como en su faz práctica: código, forma de transmitir, velocidad de transmisión, mapa de la red de comunicación, quiénes operaban el servicio, otras formas de telegrafías análogas, etc.

### 5.2. El proceso de la comunicación de textos

Proponemos el siguiente diagrama:



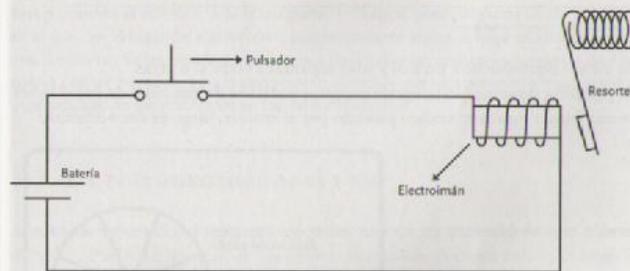
Estas operaciones suponen:

- Codificar: asignar a un texto un código determinado.
- Convertir código en señal: convertir el código simbólico en una señal a transmitir.
- Transmitir: emitir las señales asignadas a los códigos.

<sup>9</sup> Recomendamos la utilización de presentaciones en Power Point o algún producto similar o un procesador de texto en letra grande. La experiencia nos ha mostrado que presenta un fuerte atractivo para los alumnos. Desde un punto de vista de la resolución de problemas promueve el análisis de ideas, imágenes o textos. También promueve una lectura atenta y la producción de síntesis así como la relación entre conceptos. Una forma de promover esto es plantear el desarrollo de hipervínculos entre diferentes dispositivos. La puesta en juego de las presentaciones obliga a organizar la presentación oral de un conjunto de ideas desarrolladas por los alumnos. En caso de no contar con equipamiento informático, es posible el desarrollo de fichas y el armado de presentaciones en papel afiche, donde cada ficha exprese algún concepto.

- Convertir la señal en código: recepcionar las señales transmitidas y reconstruir el código.
- Decodificar: recuperar el texto enviado.

En la telegrafía de Chappe todas estas operaciones ya estaban presentes. Sus principales limitaciones tenían que ver con la distancia a cubrir, las condiciones climáticas, la noche, etc. Samuel Morse desarrolló un sistema telegráfico basado en el uso de la electricidad. Tras diferentes intentos fallidos por parte de muchos inventores y científicos, el desarrollo de Morse se basó en un código sencillo, formado por puntos y rayas y un circuito basado en el electroimán. Cuando se activa un electroimán, se produce una señal sonora o golpe que, mediante un código adecuado, permite transmitir mensajes.



Circuito telegráfico sencillo.

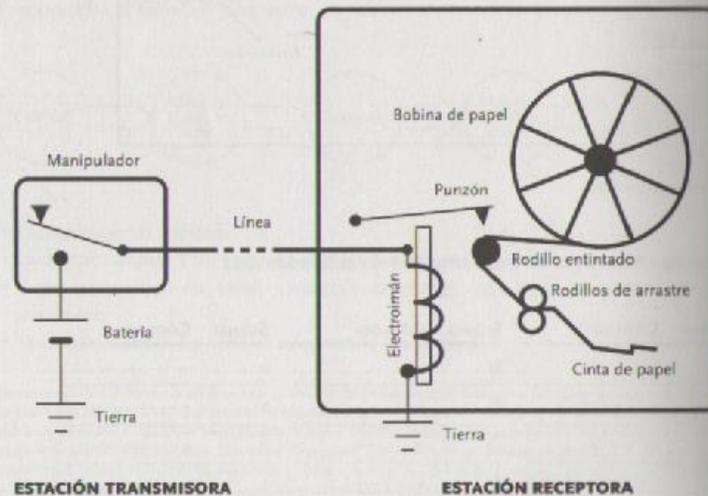
El código Morse permite en forma breve emitir cada letra

SIGNO	CÓDIGO	SIGNO	CÓDIGO	SIGNO	CÓDIGO
A	· —	N	— ·	O	— — — —
B	— · · ·	Ñ	— — — —	1	· — — — —
C	— · — ·	O	— — — —	2	· · — — —
CH	— — — —	P	· — — ·	3	· · · — —

D	— • •	Q	— • • • —	4	• • • • —
E	•	R	• • •	5	• • • • •
F	• • • • •	S	• • •	6	— • • • •
G	— • • •	T	—	7	— • • • •
H	• • • •	U	• • —	8	— • • • • •
I	• •	V	• • • —	9	— • • • • •
J	• — • • •	W	• — • —	.	• • • • • —
K	— • • —	X	— • • —	,	— • • • • —
L	• — • • •	Y	— • • —	?	• • • • • •
M	— —	Z	— • • •	"	• • • • • •

— : raya (señal larga) • : punto (señal corta)

Pulsos cortos equivaldrán a puntos y más separados entre sí a rayas.  
En sus primeras versiones, el telégrafo receptor constaba de una cinta de papel sobre la que una punta rayaba el código pulsado por el emisor, luego se decodificaba.



Más tarde, hacia 1850, los telegrafistas demostraron que podían codificar y decodificar a velocidades mayores que las del sistema de registro de cintas. Si bien la cinta incorporaba una memoria en el sistema telegráfico, debió esperar muchos años para volver a aparecer en el mundo de las comunicaciones<sup>6</sup>.

En este tema, los contenidos se relacionan con el código y también con los procedimientos para asegurar el éxito de la comunicación. Estos procedimientos son llamados "protocolo". El protocolo es parte del procedimiento de transmisión. En las comunicaciones actuales el protocolo es una problemática central. Todas las letras "p" de siglas como "IP", "TCP/IP", "http", etc., significan protocolo (en inglés *protocol*).

### Proponemos la siguiente actividad:

Esta propuesta es similar a la de la telegrafía de Chappe, pero utilizando un circuito eléctrico en el que, en el lugar del electroimán, puede adosarse algo que haga ruido o simplemente una lamparita. Se les pedirá a los alumnos desarrollar un código y un manual de instrucciones con un protocolo para la transmisión. También que recuperen información sobre los usos actuales de los protocolos en las comunicaciones.

### 5.3. La retransmisión: el relé

A poco de inventado el telégrafo eléctrico, una de las innovaciones de Morse fue el "relé". Por la resistencia de los cables, la tensión eléctrica caía a lo largo de la línea telegráfica hasta llegar a perderse. Con los cables y la tensión utilizada en esa época, esto sucedía aproximadamente a los treinta kilómetros. La primera solución fue poner a una persona en el punto en que la tensión decaía, para reenviar el mensaje hasta la próxima estación. Rápidamente Morse pensó en un interruptor accionado por un electroimán que activara un circuito con una nueva batería. A este nuevo dispositivo lo llamó "relé" por su semejanza funcional con el relevamiento de caballos de las postas de diligencias y de transporte en general.

<sup>6</sup> Para más información, visitar [http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo\\_morse](http://es.wikipedia.org/wiki/Codigo_morse) (consultado el 29/03/10).

El relé permitió que la comunicación telegráfica cubriera grandes distancias sin la necesidad de estaciones de reenvío, con el solo requisito de instalar relés y baterías cada cierta distancia. Esto permitió la rápida expansión del servicio telegráfico y de los negocios asociados a él, en un país como Estados Unidos en expansión hacia el oeste, con necesidades de insumos para fundar nuevas ciudades y sostener el comercio.

El relé implicó también otra innovación fundamental en la historia de las telecomunicaciones: si en los primeros telégrafos la información que viajaba por los circuitos no podía diferenciarse de la energía eléctrica que la contenía, a partir del relé la información comenzó a transmitirse de manera específica, ya que no es la energía la que pasa de un circuito a otro en cada punto de relevo, sino solamente la información. Es decir, desde un circuito se controla el funcionamiento de otro. La información se separa de la energía.

### **Diseñar un dispositivo que permita activar un circuito cada vez que se utiliza el pulsador de otro**

Es posible presentar a los alumnos el problema que resolvió el relé, es decir, la necesidad de prolongar la distancia para comunicar dos puntos:

Hacen falta cable fino o para bobinados y trozos de hierro (barras, tornillos gruesos, chapas para hacer los pulsadores, etc.)

Uno de los problemas que generó el relé fue el retardo en la transmisión de la señal y el tiempo que se demoraba en cambiar de estado (de prendido a apagado). A sumarse esto a la atenuación en la señal eléctrica, se produjeron dos límites físicos a la velocidad de la comunicación telegráfica.

Por otro lado, las baterías o pilas que utilizaban deberían reemplazarse, y la probabilidad de que las líneas telegráficas se cortaran era alta. Para esto era necesario alguien que se dedicara a reparar estas líneas.

- 1) El desarrollo de un sistema telegráfico supone una serie de tecnologías que deben ser desarrolladas. Proponer a los alumnos que preparen una presentación en la que se describa los oficios y profesiones relacionadas con el servicio telegráfico.
- 2) Por otra parte, el sostenimiento del servicio requería una serie de industrias asociadas. Los alumnos incluirán en su presentación información que dé cuenta de cuáles eran esas industrias (ver en Internet Brumatti, 2010).
- 3) Para comprender el contexto en que se desarrolló la telegrafía en Estados Unidos, los alumnos completarán la presentación describiendo en qué momento de su desarrollo histórico se encontraba ese país cuando se inventó la telegrafía como servicio y cómo esa situación histórica incidió en su desarrollo.

## **5.4. Los cambios técnicos en la comunicación de textos**

En 1874 en Francia, Emile Baudot desarrolló un nuevo sistema de telegrafía. El “código Baudot” fue el primero de tipo binario (es decir compuesto por unos y ceros) y tomó de las máquinas de escribir la idea de usar una misma tecla para cosas diferentes. La máquina de escribir tiene en la misma tecla la letra mayúscula y la minúscula, y en las teclas de los números se presentan figuras. Para “cambiar” el uso de la tecla se pulsa simultáneamente la tecla “mayúscula” (en los teclados de las computadoras, la tecla “*shift*”, o representada con una flecha hacia arriba). El código binario Baudot utilizaba cinco cifras (hoy bits) que podían combinarse de 32 maneras diferentes (2<sup>5</sup>). Poseía veintiséis códigos para las letras más algunos otros para cambiar el teclado a lo que llamaba “figuras”: los números y otros signos como punto, coma, comillas, etc.<sup>7</sup>

NÚMERO DE ORDEN	GRUPO DE BITS	GRUPO DE LETRAS	GRUPO DE FIGURAS
01	00011	A	.
02	11001	B	?
03	01110	C	:
04	01001	D	\$
05	00001	E	3
06	01101	F	!
07	11010	G	&
08	10100	H	#
09	00110	I	8
10	01011	J	' o timbre
11	01111	K	(
12	10010	L	)
13	11100	M	.
14	01100	N	,

<sup>7</sup> Ver <http://www.amigosdotelegrafo.es/index2.html>. Consultado el 30/03/10.

NÚMERO DE ORDEN	GRUPO DE BITS	GRUPO DE LETRAS	GRUPO DE FIGURAS
15	11000	O	9
16	10110	P	0
17	10111	Q	1
18	01010	R	4
19	00101	S	timbre o ' 1
20	10000	T	5
21	00111	U	7
22	11110	V	; o =
23	10011	W	2
24	11101	X	/
25	10101	Y	6
26	10001	Z	+ o "
27	01000	CR	retorno de carro
28	00010	LF	avance de línea
29	11111	LTRS	cambio a letras
30	11011	FIGS	cambio a figuras
31	00100	SP	espacio
32	00000	BLK	blanco

Código Baudot.

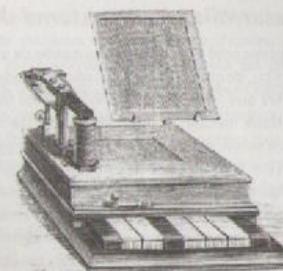
El telégrafo Baudot utilizaba un teclado similar al de un pequeño piano, y se había desarrollado una técnica para acelerar su uso. El teclado emisor se ejecutaba con las dos manos, utilizando dos dedos de la mano izquierda y tres de la derecha. La recepción se hacía a través de cintas que inscribían el mensaje que sería decodificado.

Este mismo código fue utilizado para el desarrollo de la teletipo, máquina de escribir a distancia. Desde el punto de vista de las operaciones, el sistema teletipo utilizaba una máquina de escribir que perforaba una cinta con el código de cada

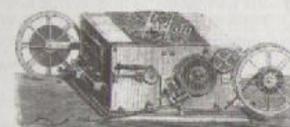
letra, donde los agujeros representaban unos y su falta un cero. Esto se puede observar si se compara la imagen de la cinta perforada con el alfabeto y la tabla del código Baudot. La operación de codificación se había tecnificado mediante una máquina de escribir: el operario no necesitaba conocer el código, solo operar una máquina de escribir.

La cinta que almacenaba el mensaje a emitir era desplazada sobre un sistema lector, que convertía la información codificada en señales a ser transmitidas hasta el teletipo receptor, donde se controlaba directamente una máquina de escribir receptora que tipeaba en papel el mensaje. También fueron tecnificadas las operaciones de conversión de código en señal, recepción y decodificación. La cinta permitía, además, reenviar el mensaje<sup>6</sup>.

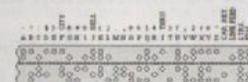
El uso de la teletipo fue exclusivo de oficinas públicas, instituciones militares o empresas, nunca fue de uso personal o familiar ni fue un servicio accesible para el público. Hacia 1970, el servicio de telegrafía que brindaba la empresa estatal argentina Correos y Telecomunicaciones incorporó la teletipo, que continuó utilizándose hasta no hace mucho. En nuestro país se continúa utilizando telegramas para documentar despidos o renunciaciones laborales.



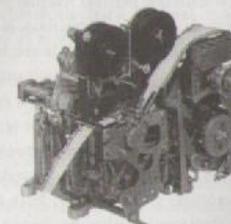
Teclado emisor



Teletipo



Cinta perforada de teletipo.



La teletipo tenía un completo sistema perforador de cintas.

<sup>6</sup> Para más información, ver <http://www.perthuis.org.uk/>. Consultado el 30/03/10.

### Desarrollando un sistema de teletipografía

Se propondrá a los alumnos el diseño de un sistema de teletipografía a partir de máquinas de escribir, donde desde un teclado se pueda controlar otra máquina de escribir distante. Se pedirá que los alumnos expliquen cómo harían para que, al presionar una tecla en un lugar, se active mecánicamente otra tecla distante. La solución puede ser mediante algún tipo de cable tenso, o utilizando un electroimán para cada tecla en la máquina receptora. La idea es discutir la factibilidad de este modo de comunicación.

Luego se les pedirá a los alumnos que analicen las ventajas y desventajas de esta forma de comunicación. Para esta actividad es conveniente disponer de una máquina de escribir y que los alumnos hayan manipulado un electroimán.

Posteriormente, se les pedirá la recuperación de la información para producir una presentación sobre el teletipo, donde se presente el tipo de código utilizado, las características de la emisión de señales y el contexto donde fue ejecutado.

En Internet es posible encontrar relatos de telegrafistas en lugares alejados como la Patagonia, donde esta era la única forma de comunicación rápida. Creemos que su lectura es interesante para los alumnos, como forma de representarse el tipo de trabajo asociado a estas tecnologías<sup>9</sup>.

## 5.5. La comunicación de sonidos

El desarrollo de la comunicación telefónica es una larga historia de intrigas, secretos, patentes y negocios. Curiosamente, la búsqueda de la comunicación de sonidos no parte de anticipar el uso de un teléfono sino de mejorar el telégrafo, a partir de crear un dispositivo que permita mandar por el mismo cable varios telegramas a la vez. En el momento de creación del teléfono, la telegrafía se encontraba en un "cuello de botella", ya que no lograban satisfacer la creciente demanda de mensajes (Dary, 1901).

Se pensó entonces en introducir una señal sonora en una línea eléctrica, para poder enviar simultáneamente distintos telegramas en frecuencias distintas, que viajaran juntas y que al llegar a destino se separaran gracias a un diapason en el que vibraran por separado los diferentes mensajes enviados. Este dispositivo se llamó telégrafo armónico o musical. En la búsqueda de convertir la señal sonora en eléctrica se creó un micrófono y un parlante. Para esto se utilizó, como en el caso del telégrafo, el efecto electromagnético. Se inauguró así la posibilidad de "hablar directamente", dando lugar al teléfono.

<sup>9</sup> Para más información, ver <http://www.dinm.com/pdf/correo/correo-cabo-siguenes.html> y <http://www.dinm.com/pdf/correo/correo-comodoro-rioadavia.html>. Consultado el 30/03/10.

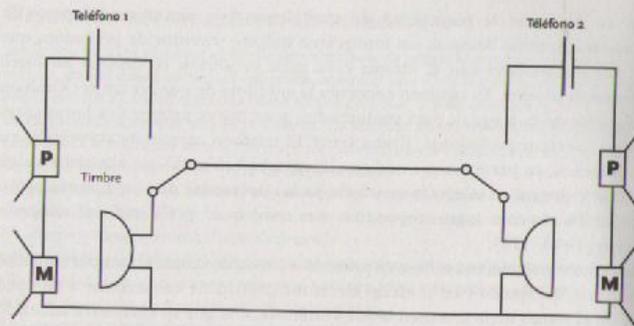
Hoy es discutida la paternidad de este dispositivo. Entre sus pioneros se encuentra Antonio Meucci, un inmigrante italiano inventor de profesión, que por sus limitaciones con el idioma y su mala condición económica no logró registrar la patente. Es también conocida la anécdota de que Alexander Graham Bell, profesor de lenguaje para sordomudos, presentó su patente dos horas antes que un inventor profesional, Elisha Gray. El teléfono careció de aceptación en sus orígenes, en parte porque nadie se imaginaba hablando con alguien a quien no veía y porque el telégrafo satisfacía ya las demandas de una comunicación rápida. Finalmente logró imponerse, sin resolver el problema del telégrafo (Lubar, 1993: 119).

Básicamente, el teléfono se basa en principios conocidos como el comportamiento vibratorio del sonido y en el efecto electromagnético. Se habla frente a un cono que en el fondo tiene una membrana vibratoria, a la que se encuentra adherido un imán. Frente al imán se encuentra una bobina de cable aislado en la que se genera una corriente eléctrica, que al llegar a otro electroimán con un dispositivo similar produce un campo electromagnético que hace vibrar un imán pegado a la membrana que reproduce el sonido. En un comienzo, la corriente eléctrica así generada era muy débil, por lo que el sistema era poco eficaz. Se intentaron otras formas de generar una corriente variable, incorporando una batería al sistema. El sistema patentado por Bell constaba de una cubeta con mercurio, cuya resistencia eléctrica variaba al estar conectada a una membrana.

Quien resolvió técnicamente la calidad de la comunicación telefónica fue Thomas Alva Edison, mediante un micrófono de granos de carbón. La innovación mejoró el aparato y por lo tanto sus posibilidades de ser comercializado. Al crecer la cantidad de usuarios, se creó la central eléctrica manual, manejada por operadoras, lo que también permitió que el negocio creciera ampliamente (Lubar, 1993: 125).

### Creando un circuito telefónico

Vamos a presentar un circuito telefónico que conecta dos teléfonos. Los micrófonos y los parlantes están en serie. El dispositivo cuenta con un zumbador para la llamada o timbre (cuyo circuito no nos interesa resolver aquí) y una llave de conmutación o selector. A continuación se propone a los alumnos:



1. Hacer un análisis del circuito para describir su uso y compararlo con los teléfonos normales.
2. Diseñar el circuito de una central que agrupe a cuatro o cinco teléfonos.
3. Hacer un listado de los pasos necesarios para establecer una comunicación entre dos teléfonos.
4. Hacer una lista de las funciones que debe cumplir una central telefónica.

Este problema involucra las características que debe tener una central telefónica: saber quién llama, enterarse con quién desea comunicarse, establecer la comunicación. Estos procedimientos se siguen utilizando actualmente.

A continuación proponemos una actividad de integración para realizar con grupos de alumnos: el análisis del sistema técnico relacionado con las comunicaciones y su evolución.

## Bibliografía

- Dary, Jorge. *Por el campo de la electricidad*, París: Librería de la viuda de Ch. Bouret, 1901.
- Lubar, Steven. *Infoculture. The Smithsonian Book of Information Age Inventions*. Boston: Houghton Mifflin, 1993.

## Páginas de Internet consultadas

- Amigos del telégrafo. <http://www.amigosdeltelgrafo.es>
- Brumatti, Humberto. *Las comunicaciones en Cabo Virgenes y Punta Dungenes*, <http://www.drault.com/pdb/correo/correo-cabo-virgenes.html>
- *Correos y telégrafos en los albores de Comodoro Rivadavia*, <http://www.drault.com/pdb/correo/correo-comodoro-rivadavia.html>
- Porthcurno Telegraph Museum: <http://www.porthcurno.org.uk/>