

## Unidad 4

---

- La radio el medio ciego.

*“ Si se parte de que pensar es producir ideas, habrá que razonar que el acto de pensar es un acto de ver –mirar o contemplar– por medio del ojo– punto físico de encuentro exterior (entorno) con el interior (cerebro) – que es un órgano sensorial integrado, dentro de la estesiología humana, o otros órganos, entre los que destaca el oído, que hace las veces de ojo escucha”.*

## La radio: el medio ciego

*Hablar de la imagen es instalarse en el centro mismo de la confusión...*

Maurice Mourier

¡LOS CAMINOS QUE CONDUCEN A LA mente pasan también por los oídos! La radio es, ante todo, arte de expresión. En la mayoría de los idiomas la palabra hablada adquiere su verdadero sentido cuando se valora en la dimensión de la expresividad. Se requiere que la palabra haga vibrar la capacidad perceptiva de los sentidos para que la experiencia de ella adquiera el significado como expresión. La expresión radiofónica es hilo conductor que sustenta la primera parte de este capítulo, en él se pretende estudiar la infraestructura de la radio por dentro, para luego sistematizar las diversas formas del decir y quehacer radiofónico. Porque la radio no puede entenderse sin el lenguaje –estructura que filtra el significado de la palabra–, puede afirmarse hoy que es el medio de comunicación social que no sólo ocupa la difusión más amplia y accesible en el mundo de las telecomunicaciones, sino también un espacio comprometido para lograr las metas más altas de expresión humana a través de la videncia a distancia. Esta es la función social más trascendente de este medio ciego que hoy cabalga con sonido digital en todos los confines de la Tierra, como conquistador omnipresente de la aceptación del oyente hacia el nuevo milenio.

Gracias a los sentidos, se detecta todo lo que ocurre en torno al hombre. Pero no son los sentidos los que proporcionan las cosas en sí, más bien ellos sólo permiten captar algunos de los efectos que producen sus caracteres propios. Si se dice *huele a rosa*, se emplea una simplificación idiomática para significar: *estoy percibiendo el aroma producido por una flor llamada rosa*. Si se expresa: *oigo la radio*, lo que se intenta decir es *escucho el sonido de la música en la radio* o, más claro aún, *escucho mi programa favorito de música clásica por la radio*, o más detalladamente aún, *escucho un concierto de Mozart en la hora selecta de mi estación favorita*. Porque el cerebro humano no lo dice todo cuando recurre a la expresión de la palabra, hoy se puede estar seguro –o inseguro– que si alguien expresa, por ejemplo, *veo el árbol*, lo más probable es que se esté transmitiendo un mensaje parecido a este: *estoy observando el árbol del patio de mi jardín, pues es muy posible que al*

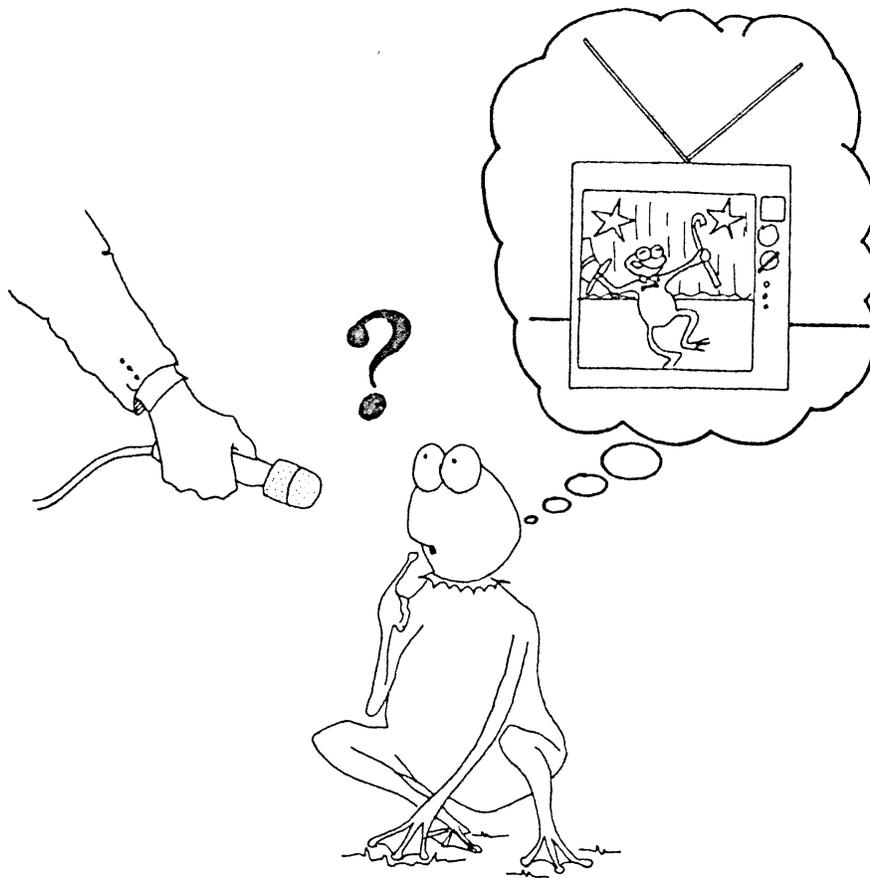
*cortarlo, su enorme tallo pueda servirme como mesa, sin necesidad de cortarlo de raíz.* Ello implica un conocimiento mayor, si no profundo, de la persona que habla. Como se puede observar, una simple denotación de tres palabras *veo el árbol*, puede estar cargada de una insospechable connotación que, al expresarse a la ligera, dista mucho de la capacidad empática –o grado de comprensión profunda– del hombre de llegar a comprenderlo. Todo ello es posible gracias al poder de la expresión. Pero esta valoración puede tener su origen en que el hombre de hoy ha enseñado mejor su vista que su oído u olfato. Aunque a veces la falta de un sentido agudiza otro, quien no dispone más que del olfato, sólo será capaz de percibir un mundo muy pobre en conceptos y, por lo tanto, tendrá un arte olfativo muy poco representativo.

No es perogrullada afirmar que *de la vista nace el amor*. La vista es el sentido más valioso para el hombre pues no sólo hace posible ver representadas las cosas por sí mismas, sino que permite percibir una multiplicidad de elementos sensoriales que conjuga la expresión de otros sentidos. Es cierto, el ojo sólo proporciona una información superficial y hoy en día muy *camuflajada* de las cosas, a diferencia del oído; pero es por esa misma superficie donde es capaz de proyectar mucho más de la esencia de las cosas que registra como óptica reticular. Cuando el ojo se prende de una cámara y, por lo tanto, de una pantalla casera, su realismo transportador produce una sensación de estar en el sitio de los acontecimientos. Permite ver la sangre correr, casi palpar el instante en que fluye borbollante, mientras el zapatista con un fusil de madera yace inerte sobre la tierra y, con el terrible encanto de la *repetición*, ha contribuido a destruir la capacidad de asombro de los hombres.

El ojo humano va más allá, es capaz de percibir el color, el perfil, la estética, el tamaño y los detalles distinguibles de las cosas de la misma especie. Con excepción del movimiento molecular, el ojo humano es capaz de ver los movimientos que se traducen en la expresión viva de los acontecimientos. Por medio de la vista, es posible distinguir la distancia, la dirección y el lugar donde se encuentran las cosas. La proxemia se encarga de estudiar la distancia: proximidad o lejanía y el valor que la diferencia de ambas representa en las escalas de significación de los objetos, personas o cosas. Por ello y por más que sería imposible analizarlo en este espacio, baste señalar la inagotable abundancia, diversidad, universalidad y fuerza de la expresión de las artes que emplean la ventana de la vista: la fotografía subacuática, la animación, la postproducción, la multimedia, por citar las artes jóvenes, recién llegadas con las nuevas tecnologías y las bellas artes de siempre: la pintura, la escultura, el cine, el teatro, la arquitectura y la literatura que, como expresión literaria, con tanta frecuencia describe sensaciones de carácter visual.

Si se parte de que pensar es producir ideas, habrá que razonar que el acto de pensar es un acto de *ver* –mirar o contemplar– por medio del ojo –punto físico de encuentro del mundo exterior (entorno) con el interior (cerebro)– que es un órgano sensorial integrado, dentro de la estesiología humana, a otros órganos, entre los que destaca el oído, que hace las veces de *ojo escucha*. La proxemia, la gestualidad y la experiencia directa del espacio físico no le son ajenas. La ciencia neuropsicológica estima que el hombre cuenta con alrededor de 150 millones de células foto-

sensibles, alojadas en el ojo. Se calcula que algunas de ellas, en forma de conos, tienen la función de percibir la calidad del estímulo; otras, en forma de bastones, la función de percibir su intensidad. Las células en forma de conos tienen alta sensibilidad a la calidad cromática, algunas de ellas son sensibles al rojo, al amarillo o al verde. Por ello se pensó que con ellas se había encontrado los detectores de color. Pero investigaciones más recientes confirman que estos conos son receptores más no detectores, como lo demostraron estudios realizados en la retina de las ranas donde se descubrieron detectores de bordes, de contrastes en movimiento, de profundidad sensibles a la luminosidad y oscuridad, así como detectores de formas.<sup>1</sup>



**Figura 1.** El orden lingüístico periférico en una entrevista no siempre corresponde al orden interior del pensamiento de la persona entrevistada ya que su marco de referencia le permite inferir una gama muy extensa de escenarios imaginales.

<sup>1</sup> F. Molinar, "Elements sensoriels de la vision", en *D'esthétique*, octubre-diciembre de 1976, p. 18.

Estas ideas de la conformación de la imagen concuerdan con el pensamiento de Descartes para quien el acto de imaginar se integra dentro del cerebro y en el medio ambiente perceptible. Kant estaba en lo cierto al afirmar que “las leyes del pensamiento establecen, entre los múltiples datos de los sentidos, relaciones que permiten percibirlos y comprenderlos”. Si para el acto imaginal es imperativa la iluminación como postula Jean-Clarence Lambert, y “el artista, mejor que nadie, sabe provocar, guiar, poner en marcha esta iluminación, la interacción de la percepción sensorial, de su tratamiento por el ojo, de su estructuración en el cerebro”; entonces, ver es imaginar, es ver más libremente. Pero el acto de ver no es autónomo. No prescinde de la percepción de los demás órganos sensoriales. El oído humano, por ejemplo, tiene la posibilidad perceptual de permitir el acceso de la información ciega que, por la ventana de la vista, se va a complementar en la conformación de la empatía y aquí se hace inagotable la complejidad de la acción perceptual.

En los tiempos modernos las artes visuales utilizan el color, el movimiento, que adquiere rangos desde la plástica del *collage* hasta la *intermitencia icónica*,<sup>2</sup> la animación y las múltiples técnicas que dan lugar al espacio multidimensional que adoptan las formas de expresión destinadas a la vista. Cabría aquí preguntar, por lo tanto, si en sentido estricto sólo hay dos artes que se escapan de la vista y que están destinadas exclusivamente al oído: la música y la radio. La interrogante se funda en dos afirmaciones que son poco conocidas y que pasan inadvertidas para la mayoría de las personas: en las postrimerías del siglo XX, la música “es susceptible de ser vista” mediante la incorporación del disco láser o la multimedia que permite *ver-oír* el concierto al mismo tiempo; en el caso de la radio, se ha generalizado la expresión: *lo vi en la radio*, derivada de una función poética o estética que generaliza Román Jakobson (de quien se ocupará el capítulo tres), y que la define como la relación del mensaje consigo mismo. “Es la función estética por excelencia: en las artes, el referente es el mensaje que deja de ser el instrumento de la comunicación para convertirse en su objeto.”<sup>3</sup>

A diferencia de otros medios, incluso de la televisión, porque demanda tener la vista fija, la radio es un medio ciego autónomo, capaz de penetrar por el órgano sensorial del oído y crear sus propios escenarios en el cerebro del perceptor. Con frecuencia se estima que el emisor del mensaje cifra su acto de persuasión para ser recibido tal y cual se emite. Es un error de apreciación común estimarlo así. La realidad es que el emisor emite su propuesta persuasiva en un código, con un lenguaje, con una intención y con una carga de elementos persuasores que tienen un propósito deliberado y que buscan un resultado en la acción del perceptor. Pero este hecho complica la posibilidad de entender de manera simple la teoría de la comunicación.

En la radio, el mensaje cifrado, vía oído, tiene casi siempre un resultado que es producto de la imaginación del perceptor y no de la intención del emisor como se

<sup>2</sup> Véase el glosario al final del libro.

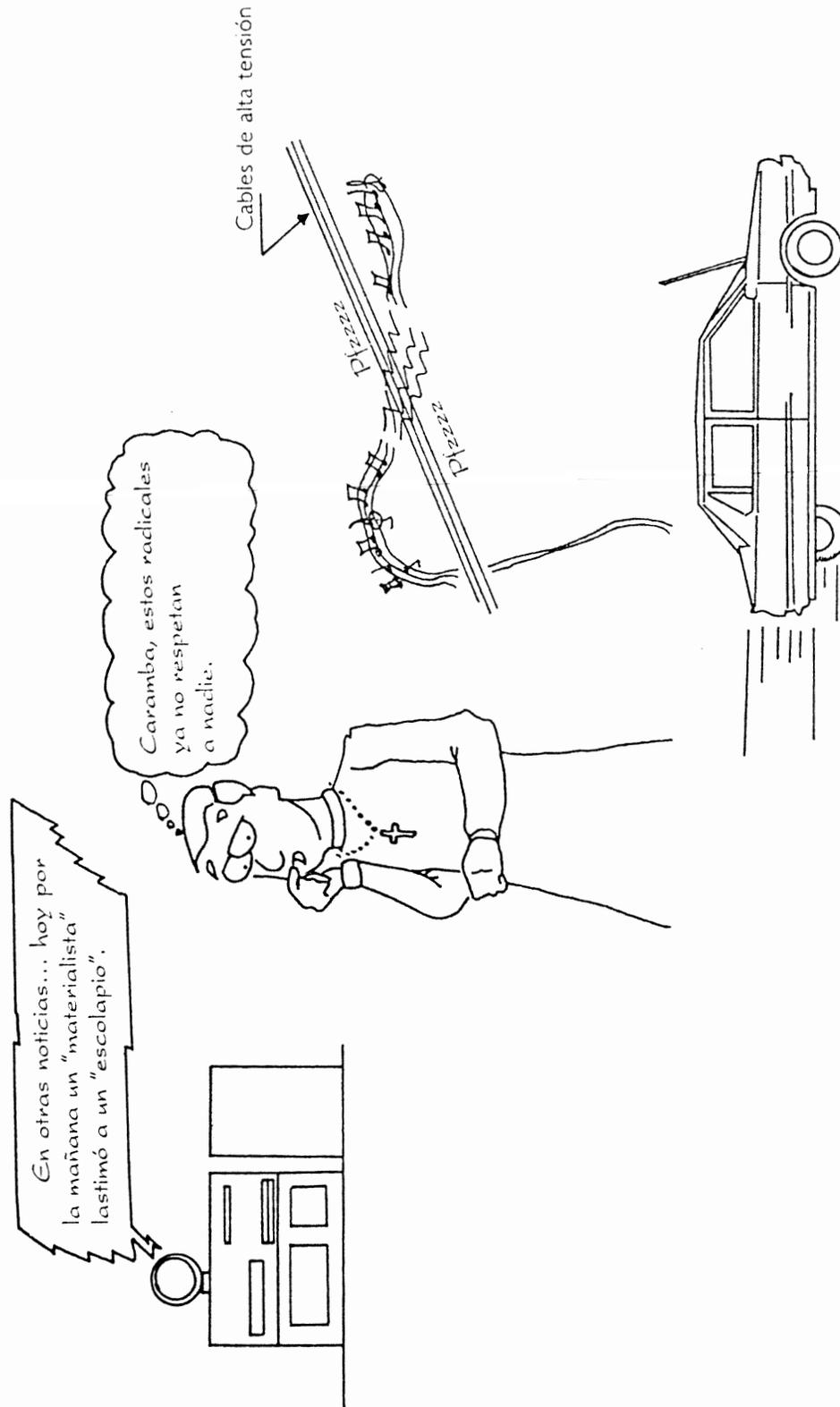
<sup>3</sup> Pierre Guiraud, *La semiología*, Siglo XXI Editores, México, 1983, p. 13.

piensa. Un proceso que comienza con el acto de audición, que se produce en el cerebro del perceptor y que se desarrolla con el apoyo de la vista y otros órganos sensoriales. La autonomía de la radio se cifra en las posibilidades comunicativas a partir del emisor pero no del perceptor. El perceptor emplea una multiplicidad de referencias que le permiten hacer de la radio, *el medio ciego*, –llamado así por Rudolf Arnheim, en su clásica *Estética radiofónica*–, el medio más rico en escenarios naturales y, por lo tanto, el medio que permite el ejercicio más absoluto de la libertad de imaginar esos escenarios. Por ello, la radio no es un acto imaginario como se verá más adelante, sino un auténtico acto imaginal. Proponer una teoría así, implica desmenuzar a fondo algunos elementos que se mueven de manera decisiva en torno a esta concepción.

El mundo acústico está formado por sonidos y por ruidos. Para el estudio de la teoría de la comunicación, los ruidos en estricto sentido, *ruidos de canal*, están considerados como las perturbaciones o interferencias que dificultan la percepción o impiden que algunos elementos del mensaje alcancen su destino. En cambio, los *ruidos semánticos*, se traducen en la interpretación equivocada o la pérdida de significado, por razones diversas, (por ejemplo, palabras de difícil comprensión) en el contenido intelectual del mensaje. Entre todos los sonidos existentes habría que considerar a la palabra como el sonido más noble y trascendente aportado por el hombre sin desdeñar, cuando se refiere uno al arte, que un simple sonido puede tener un efecto mayor que el de la misma palabra.

Hay una sucesión de efectos indirectos cuando la palabra y el ruido se les representa por tonos. Algunas personas les resulta difícil entender que el tono de la palabra, por ser más elemental, es más fuerte que su significado. Desde los más remotos tiempos, incluso antes de la invención del lenguaje, los avisos y formas de comunicación primitivas eran sólo comprensibles como expresión sonora, tal cual se comunican los animales. Supone que mucho antes de la invención de lo que finalmente se estructuró como lenguaje, la expresión comunicativa, las apelaciones de aviso, las formas de expresión entre los seres humanos eran comprensibles únicamente como expresión sonora simple, tal como ocurre con los sonidos emitidos por *Tarzán* de Edgar Rice Burroughs, o los gritos comunicantes emitidos por los vascos, por citar dos casos. Es cierto, lo que permanece en el hombre de su vida primitiva tiene una fuerza distinta, aunque el hombre ha influido en ella por medio de su espíritu y creatividad. Ello explica que influya más la expresión sonora del tono de la voz del sacerdote en el púlpito que el contenido de su homilía: *habló muy bonito el señor cura*, dijo la abuelita; cuando su nieto le preguntó de qué habló, ella se limitó a expresar .. *no entendí muy bien lo que dijo, hijito, pero habló muy bonito...*

Como lo registra la historia del arte, los recursos más elementales y antiguos de expresión permiten conseguir los más profundos y significativos efectos. Los efectos más elementales para el oyente no consisten en representar el sentido de la palabra o del ruido, de modo que los pueda reconocer de la realidad que le envuelve. Resultan más inmediatos los efectos que producen los sonidos por su carácter expresivo: por decir volumen, intensidad, ritmo, intervalo, reticencia. Los efectos



**Figura 2.** El ruido de canal incluye toda perturbación que interfiera la calidad del mensaje. El ruido semántico es la interpretación equivocada del mensaje, pues en cualquier clase de actividad de comunicación existe discrepancia entre los códigos que emplean el emisor o codificador y el receptor o decodificador, aunque el mensaje se reciba exactamente como ha sido enviado.

de la reticencia, por ejemplo, son de enorme interés porque, al explicarse cómo la acción de callar una cosa de aquello que se dice, pero dejándola entrever, implica el uso apropiado del silencio como elemento de gran significado; cuando se expresa *tantas veces va el cántaro al agua hasta que...no digo más*, las propiedades tonales rebasan al significado de la palabra y del efecto sonoro. Cuando se pronuncia la vocal *a*, que como tono tiene una determinada forma de expresión, se la expresa de manera convencional como sonido emitido. La vocal *a* se encuentra tanto en la palabra amor como en la voz matar. Los sonidos del viento huracanado, de un tramotor de la Segunda Guerra Mundial, de una sirena de la Cruz Roja poseen una sonoridad común pero de tono característico y, por lo tanto, es posible distinguir quién o qué los emite. Existe una nueva y estrecha relación entre el sonido artificial y el natural que permite establecer o crear un nuevo arte de la sonoridad, pero además, generar una nueva aportación para mejorar la cultura humana sensorial.

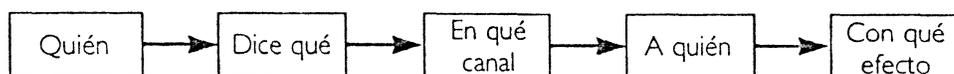
El atractivo de la audición de la radio puede explicarse porque el oído humano se acostumbra a reconocer y aprender los sonidos, lo que permite distinguir el cencerro del servicio de limpieza pública, la sirena de un tren, el aullido del lobo y el canto del ruiseñor. En los tiempos que corren, tan saturados de ruidos, sería deseable que la radio pudiera –otra vez– contribuir al enriquecimiento del vocabulario para describir las bellezas de la Tierra. Y lo que sería mejor: como en la bella época de los ruidos naturales, cuando la palabra era sonido y el sonido palabra.

Algunos oradores acostumbran elevar el tono de su voz, la hacen vibrar de manera artificial y falsean sus palabras. Otros, bajan el tono con el fin de encubrir la agudeza de su voz y lograr un mayor grado de atención. Ciertos locutores emiten una simple sucesión de signos sin atractivo, sin armonía ni ritmo, lo que los hace monótonos y aburridos. Una expresión en tales condiciones produce que el radioescucha ponga mayor atención en cómo se dice en lugar de qué se dice. Resultan dudosas las recomendaciones de algunos profesores de declamación que enseñan a *cantaletear* rimas que generan ruido y malestar entre los asistentes al concurso de declamación, cuando lo que esperan los asistentes es la fluidez y naturalidad del declamador. No sólo el actor, sino también el artista, se inclina a considerar el habla como forma, sin relacionarlo con el contenido de la obra. Quien presuma de hacer declamación, deberá alejarse de los malos poetas: los que riman *calma* con *alma* y *corazón* con *pasión*. Es preferible elegir un expositor que conozca el asunto del que se hablará que buscar un locutor que tenga sonoridad vocal y fluidez pero con escasos conocimientos sobre el tema.

En teoría de la comunicación radiofónica hay que tomar en cuenta *quién dice qué, a quién, por qué medios y con qué efectos*, conforme lo expresa Harold Lasswell. Pero el acierto va más allá de la simple observación superficial. El *quién dice qué* implica no sólo el medio, ni las políticas generales del medio, ni siquiera quién lo está diciendo; sino, más allá de la persona física, de qué forma y en qué tono lo está diciendo el intérprete del mensaje constituido en emisor. Desde allí se podría comenzar a observar la complejidad teórica en la calidad de la expresión.

En la obra radiofónica, entendida como cualquiera de las formas que adopta el arte creativo en este medio, es muy importante tomar en cuenta lo que se denomina el carácter de un sonido, el cual es susceptible de ser expresado por las características que se derivan de la reconstrucción de la fuente que emite. Así, en la música, se habla con frecuencia del carácter vocal del instrumento. El papel que desempeña cada instrumento en la obra musical se establece, de modo esencial, por su carácter vocal. En la música es posible observar el carácter complejo y profundo del contrabajo; los agudos de la trompeta; los finos sonidos del instrumento de viento y hasta los poliformes sonidos del violín: grata conjunción de suaves y vibrantes caracteres, para decirlo de alguna manera. A partir de esta observación, se podría ver que estos caracteres se describen con las mismas palabras que se utilizan para las propiedades del carácter humano.

El *a quién, por qué medios y con qué efectos* de Lasswell implica al perceptor, al medio y a los resultados del proceso de comunicación. Por supuesto, un análisis de esta naturaleza trasunta mayor grado de complejidad. Analícese el *quién* de Lasswell y podrán distinguirse muchas personas en el lugar del emisor, así como la posibilidad de enviar ruido semántico. El *dice qué* implica el contenido intelectual del mensaje y fundamentalmente la intención. El *en qué canal* recoge la posibilidad de la infraestructura que vehicula el mensaje con todas las posibilidades de ruidos físicos. *A quién* implica a todo un universo donde el mensaje puede diluirse si no alcanza el segmento de receptores. Finalmente, *con qué efectos* plantea la posibilidad de evaluación de todo el proceso, acción que la fuente emisora con frecuencia ignora.



**Esquema I.** El proceso de la comunicación de Harold. D. Lasswell (1948).

En el orden de los ruidos semánticos, el radioescucha medio frecuentemente tiene dificultad para comprender un lenguaje rebuscado. El oyente se introduce con lentitud en cualquier tema que requiera de una atención por encima de lo normal, sobre todo cuando está poco acostumbrado a pensar. Cuando se inicia una locución con una tesis abstracta, fuera de su alcance, el resultado puede ser un cambio de frecuencia o recibir de *feedback* comentarios francamente desagradables. Por supuesto que es necesario estimular a la reflexión y facilitar la clarificación de conceptos abstractos.

A la inversa, un lenguaje vulgar e intrascendente ofende con frecuencia al auditorio. Hay un vicio muy frecuente entre los locutores de formular introducciones como *en unos momentos más comenzamos este interesante programa, esta mañana está con nosotros nuestro operador "estrella" Juanito Buenacara, vamos a*

*escuchar unos interesantes comerciales y regresamos con toda la información, antes de entrar al verdadero tema, Amigos nuestros, ahora voy a decirle a usted..., Ahora les presentamos al señor Luis Miguel con esto que se llama...* Es larga la lista de barbaridades que a diario se escuchan por la radio. Un lenguaje así, plagado de vicios de dicción, de oraciones que empiezan en singular y se mezclan con el plural, de expresiones pobres *muy modernas* como *el señor*, o *con esto que se llama, después de estos comerciales, más música...* no ameritan mayores comentarios ya que corresponden a la pobreza del lenguaje del locutor y no a los intereses de los radioescuchas. Sin embargo, hay que volver a la necesidad de encontrar el camino de la expresión con la mayor sencillez.

Cuando el locutor se expresa familiarmente, con pequeños ejemplos y de vez en cuando le surge la genialidad de destacar las cosas que todos los días se viven, se logra un clima de confianza que evita la forma rígida y vocalizada de las impostaciones de la voz. Aún así, en ocasiones, el tono grave o agudo de la voz es la principal fuente de ruido: como aquél locutor que se hizo popular por el tono tan grave de su voz, cuando hablaba, ésta parecía provenir del fondo de una atarjea y... sin embargo, ¡mantenía encantada a la muchachada! El radioyente joven retiene su atención más en la forma que en el contenido del mensaje en tanto que el locutor fluctúa entre ser considerado carismático y hasta *padrísimo*.

Cuando el programa esté destinado a radioescuchas infantiles es conveniente suprimir la *guasa* o las bromas de mal gusto; es prudente dar al niño el lugar que le corresponde ya que todo infante es capaz de inspeccionar la conducta del mayor a través de su palabra. Ésta, finalmente, tendrá una respuesta del pequeño, quien considerará al adulto como persona agradable y digna de atención, o como ridículo comediante que no es capaz de hacer reír ni a un payaso. El jurado de los niños, con frecuencia tratados por los mayores como si fuesen tontos, deja muchas veces en ridículo al adulto.

La gente que durante el día se encuentra muy ocupada en su actividad cotidiana, sumergida en las *jergas* callejeras y textos de periódico, con su lenguaje muchas veces defectuoso, no tiene por que soportar el lenguaje ajeno y cursi de ciertas novelas de mal gusto de la televisión, los diálogos mal traducidos del cine y, de paso, una radio que no ofrece más que basura. La radio debe asumir el papel de compañero ideal, con un modelo de programación creativa, enriquecida por comunicadores que puedan ofrecer un idioma natural, ligero, singular, lógico y agradable; pero también, con locutores capacitados para improvisar<sup>4</sup> con absoluta libertad y comprobada calidad. Sólo en tales condiciones, el lenguaje asume el papel de herramienta de expresión y de verdadera estructura para la comunicación.

<sup>4</sup> Improvisar. Se recomienda revisar este aspecto en el capítulo cinco.

## Hacia una teoría de la radio

¿Es posible hablar del sonido como imagen y de esta imagen como creación estética o parece, más bien, que se pretende usurpar la palabra imagen que por naturaleza propia, corresponde a la televisión y no a la radio? Ésta ha sido considerada por la teoría de la comunicación como el medio que ha capturado la atención de los investigadores en la tesitura de arte de expresión oral, ya que propicia en el ciego radioescucha un fenómeno auditivo de recepción simple a través del sonido y alcanza su plena madurez en la experiencia social. Pero aún permanece poco explorada como objeto de estudio, poco con respecto al interés del comunicólogo. Por principio, algunos investigadores de la radio han concedido mayor importancia al desarrollo de las nuevas tecnologías; otros, han centrado su atención en el campo de la industria para promover nuevos usos de equipos y nuevas demandas en el mercado; un grupo más reducido ha centrado su interés en torno a los alcances sociales de la radio y, quienes se dedican a la comunicación como profesión, han centrado su visión hacia el alcance del sonido, una cobertura y penetración del sonido que se emite en un determinado lugar y, desde allí, alcanza distantes auditorios a la vez, sin estimar fronteras ni clases sociales, llevándoles principalmente la música, el noticiario, el estado del tiempo y, rara vez, el debate intelectual o la obra dramática.

La radio surgió con la despreocupada fuerza de una imagen apolítica. Florece en un siglo de luchas sociales en el que el hombre pocas veces se plantea si los muros que hace cientos de años construyó, deben conservarse, o derribarse; mas, de repente, cuando las luchas sociales deciden demoler esos muros y resurge la democracia como bandera de los pueblos, la radio comienza a replantearse su función social como vehículo informativo, de la que siempre fue ajena, especialmente en las naciones en vías de desarrollo.

La radio es materia de expresión oral, de música y de efectos sonoros. Es ciencia, es técnica y es arte. La radio genera la imagen hablada del mundo. Si la radio crea imagen ¿qué es la imagen?, ¿de dónde viene?, ¿cómo funciona? La idea de la imagen data de 1220-1250 y tiene su origen en el latín *imago-ginis* que significa *representación*, o *retrato*; de la misma familia que *imitari*, *remedar*; y de allí, imaginar. En todas las lenguas, la palabra imagen está cargada de connotaciones irreconciliables entre sí, por ello no es tan fácil encontrarle cabida en el lenguaje corriente del arte. Por algo Maurice Mourier dijo alguna vez que hablar de la imagen es instalarse en el centro mismo de la confusión. En el pensamiento europeo existe incluso una añeja desconfianza hacia la imagen, su desvalorización o aceptación resulta ser, en un momento dado, copia endeble de lo real, a decir de Jean Paul Sartre.

La expresión oral en la radio es un *continuum* de imágenes habladas que vienen del emisor y provocan, con deliberada intención, un acto cuasi fotográfico al interior del cerebro que, en ejercicio de la libertad individual, crea una imagen nueva a su interior. Imagen que no es, ni remotamente, la misma que el emisor intencionalmente ha cifrado por el medio de que se trate. René Descartes propuso que la imagen, al interior del cerebro o al exterior, en el mundo, es un acto; un acto imaginal,

no imaginario. Jean-Clarence Lambert propone identificar como actos de imagen que deben integrarse: interiores o exteriores, inventos y aportaciones para constituir un campo particular que se llame reino imaginal; y precisa: imaginal, no imaginario, que adquiere, en ciertas circunstancias, una connotación que designa lo ilusorio o equivocado. Cuando Henry Corbin propuso el término imaginal, se refería esencialmente al producto de la facultad de imaginar; al impulso creador de las imágenes, con arreglo al cual, según Corbin, “no debe confundirse, sobre todo, con la imaginación que el hombre moderno mira como *fantasía* y que sólo secreta algo imaginario”. La facultad de imaginar, es “al igual que el intelecto y los sentidos, uno de los órganos de conocimiento y penetración, un órgano de percepción, ordenado de acuerdo con el mundo que le es propio y que da a conocer ese mundo”. Más aún: “Lo imaginal tiene los mismos derechos que lo real”.<sup>5</sup>

Si imaginar es ver, la radio se ha beneficiado por su cualidad de ser una forma de manifestación del arte de la expresión oral. Si se va a reconocer en toda plenitud a la reina de las facultades —como la llamó Baudelaire—, la facultad de imaginar, se ha llegado ante un gran acontecimiento para este medio que Arnheim bautizó como el medio ciego y que, por virtud de su ceguera, *ha potenciado su facultad de expresión creativa de un arte aún más noble: el de generar por medio de la expresión oral, un mundo imaginal, autónomo, indivisible y único en cada ser humano*. “El reino imaginal se convierte, en ese momento, en el lugar de todos los actos de imagen. Y el acto de imagen, de cualquier imagen, se constituye dentro de un intercambio permanente, un vaivén, entre lo mental y la percepción sensorial, lo sensible y lo conceptual, el pensar y el ver”, para ver la idea con la imaginal mirada profunda de Lambert.

La radio, en su forma más simple, parece ser sólo una sucesión de ondas que conjuga sonido, voz y efectos sonoros de manera paralela, pero no es así. Es posible observar este carácter en la obra musical de acompañamiento. El texto no puede sobreponerse, pues resultaría incomprensible, pero se puede obtener buenos y hasta bellos efectos mediante la conjunción de texto y música como ocurre en las revistas sonoras. En las obras guionizadas donde, con frecuencia, se utiliza la mezcla de elementos mediante fundidos momentáneos, para alcanzar soltura dinámica y evitar el efecto de mal pegado que se traduce en monotonía, parches y costuras de montaje. La rica variedad discográfica moderna, vía discos láser, permite disponer de toda la gama de sonidos naturales, útiles para la realización de la obra radiofónica con sonido digital. En este medio el productor debe tener el talento de limitarse a lo audible y el conocimiento del desequilibrio que se da entre el mundo de la visión y el de la audición. Debe acostumbrarse a considerar el mundo sonoro como algo más real que un simple complemento del mundo visual.

El radioescucha moderno vive preso muchas veces de una dinámica donde la velocidad y el *stress* es competencia cotidiana. Requiere, por lo tanto, de momen-

<sup>5</sup> Jean-Clarence Lambert, “Imaginar es ver”, *Vuelta*, México, enero de 1994, p. 19.

tos de relajamiento, de mayor concentración interna, la radio se lo puede ofrecer, por virtud de la palabra omnipresente y de la calidad de representación y compañía que le son propias. El grado de concentración que pueda alcanzar un radioescucha y su capacidad para aceptar y transformar las impresiones sonoras en ideas y beneficios personales, no se pueden obtener en ningún escenario naturalista. Paradójicamente, ante la guerra audiovisual que enfrenta el ciudadano del nuevo milenio, que se extiende como nube gris en la frecuente privatización,<sup>6</sup> el ciudadano se repliega en la íngtima soledad de su ser. Por ello, cuando la radio remite imágenes esperanzadoras que le resultan adecuadas, logra crear su propio escenario, genera impresiones auditivas que recobran el reino imaginal del radioescucha y, de modo eficaz, puede exigirse su propio escenario para convertirse en perceptor, protagonista y aliado al mismo tiempo.

La radio, como ser acompañante y amigable del espacio, promueve una significativa impresión al radioescucha que, identificado con ciertas voces del aire, voces de reflexión y confianza, recibe la presencia de alguien a quien no ve, pero cuyo cuerpo y apariencia imagina, pues lo capta a través de su personalidad. Esta familiaridad se da, sobre todo, con aquellas voces que tienen un trato cotidiano con el radioescucha y, por lo tanto, le son familiares: el conductor del noticiario, el locutor que transmite consejos y optimismo, el profesor de gimnasia, son personas bien identificadas, que se hacen familiares y dejan de ser voces conocidas de desconocidos. A falta del complemento visual, la imagen mental del amigo invisible la sustituye, y con creces, para cifrarlo en el reino imaginal que todo ser humano es capaz de generar en el interior de su mente. El mundo imaginal del radioescucha puede cambiar el aspecto físico del locutor tras años de escucharlo pero lo llega a identificar plenamente. Incluso, cuando llega a conocerlo en persona, advierte que se ha equivocado en la apreciación de su aspecto físico, pero es casi seguro que su condición humana sea la que ya conoce y le resulte ampliamente familiar. Mediante un firme sentido de la forma, lo cual todavía se echa de menos en las emisiones, la radio hace que el oyente reciba el programa radiofónico sin ninguna impresión superflua.

Las imágenes de la radio se traslapan todo el tiempo, inclusive cuando el sonido procede de distintas direcciones del espacio. Los sonidos no se distinguen entre sí por sus direcciones en el espacio; y por esta característica de la radio, de producir sonidos simultáneos que se traslapan unos con otros, es posible alcanzar un extraordinario efecto que, si se sabe aprovechar, da consistencia y profundidad al acto de comunicación. Puede advertirse este fenómeno cuando el ruido marcial de los tambores de guerra son interrumpidos por el suave sonido de un violín que ejecuta una niña en una estancia lugareña. Este fenómeno de sonido paralelo surge de la superposición de la música y de los efectos, principalmente. Pero no ocurre así con los textos porque resultarían incomprensibles. Sin embargo, una conjunción de

<sup>6</sup> Véase el glosario al final del libro.

escenarios, música y efectos de sonido dan como resultado el contexto de la obra radiofónica.

La radio es una forma cotidiana de convivencia humana en comunicación, ya que la gente se comunica desde que se levanta hasta el momento de ir a dormir. La radio alienta a la convivencia. Nada de lo humano escapa de alguna forma de comunicación. La gente se comunica de diferentes maneras, por diversos motivos, pero uno engloba a todos: el acto de vivir. La manera en que cada uno se comunica es su cultura. ¿Quién habla con quién?, ¿cómo lo hace?, ¿con qué información interactúa al hablar?, ¿acerca de qué habla, qué medios utiliza para hablar y con qué fin lo hace? Son preguntas que conciernen a la comunicación y a la cultura. La radio forma sólo una parte en la integración de esta comunicación y de esta cultura.

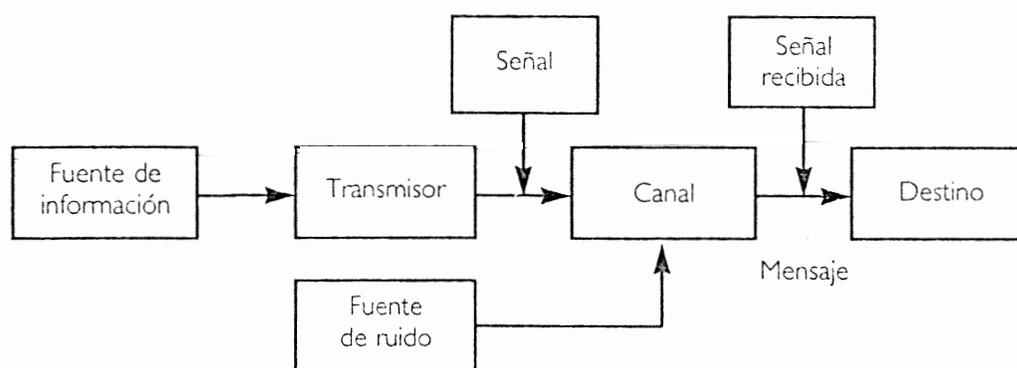
En este contexto se presentan tres problemas que es importante distinguir: uno de tipo *técnico*, otro de tipo *semántico* y un tercero de carácter *influyente*. Los problemas técnicos están relacionados principalmente con la transferencia de la información del emisor al receptor, se refieren a la sintaxis o a la capacidad física de emitir un signo que sea transportado por un canal y recibido por el receptor de manera idéntica como se ha remitido. Los problemas semánticos tienen que ver con la capacidad de emitir un signo que sea descodificado por el receptor y que éste lo reciba tal y cual el emisor lo ha remitido; el tercer problema está relacionado con la efectividad o influencia con que el significado remitido al receptor lo induce a seguir la conducta que de él se espera. Se puede establecer que los problemas técnicos abarcan sólo los detalles de ingeniería, del diseño de un buen sistema de comunicación, en tanto que los problemas semánticos y de influencia comprenden la posibilidad de entender un mensaje tal y cual ha sido enviado, lo mismo que el grado de aceptación que una persona concede, de acuerdo a su criterio, a un planteamiento recibido a través del medio de comunicación.

Esta idea, aunque planteada con sencillez, no tiene una fácil explicación, pues comprende tres ramas diferentes de la comunicación humana que han dirigido los estudios por diferentes caminos:

1. La *sintáctica*, como *teoría matemática* de la comunicación, ha basado sus estudios en la cibernética y en las investigaciones desde el origen de la electricidad hasta las tecnologías satelitales. Estudia cómo se relacionan los signos entre sí.
2. La *semántica* se refiere a los estudios que comprenden todas las formas existentes y complejas del significado desde el punto de vista de la lengua. Estudia cómo los signos se relacionan con las cosas.
3. La *pragmática*, como disciplina, se sustenta en el grado de aceptación o rechazo de los contenidos de la cultura universal. Estudia cómo se relacionan los signos con la gente.

Para efectos de una teoría de la comunicación radiofónica, es preciso establecer que se funda en el pensamiento del físico austriaco Ludwig Boltzmann, quien

planteó en el siglo XIX que ciertos conceptos de la mecánica estadística eran aplicables al concepto de la información. Otros científicos, entre quienes destacan el doctor Norbert Weiner, del Instituto Tecnológico de Massachusetts; el matemático Claude Shannon, de los laboratorios telefónicos Bell, y el fisiólogo mexicano Arturo Rosenblueth, investigador de la Escuela de Medicina de Harvard y posteriormente del Instituto Nacional de Cardiología de México, realizaron investigaciones conjuntas y contribuciones valiosas para el desarrollo de las computadoras y su correlación con la fisiología. Sus estudios se fundan en la matemática de la comunicación:<sup>7</sup>



**Esquema 2.** Sistema de comunicación que ilustra la fuente de ruido físico o semántico.

El esquema presenta simbólicamente un sistema de comunicación. El proceso comienza con una fuente de información que tiene un propósito deliberado de influir, a través de una información, a un destino. Para alcanzar ese destino, tendrá que emplearse un código donde se va a cifrar la señal. Esta señal tendrá que filtrarse forzosamente por un transmisor que en este caso va a ser el de la radio. Aquí pueden producirse ruidos de canal, ruidos físicos que pueden interrumpir la información. Cuando el mensaje es procesado y enviado como información por medio de las ondas electromagnéticas viaja por el espacio hasta alcanzar el receptor o destino. Piénsese por un momento que no hay ruido de canal y que el mensaje llega idéntico como lo cifró la fuente emisora de la información. En el momento en que el receptor o destino lo descifra o descodifica lo recibe pero le da un significado. Ahí puede ocurrir una nueva forma de ruido, pero ahora es el ruido semántico, que puede ser una interpretación equivocada del mensaje, por palabras que no entiende, o por razones de interpretación distintas a la que se propuso dar la fuente. Aquí se llega a un problema mayor: el de dar un significado al mensaje por razones de compren-

<sup>7</sup> Alfred G. Smith, *Comunicación y cultura, la teoría de la comunicación humana*, Ediciones Nueva Visión, Argentina, 1976, pp. 35-49.

sión. Pero ello no es todo, si se acude a la experiencia de quien recibe el mensaje, a su *background*, a lo que Wilbur Schramm llama el marco de referencia del destino, es decir, a todo lo que ya conoce en relación a lo nuevo que le están informando, entonces se está de cara ante el mayor problema que puede presentar todo proceso de comunicación humana.<sup>8</sup> Por esta razón, con frecuencia, los investigadores de la comunicación establecen que el proceso de la comunicación comienza con un envío de información y que sólo cuando la información alcanza su destino y tiene como resultado una respuesta, es decir, una retroalimentación o *feedback*, o retorno del mensaje, se produce o se alcanza el fenómeno de la comunicación; pero aún así, queda pendiente la respuesta del receptor o destino, pues cuando se trata de una comunicación masiva, como la de la radio, el planteamiento que se queda en el aire es si la fuente cifra bien y el destino recibe bien ¿qué tanto beneficio va a recibir el destino de la fuente y que tanto beneficio va a recibir la fuente del destino? Esa es una cuestión que ha ocupado todos estos años a la sociología de los medios masivos de comunicación y es motivo de un tratado diferente.

### Conceptos básicos de la radio

La radio es una actividad de interés público. Aunque esta definición ha sido motivo de múltiples discusiones desde que fue creada, en Estados Unidos, por la FCC, y desde que, en 1960, fue promulgada la Ley Federal de Radio y Televisión por el presidente Adolfo López Mateos, muchos han sido los intentos por precisar una definición que clarifique y distinga el interés público del interés privado. En México, sin embargo, el Artículo 4o. título I, de la referida Ley, establece que la radio y la televisión constituyen una actividad de interés público; por lo tanto, el Estado deberá protegerla y vigilarla para el debido cumplimiento de su función social. La Unión Internacional de Telecomunicaciones, (ITU, por sus siglas en inglés), que agrupa más de 130 países, ha establecido las bases para el uso del espectro de la radio y el empleo de las bandas a nivel mundial entre las que figuran las de radionavegación, las telecomunicaciones vía satélite y el empleo de las frecuencias para evitar interferencias entre las diversas naciones que componen la Unión. Cada país distribuye sus frecuencias dentro del espectro de las bandas que le son asignadas. La ITU asigna también las iniciales de los distintivos de llamada para las telecomunicaciones en todo el mundo. A cada país le corresponde asignar las letras que complementarán individualmente los distintivos de llamada y que corresponderán a las siglas de cada medio que utilice las ondas hertzianas y, más ampliamente, al espacio aéreo de cada nación. Por ejemplo, las iniciales W, K, N y una parte de la serie A, están destinadas a los Estados Unidos, con excepción de algunas emisoras de radio pioneras que ya tenían otras iniciales y a las cuales se les respetó el uso de otras ini-

<sup>8</sup> Wilbur Schramm, *Proceso y efectos de la comunicación colectiva*, Ciespal, Ecuador, 1964, pp. 13-23.

ciales. En Guatemala, las iniciales de distintivo de llamada comienzan con K, KTBB (La voz de Guatemala). En México, las iniciales XE corresponden a las emisoras de AM, XH distinguen a las estaciones de FM y los canales de televisión y XJ se han asignado a la aeronavegación.

Pero el espacio aéreo está igualmente orientado a muchos otros servicios distintos a la radioteledifusión comercial: por ejemplo a la marina, la aeronáutica, la radiofonía *amateur* (radioaficionados), internacional (emisoras de onda corta de alcance mundial en frecuencias que emplean principalmente los gobiernos para la difusión oficial), banda civil, emisoras móviles y de investigación del espacio o para fines científicos, las bandas asignadas a diversas dependencias de seguridad nacional, instituciones públicas estratégicas, corporaciones de seguridad pública, policía, bomberos, Cruz Roja, hospitales, industria y comercio.

El arte acústico de la radio, entendido como percepción sonora, sólo es posible dentro de un período de tiempo que le proporciona su propia instantaneidad. Para los ojos existe, en todo tiempo, una rica variedad de imágenes en tres dimensiones, por esta razón, se puede hablar de las artes visuales permanentes: la pintura y la escultura; otras como el teatro, el cine y la danza tienen otra dimensión de la temporalidad. Contrariamente, no es posible pensar en un arte acústico o radiofónico permanente. La misma definición del sonido hace necesaria una cierta relación con el tiempo, por virtud de que la música y la radio, como artes acústicas, tienen una naturaleza temporal que se caracteriza por una sucesión de percepciones concatenadas y contiguas que sólo el oído humano está capacitado para distinguir y diferenciar de entre los diversos sonidos que se producen al mismo tiempo y que forman parte de la estructura del arte acústico.

La capacidad de percepción acústica que tiene el oído humano le hace distinguir la diferencia entre las distintas vibraciones que recibe y hace posible reconocer el carácter del sonido que capta. El hombre puede diferenciar los sonidos dentro de la gama de frecuencias comprendidas entre las 15,000 y las 18,000 vibraciones por segundo aproximadamente. En esta gama de frecuencias, las primeras bocinas conocidas como altavoces de embudo, solamente captaban vibraciones de hasta unos 800 hertz, en tanto que las más modernas captan de 15,000 a 20,000 hertz. Ciertas fuentes de sonoridad se reconocen por estar comprendidas dentro de determinada gama de vibraciones o tonos. De esta manera es posible reconocer los tonos soprano, bajo, agudo, o la sonoridad de la sirena de una ambulancia, el disparo de un arma de fuego, el canto del ruiseñor o el zumbido de un insecto. Pero también puede variar el volumen en el contexto de un mismo tono, varios de estos pueden mezclarse entre sí hasta formar una conjunción o intercambio de sonidos y llegar a formar lo que se conoce como melodía y distinguir carácter, estado y calidad de los instrumentos que producen tales sonidos. Conjuntamente a la variedad de los tonos, la duración de cada sonido que se emite en particular es fundamental para que la imagen sonora adquiera su verdadero carácter.

La voz, la música y los ruidos pueden considerarse como las tres principales divisiones distinguibles del sonido. En primer lugar, los sonidos de la voz sirven

para la comunicación mediante la combinación de las vocales y consonantes que transmiten un significado específico por medio del lenguaje. La voz tiene un intervalo dinámico de 30 a 40 Db y un intervalo de frecuencia de 100 Hz a 8 KHz. En segundo lugar, la música transmite sentimientos y emociones mediante combinaciones dinámicas de sonidos y silencio, compuesta principalmente por tonos discretos que varían desde unos 30 Hz hasta más de 20 KHz incluyendo las frecuencias fundamentales y las armónicas. El intervalo dinámico depende del tipo de música, y puede abarcar un intervalo de 70 a más de 100 Db. En tercer lugar, al ruido se le considera como la interferencia o sonido no deseado que es capaz de afectar la señal viva o grabada.

El mundo está saturado de sonidos, de vibraciones acústicas, de energía electromagnética. Diríase que de todo lo que ocurre en la vida cotidiana emana energía en forma de presión de aire. Toda esta energía se convierte en contenido intelectual y se traduce en información que, desde el proceso de la transmisión del sonido hasta las noticias, exposiciones, música, espectáculos, por señalar algunas, es producto de alguna forma de comunicación. Sólo una pequeña parte de esta información se filtra y penetra por conducto del oído humano y genera nueva información: la que viene del emisor o fuente localizada en una cabina de transmisiones y con una infraestructura relativamente sofisticada. En ella se recibe, genera y transporta desde el interior de la cabina, equipo de baja frecuencia, como se estudiará más adelante, hasta el transmisor que lo llevará al aire, equipo de alta frecuencia, hasta su destino final que es el receptor o radioescucha que recibe el producto o mensaje como destino final desde la fuente.

Las radiodifusoras, comerciales, educativas o experimentales, son fuentes que emiten sonidos y tienen la posibilidad de codificarlos de manera electromagnética mediante un transmisor que hace posible su envío por el aire. Lo que se conoce como el lenguaje de la radio, no son más que partículas electromagnéticas que saturan el aire y ellas integran y son portadoras de una información o mensaje de valor intelectual que se compone de los tres elementos fundamentales que ya hemos mencionado: la voz humana, la música y los efectos sonoros.

La pregunta lógica que surge ahora es ¿qué es el sonido? En su forma elemental, el sonido es un conjunto de vibraciones que puede estimular el oído. Es un movimiento de aire en forma de onda que puede medirse por su presión y velocidad. Se conoce como sonido físico a las vibraciones que ocurren con el movimiento organizado de las moléculas de un cuerpo. Se da el nombre de perspectiva psíquica del sonido al reconocimiento del sonido como experiencia sensorial que el hombre es capaz de relacionar con su vida cognoscitiva, psicomotriz y emocional.<sup>9</sup>

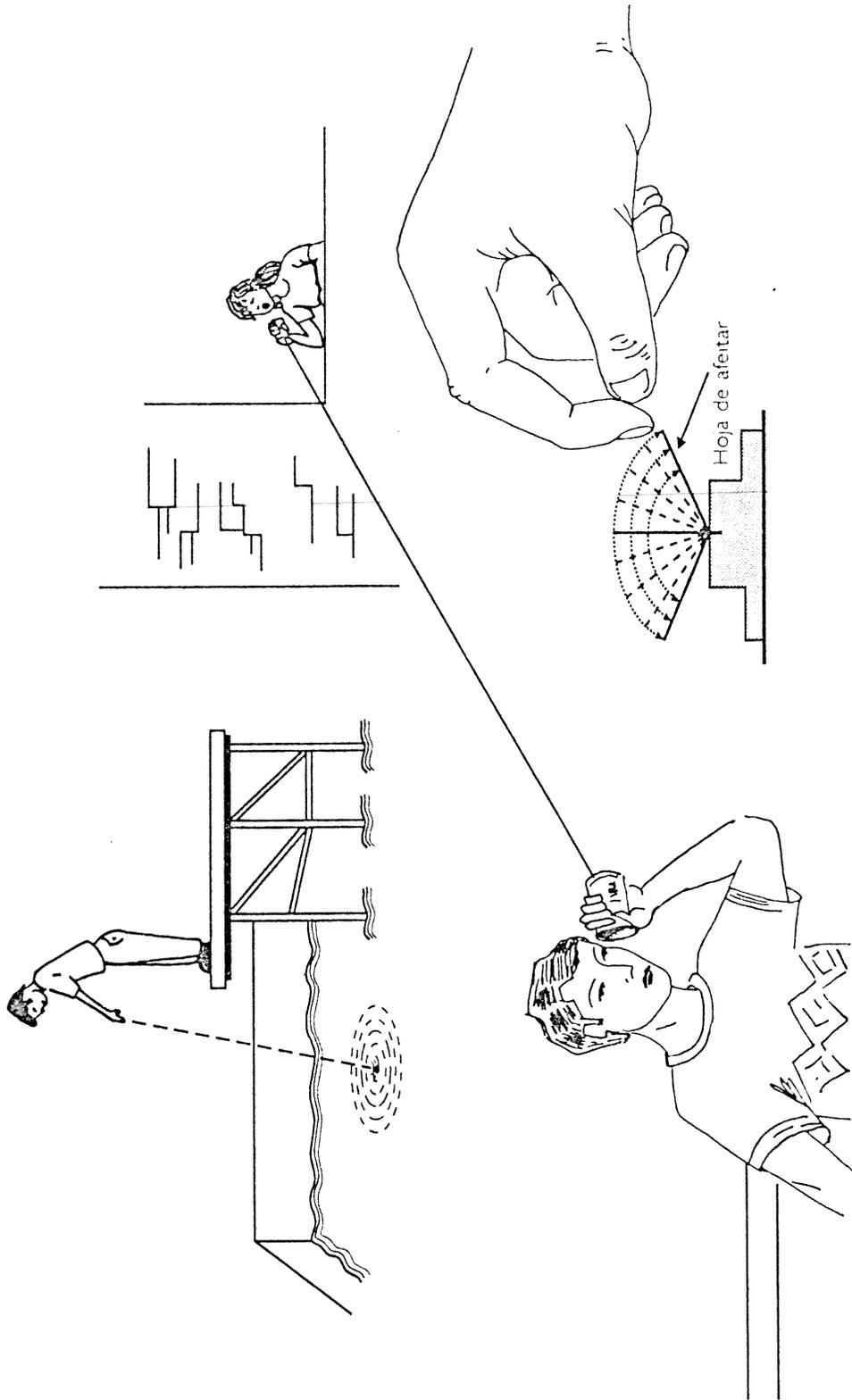
Lo primero que hay que establecer son las tres características principales del sonido: amplitud, frecuencia y timbre. La amplitud fluctúa entre 0 y 120 decibelios (Db) –decibel es la unidad de medida para expresar la intensidad del sonido– de ni-

<sup>9</sup> Véase el glosario al final del libro.

vel de presión acústica (SPL), y es percibida por el oído humano en forma de sensación sonora. Por decir, un sonido de amplitud menor a 0 Db, no es audible, pero uno por encima de los 120 Db, puede causar serios daños al oído. La frecuencia es la rapidez de repetición de los cambios de amplitud de la onda sonora. El oído tiene capacidad de percibir frecuencias entre 20 Hz y 20 KHz como tonos entre graves y agudos, aunque con una respuesta de frecuencia no plana, sin embargo, es más sensible a los sonidos entre 2 y 5 KHz. El timbre es la característica del sonido que permite al oído humano distinguir entre tonos provenientes de distintas fuentes, por ejemplo, una nota *la* de una guitarra o de un piano. El timbre se establece por el contenido armónico del sonido. Es posible distinguir cientos de instrumentos musicales y voces por su timbre.

Para el objeto del estudio de la radio, en acústica, el sonido es la sensación que se experimenta en el nervio acústico, gracias a los diversos órganos que forman el oído, producida por las perturbaciones (ondas longitudinales) transmitidas en el seno de un medio elástico o campo acústico como puede ser el aire. Dentro del llamado rango audible se encuentran los sonidos audibles para el oído humano. Este rango abarca desde los sonidos cuyas frecuencias están comprendidas entre 16 y 20,000 vibraciones por segundo. Por encima y por debajo de estas frecuencias se sitúan, los ultrasonidos y los infrasonidos. Las vibraciones se propagan como ondas, desde el emisor hasta el oído del receptor.

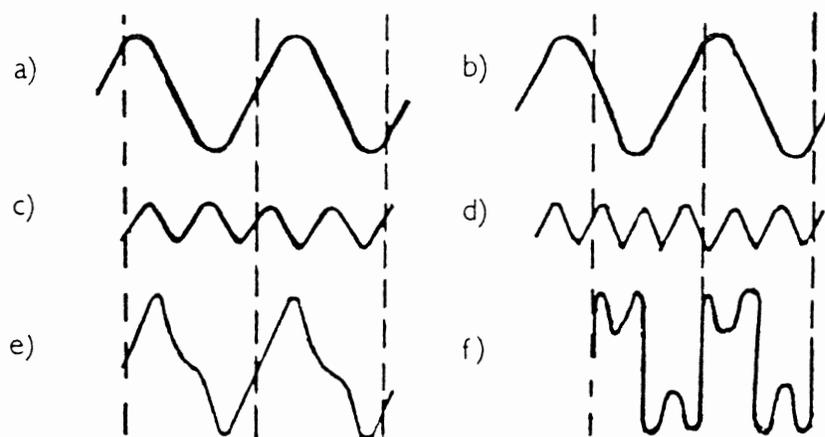
Si se cubren con papel los extremos de dos trozos de tubo de tres pulgadas de diámetro y se atraviesan por el centro con un clavo cada uno, sujetando los calvos con una cuerda, se ha construido lo que se llama un teléfono de cuerda. El sonido de la voz llegará de un extremo a otro por medio de la vibración de la primera membrana; la vibración que se transmite por las partículas del hilo harán vibrar la segunda membrana y se escuchará el sonido de la voz. Si, en otro experimento, se introduce la punta de una hoja de afeitar en un trozo de madera y se golpea ligeramente, la hoja oscilará de un lado a otro y producirá un sonido, es decir, vibrará. El sonido llega gracias a que la oscilación se ha propagado por el aire. Como se ve, es posible oír y escuchar los sonidos que se propagan por el aire, que es elemento elástico y permite la transportación de las ondas sonoras, precisamente porque las moléculas transmiten las vibraciones hasta ser recibidas por el oído humano. Las moléculas se mueven continua y desordenadamente, en el momento en que una fuente de sonido, un objeto vibrante, las empuja repetidamente, son perturbadas, chocan entre sí y regresan a su posición original; luego vuelven a ser empujadas otra vez y así el proceso se repite indefinidamente. Obsérvese las ondas que se producen cuando se deja caer una piedra en un estanque (véase figura 3). Pero, en tal movimiento, no son las moléculas las que se deslizan, lo que realmente viaja es la perturbación creada. Cuando las moléculas chocan entre sí, forman lo que se llama una *compresión*; y cuando regresan y se apartan dan lugar a lo que se conoce como una *rarefacción*. Este proceso de compresión y rarefacción se amplía por el aire y forman la onda que se conoce como *sonido*. De igual forma, los gases, sólidos y líquidos, cada uno en distinta medida, son propagadores del sonido. Cada vibración produce



**Figura 3.** El teléfono de cuerda transmite las vibraciones de la voz de un extremo a otro. La hoja de afeitar emite vibraciones sonoras en forma de ondas. Las ondas se propagan en forma de perturbación.

una onda que se propaga a través de todas las moléculas que rodean el punto de comunicación de la energía. Cuando se tira una piedra en el estanque se producen ondas concéntricas alrededor del punto de caída. Estas ondas también se producen al interior del estanque y se las conoce como ondas de presión.

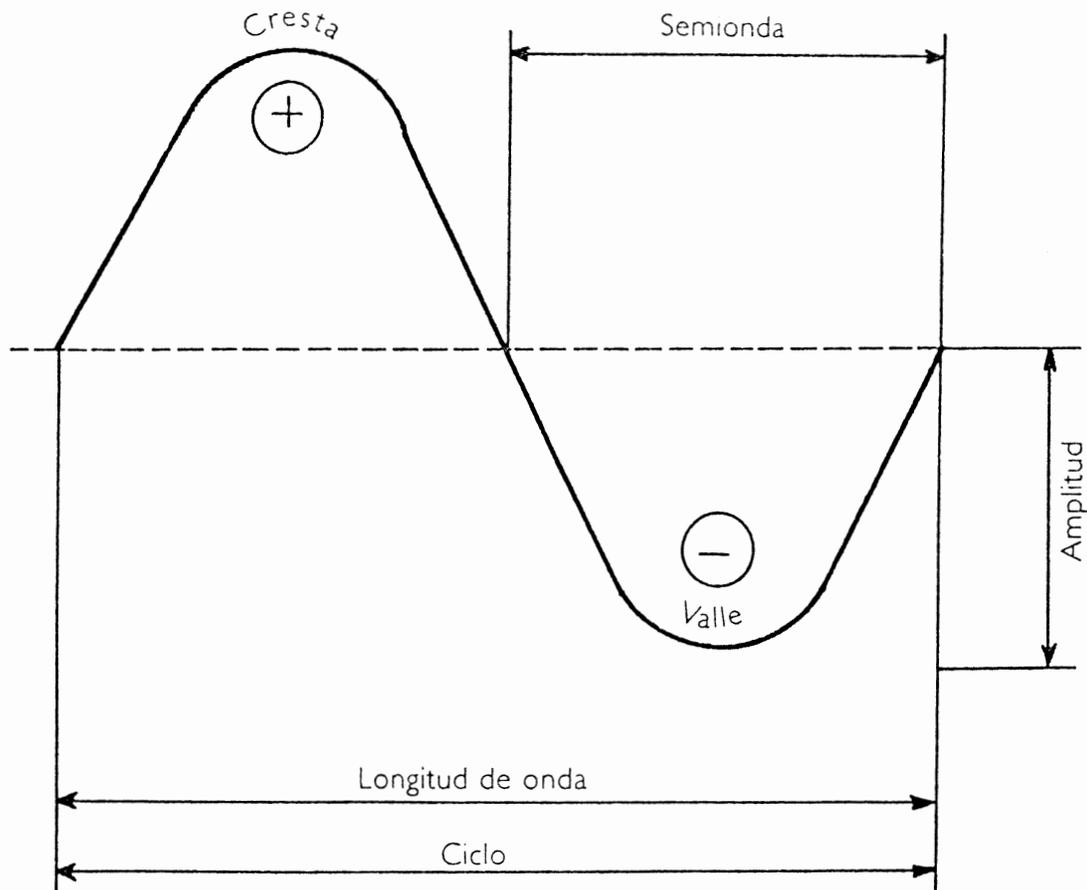
Pero, ¿qué son las ondas? Son las elevaciones y depresiones que se forman alternativamente en la superficie de un líquido en el caso del estanque ilustrado. En física, para el estudio de la radio, las ondas son modificaciones que a consecuencia de la acción de una perturbación inicial, se propagan en el seno de un medio físico en forma de oscilaciones periódicas. La llamada *onda sinusoidal* es la más sencilla de todas las formas de ondas conocidas, es la curva que representa gráficamente la función trigonométrica seno, la de mayor importancia en los procesos electroacústicos y la que varía más suavemente (véase esquema 3). La frecuencia de esta onda sinusoidal fundamental es la misma de la nota emitida por la vibración de la fuente del sonido. Hay una serie de ondas igualmente sinusoidales que por sus frecuencias están relacionadas armónicamente con la fundamental. A estas ondas se las conoce como sobretonos o armónicas y son los que permiten al radioescucha distinguir a los diversos agentes emisores del sonido; dicho en otras palabras, su timbre. Se puede emplear la voz humana para ilustrar cómo este concepto afecta a la radio. Supóngase distintas voces cantando la misma nota musical que tienen la misma frecuencia fundamental. Se notarán variaciones en el timbre y tono de la voz, lo que hará posible diferenciar la calidad de una voz y otra. Estas cualidades características las



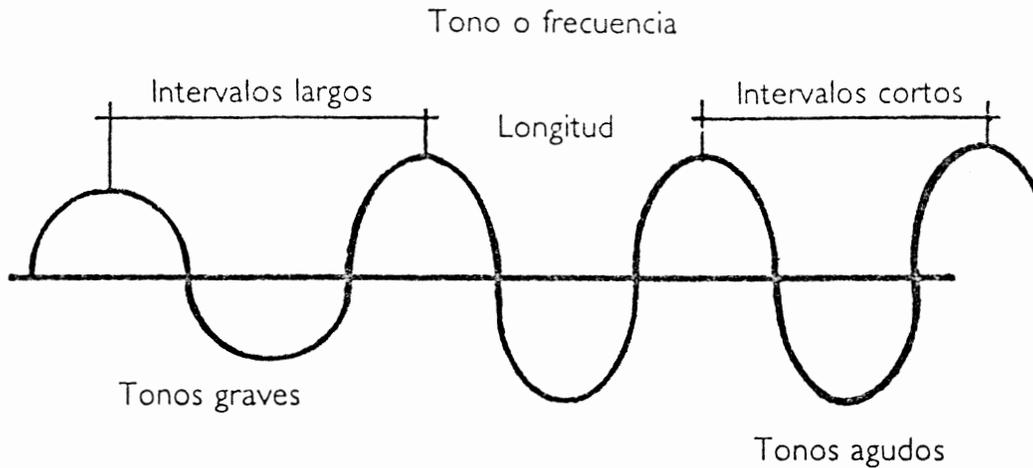
**Esquema 3.** En las figuras a-b se observan dos ciclos de ondas sinusoidales mientras que c-d representan cuatro ciclos del segundo armónico y seis del tercero. En e-f se aprecia el efecto de añadir los armónicos a la onda fundamental.

producen los múltiplos de las frecuencias y son llamados sobretonos o armónicos.

¿A qué se le llama amplitud de onda? A la medida que el oído humano reconoce como volumen o intensidad de sonido. La interferencia es un fenómeno producido de la interacción de las ondas que afecta la sonoridad del sonido. De lo que se conoce como sonoridad, elemento fundamental del sonido, depende la intensidad, que es otra función de la cantidad de energía transmitida por centímetro cuadrado y por segundo. Es posible calcular la intensidad si se toma en cuenta la densidad del medio y la velocidad de propagación de la onda; en virtud de que intensidad es potencia; se puede medir en microvatios por centímetro cuadrado. Es importante recordar que las ondas sonoras ejercen un importante grado de influencia las unas sobre las otras y el medio que atraviesan afecta su curso de manera variable. Al fenómeno de reflexión del sonido se le conoce con el nombre de eco y no es otra cosa que el rebote de las ondas sonoras que chocan con superficies sólidas. Cuando se produce una sucesión de reflexiones de sonido, se da origen a lo que se llama *reverberación* o *resonancia*; esto es, cuando se hace eco una y otra vez. Cuando se va a diseñar un estudio de grabación, es importante tomar en cuenta que la reverberación que se produce por la reflexión repetida del sonido en plafones, techos, paredes



**Esquema 4.** La figura muestra las partes constitutivas de una onda.



**Esquema 5.** La frecuencia o tono.

y cancelas, puede afectar la audición y hacerla confusa, sobre todo si el tiempo de la reverberación es demasiado largo. En tales circunstancias, es pertinente hacer una adecuación para reducirla mediante el empleo de materiales absorbentes, como cortinas o materiales atenuantes del sonido que existen en el mercado. Más adelante, en este mismo capítulo, se estudia cómo lograr el diseño adecuado de un estudio o sala de grabaciones.

Ahora bien, ¿a qué se llama frecuencia? Para esta definición es necesario establecer que toda longitud de onda abarca una compresión y una expansión completas, el número de veces que este fenómeno se repite en un segundo es lo que recibe el nombre de frecuencia. Es posible observar que hay cierta distancia entre cada cima o cresta de la onda, el número de veces que dicha onda pasa por ésta, en un segundo, permite medir la frecuencia del sonido. El tono del cuerpo que emite el sonido en la radio es lo que los radioescuchas reconocen como la frecuencia. Toda onda sonora se forma por la superposición de cierto número de ondas sinusoidales cuyas frecuencias están interrelacionadas.

Dos fenómenos importantes en la propagación del sonido son la *refracción* y la *difracción*. La refracción es una peculiaridad del sonido que se explica a partir de su velocidad variable según los medios en los cuales se propaga, las ondas sonoras caen oblicuamente sobre la superficie de separación de dos medios. De tal modo que siempre que una onda sonora penetra en una masa de aire frío, por ejemplo, su velocidad disminuye y, en consecuencia, la dirección de su movimiento varía. La refracción se produce, objetivamente, cuando en tiempo de lluvia se recibe la señal de una emisora distante, se mantiene por unas horas y desaparece. La calidad de-

seada del sonido se determina, en gran medida, por la temperatura ambiente del lugar donde se produce el sonido y por el ángulo de las ondas formado por la dirección del cuerpo emisor y el receptor. La difracción, en cambio, es un fenómeno que permite escuchar el sonido no obstante que existan entre el emisor y el receptor impedimentos que parecen insuperables. Tal cosa ocurre en virtud de que las ondas, que viajan en cierta dirección inicial, tienen la capacidad de rodear tales impedimentos y pueden llegar a una región en la que no se esperan perturbaciones.

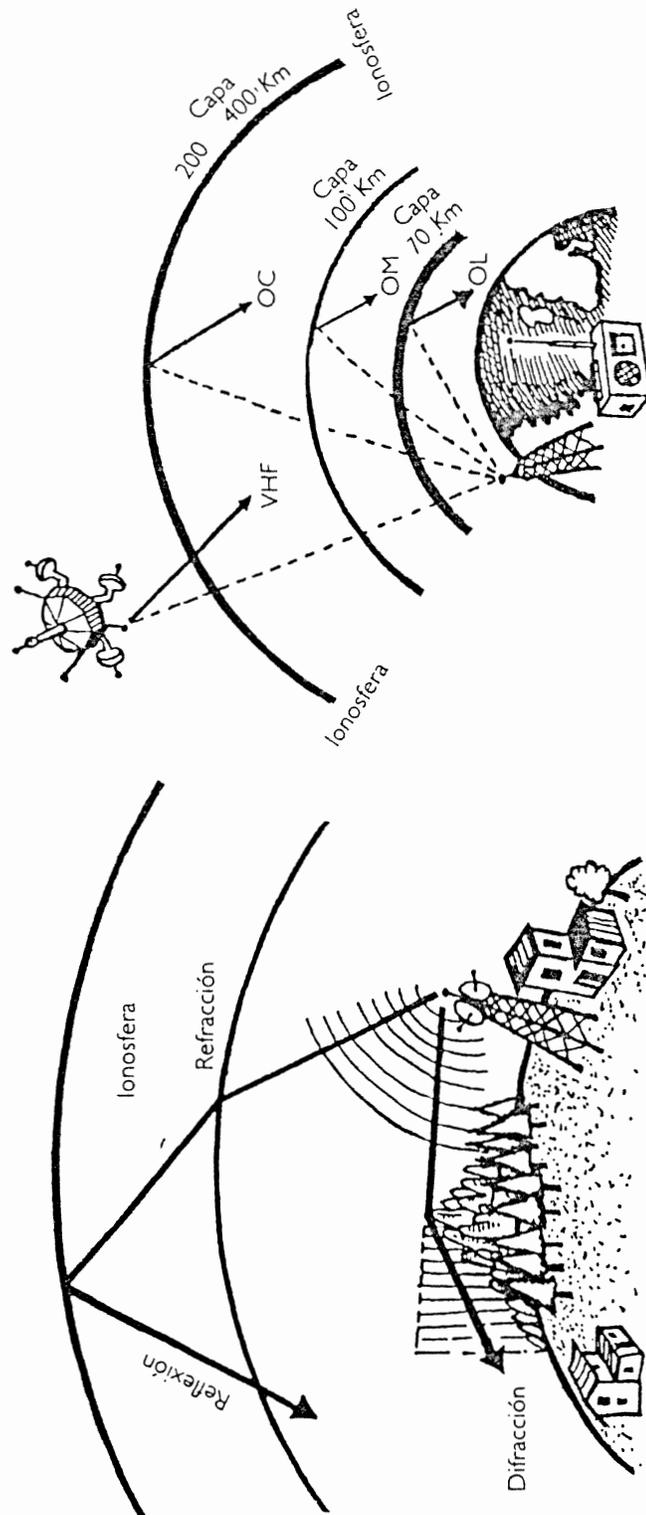
Supóngase que alguien se acerca a una fuente de sonido a cierta velocidad, en la medida que se aproxime a la fuente aumentará el número de vibraciones por segundo que si estuviera en reposo lo que dará la impresión de que el tono del sonido es más alto, lo que se conoce como efecto *Doppler*. Si en vez de acercarse a la fuente sonora se aleja ocurrirá lo contrario. El fenómeno puede experimentarse cuando el observador está en reposo y lo que se mueve es la fuente de sonoridad, o si uno u otro se alejan o se aproximan o si se mueve el medio que transmite las vibraciones. Las variaciones aparentes de la frecuencia pueden producir distorsiones involuntarias o bien efectos que dan la impresión que el sonido cambia o se mueve.

## El proceso de la radio

¿Qué es la radiodifusión? En teoría, la radiodifusión es una forma de telecomunicación, (comunicación a distancia) de carácter público, representada por la emisión, el transporte y la recepción de voces, música y efectos sonoros por medio de ondas electromagnéticas que, sin el empleo de cables y conexiones, viajan desde una fuente centralmente localizada (estación) hasta el radioescucha (receptor).

Ahora bien, el campo electromagnético que hace posible la radio está formado por campos eléctricos y magnéticos; su energía pasa alternativamente del campo eléctrico al magnético y, viceversa, desde el punto emisor al receptor. Cuando las ondas sonoras llegan a un micrófono, son transformadas por éste en impulsos eléctricos de audio corriente (audioseñales); los impulsos pasan luego al transmisor para su conversión en ondas de radio (ondas hertzianas), que se difunden por la atmósfera en forma de *radiofrecuencia* (RF).

Los elementos esenciales de un sistema de radio son la transmisión, modulación, recepción y demodulación. La función de un transmisor es generar corriente de alta potencia y suministrarla a la antena encargada de radiar; la modulación de estas vibraciones de alta frecuencia antes de su difusión por la antena, la recepción de las vibraciones por conducto de un receptor de radio después de su captación por la antena y su demodulación. En el momento de la recepción de las ondas moduladas, un receptor de radio sintonizado a la anchura de la banda empleada por el transmisor tiene la función de transformarlas en señales audibles (música, voces o efectos). Las señales de audio o audioseñales moduladas antes de su transmisión, son demoduladas en el receptor para obtener las señales originales que, a su turno, vuelven a convertirse en ondas sonoras en la bocina conectada al receptor. Los transmi-

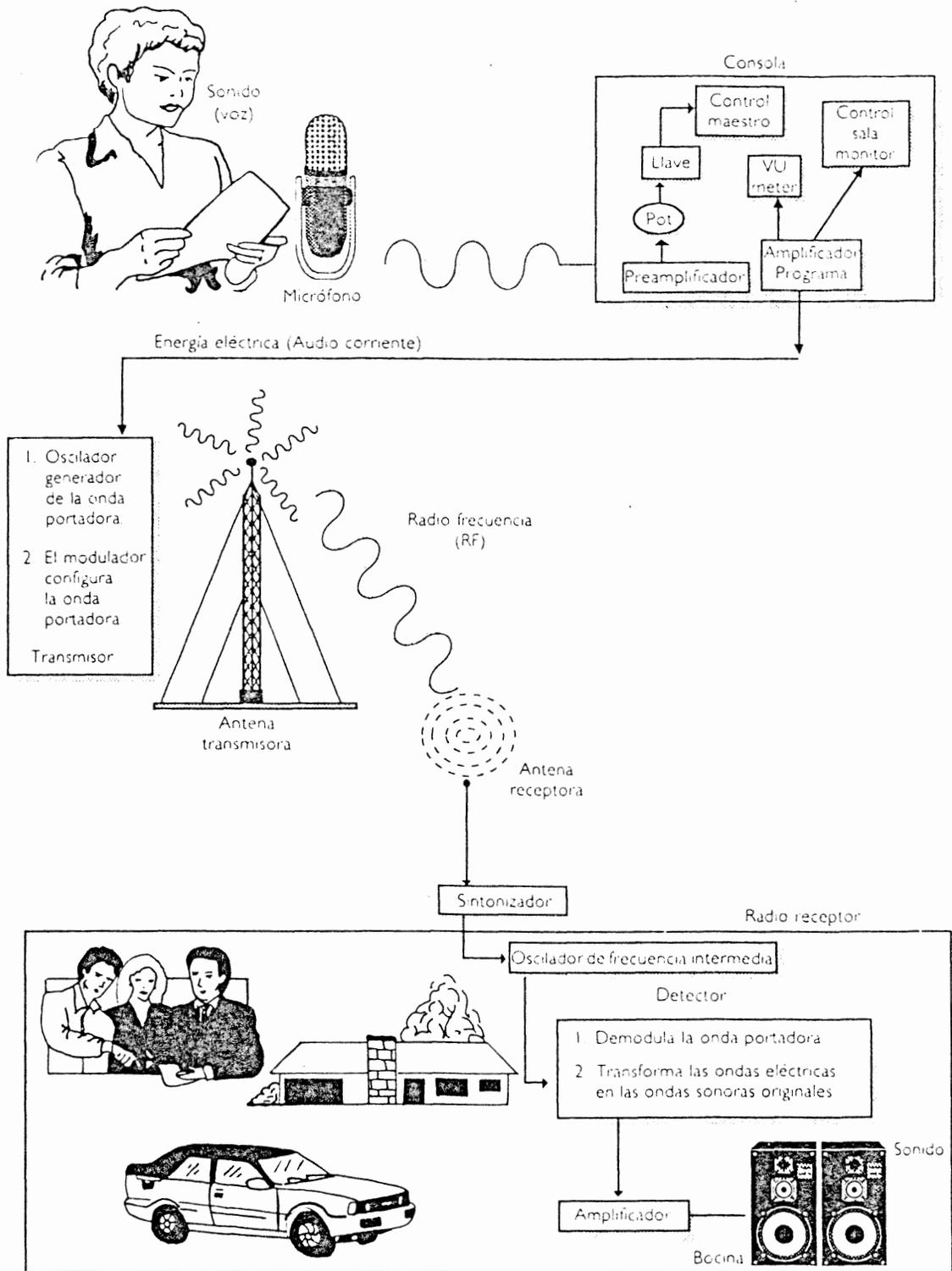


**Esquema 6.** Los fenómenos de difracción, refracción y reflexión de las ondas que atraviesan la atmósfera y las retoman a la Tierra.

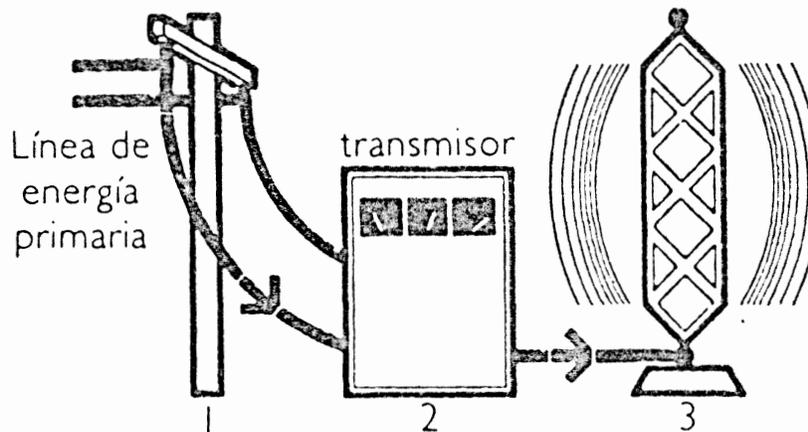
sores de radiodifusión tienen una gran variedad de capacidades, formas y varían en calidad y complejidad. Desde los sencillos transmisores radiotelefónicos y de radioaficionados, hasta el más sofisticado transmisor de televisión. Es muy importante controlar con exactitud la frecuencia transmitida ya que se debe aprovechar con eficacia el espacio del canal, es decir la anchura de la banda de la frecuencia. Los transmisores operan en las frecuencias que específicamente autoriza la SCT, de acuerdo con el tipo de estación, distintivo de llamada, ubicación del equipo transmisor, sistema radiador, potencia radiada aparente y área de servicio autorizada.

Como se ve en el esquema 7, la transmisión del sonido de la fuente al receptor comienza por la voz del locutor, entra por el micrófono y se convierte en energía eléctrica o corriente de audio. La corriente pasa al tablero de control donde adquiere mayor potencia (amplificador), después, es alimentada hacia el transmisor por medio de un ecualizador, línea telefónica o, en ocasiones, auxiliado por un microprocesador de ondas o sistema de enlace (*link*). La señal llega al transmisor, un oscilador genera la portadora de onda autorizada por la SCT. El sonido, que actúa como un modulador, forma la portadora de onda y se convierte en energía radiada que el transmisor emite en forma de radio frecuencia que, finalmente, es lanzada al espacio en forma azarosa. El proceso continúa cuando la señal es captada por una antena receptora que responde a la frecuencia en la cual está sintonizada la estación y cuyo indicador está señalado en la banda y frecuencia que tiene todo radiorreceptor en el tablero que se conoce como cuadrante (*dial*). La radiofrecuencia que viene del aire se capta y alimenta la unidad detectora, la cual filtra la portadora de onda y reconvierte el proceso en audiocorriente en la misma forma de ondas sonoras que el locutor, desde una cabina distante, inició.

El canal, en la transmisión radiofónica, es el grupo de radiofrecuencias empleadas para transmitir ondas sonoras codificadas. La portadora o *carrier* es un grupo de frecuencias asignadas a la estación para el uso de la transmisión de la señal. En virtud de la calidad y de los tipos de programación, se han precisado los diversos grados de capacidad y limitación técnica de los sistemas de distribución de ondas electromagnéticas por las vías de AM o FM. Por ello, es de importancia la comprensión de la naturaleza fundamental de cada sistema y la naturaleza del sonido de cada tipo de transmisión. Se requiere la comprensión básica de la energía electromagnética para entender de qué manera los transmisores codifican lo que originalmente era sonido. Las ondas electromagnéticas están representadas en un esquema descriptivo que establece la relación con otros fenómenos electromagnéticos que incluye la luz visible, la radiación infrarroja y los rayos X (véase esquema 9). Las estaciones de radio utilizan parte del espectro electromagnético, una fuente natural, para transmitir sus señales. El espectro electromagnético está comprimido de ondas de radio al final de la baja frecuencia y de rayos cósmicos al final de la alta frecuen-



Esquema 7. La transmisión del sonido, de la fuente al receptor.

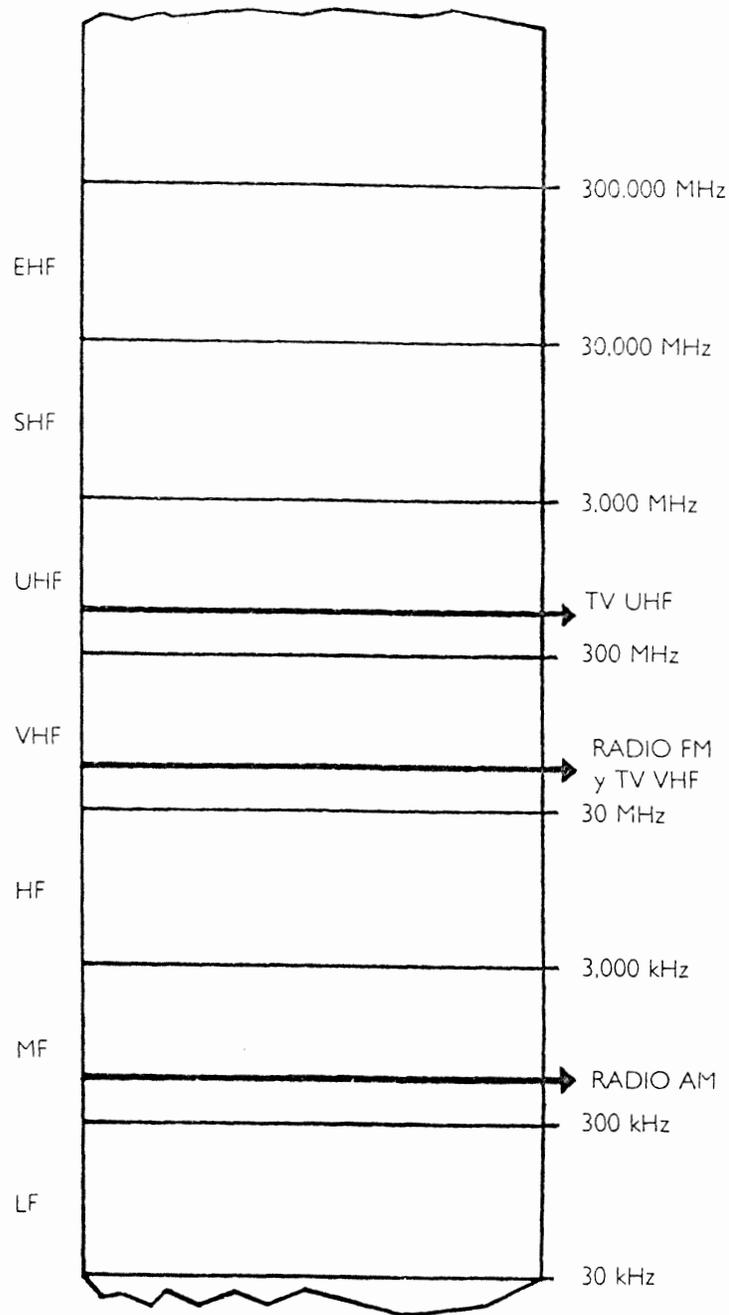


**Esquema 8.** Las emisoras reciben la energía de las empresas que suministran electricidad. En la gráfica la fuente primaria de energía, el transmisor y la antena. Del Manual del Operador de Radiodifusión de la FCC, figura 3-1.

cia. En el espectro intermedio pueden encontrarse rayos infrarrojos, rayos de luz, rayos X y rayos gamma. La radio utiliza una porción del espectro para su propósito.<sup>10</sup>

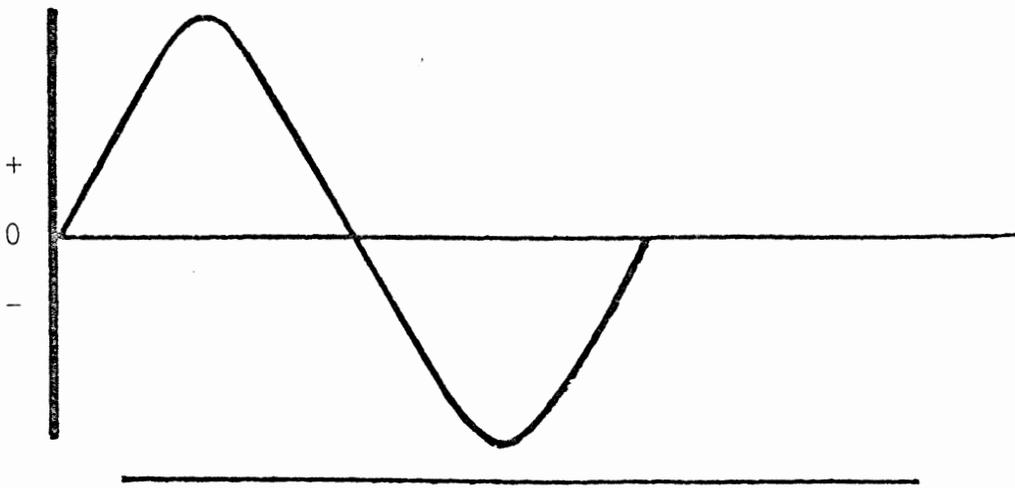
Igual que la luz visible, las ondas de radio viajan por el espacio a la velocidad constante de 186,000 millas por segundo ó 300 mil kilómetros por segundo. Las ondas de radio, como otras formas de energía electromagnéticas, pueden caracterizarse gráficamente como variaciones desde cualquier lado de un punto cero. En líneas anteriores se ha establecido que el número de veces que varía la onda desde cero hacia cierta altura, arriba y abajo de la línea horizontal, en determinada cantidad de tiempo se le denomina frecuencia y que cada oscilación en cualesquiera de los dos lados del punto cero es lo que se conoce como ciclo. Dicho de otro modo, un ciclo es cada una de las fases por las que pasa el fenómeno físico de la vibración de las ondas hasta que vuelve a repetirse en su fase anterior. Así, un sonido que completa una onda por segundo tiene una frecuencia de un ciclo por segundo. Como se recordará, la Comisión Eléctrica Internacional acordó el término *hertz* y su abreviatura Hz, para aplicarlo a la unidad física de un ciclo para medir las frecuencias. Mientras más alto sea el *pitch* (graduación o ajuste de la frecuencia), más corta será la amplitud de onda y más frecuente el número de ciclos por segundo. Por decir, un tono de 1,100 ciclos por segundo, tiene una amplitud de onda de un pie. Si la voz en la conversación normal tiene un rango alrededor de 1,000 ciclos por segundo, y la nota más alta del violín produce, alrededor de 16,000 ciclos por segundo, se puede tener una idea de la amplitud de onda aproximada y el número de ciclos por se-

<sup>10</sup> Michael Keith y Josep M. Krause, *The radio station*, Focal Press, Boston-London, 1992, p. 222.



**Esquema 9.** Esta figura representa la porción del espectro que incluye las frecuencias empleadas para las transmisiones por radiodifusión (EHF: extrema alta frecuencia; SHF: super alta frecuencia; UHF: ultra alta frecuencia; VHF: muy alta frecuencia; HF: alta frecuencia; MF: frecuencia media; LF: baja frecuencia; MHz: megahertz; KHz: kilohertz).

gundo que producen la voz humana y el sonido de la música. Esta comparación da una idea de la necesidad de contar con ondas de mayor frecuencia para poder enviar el sonido al espacio. De hecho, las ondas de radio oscilan infinitas veces en el espacio de un simple segundo. Las ondas electromagnéticas también tienen amplitud (véase esquema 10), que está representada por la distancia desde el pico de la onda hasta el punto cero. La amplitud describe la intensidad de una determinada onda.



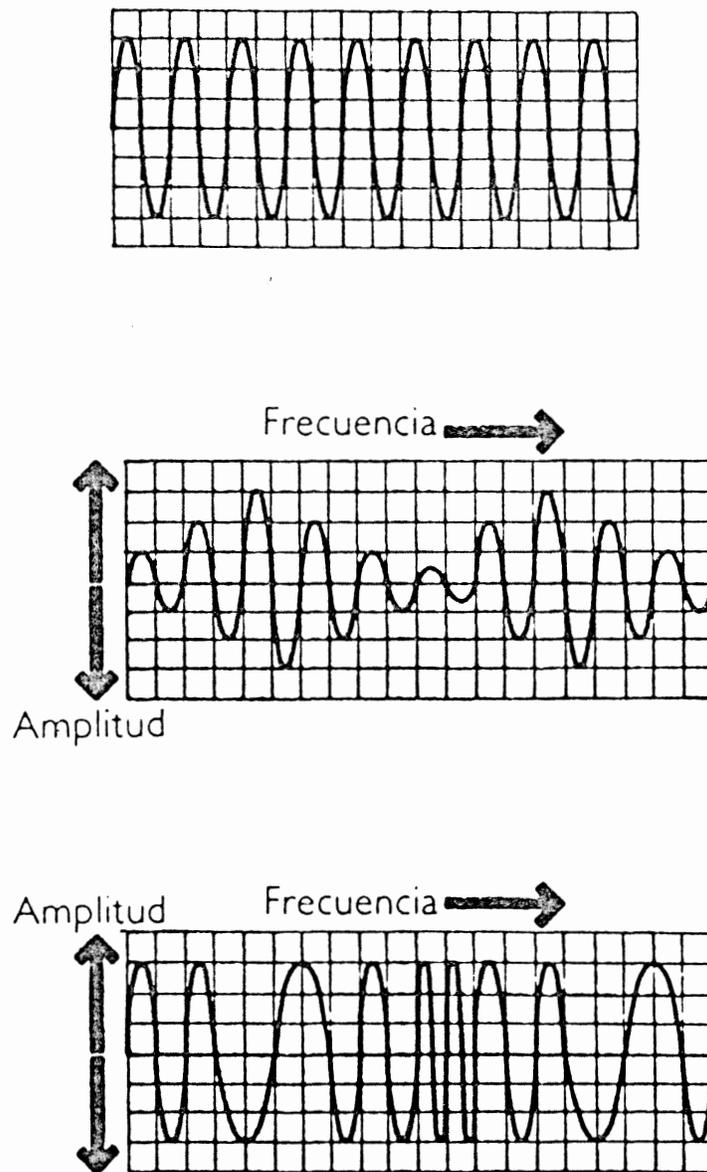
**Esquema 10.** En esta figura se puede observar un ciclo simple y la amplitud.

Las alteraciones de la amplitud de la frecuencia de una onda son controlables. La habilidad para controlar las variaciones de una amplitud y frecuencia hacen posible la transmisión de sonidos producidos en el estudio de una emisora de radio. La modulación es la variación de las características (amplitud, frecuencia o fase), de un régimen de ondas en función de otra onda que se desea transmitir. En la música, por ejemplo, cuando una composición pasa de una tonalidad a otra. En la radio, la modulación de frecuencia es aquella en la que la onda modulada está formada por una onda portadora y una serie de frecuencias laterales. La desviación respecto a la frecuencia central es proporcional a la amplitud de la señal moduladora e independiente de su frecuencia. Cuando una estación emplea el *carrier* para transmitir y se altera su comportamiento de tal forma que repita el impulso de la información sonora original se dice que el *carrier* ha sido modulado. Como se estudiará a continuación, los dos sistemas de modulación en radiodifusión emplean una amplitud y frecuencia para codificar y transmitir información en forma de sonido.

## La amplitud modulada: AM

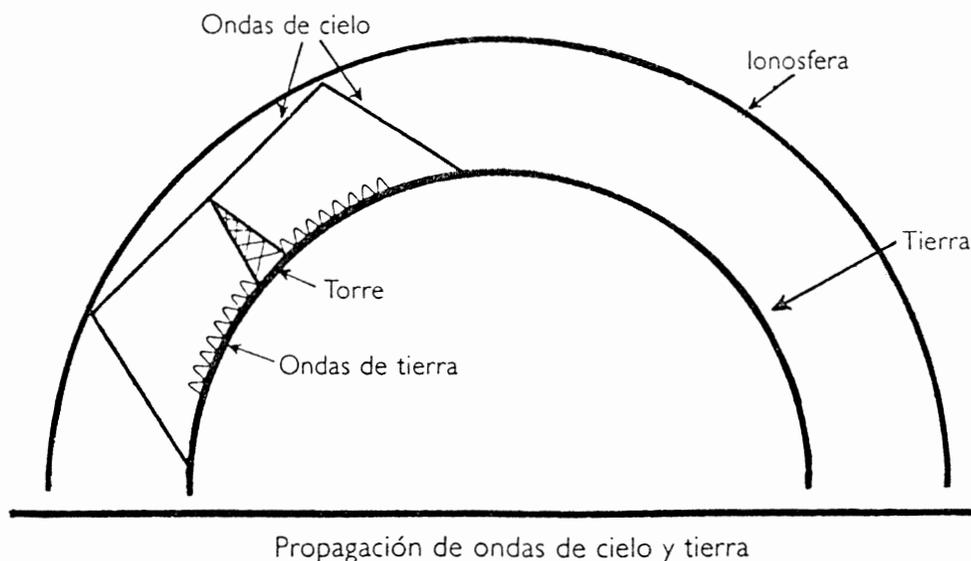
Una estación de amplitud modulada tiene 10,000 ciclos de ancho de banda (10 KHz) y se localiza en la banda de frecuencias que van del rango de 535 a 1700 KHz. Se divide en 107 canales, cada uno de los cuales tiene una amplitud de 10 KHz. La amplitud de un canal determina la cantidad de información que puede transmitirse. Una emisora concesionada por la SCT en la frecuencia de 540 KHz, por ejemplo, está autorizada a emplear el espectro espacial entre 535 y 545 KHz, libre de interferencia de cualquiera otra estación. Una emisora como la del ejemplo llega a tener una extraordinaria propagación del sonido precisamente por ubicarse en el rango de los 540 a los 800 KHz, aunque tenga poca potencia de salida autorizada, 250 o bien 500 watts, la experiencia en el aire es de una extraordinaria propagación del sonido. En cambio, una emisora en la frecuencia de 1500 KHz, aunque tenga 10,000 watts de potencia, tiene una experiencia en el aire de poco alcance y cobertura. En virtud de que la radio AM emplea variaciones en la potencia (amplitud de su señal) para codificar información, se hace susceptible a diferencia estática. La estática atmosférica interactúa con la amplitud de la onda modulada y produce ruido audible en los receptores. En la radio de amplitud modulada, la distancia (frecuencia) entre las ondas permanece constante. La amplitud (altura) se cambia para duplicar el modelo de las ondas sonoras originales. En cambio, en la radio de frecuencia modulada, la distancia (frecuencia) cambia de acuerdo al patrón original de las ondas sonoras. La amplitud permanece constante. Para que el radioescucha pueda diferenciar la calidad entre diversos sonidos es preciso transmitir en más de una simple frecuencia. Por ello se necesita de un grupo de radio frecuencias, si la radio va a reproducir el sonido en estrecha aproximación de su carácter original. Los 10 kilohertz de amplitud que la SCT autoriza para los canales de AM permiten suficiente capacidad de calidad de canal para asegurar la adecuada calidad y fidelidad del sonido.

En la amplitud modulada, el sonido de un programa transmitido modula (aumenta o disminuye) la amplitud (altura) de la portadora de onda. La amplitud es percibida como un efecto de poder, fuerza o intensidad. En la banda de frecuencia modulada FM la amplitud de onda permanece constante, pero la frecuencia (amplitud de onda) cambia. La antena instalada en la torre de una emisora de AM emite ondas de radiofrecuencia en todas direcciones, incluso hacia arriba. La altura de una antena la establece la longitud de onda de la frecuencia asignada de la estación, con máxima eficiencia en  $.58$  de longitud de onda. Si la SCT ha asignado a la estación un patrón direccional para no interferir a otra emisora cercana, será necesaria la instalación de dos o más torres como parte de su sistema de antena. La estación con una sola antena cubre con 3 tipos de ondas en todas direcciones: de tierra, directas y de cielo. Ahora bien, ¿qué son las ondas de tierra, directas y de cielo o aire? En principio, las ondas de tierra tienen la función de seguir la curvatura de la Tierra y, auxiliadas por ondas directas, evitan que el área primaria de las emisoras AM sufran *desvanecimientos* periódicos debido a las reflexiones periódicas que experimentan las señales; dicho en términos de ingeniería, evitan el *fading*. Las ondas de tierra de



**Esquema II.** En la primera figura se puede observar un *carrier* no modulado; en la segunda, un *carrier* de amplitud modulada; en la tercera, uno de frecuencia modulada. Del *Manual del operador de radiodifusión de la FCC*, figuras 5-1, 5-2 y 5-4..

la AM están sujetas a un sistema de tierra compuesto de enormes bandas de cobre interconectadas o radiadores viejos de autos que han sido enterrados en la base de la antena, pero, principalmente, de radiales de cobre enterrados formando un círculo concéntrico en torno a la torre-antena. La extensión de los radiales y el número de ellos los determinan las normas técnicas de instalación e instructivos de la SCT tomando en cuenta la longitud de onda emitida por la antena. Las ondas directas son aquellas que se propagan por línea de vista y van en línea directa del transmisor al receptor con la sola limitante de la curvatura de la Tierra. En las emisoras de AM deben considerarse las ondas directas como parte del sistema de tierra. Las ondas de cielo brindan a la estación cobertura secundaria y están compuestas de ondas de media frecuencia (MF) y de alta frecuencia (HF) que viajan reflejadas de regreso a la Tierra desde diversas capas de la ionosfera. Son reflejadas de regreso a tierra debido a la ionización de esta capa atmosférica durante la noche. Las ondas de tierra viajan por todas partes a 56 millas del transmisor. La señal de radio es esparcida en todas direcciones, las ondas viajan hacia arriba y continúan por el espacio; a menudo rebotan hacia atrás y hacia adelante, lo que hace que salten sobre grandes distancias y reboten a la Tierra en puntos geográficamente distantes. Las ondas de cielo dan a las estaciones AM la posibilidad de recibir la señal en áreas muy extensas por la noche. Las propiedades eléctricas de la ionosfera cambian por la noche y algunas de esa señales regresan a la Tierra después de la puesta del sol.



**Esquema 12.** Las ondas de tierra siguen la curvatura de la Tierra. Las ondas de cielo son reflejadas por la ionosfera de regreso a la Tierra debido al fenómeno de ionización de esta capa atmosférica durante la noche.

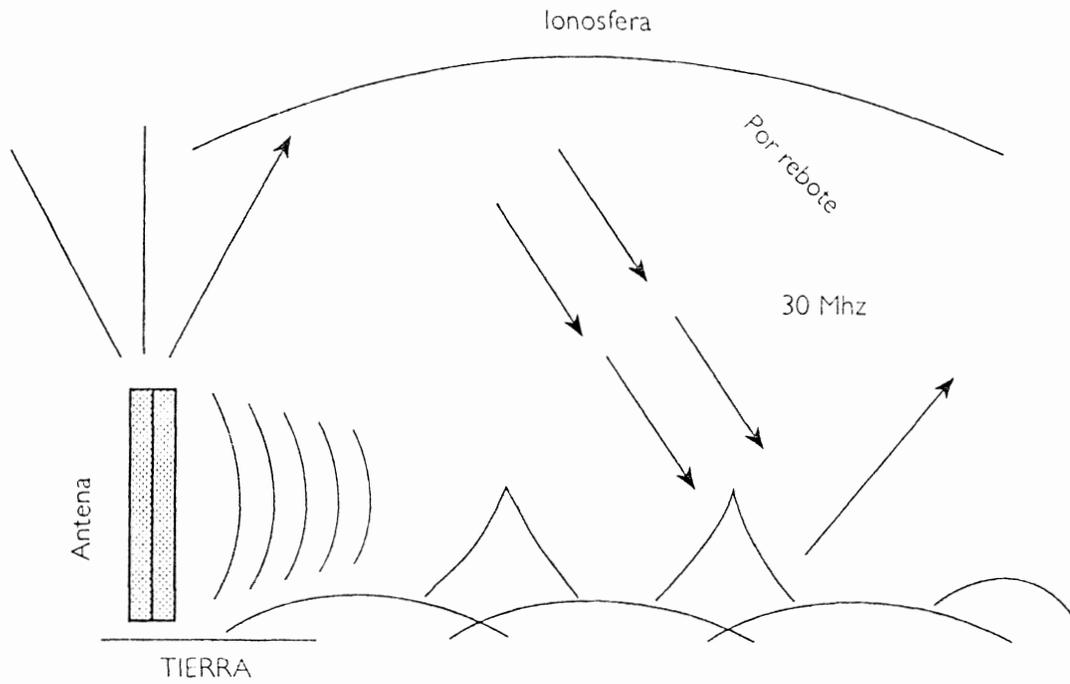
Otras ondas pasan a través del estrato ionosférico. En el momento que la llamada capa *Kennely-Heaviside*<sup>11</sup> de partículas ionizadas se juntan a una altura promedio de unas 70 millas de la superficie de la Tierra, las ondas de cielo hacen posible una cobertura nocturna de grandes distancias en la AM. Ello explica por qué, en ocasiones, es posible escuchar emisoras distantes de cobertura local que se *aparecen* en el cuadrante al filo de las 7 de la noche, pero también, producen interferencias con otras estaciones. La SCT establece ciertos dispositivos de direccionalidad en antena, o bien, ordena la reducción de la potencia asignada al transmisor. Por lo común, una emisora AM de 1000 watts de potencia reduce su potencia nocturna a 500 y una de 500 watts reduce a 250. Las ondas de cielo son causa del *fading* en las emisoras de AM, sin depender de las ondas de tierra. Por regla general, mientras mayor es la potencia autorizada de transmisor, mayor es la cobertura de una estación de radio. No obstante, los factores que pueden contribuir a incrementar la cobertura de una emisora de AM, y que contempla la SCT cuando la concede, son la altura de localización de antena, la ausencia de obstrucciones locales como edificios y montañas; la humedad, el suelo, el sitio de antena y el clima favorable, libre de estática producida por el hombre. (Véanse esquemas 13 y 14.)

### La frecuencia modulada: FM

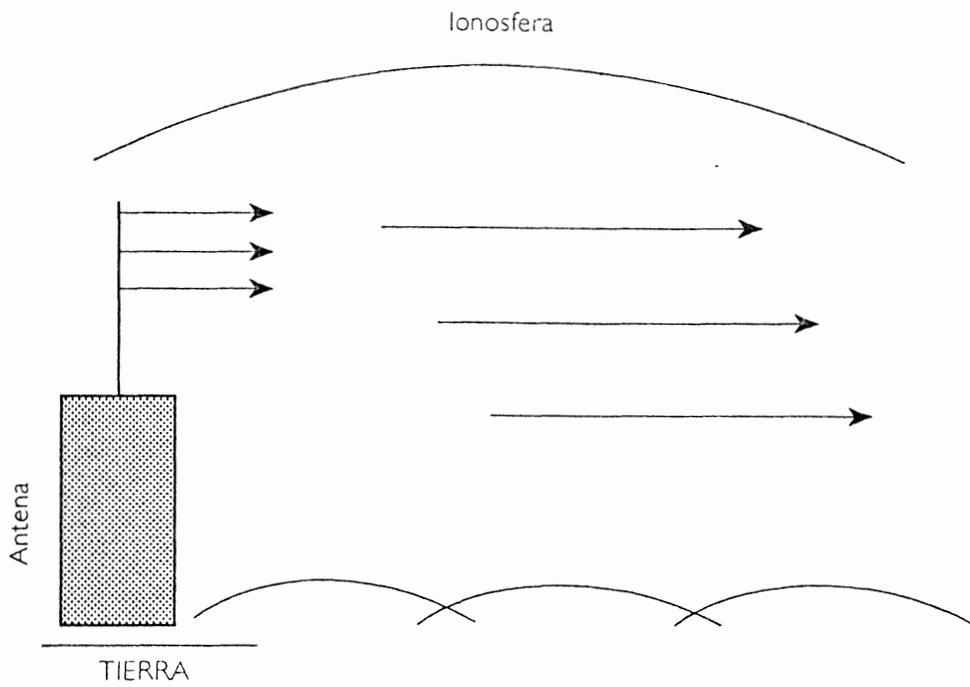
¿Qué es la frecuencia modulada?, ¿cuál es el secreto de la calidad del sonido en la frecuencia modulada?, ¿cuál es su diferencia fundamental con la amplitud modulada? Estas son algunas de las preguntas más comunes que formulan los estudiantes y trabajadores de la radio. Las estaciones radiodifusoras que transmiten en la banda de FM (de 88 a 108 MHz), difunden su señal a los radioescuchas con extraordinaria calidad debido principalmente al ancho de banda que utilizan, pues tienen asignados por la SCT 200 KHz en vez de los 10 KHz que corresponden a las estaciones de AM. Como se recordará, un KHz equivale a mil ciclos por segundo; un megahertz (MHz), equivale a un millón de ciclos por segundo. La frecuencia modulada, o FM, emite señales de mayor frecuencia pero de ondas más pequeñas que las de la AM. Su señal se propaga en forma directa, *a línea de vista*, a una distancia aproximada de 50 millas de la antena al horizonte. El secreto de la cobertura de la FM consiste en instalar la antena en lo más alto del terreno, pues su señal puede ser fácilmente interferida por árboles, edificios o montañas. (Véase esquema 15.)

El rango de una emisora FM se determina por la capacidad del transmisor y la altura autorizada por la SCT. Transmisor, potencia y altura de antena es determinante para controlar el máximo de eficiencia de una estación. En FM, la función de la torre es elevar y sostener la pequeña antena elíptica o circular diseñada especialmente para el envío de la señal. La configuración de la antena depende del tipo de

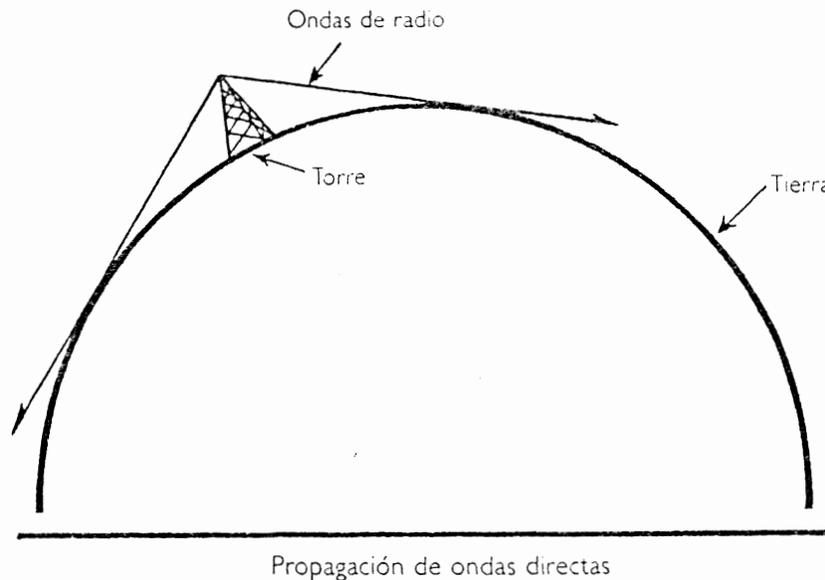
<sup>11</sup> Véase el glosario al final del libro



**Esquema 13.** Esta figura muestra la propagación de las ondas de la AM.



**Esquema 14.** Esta figura muestra la propagación de las ondas de la FM.



**Esquema 15.** La señal de la frecuencia modulada no viaja más allá del horizonte.

transmisión que se pretenda realizar: horizontal, vertical o una combinación de las dos. La antena polarizada de FM proporciona una mejor recepción local de señal, especialmente en automóviles, aunque se puede sacrificar cierta distancia para asegurar la buena cobertura local sobre cierto terreno que presente dificultades de recepción. Si se toma en cuenta que la antena de FM no proyecta ondas de tierra y aire, sino bajo ciertas condiciones atmosféricas (como las que ocasionan inversiones de temperatura) ocasionalmente puede presentarse el fenómeno de enviar transmisiones temporales a gran distancia. Son tan cortas las ondas de la frecuencia modulada que penetran o se filtran antes pero no rebotan en la ionosfera. La señal FM es constante y permanece estable en su cobertura día y noche sin presentar el fenómeno de *fading* que tiene la AM. Otra gran diferencia de la FM con la AM es que está libre de estática e interferencias por ruidos provocados, en ocasiones, por las lámparas de luz o la licuadora en el hogar. Por ejemplo, cuando una persona va por la carretera y pasa bajo cables de alta tensión puede observar con claridad cómo interfiere y distorsiona al canal de AM al introducirse el ruido que produce la energía que circula por ellos. Si la persona está escuchando FM, el fenómeno no se producirá. La alta fidelidad es otra característica de la FM, la cual, por virtud de su más amplio canal (30 KHz) es capaz de duplicar las frecuencias arriba de 15 KHz en cada banda lateral, lo que contrasta con la capacidad de la AM para transmitir frecuencias no mayores de 5 KHz. En realidad, la amplitud que está reservada para cada canal de frecuencia modulada es de 200 KHz, una banda mucho más amplia que la reservada para la amplitud modulada que es de 10 KHz. No obstante, la FM sólo emplea 30 KHz en cada banda, lo cual permite que el espectro espacial pueda destinarse a una gran variedad de aplicaciones incluyendo los servicios SCA-Mul-

tplex<sup>12</sup>, radiodifusión estereofónica y hasta cuadrafónica. En la actualidad, el uso de satélites ayuda a superar obstáculos y cubrir con calidad de sonido estereofónico las estaciones de frecuencia modulada.

### **Infraestructura de la radio**

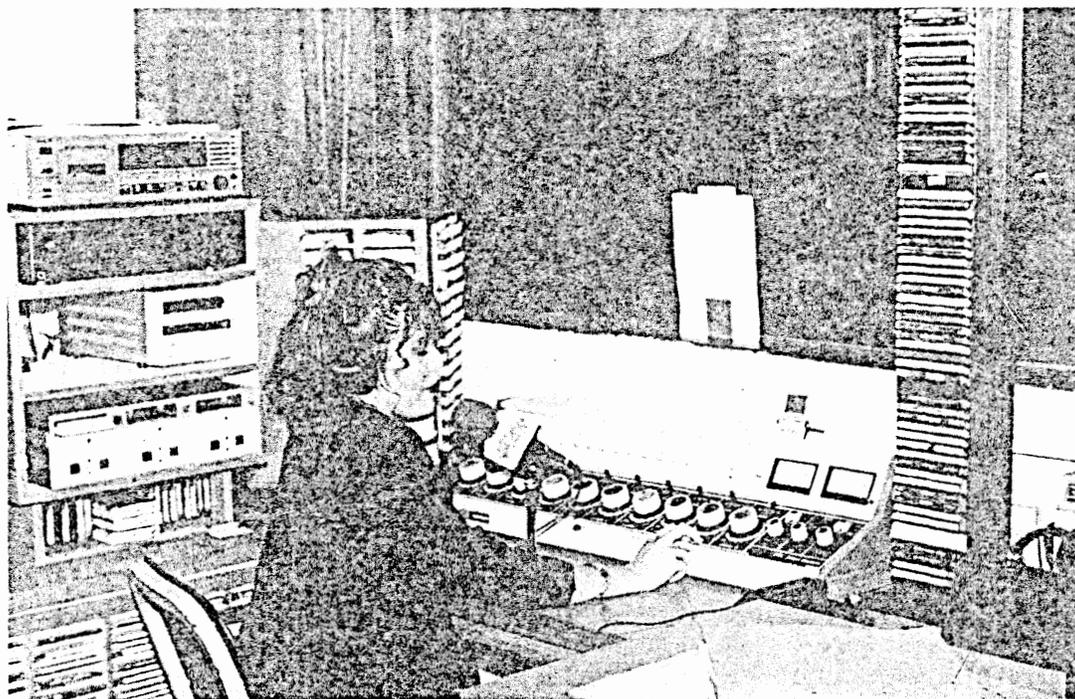
La radiodifusión, como cualquier otra organización humana moderna, exige, además de ideas innovadoras y prácticas, la incorporación del equipo necesario para hacer posible su función. El éxito de toda estación de radio radica, en gran parte, en la elección del equipo adecuado, tomando en cuenta el presupuesto disponible y el tamaño y perfil programático de cada estación. Desde la instalación eléctrica invisible, hasta los aparatos más indispensables como micrófonos, consolas, mezcladora, cartucheras, tornamesas, grabadora-reproductoras de cintas, incluidos *racks*, procesadores de audio, sistemas de enlace directos por medio de ondas y transmisores. La infraestructura depende de las capacidades de la estación y de las posibilidades de cada empresa.

En principio, el equipo de una estación podría dividirse en dos grandes grupos: el equipo de baja frecuencia y el equipo de alta frecuencia.

El primero de ellos se ubica en el estudio de transmisión y tiene la misión de transformar las ondas sonoras (música, voz humana y efectos sonoros) que reciben los micrófonos, en señales de audio. Estas audioseñales son impulsos eléctricos que llegan al equipo de alta frecuencia del sistema transmisor que, a su vez, transformará y transportará las ondas moduladas y que la antena de la estación difundirá por el aire. El equipo de baja frecuencia se ubica en el estudio de transmisión y cuenta con dos espacios de operación: el área de control y la cabina de locución. En el área de control se ubica el centro de operación de los equipos de baja frecuencia. Dentro de este equipo, es la consola mezcladora o mezclador (*mixer*) la que hace posible la entrada de las señales de audio y su reproducción en el nivel adecuado, de modo individual o mediante la mezcla de dos o más señales. La consola mezcladora tiene un preamplificador para cada una de sus entradas. El preamplificador permite actuar sobre la calidad tonal de la señal y obtener al mismo tiempo una calidad y nivel óptimos del sonido recibido. Cada una de las entradas dispone de un mando de volumen que define qué cantidad de sonido entra al proceso de mezcla. Cuando han sido seleccionadas las señales de entrada, pasan a una nueva etapa de preamplificación que tiene sus comandos de control y que actúa sobre el conjunto de señales que han sido mezcladas. A este dispositivo se le llama mando principal, maestro o *master*. Por él pasa la señal procesada en la consola de mezcla y sale a la antena de acuerdo con la pauta, guía de continuidad o bitácora de programación.

<sup>12</sup> Véase el glosario al final del libro.

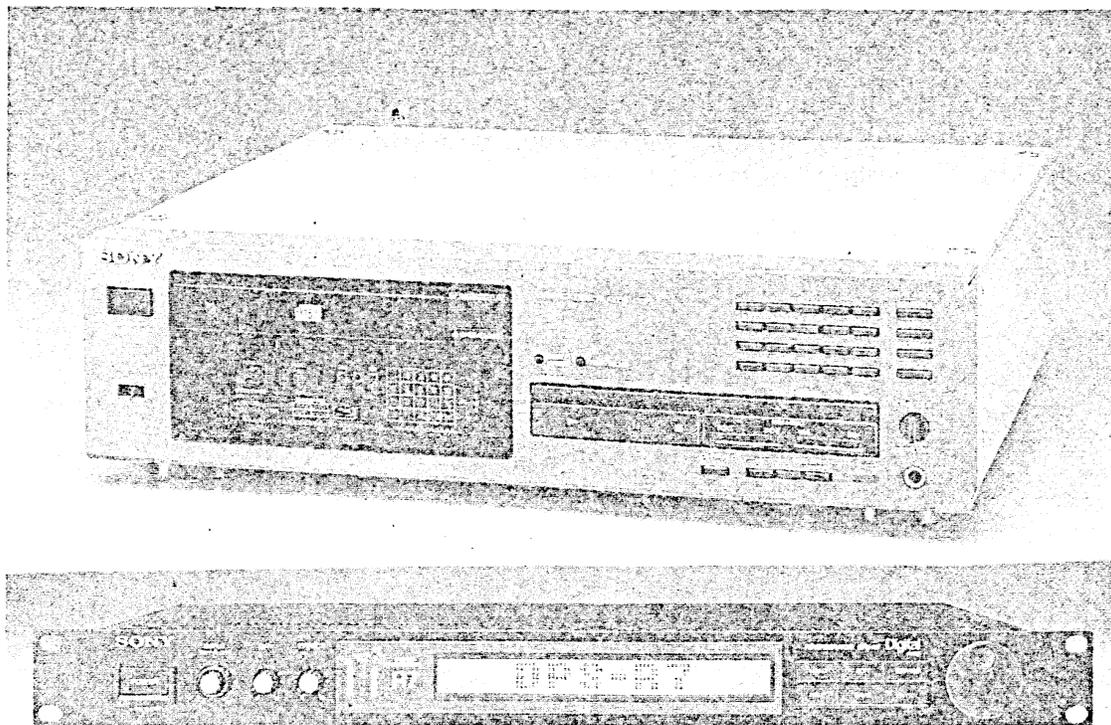
La cabina de locución debe contar con una eficiente consola de audio; por ejemplo, si se trata de una emisora de FM, la BE 250 A Series de Broadcasting Electronics, así como con 2 monitores de canal y un modulador Belar FM (Modulation monitor), de gran confiabilidad. En la consola, el volumen del sonido se distingue de manera física por la amplitud o desviación de la curva vibratoria, puede también variar dentro de un amplio margen que controla un potenciómetro o reóstato y, puede igualmente, ser registrado y valorado por un instrumento de medición llamado decibelómetro de la consola de control.



La gráfica muestra la cabina digitalizada de transmisiones de Stereo Oro FM, equipada de reproductora de CD y DAT Sony; cartucheras DENON, consola estéreo BE-250; al fondo cartuchos, cassetes DAT y CD's musicales. Foto grupo Radio Núcleo Oro.

En la actualidad pueden montarse producciones radiofónicas cuyo trabajo de realización y postproducción permiten generar obras de una calidad óptima, mediante los modernos recursos de *sampling*, es decir, por muestreo que se realiza con un procesador de audio (*sampler*), éste permite digitalizar muestras y modificar los sonidos. Para los servicios de *mixing*, o sea, las mezclas de audio, los operadores de estación realizan su tarea con el apoyo de una consola mezcladora y dos o más reproductoras de CD, grabadoras y cartucheras. Algunas emisoras modernas cuentan también con equipos periféricos de calidad digital, como el reverberador digital diseñado para grabaciones de estudio, postproducción y aplicaciones para mejorar la calidad del sonido; o sea, componentes o aparatos que no forman parte de la unidad

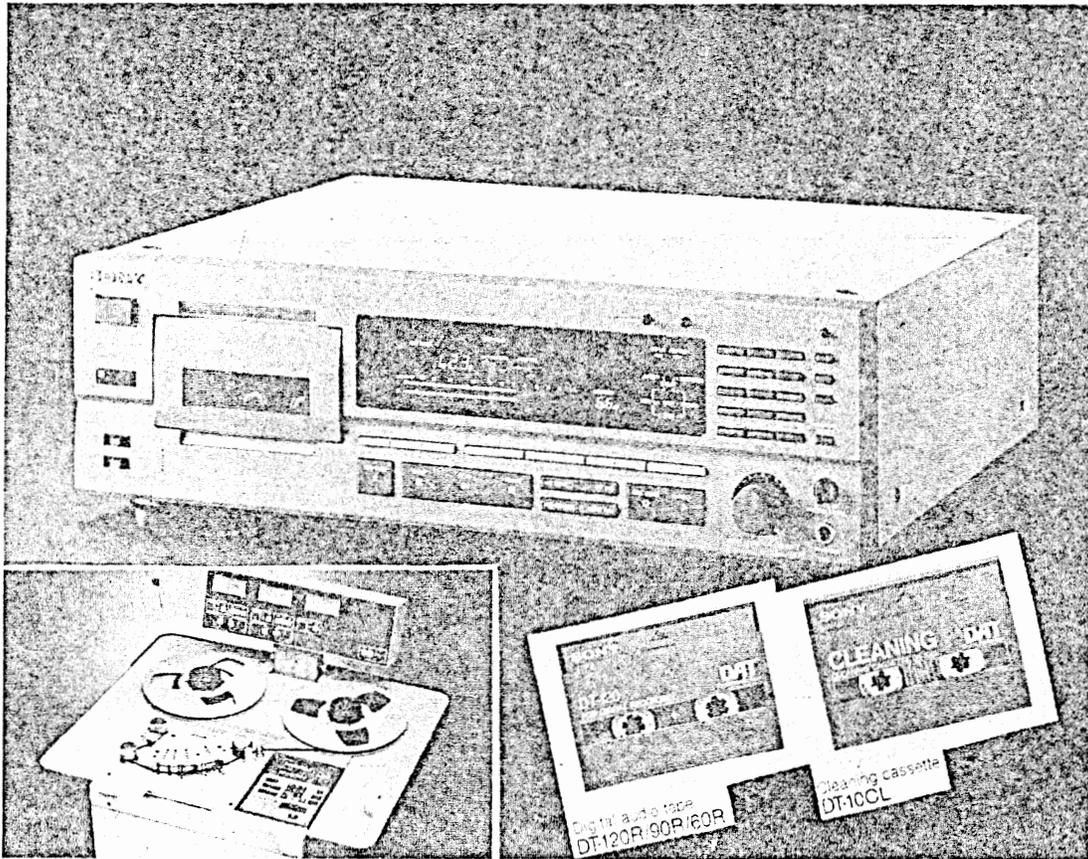
central pero que, conectados con ésta, prestan servicios adicionales que dan calidad de producción.



La ilustración presenta una reproductora de discos compactos SONY CDP-2700, basada en la tecnología digital óptica. Abajo, un reverberador profesional digitalizado SONY DPS-R7, de múltiples aplicaciones y basado en la misma tecnología.

En el área de control del estudio de transmisión de algunas estaciones, se cuenta aún con una o dos tornamesas, además de la consola mezcladora. No obstante, muchas emisoras modernas las han sustituido por máquinas reproductoras Denon (DN 950 FA) o Sony (Digital audio recorder PCM 2700), o bien emplean reproductoras de Digital Audio Tape (DAT) que tienen la misma calidad digital del disco compacto y que sustituyen a las antiguas grabadoras-reproductoras de carrete abierto, de dos y tres velocidades, pero además, sustituyen a las cartucheras, (las máquinas tradicionales para la reproducción de comerciales y mensajes diversos). Muchas emisoras han incorporado la computadora en estos procesos de comunicación. El único problema que no han podido superar es que cuando se *cae* el sistema se tiene que recurrir a los procedimientos tradicionales. Es indispensable también contar con una o dos reproductoras Sony CDP 2700 Custom File para la reproducción-grabación de discos compactos. De igual forma, es necesario contar con *decks* o case-teras (una o dos). Por supuesto, a falta de reproductoras DAT para comerciales, las cartucheras siguen prestando un servicio de gran confiabilidad. Todo este equipo deberá estar conectado directamente a la consola mezcladora para un mejor proce-

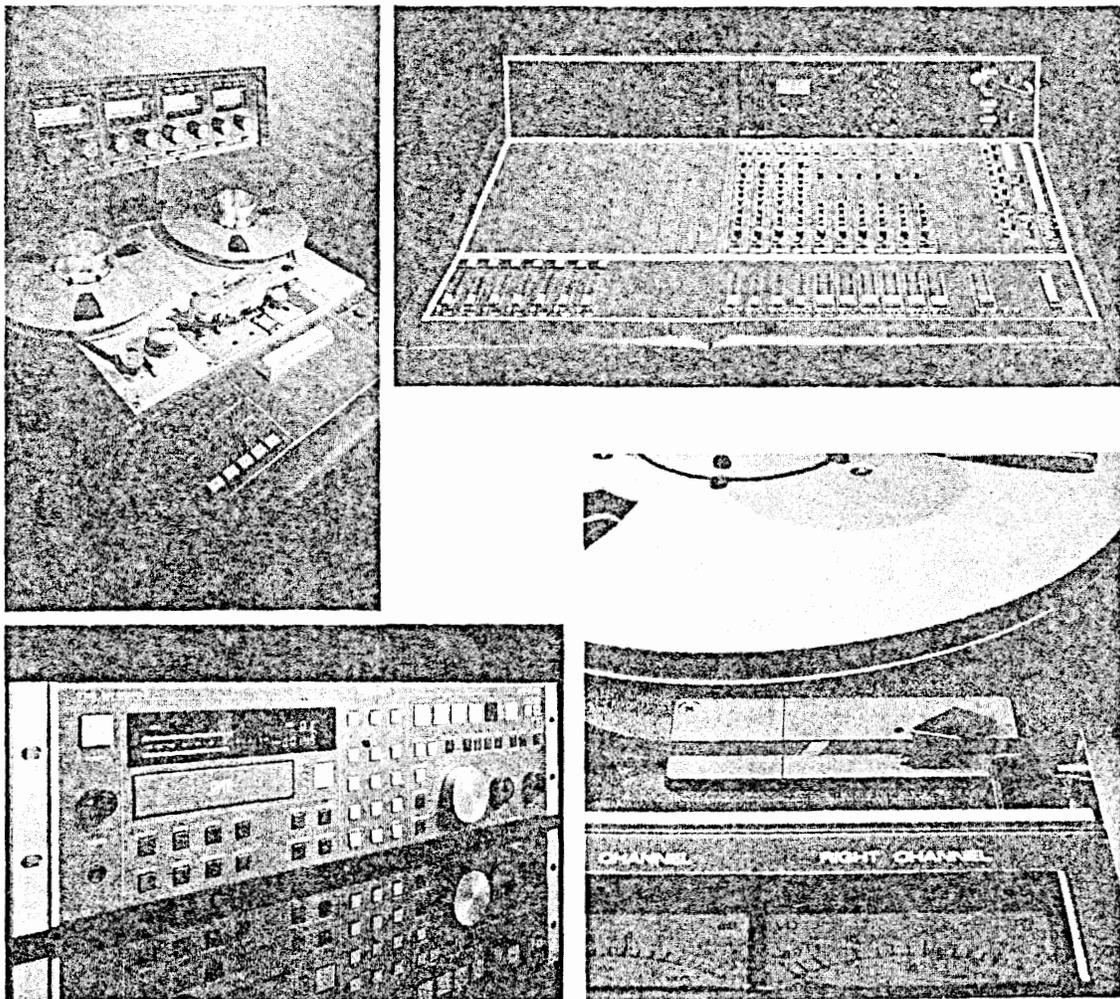
samiento de las señales. Es responsabilidad del operador en turno la operación de este equipo, ya que con él se hace posible la operación de la emisora y debe hacerlo de acuerdo con las instrucciones de programación de cada estación.



La gráfica ilustra en primer plano una reproductora DAT Sony PCM 2700, de aplicación múltiple, una grabadora de carrete abierto MB 5000 y dos cassettes DAT para grabaciones y limpieza.

Los discos antiguos, acetatos grabados en 33.1/3, 45 y (ya desaparecidos) 78 revoluciones por minuto, corresponden a una página más en la historia de la radio. Ahora las estaciones utilizan los discos compactos por medio de las máquinas que se han descrito con anterioridad. No obstante la moderna tecnología digital del DAT, las grabadoras de carrete abierto continúan siendo útiles, sobre todo cuando se trata de reproducir programas pregrabados: Tienen como mínimo dos velocidades: 7 1/2 pulgadas por segundo y 15 pulgadas por segundo; a mayor velocidad, mayor calidad del sonido grabado; entre ellas, la Sony MB-5000, o la Revox B77, que están destinadas al trabajo rudo. Las cartucheras tienen el mismo concepto técnico de la grabación magnética abierta, pero con un sistema de transporte diferente que permite grabar y reproducir, se las utiliza en la cabina para la transmisión de *spots* y mensajes diversos por su rapidez y la eficiencia de su sistema de transporte. A través de una programación, el dispositivo se puede parar automáticamente, o producir

una grabación constante. Las cartucheras tienden a ser sustituidas por el sistema digital de DAT. Otros equipos, como borradores de cinta magnetofónica grafitada, desmagnetizadores de cabezas (es muy recomendable el servicio de desmagnetización por lo menos una vez a la semana a las cabezas de las grabadoras-reproductoras), *kits* de herramientas y medidores de intensidad de campo, osciloscopios y demás, corresponden a las obligaciones que marca la SCT y son competencia del ingeniero en jefe de la estación que debe tener su certificado de radiotelefonista de primera y su registro de perito.



La gráfica muestra una audio consola digital profesional Studer D92 para uso de cabina digitalizada; grabadora Studer Universal A807 de 4 tracks; grabadora R-DAT de memoria rápida y control remoto en paralelo y serie; detalle del cortador de cinta de la grabadora Revox B77 que facilita la localización exacta del punto de edición.

Por otra parte, el distribuidor de audio es un dispositivo que tiene la característica de recibir una señal de entrada generando un determinado número de salidas con la calidad de la señal original; se utiliza comúnmente para alimentar la entrada del equipo instalado en la cabina del estudio. El amplificador de monitoreo es un dispositivo electrónico que aumenta la potencia de la señal que recibe. En toda instalación electroacústica el amplificador, junto con el *baffle*, constituyen un elemento fundamental de cuyas características depende, en gran medida, el éxito de la instalación, ya que manifestará la buena o mala calidad del producto grabado. El *baffle* es un elemento indispensable, consiste en una caja acústica que aloja dentro de sí una, dos o más bocinas con diferente respuesta en frecuencia: baja, media y aguda (*tweeter*). Este elemento realiza un trabajo inverso al micrófono al convertir en energía acústica las oscilaciones eléctricas que recibe.

El intercomunicador forma parte del equipo mínimo de una cabina radiodifusora o cabina de grabación dedicada a hacer los programas grabados y transmitirlos. Es de gran importancia un sistema bien diseñado de intercomunicación entre el productor y/u operador y los locutores o actores. En otras palabras, es importante la comunicación entre quienes se encuentran en la cabina de operación y quienes se ubican en el recinto acústico, sobre todo, cuando se desarrollan programas como noticiarios, debates y programas cuya continuidad no tiene un guión preestablecido. El sistema de intercomunicación puede venir integrado en la consola mezcladora, según sea el modelo, y consta de micrófono para girar órdenes con una bocina instalada en el recinto acústico, o bien, a través del empleo de audífonos y de un sistema de señalización por código de colores luminosos o señales audibles para llamar la atención al locutor o participantes de un programa.

El área de operación (área de trabajo del operador) es un área de control. Debe ser un cubículo de dimensiones adecuadas, apropiado para que quepa el equipo que se ha descrito. Deberá estar comunicada con la cabina de locución por medio de ventanales de doble cristal, herméticamente ajustados con cinta de hule, que permitan una comunicación visual inmediata con los locutores. Desde la cabina de transmisión se envían programas en vivo, programas grabados, programas musicales, programas con teléfono abierto, así como controles remotos (efectuados fuera del propio estudio), cadenas nacionales o transmisiones en cadena vía centro de coordinación. El operador tiene que realizar todas estas acciones por lo que se requiere de su habilidad y destreza para operar máquinas, creatividad y diligencia, pero también capacidad de concentración en las actividades que desarrolla pues su falta de pericia podría generar *lagunas*: lapsos de silencio que se deben evitar en toda transmisión.

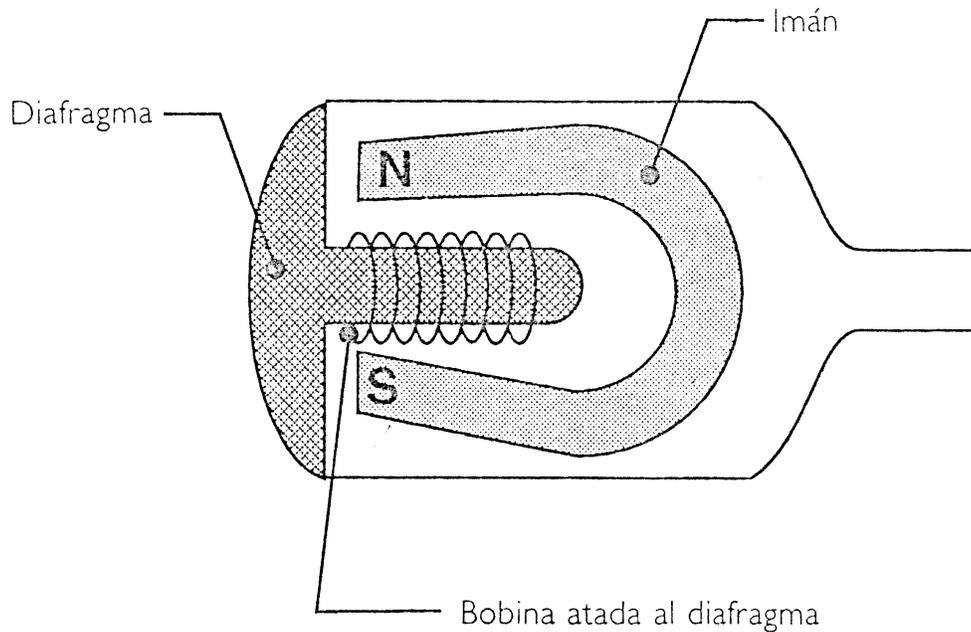
En la cabina de grabación se realizan los programas que serán transmitidos por la estación radiodifusora, así como la posproducción; el trabajo de terminado de toda producción con efectos, música, armado de un programa en frío, ediciones, (el capítulo siete trata ampliamente este renglón), calificación de un programa, transferencias (*transfer*) a otro tipo de grabación, como es el copiado de cinta a cinta, copia de cinta a casete, de casete a casete, de casete a cinta, de casete a DAT, de DAT

a DAT y muchas combinaciones más. Una emisora bien equipada debe contar con un buen sistema de *parcheo* integrado, provisto de *racks* de 12 entradas y 12 salidas de audio cada uno. El *rack* de *parcheo* debe ubicarse en la sala de control y permite una diversidad de combinaciones de audio que facilitan el trabajo, sobre todo, cuando operan dos o más estaciones de radio en una misma sala de control. El operador debe estar capacitado para grabar programas de diferente estilo (dramatizaciones, musicales, entrevistas), así como musicalizar y armar el copiado de promocionales.

La cabina de locución es un espacio menor al de la cabina de mando y debe estar perfectamente aislado del exterior, con la finalidad de que los ruidos del exterior no se introduzcan a los micrófonos instalados en su interior y que serán utilizados por los locutores. La cabina de locución debe tener además de la ventana que la conecta visualmente con la cabina de mando, una serie de señales luminosas, tanto en su interior como en el exterior, que permitan a locutores y personal fuera de la cabina saber si el micrófono está abierto (*en el aire*), de esta manera el locutor interviene cuando las personas de fuera guardan silencio. La cabina de locución debe contar con un monitor, para poder escuchar la señal que sale al aire, la cual será desconectada cuando se abre el micrófono. Es conveniente también que entre la cabina de locución y la de control o mando exista una línea de intercomunicación que permita facilitar la comunicación interna entre locutores y operadores.

El micrófono de la cabina de locución es elemento central, inicia el proceso de almacenamiento de los impulsos eléctricos en un campo magnético producido por una bobina. Las señales magnéticas de la bobina pasan al material magnético de una cinta que transita de forma continua. La posibilidad de almacenar el sonido por medio de señales eléctricas, así como la amplificación y transmisión del mismo, permite la operación de la radio. El micrófono debe responder al margen de frecuencia a que es sometido. Por lo mismo, para obtener máxima fidelidad del sonido que se ha emitido, es necesario elegir al micrófono por su capacidad de respuesta en frecuencia. Equivalente al órgano auditivo humano, debe tener la capacidad de convertir las variaciones de presión que generan las ondas sonoras en impulsos eléctricos proporcionales. Sensibilidad, curva de respuesta en frecuencia, fidelidad, distorsión no lineal, distorsión de amplitud, distorsión de fase, ruido de fondo y direccionalidad son características del funcionamiento y correcta aplicación de un micrófono.

Siempre que un locutor habla en la cabina de transmisiones, el sonido de su voz interrumpe su curso natural interponiendo en su camino un micrófono que convierte la onda sonora en señal eléctrica y almacena el sonido para su posterior reproducción o para lanzarlo nuevamente, después de un proceso eléctrico, para reciclarlo y potenciarlo; en el proceso, la onda sonora pega en una membrana delgada, llamada diafragma, y la hace vibrar; su vibración convierte la onda sonora en corriente eléctrica. Este es el funcionamiento normal de todo tipo de micrófono y se basa en la capacidad auditiva humana. (Véase esquema 16.)

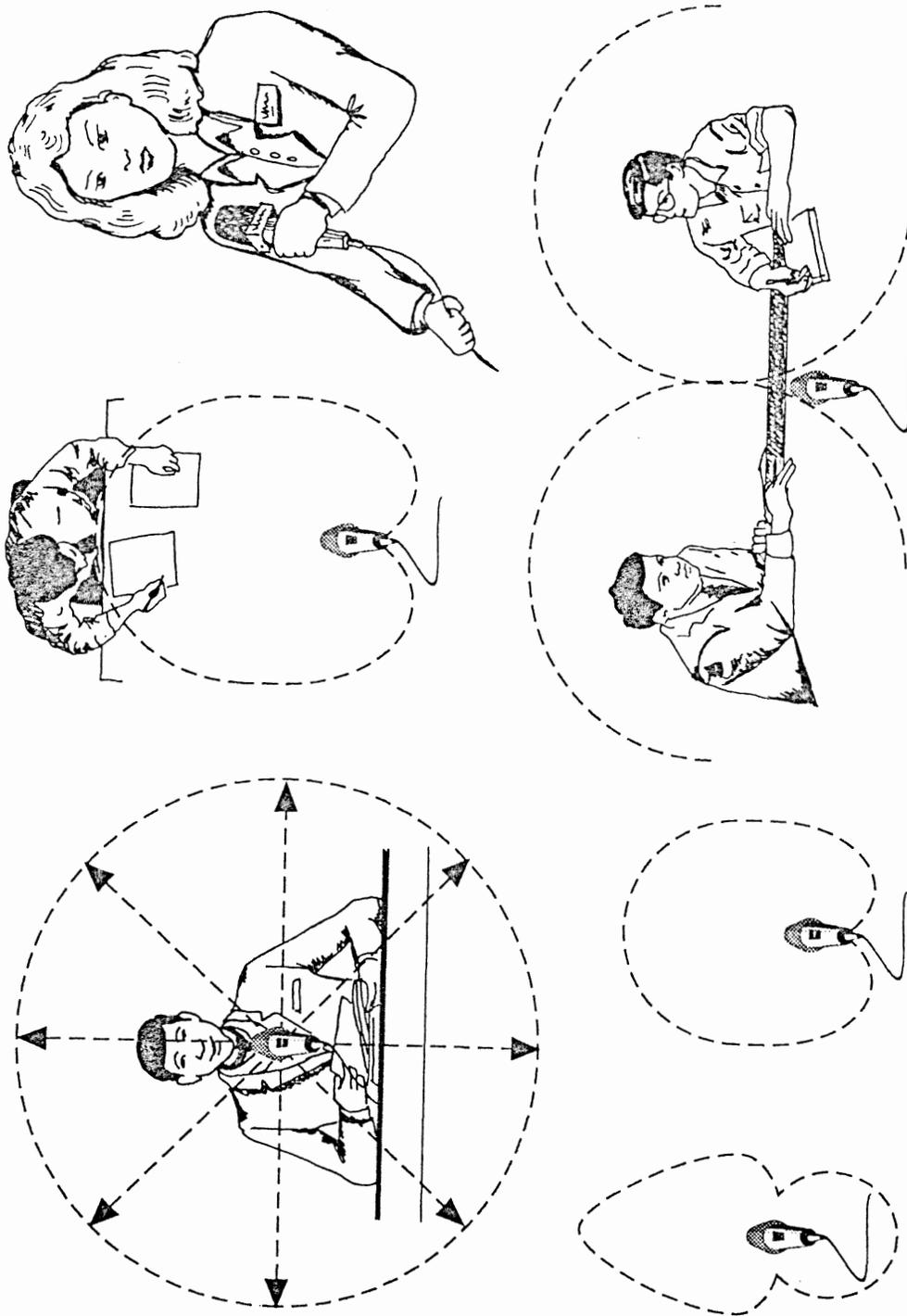


**Esquema 16.** Elemento del micrófono moviéndose a través de un campo magnético.

En la radio, los micrófonos se reconocen por su direccionalidad o patrón de captación y por su construcción mecánica, como consecuencia de los dispositivos que lo componen:

*Por su direccionalidad*

- Pueden ser unidireccionales o cardioides: como su nombre lo indica son aquellos que presentan una sensibilidad muy notoria en determinada dirección; ésta resulta máxima cuando el foco sonoro se encuentra sobre la prolongación de su eje, decreciendo rápidamente a medida que aumenta el ángulo de incidencia. Cuando se implanta una variable en la construcción del micrófono con una captación posterior muy focalizada se le da el nombre de hipercardioides. Esta clase de micrófono se usa preferentemente en espacios abiertos, ya que permite reducir la captación de ruidos extraños a los lados o atrás del micrófono. (Véase esquema 17.)
- Los micrófonos bidireccionales, presentan la característica de direccionalidad por ambas caras. Este tipo de micrófonos es muy común y resulta muy práctico para la realización de entrevistas.
- Los micrófonos omnidireccionales presentan una sensibilidad constante cualquiera que sea la dirección por donde llegue el sonido, de manera que es muy práctico para la grabación de mesas redondas, sin tener que desplazarlo de una persona a otra.



**Esquema 17.** Características de captación de micrófonos: omnidireccional, unidireccional, labial, hipercardiode, cardiode y bidireccional.

### *Por su construcción mecánica*

En todos los micrófonos su dispositivo conversor o mecánico lo constituye una membrana que vibra por el impacto de la onda sonora y constituye una pieza fundamental que definirá, de manera decisiva, el comportamiento de cada micrófono:

El primer grupo lo integran los micrófonos de presión y pueden ser electrostáticos, de resistencia variable y los llamados piezoeléctricos.

- Los micrófonos electrostáticos o de condensador basan su funcionamiento en las variaciones de capacidad de un condensador para frecuencias inferiores a los 500 Hz; no son direccionales; cuando sobrepasan los 2,000 Hz muestran una acusada directividad, tienen buena sensibilidad y fidelidad, pero su débil salida obliga a situarlos junto al amplificador y una fuente de poder.
- Los micrófonos de resistencia variable igualmente llamados de contacto, ya que los circuitos utilizan el carbón como elemento conversor. Son únicamente aptos para reproducir la palabra, su banda de reproducción comprende de los 200 a los 3,500 Hz; son muy económicos y resistentes al impacto y soportan bien las condiciones difíciles de operación.
- Los micrófonos piezoeléctricos, al transformar las presiones y tracciones que actúan sobre sus caras en cargas eléctricas, son de excelente fidelidad y sensibilidad en la banda de frecuencia que comprende la voz, ya que su respuesta no excede los 4,000 Hz, tienen tamaño pequeño y salida elevada. Presentan también respuesta de 30 a 10,000 Hz; son más costosos y necesitan amplificador para *levantar* su salida. Los micrófonos de cristal no presentan ruido de fondo y resisten los golpes, pero no resisten los cambios bruscos de temperatura.

### *Por su velocidad*

- Estos micrófonos se basan en los fenómenos electromagnéticos que, al generar una fuerza electromotriz inducida producen un flujo en función del espacio recorrido y el tiempo empleado en hacerlo. Es decir, en función de su velocidad. El principio dinámico de su funcionamiento hace que también se llamen micrófonos electrodinámicos, micrófonos de velocidad y electromagnéticos, nombres que se emplean indistintamente.
- Los micrófonos de bobina, como su nombre lo indica, están hechos por medio de una bobina unida a la membrana, son muy sólidos y pueden ser usados en malas condiciones climatológicas, viento y humedad, por ello están indicados para trabajos a la intemperie; de excelente fidelidad en respuesta y producen poco ruido de fondo, su banda de reproducción abarca desde los 40 hasta los 12,000 Hz. Son semidireccionales, se usan frecuentemente en el interior de los estudios y son muy buenos para exteriores.
- Los micrófonos de cinta tienen un conductor móvil que consiste en una ligera cinta de aluminio colocada entre los polos de un imán permanente. Este tipo de

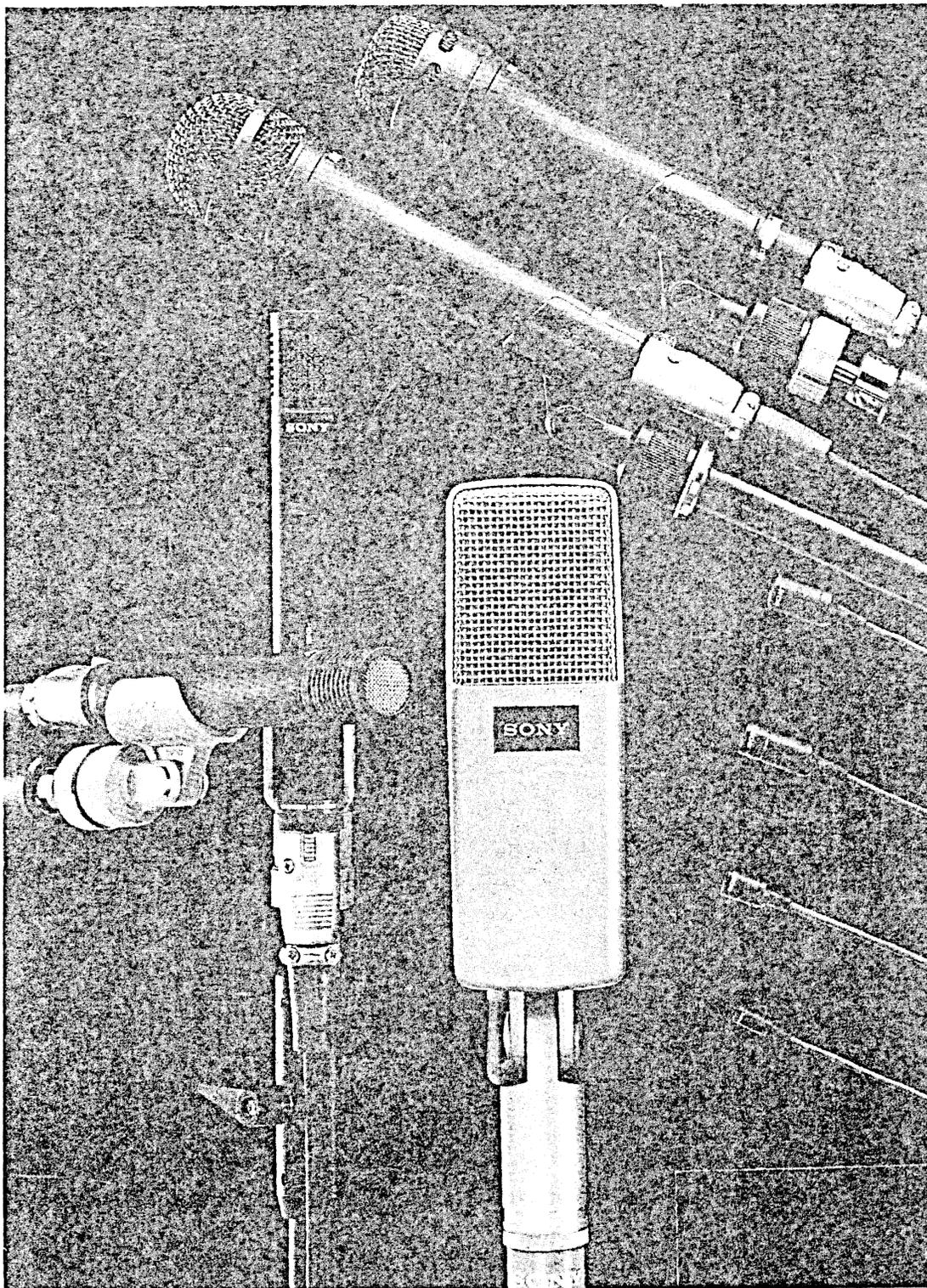
micrófonos de cinta son de buena calidad y sin ruido de fondo. De gran sensibilidad, poseen una excelente respuesta que puede llegar hasta los 12,000 Hz, son delicados y muy sensibles a la acción del viento, que agita la cinta, por lo que no deben usarse en exteriores.

Existe una gran variedad de tipos de micrófonos en la industria, ésta ofrece diversos de modelos. Los micrófonos colgantes son fácilmente disimulables y permiten al que habla una gran libertad de movimientos. Entre ellos, los famosos micrófonos Lavallier que se emplean en la televisión son excelentes pero, por su costo, se emplean pocas veces en la radio.

El equipo mínimo de alta frecuencia lo constituye aquél que hace posible la transmisión, el mínimo necesario para salir al aire en la frecuencia asignada y de acuerdo a las condiciones que marca la Ley. Se encargan principalmente de radiar al espacio la información elaborada por los equipos de baja frecuencia. Cuando la potencia de la emisora puesta en la antena no es muy elevada, es posible ubicar el equipo de alta frecuencia cerca del resto del equipo. Si la potencia es alta, es aconsejable separar la antena emisora del resto de las instalaciones para evitar el *crosstalk*, interferencias o retroalimentaciones no deseadas. En este caso, sólo pueden estar junto a la antena los equipos de alta frecuencia de FM.

La lejanía del resto del equipo hace necesario que exista un sistema de enlace (*link*), del que ya se ha tratado, junto al equipo de baja frecuencia, para enlazar la señal producida en la cabina de transmisión con las instalaciones del transmisor. El enlace puede realizarse por línea telefónica, aunque no se recomienda por la deficiente calidad de la señal. Es preferible el enlace por medio de ondas de radio o radioenlace, (los equipos de enlace Marti-M. STL-10-Aural STL Transmitter, son muy confiables), que permite unir dos puntos concretos, a una distancia fija, y cuyas ondas son captadas solamente por el equipo de las instalaciones del transmisor. Ello es posible con el empleo de antenas de transmisión y recepción muy direccionales que permiten una gran inmunidad contra interferencias y aseguran el enlace sin depender de las condiciones atmosféricas. Para este tipo de enlace se utilizan modulaciones de frecuencia de alta calidad de transmisión y se emplea indistintamente en AM y FM.

Cuando el transmisor principal se encuentra cerca del resto de las instalaciones no es indispensable un sistema de radioenlace, ya que la señal va de la mesa mezcladora directamente al transmisor y de allí a la antena por medio de la línea de transmisión adecuada. Cuando la señal de audio llega al equipo transmisor, pasa por un equipo limitador que se encarga de adecuar el nivel y banda de paso para evitar distorsiones o interferencias. Acto seguido, la señal es modulada en amplitud o en frecuencia y una vez modulada se amplifica hasta el nivel requerido. Esta acción es producto del excitador que lo envía a un amplificador final que responderá a la potencia de radiofrecuencia. La radiofrecuencia pasa a la antena, que irradiará la señal para que pueda ser captada por los receptores.



Existe en el mercado una gran variedad de micrófonos para las diversas aplicaciones. La gráfica ilustra algunos de la línea Sony en sus versiones omni y unidireccionales, condensador y Lavalier.

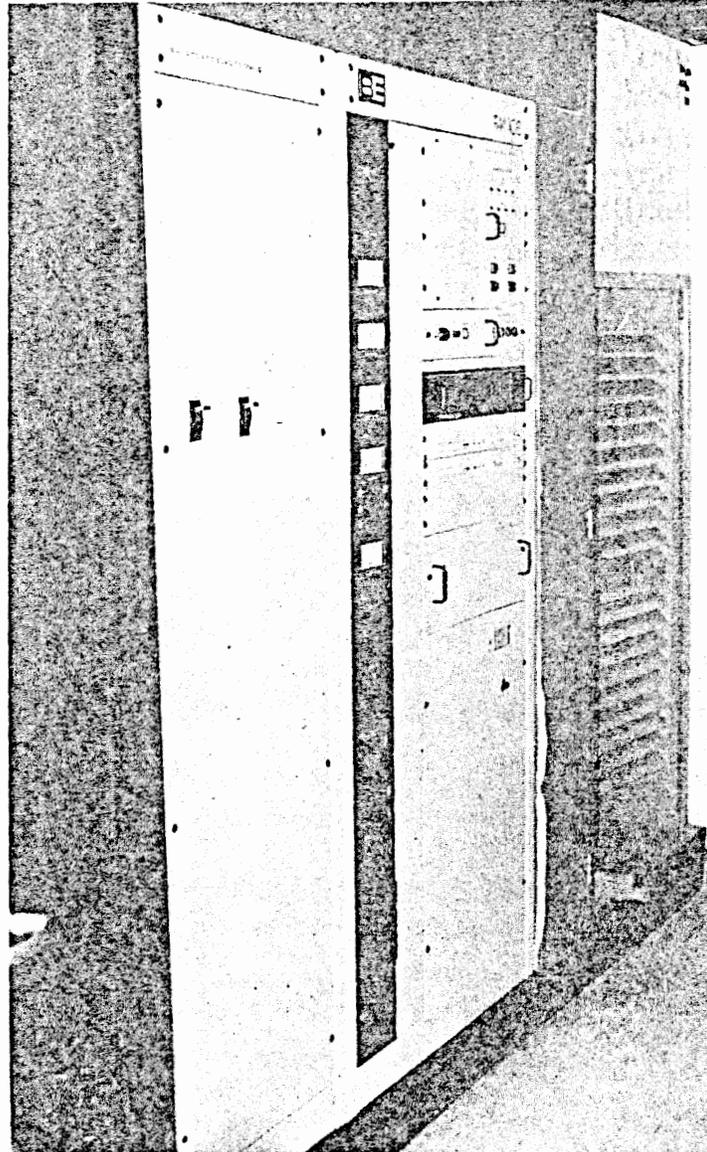
El equipo de radiodifusión que se requiere para hacer posible la transmisión al aire es un procesador de audio, equipo de comprobación y medición como: medidor de frecuencia, medidor de intensidad de campo, osciloscopio, generador de audio, monitor de modulación, transmisor, antena para radiar la señal y equipo de emergencia (grabador, reproductora de DAT o cassetes, cables y conectores Canon para puentear, etcétera) El personal mínimo necesario es un técnico operador por turno que estará dedicado al encendido y apagado del equipo, la operación y registro de lecturas de comportamiento de transmisor y logística de operación general.

¿Cómo deben ser las instalaciones de una radiodifusora? Es una pregunta muy amplia para una respuesta que depende de las políticas que cada radiodifusor establezca en su estación. Por principio, toda emisora requiere, para su adecuado funcionamiento, de una serie de instalaciones mínimas. En ocasiones, se especifican legalmente como condición para otorgar una concesión o un permiso en la materia (planos de ubicación de la emisora, características técnicas de la estación, y muchas más que son materia de los instructivos que formula la SCT).

Una vez establecido el criterio de cada emisora, a partir de los requerimientos para ubicar físicamente los distintos equipos y actividades que lleva a cabo toda estación, es importante considerar la planeación para establecer, por igual, la cabina de transmisión y operación y, en su caso, el estudio o los estudios de grabación, las áreas destinadas a la ingeniería y laboratorios de mantenimiento preventivo antes que correctivo; módulo o sala de edición, copiado, fonoteca, audioteca, biblioteca y los espacios administrativos; pero además, el terreno para la planta transmisora y la antena, si se trata de una AM requerirá de un terreno abierto de extensión específica, si se trata de una FM, el espacio o edificio donde puede instalarse la planta transmisora y oficinas de la emisora. Las dimensiones y características de todas estas áreas deberán ser de acuerdo a los requerimientos de la propia estación. Habría que insistir en que una de las instalaciones más importantes es el estudio de grabación, integrado por dos compartimientos, cada uno con su entrada independiente, separados por un muro con ventana acústica de doble vidrio. A continuación se estudia en detalle por la importancia que reviste.

Con mucha frecuencia se da poca importancia al recinto acústico en el que se encuentran las fuentes sonoras: locutores, equipo de grabación, equipo para efectos especiales, instrumentos musicales, etcétera. Más aún, a continuación se revisan las necesidades acústicas del lugar donde va a producirse la parte más importante del producto de la radio y que se aloja en muchas ocasiones en lugares mal acondicionados. A él recurre todo mundo; se trata del que se conoce como *estudio de grabaciones*. El autor ha experimentado la problemática durante años, más allá de las necesidades del equipo periférico como lo son: micrófonos, tornamesas, grabadora reproductoras de cinta magnética, cartucheras, consola maestra, distribuidores, amplificadores, sistemas de parcheo, y por ello le concede un espacio especial a este importante renglón de la radio.

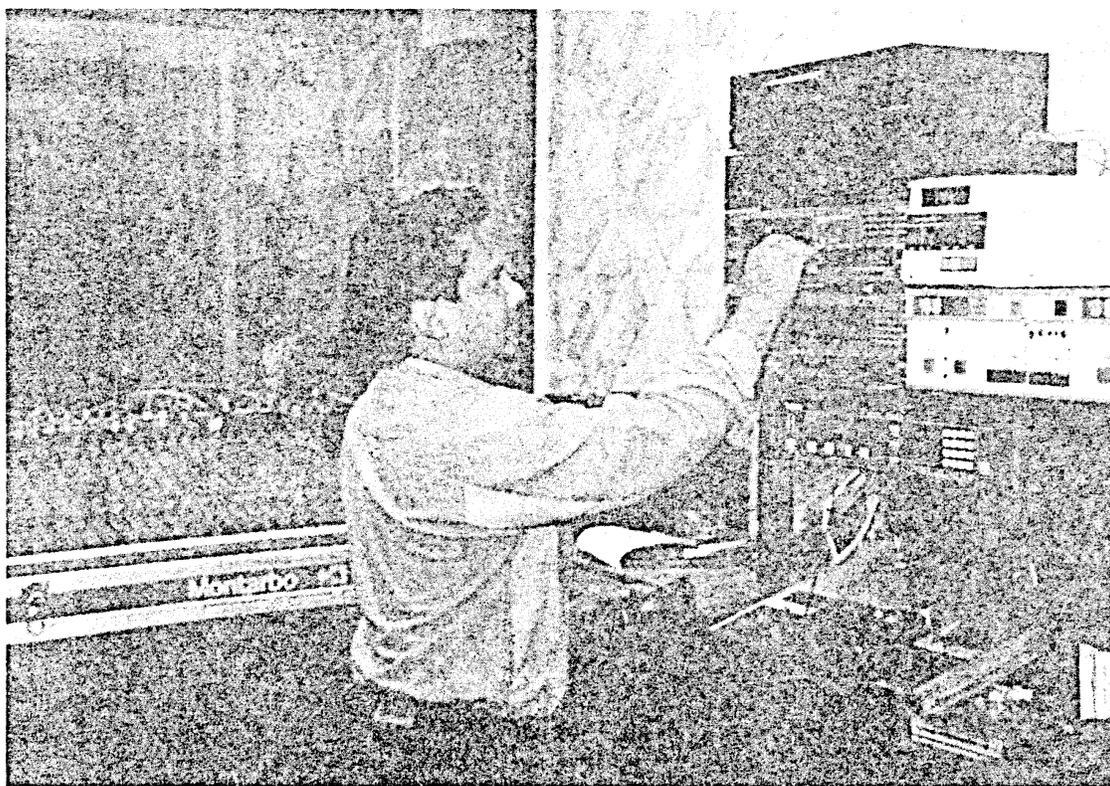
El estudio o sala de grabaciones, independientemente de sus dimensiones, debe estar adecuadamente acondicionado en cuanto a su acústica, con material aislante que



En la gráfica el transmisor de frecuencia modulada BE-10B, de Broadcast Electronics, de 100 mil watts de potencia con que opera Stereo Oro FM, del Grupo Radio Núcleo Oro, Veracruz.

evite la filtración de ruidos provenientes del exterior, y que aisle los ruidos propios del estudio como son el sistema de aire acondicionado y los ruidos de impacto, como los producidos por los pisos; además, debe someterse a un tratamiento antivibratorio y acústico a las frecuencias de resonancia, buscando una adecuada difusión y el apropiado tiempo de reverberación con su propia curva tonal, todo esto combinado con una buena iluminación y un efectivo sistema de ventilación.

Para muchas estaciones de radio el estudio de grabación se concreta a las necesidades mínimas de operación que generalmente constan de un equipamiento similar al de la cabina de mando o transmisión. Con esta visión, el equipo mínimo requerido es una tornamesa, una grabadora reproductora de carrete abierto, una cassetera o *deck* y una consola mezcladora cuyo tamaño dependerá del equipo con que se cuente y de las necesidades de grabación de los estudios. Este equipo estará instalado, a semejanza del de la cabina de locución, en una cabina de operación conectada visualmente por medio de una ventana con lo que se denomina propiamente estudio. Este último debe tener dimensiones mayores al de la cabina de locutores de transmisión, ya que debe permitir el acceso de varios individuos (voces) para la grabación de los programas. El estudio debe contar con uno o dos micrófonos y un equipo mínimo para la elaboración de ruidos o efectos especiales. El estudio estará aislado del exterior y, al igual que la cabina de transmisión, deberá tener indicadores luminosos y un intercomunicador para interactuar con la cabina de operación.



En la gráfica la cabina de producción de Radio Núcleo Oro de Veracruz.

Todas las estaciones de radio y televisión tienen uno o más estudios de grabación para la producción de música, programas hablados, noticias y anuncios comerciales cantados o *jingles*. En ocasiones, se destinan salas para cada propósito, pero también es normal tener salas para fines generales, las cuales pueden incluir una

área de audiencia para programas *en vivo*. Las salas deben tener una gran variedad de ambientes acústicos con el fin de preservar la calidad de los sonidos originados dentro de la sala durante la grabación o transmisión.

El grado de dominio y familiaridad con los conceptos fundamentales permiten conocer las necesidades para diseñar una sala de grabación, establecer cómo instalarla y de qué modo apoyar al equipo de construcción. Con el apoyo de un especialista en acústica, es necesario discutir las necesidades y resultados que debe tener la sala.

Para entrar en materia, es necesario formular algunas interrogantes mínimas: ¿Cuál es el fin de una sala de grabaciones?, ¿será utilizado para la voz, para la música o para ambas?, ¿cuántas personas participarán en las grabaciones?, ¿se estima que puedan grabar grupos musicales?, ¿se tomará en cuenta el teatro estudio como sala de audiencia?, ¿qué capacidad de asistentes tendrá?, ¿se empleará el estudio para audio analógico o digital, o para ambos? Una vez formuladas estas preguntas, podrá tenerse una idea más clara de qué tipo de sala de grabaciones se proyecta establecer, así como las dimensiones y características acústicas que se requerirán.

Un estudio de grabaciones funcional requiere de un ambiente acústico adecuado y de la prevención de ruidos externos. El contar con un ambiente acústico apropiado en el interior de la sala, también incluye, por un lado, el tiempo de reverberación óptimo en el intervalo de frecuencia esperado, pero también una adecuada difusión del sonido y ausencia de resonancias perceptibles en el interior de la sala; en otras palabras, propiciar una resonancia distribuida de la manera más uniforme posible. Prevenir los ruidos extraños implica que la sala tenga un alto grado de aislamiento para impedir que los ruidos ajenos penetren y sean captados por los micrófonos, ya que estos no pueden discriminar entre la voz y los ruidos ambientales. La música y los efectos sonoros normalmente llegan *enlatados* y por conducto directo de consola o *mixer* y, por lo tanto, salvo que la música fuera en vivo, ésta llega de manera directa para integrarse al proceso de grabación o transmisión.

En realidad, muchos de los ruidos ajenos pasan inadvertidos mientras se escucha directamente la voz o la música, pero las más de las veces resultan evidentes y perturbadores si los capta el micrófono. Éste se comporta todo el tiempo como un solo oído, como audición monoaural. Ello impide que el cerebro separe los sonidos como lo haría normalmente con la audición-recepción binaural, esto es, estereofónica. Por lo anterior, vale la pena tener en mente la importancia del uso de la sala y la respuesta del oído humano a la frecuencia. En el estudio de grabación, el ruido debe encontrarse debajo de la curva NC 15; dicho de otra manera, debe tener menos de 15 Db de nivel de presión acústica (SPL) en el intervalo de frecuencia entre 1 KHz y 8 KHz. Cuando las frecuencias son menores que 1 KHz, es permisible un valor más alto en virtud de que el oído humano es menos sensible a esas frecuencias. El estudio de grabación deberá considerar la pérdida de transmisión acústica de las paredes y calcular entre 50 Hz y 10 KHz. Por debajo de 50 Hz, el oído no es del todo sensible. Por arriba de 10 KHz, las particiones, por lo común, dan un aislamiento

del ruido suficientemente alto; cuando la frecuencia se duplica, se duplica el aislamiento. Existen tablas de atenuación del ruido, fabricadas de distintos materiales, que ofrecen las particiones y es sencillo seleccionarlas.

Por otra parte, a los modos normales en una sala se les conoce como frecuencias de resonancia. En una sala de grabación típica se puede identificar tres familias de frecuencias armónicamente resonantes que se desarrollan entre grupos de superficies limítrofes opuestas. La frecuencia básica de cada familia debe tener una longitud de onda del doble de la distancia entre los contornos. Pero las dimensiones de la sala no deben ser del doble de múltiplos enteros una de la otra, para poder diseminar las frecuencias resonantes. La ingeniería estima como buenas relaciones entre las dimensiones: 1,6:1,25:1 y 3,2:1,3:1 para estudios pequeños y grandes, respectivamente, pero hay que considerar que estas relaciones no son todas las que existen. Si hay restricciones de tamaño, debido al espacio de que se dispone o bien por los soportes estructurales, es conveniente establecer el cálculo de las primeras diez armónicas para cada familia, pero también verificar si se dan coincidencias que, entre menos se den, tanto mejor. En todas las salas de grabación se presentarán modos normales. Para evitar sus efectos nocivos es menester atenuarlos por diseminación y por absorción.

Otro efecto producido por las reflexiones del sonido en los contornos de una sala de grabaciones y que se caracteriza por llegar al receptor un instante después del sonido directo de la fuente es la reverberación. El llamado tiempo de reverberación es el tiempo que tardan las reflexiones para disminuir en amplitud hasta un nivel que deja de ser escuchado por el oído. Para explicarlo con valores, se calcula a unos 60 Db por debajo de su valor máximo. Se han establecido tiempos óptimos de reverberación o *rever*, como se conoce en el lenguaje de la sala, para diversas aplicaciones y tamaños de estudios. Con frecuencia se recomiendan menores tiempos de *rever*: por un lado el efecto es aditivo y, por otro, cuando se escucha algún material grabado, la reverberación audible es una mezcla de la reverberación de la sala de grabación con otra del lugar donde se está escuchando. Cuando las dos salas tienen un tiempo dado de 0,5 segundos, el impacto para el oído es un tiempo de reverberación de 0,61 segundos. El grado de efecto de una superficie irregular reflejante la determinan las longitudes de onda del sonido que impacta la superficie. Tiene mucha importancia mantener un tiempo de reverberación uniforme en el intervalo de frecuencia de interés. Asimismo, distribuir de modo uniforme dentro de la sala materiales absorbentes en proporción adecuada a todas las frecuencias. No existe en el mercado ningún material capaz de absorber el sonido en todas las frecuencias con la misma eficacia, por ello es necesario atender cada caso de manera particular.

Por otra parte, todo proceso de difusión del sonido se hace posible mediante superficies irregulares y paredes no paralelas. La efectividad de una superficie irregular depende de la longitud de onda o frecuencia. Las discontinuidades pequeñas en las paredes sólo difunden las frecuencias altas. El personal, los muebles, el material absorbente posibilitan la dispersión del sonido en las frecuencias media y baja, y tienen gran importancia en el momento de diseñar la sala de grabación.

En salas de grabación donde existen paredes no paralelas y persisten los problemas de reverberación, es necesario tomar otras medidas. Es posible producir una prolongación de la reverberación a manera de ecos múltiples causados por patrones de larga distancia que se podrían repetir dentro de la sala después de varias reflexiones, lo que daría lugar a problemas mayores que la reverberación. Cuando se trata de estudios de grandes proporciones, lo normal es diseñar las salas para el ambiente acústico requerido y dejar los espacios para los instrumentos, micrófonos, cables, equipos móviles y todo equipo adicional de grabación. Ello es posible si se toman en cuenta áreas específicas de óptima acústica para determinada fuente; por decir, para un grupo musical, áreas de voces, áreas de bajos, áreas de percusión y hacer un acoplamiento con la sala principal, lo que permitirá que los ejecutantes puedan escuchar a todos los integrantes del grupo y obtengan una excelente combinación de la música.

Para obtener un control adecuado del ambiente de una sala de grabación no basta considerar las dimensiones de las áreas acústicas. El acondicionamiento del aire es un problema que reviste características especiales en el diseño acústico. Todo estudio de grabación debe estar aislado acústicamente del exterior, sin embargo, también es necesario mantener el aire fresco y desprovisto de malos olores. Los sistemas de acondicionamiento del aire en el estudio presentan dos problemas muy comunes. Por una parte, el soplador de aire produce ruido aún en funcionamiento normal. Los conductos de entrada y salida del aire forman vías de acceso para el ruido. El aislamiento de la vibración del equipo de control ambiental y los conductos se deben calcular de manera adecuada, para su instalación, con el fin de eliminar el nivel de ruido conducido por la estructura. La estructura de los difusores, las cámaras, los tramos de ducto, las aberturas, las salidas de aluminio y el material absorbente tenderán hacia el mismo fin de neutralizar el ruido transportado por el aire. Habrá que recurrir a las tablas de datos del fabricante del soplador para determinar la capacidad de generación de ruido (en decibeles) que produce el sistema acondicionador de aire.

En la mayoría de las radiodifusoras se estima que la sala de control debe tener ambientes acústicos distintos a los de las salas de grabación. Para empezar, las salas de control deben estar aisladas acústicamente del estudio, los muebles y el equipo de producción y *mixing* requieren de nuevas restricciones. Una vez estimado el personal que labora en la sala, las mismas instalaciones actúan como difusores del sonido. En realidad sólo hay unas pocas áreas, comparativamente pequeñas, donde la respuesta acústica es sumamente importante en la cabina de control. Se trata de las posiciones donde el operador de consola y el productor de publicidad o programas, según se trate, realizarán la tarea de evaluar el material grabado. Gran parte del campo acústico directo es requerido para la audición crítica, con el propósito de evitar la entrada de errores en la grabación por razones diversas: los modos normales, la reverberación y la respuesta de frecuencia del estudio. Para evitarlos, es aconsejable un tiempo de reverberación lo suficientemente bajo para obtener efectos de naturalidad. También es posible obtener equilibrio de un campo de sonido directo

con reflexiones de bajo nivel difundidas de modo uniforme por otros métodos. Por ejemplo, la instalación de parches absorbentes y difusores en las superficies limítrofes de la sala. Otro método es absorberencia total en la sala, cuando se diseña una sala desprovista de reflexiones. Cuando es así, se puede obtener, por medios electroacústicos, la compensación para la respuesta deseada. También es posible concentrar materiales absorbentes en la parte delantera de la sala de control, y dejar las superficies reflexivas y difusoras en la parte posterior, tales como las salas de control en la gama de 80 metros cúbicos, con aceptable simetría en la respuesta acústica de derecha a izquierda, tiempo de reverberación bastante uniforme sobre un amplio intervalo de frecuencias con tolerancias mínimas y ruido de fondo muy bajo NC 15, como recomienda la Unión Europea de Radiodifusores.

Las radiodifusoras modernas cuentan con un confiable sistema de monitoreo. No puede concebirse un proceso de grabación, mezcla y remezclado de sonidos, sin los ajustes de la calidad del sonido basados totalmente en lo que se escucha en la posición del operador, por medio del sistema de monitoreo. La configuración y operación de los monitores es un recurso del que no se puede prescindir en la emisora. Toda respuesta de los *baffles* de monitoreo es afectada por las características acústicas del estudio, sala o cabina, según sea el caso. Por ello, el operador de audio debe recibir el máximo sonido directo posible, alimentado por los monitores, con el auxilio mínimo de la sala.

¿Dónde deben ir instaladas las bocinas monitoras? Por principio, los sistemas de altavoces están compuestos de combinaciones de altavoces de pequeño intervalo de frecuencia que responden a una frecuencia razonablemente plana y amplia. Es de gran importancia considerar el nivel de presión acústica producida por el sistema a una distancia determinada. En ocasiones, los cambios de fase entre las bocinas pueden equilibrar el nivel. Así podría funcionar en el caso del uso de sonido monoaural pero gran parte de los equipos modernos emplean el sonido estéreo, lo que dificulta la selección de los sistemas de bocinas. El criterio generalizado establece que los altavoces y las redes divisoras deben impulsar durante los medios ciclos positivos de la onda de sonido, generando el mismo nivel en todas las frecuencias, para que puedan seguir la fase del sonido original. Paralelamente, con el nivel y el tiempo de recepción auditiva, la fase proporciona información sobre la posición actual de una fuente con respecto a las otras y al perceptor. Por lo tanto, la posición ideal para los sistemas de monitoreo es frente al operador de audio, espaciados equidistantemente a la derecha e izquierda y con un ángulo mínimo de separación de 30 a 40 grados con respecto a la posición del que escucha. El eje de irradiación sonora señalará hacia el área de los oyentes debido a las características direccionales incrementadas de las altas frecuencias, de manera que se aproveche la eficiencia de irradiación sonora del sistema pero, al mismo tiempo, se obtenga una mejor ecualización.

El entorno del estudio debe estar siempre aislado de toda fuente de ruido externo. No debe olvidarse que todo campo acústico destinado a un altavoz puede resultar dañado por las condiciones acústicas de la propia sala. Conviene equilibrar el

nivel y la frecuencia de respuesta con ecualizadores de sala. Los ecualizadores se ajustan a las linealidades de la respuesta de frecuencia y evitan que el operador realice ajustes inadecuados al equilibrio de frecuencia del material de un programa. La ecualización puede corregir las deficiencias menores del sistema, pero nunca podrá compensar por una instalación acústica incorrecta en el diseño de una sala o por una respuesta débil del sistema de monitoreo. Por esta razón, es recomendable contar con un juego adicional de monitores en la sala de control.

Dentro de la infraestructura de la radio también es importante tomar en consideración el equipo de ingeniería, éste depende del área o departamento de ingeniería de la estación. Tanto en esta materia, como en el ámbito de la producción, existe una gran diversidad de actividades que demandan de un mínimo de especialización. Toda estación de radio, independientemente de su potencia, frecuencia o de su perfil programático, requiere de un mínimo de personal con una cada vez más alta calificación en las diversas áreas que conforman la radio.

El *departamento de ingeniería* requiere, como mínimo, de un ingeniero titular con licencia de radiotelefonista de primera, expedida por la SCT y, preferentemente, con certificado como perito en telecomunicaciones. El ingeniero responsable debe encargarse del mantenimiento preventivo antes que correctivo de las áreas de transmisión y estudios. Para hacer posible la operación de la emisora o emisoras, cuando se trata de un grupo, el ingeniero responsable —llamado comúnmente responsable técnico—, necesita dos auxiliares; de acuerdo con las características de las instalaciones se deduce la necesidad de contar como mínimo con dos operadores en cada turno, para las cabinas de transmisión y grabación.

Dependiendo de las características propias de cada emisora, otros espacios de trabajo forman parte de la infraestructura de la radio y posibilitan la codificación electrónica del sonido almacenado en forma de programas para las diversas aplicaciones; es decir, contribuyen a producir lo que constituye la programación. Ello se consigue mediante una estructura operativa no muy complicada que se manifiesta en departamentos o áreas de trabajo al interior de cada estación. Por ahora sólo se mencionan estos espacios que serán tratados con mayor detalle en los capítulos correspondientes de este mismo texto. El departamento de programación es el encargado de definir y dar especificidad a los contenidos y duración de los programas, lo que permite establecer un esquema general de la programación. De acuerdo con las necesidades y características de la emisora, en este esquema general se insertarán los espacios concretos que se dedican a cada tema y actividad, pero de una manera muy particular de acuerdo con el perfil de cada estación. El trabajo del departamento de programación tiene como resultado una hoja de servicio, comúnmente llamada hoja de continuidad. En ella se señala, el horario de transmisión, el programa o la música que se va a transmitir, su duración, los cortes o intervenciones del locutor; las inserciones de publicidad o *spots* y las identificación de la emisora así como los cortes de servicio social o mensajes que, sin ser publicitarios, prestan un servicio de interés a la comunidad.

Del *departamento de programación* dependen las secretarías de continuidad, quienes se encargan de esta tarea, de acuerdo a la programación establecida por cada emisora. En el área de continuidad se concentra la responsabilidad de que la emisión se controle y opere de acuerdo con lo planeado y, en caso de imponderables, se reponga el material que, por alguna razón, no haya sido transmitido en el momento convenido. De esta área dependen también los operadores de transmisión de cabina, responsables de la calidad de la señal de salida al transmisor y del continuo flujo de programas vivos y grabados. De ella dependen también los locutores de cabina, quienes tienen la encomienda de transmitir de acuerdo con el perfil de cada emisora los diferentes programas o fases musicales, de animar cada segmento programático y de informar sobre los acontecimientos y actividades notables, si así fuera necesario. Locutores y continuistas son, en suma, el eslabón humano manifiesto en la cadena de la transmisión: el enlace con los radioescuchas. (Véase capítulo ocho.)

El *departamento de producción* es atendido por un equipo humano y está apoyado por otras áreas que hacen posible el quehacer cotidiano de la estación. Por ejemplo, la fonoteca, que es el archivo de material grabado, ya sea en disco compacto o en cinta magnetofónica que es montada en reproductores de sonido de carrete abierto o caseteras. Este archivo deberá tener una organización tal que permita encontrar, con rapidez, el material deseado. Si no se cuenta con un equipo de cómputo que es lo ideal, es recomendable clasificar el material como en las bibliotecas y hemerotecas para recurrir a la consulta por medio de tarjetas bibliográficas. Aunque muchas emisoras ya cuentan con bibliotecas y hemerotecas para el servicio de sus departamentos de noticias, es de suma importancia que el o los responsables de la fonoteca o audioteca tengan una cultura musical mínima, indispensable para cumplir eficientemente su tarea.

El departamento de producción podría estar integrado por el *área de noticias*, el *área de realización* y el *área técnica*. Si así fuera, ya que la noticia es posible mediante labor de producción, el área de noticias se encargará de producir los noticiarios por medio de los reporteros, una red de teletipos de diversas agencias informativas, redactores y corresponsales, quienes darán cuerpo a los espacios noticiosos. Del área de noticias dependerán también todos los programas que tengan una carga netamente informativa (véase capítulo cuatro). En el área de realización se elaborarán todo tipo de programas grabados. Por ello, deberá contarse con el equipo necesario para la producción, desde anuncios comerciales, que son el alma de la estación, hasta los más diversos programas; el personal con que deberá contar esta área se subdivide en dos secciones: el técnico y el creativo. Dentro del primero, se encuentran los operadores de audio y los técnicos de sonido. Entre las labores fundamentales del personal técnico está la de tener siempre en buen estado y con mantenimiento adecuado todo el equipo electrónico. Cabe destacar que sin la aportación del conocimiento técnico no es posible ni la grabación de calidad ni la emisión radiofónica en el aire. Finalmente, el llamado personal creativo engloba a directores de producción, ejecutivos de cuenta, guionistas, musicalizadores, efectistas, locutores y voces

de apoyo. Todo un conjunto de recursos técnicos, materiales y humanos hacen posible la producción radiofónica.

A los departamentos encargados de la programación y de la producción hay que sumar la Gerencia o Dirección General de la estación (véase capítulo nueve). El área directiva de la emisora tendrá la función primordial de administrar los recursos humanos, materiales y financieros para la operación general de la emisora; el gerente o director tendrá como funciones representar a la estación ante las autoridades, instituciones, comerciantes, industriales, banqueros y otros sectores particularmente relacionados con la productividad; establecer convenios de colaboración para la producción de series, para la transmisión de eventos, para la reseña de los acontecimientos que tienen lugar en la ciudad y que son motivo del interés público. Deberá igualmente atender el cumplimiento de los objetivos y lineamientos establecidos para la estación y su correcto funcionamiento; coordinar periódicamente acciones de capacitación para el personal y rendir cuentas al consejo de administración de la emisora. En algunas estaciones modernas, de la dirección o gerencia depende un área de investigación que aporta su conocimiento para diseñar, conjuntamente con los departamentos de programación y de producción, el perfil programático y las políticas generales que adopta la radiodifusora, así como los lineamientos generales de operación que hacen posible mantener en alto grado de aceptación social el medio. Con frecuencia, el gerente o director de la emisora realiza estudios de auditorio para detectar las necesidades de comunicación de la población atendida y para evaluar la aceptación de los programas transmitidos así como para conocer el clima de opinión y aceptación social de la estación. (Véase capítulo ocho.)