

Conservatorio Superior de Música de Badajoz.
Acústica I y II
Asignatura obligatoria para los cursos Primero y Segundo
Especialidades de Composición y Dirección de orquesta
Curso académico 2004/2005

Profesor: Francisco Vila Doncel

19 de octubre de 2004

1. Curso I

1.1. Tema1: Ondas y propiedades del sonido.

1.1.1. Teoría

Oscilaciones. Vibraciones. Ondas. Tipos de ondas. Ondas transversales y longitudinales. Ondas simples y compuestas. Representación gráfica de una onda.

Vibración libre y vibración forzada.

Conceptos básicos sobre el sonido. Velocidad del sonido. Propiedades objetivas o físicas: amplitud, frecuencia, forma de onda. Propiedades subjetivas o auditivas: Intensidad o matiz, duración, tono, timbre. El tono o altura. La unidad de frecuencia: el Hz. Límites del oído humano en la percepción del tono y concepto de ultrasonido. Diferencias e interrelación entre ambos grupos de propiedades. Propiedades del sonido y su representación gráfica.

Fundamento del timbre. Los sonidos armónicos. La serie armónica. Propiedades de las relaciones de frecuencia en la serie armónica como origen de la armonía. Distintas formas de onda. Importancia de la onda senoidal. El sonido del diapasón. Teorema de Fourier y análisis armónico. Caracterización del timbre frente a otras propiedades: términos importados de otros sentidos: brillantez, dulzura, aspereza, etc. Extensión del concepto de timbre: timbre de un instrumento frente a timbre de un sonido. Timbre estático y timbre dinámico. Transitorios de ataque. Sonidos no periódicos: el ruido como componente del timbre. Tipos de ruido. La envolvente de intensidad: Ataque, decaimiento, sostenimiento y relajación. Cómo influye en el timbre a la hora de distinguir los instrumentos entre sí. Espectros. Estudio descriptivo. La teoría del formante.

1.1.2. Práctica

Observación de ondas en nuestro entorno. Idear un experimento que demuestre que el sonido es una onda. Reconocimiento y caracterización de sonidos a través de sus propiedades. Experimento de demostración de la existencia de la serie armónica en la Naturaleza. Producción artificial de series armónicas.

1.1.3. Coloquio: importancia de la Acústica. Límites de la notación musical tradicional. Nuevas grafías.

1.2. Tema 2: La cuerda vibrante

1.2.1. Teoría

Frecuencia natural de vibración de un cuerpo. El Monocordio de Pitágoras. Leyes de las cuerdas. Ley cualitativa del tono de una cuerda: Efecto positivo o negativo de la longitud, tensión, masa, grosor. Nodos y vientres. Armónicos en una cuerda vibrante. Vibración en toda su longitud y vibración fraccionada. Modo de provocar un armónico en una cuerda. Ley de Young: donde se ataca no hay nodo. Influencia del modo de ataque en el timbre: aceleración rápida o lenta y balance de armónicos. Aplicación a los instrumentos de cuerda.

1.2.2. Práctica

Construcción de un instrumento de cuerda sencillo. Demostración de las leyes de la cuerda vibrante mediante el mismo.

1.3. Tema 3: Tubos sonoros

1.3.1. Teoría

Leyes de vibración del aire contenido en los tubos sonoros. Significado de nodo y vientre dentro de un tubo. Situación de nodos y vientres en un tubo abierto y cerrado. Tono principal que dan los dos tipos de tubos. Armónicos que puede dar cada tipo. Tubos abiertos y cerrados. Efecto de los orificios. Armónicos en un tubo sonoro.

1.3.2. Práctica

Construcción de un instrumento de viento sencillo u otro que aproveche las propiedades de los tubos sonoros. Sugerencias: Campanas tubulares, flauta de Pan, flauta dulce de caña

1.4. Tema 4: Otros cuerpos vibrantes: láminas, parches, etc.

1.4.1. Teoría

Complejidad de las vibraciones de un cuerpo bi-dimensional. Modos de vibración de las láminas. Modos de vibración de los parches. Líneas nodales y zonas ventrales. Figuras de Chladni. Fenómenos que intervienen en la percusión. Modo de forzar los armónicos en un timbal. Cuerpos vibrantes tridimensionales.

1.4.2. Práctica

Construcción de instrumentos en los que intervengan láminas, parches u otros cuerpos sólidos. Sugerencias: Tambor de lata, xilófono, instrumentos de percusión diversos. Demostración de las propiedades sonoras de estos cuerpos.

1.5. Tema 5: Fenómenos sonoros

1.5.1. Teoría

Los sentidos nos engañan. Limitaciones del oído humano. Analogías con los fenómenos de la luz.

Reflexión nítida y difusa. Ángulo incidente y ángulo de reflexión. Salas elípticas y el efecto bóveda. Absorción. Propiedades reflectantes o absorbentes de las distintas superficies. Eco simple y múltiple, Tiempo mínimo para que haya eco. Distancia de la superficie reflectante para que haya eco. Reverberación. Influencia de la misma en las propiedades del sonido. Tiempo de reverberación. Tamaño aparente de la sala.

Refracción. El espejismo sonoro. Aprovechamiento de la refracción para el aislamiento acústico.

Difracción. Direccionalidad, rodeamiento de obstáculos, comportamiento de los sonidos graves y agudos frente a aberturas y obstáculos pequeños y grandes

Resonancia. Resonancia amplia y aguda. Resonancia de una sala.

Enmascaramiento. Banda de enmascaramiento. Sonidos que se enmascaran. Efecto del vibrato, trémolo y transitorios de ataque como medios para evitar el enmascaramiento

Distorsión o coloración de una onda. Coloración de un ruido. Ruido blanco/ruido rosa. La distorsión como fenómeno derivado de la resonancia. Influencia en las propiedades del sonido. Tipos de distorsión.

Interferencia. Batidos. Sonidos diferenciales y de adición.

Consonancia y disonancia: choque de armónicos.

Efecto Döppler. Influencia en las propiedades del sonido.

1.5.2. Práctica

Demostración del enmascaramiento y métodos musicales para evitarlo. Experimento de demostración del efecto Doppler. Experimento de resonancia con péndulos colgantes.

1.5.3. Coloquio: El oído subjetivo. La audición: ¿Un espejismo?

2. Curso II

2.1. Tema 1: Los sistemas de afinación.

2.1.1. Teoría

Fracción o factor característico de un intervalo. Operaciones fundamentales con la frecuencia de las notas.

El Sistema de Pitágoras: La quinta perfecta. La espiral de quintas. El círculo de quintas, la coma pitagórica y la quinta del lobo. Los semitonos y los tonos del sistema de Pitágoras.

Fundamento de las escalas justas: mayor y menor. Los tonos del sistema justo: tono grande, tono pequeño. Los semitonos del sistema justo: cromático y diatónico. La coma sintónica. Los temperamentos mesotónicos: repartición de la coma sintónica. El sistema mesotónico mayor de $\frac{1}{4}$ de coma y el mesotónico menor de $\frac{1}{3}$ de coma.

Temperamentos iguales. El temperamento igual de $\frac{1}{53}$ de octava (coma Holder): Sistema de Holder. El temperamento igual de $\frac{1}{12}$ de octava (semitono temperado): Sistema temperado. El semitono temperado como compromiso de utilidad práctica. Las notas enarmónicas en el sistema temperado.

Ventajas e inconvenientes de cada sistema de afinación: pitagórico, justo, mesotónicos, Holder, temperado. Índices de numeración de las octavas. Pasos para hallar la frecuencia de una nota. La afinación de los instrumentos en la práctica. Problemas derivados de la audición humana y de la construcción de los instrumentos. Afinación brillante y afinación plana. El problema de la búsqueda de la afinación perfecta.

2.1.2. Práctica

Demostración de la existencia de batidos entre las quintas temperada y pitagórica. Hallar diversas frecuencias musicales. Comparación estética de los distintos sistemas por el oído. Afinación de una cítara u otro instrumento de cuerdas al aire. Experiencia de contaje de batidos en octavas y quintas.

2.1.3. Coloquio: Razón de ser de los sistemas de afinación. En busca del sistema perfecto.

2.2. Tema 6: Los instrumentos clásicos: su construcción y su afinación

2.2.1. Teoría

Repaso al estudio descriptivo de las familias instrumentales. Problemas constructivos de los distintos instrumentos. Peculiaridades de afinación de cada familia instrumental.

Instrumentos de cuerda frotada. Fundamento del arco y efecto de la resina. Forma de onda de las vibraciones de las cuerdas frotadas. Misión del puente y del alma. Resonancia de las tapas. Misión de las efes. Fenómenos que se producen en las mismas. Efecto del vibrato. Efecto del lugar de ataque y los términos “sul ponticello” y “sul tasto”. Pizzicato. Col Legno. Armónicos en estos instrumentos. La viola frente al violín: el grosor de sus cuerdas como compromiso frente al tamaño del instrumento.

Instrumentos de cuerda pulsada. Fundamento de la variedad tímbrica de la guitarra. Constitución y forma de la caja. El trasteado del mástil. Explicación de las distintas separaciones. Misión del agujero. Los armónicos y su grafía en la notación musical. El laúd, la guitarra de 10 cuerdas y las cuerdas de resonancia. El clave. La dialéctica entre su inexpresividad y su variedad tímbrica. Los registros del clave moderno. El arpa. Anclaje de las cuerdas en la caja de resonancia. Mecanismo de alteración del tono de las cuerdas y propósito de los pedales. Forma de hacer armónicos en el arpa.

Cuerda percutida. El clavicordio. Distinción del mismo frente a la familia del clave. Mecanismo de acción de las tangentes. Aprovechamiento de la misma cuerda para varias notas. Sistema de apagado de las cuerdas. Situación de los nodos frente al punto de ataque. Posibilidad de vibrato en el clavicordio. El piano. Distinción y semejanza frente al clavicordio. Los órdenes de cuerdas simples, dobles y triples. Fenómenos que se pueden producir. La tabla armónica. El timbre y la dureza de los macillos. Efecto de la velocidad del golpe sobre el timbre. El mecanismo del escape. Los parciales no armónicos del piano. El pedal de resonancia. Efecto sobre el timbre. El pedal una corda. La vibración en oposición de fase. Vibraciones laterales de la cuerda. Efecto sobre el sonido. Distintos niveles de efecto.

Instrumentos de viento. Mecanismos de producción de las perturbaciones: Bisel (flauta travesera, flauta dulce) Lengüeta simple batiente (clarinete, saxofón) Lengüeta doble (oboe, corno inglés, fagot) Embocadura (instrumentos de viento metal). La lengüeta membranácea. Mecanismos de producción de las notas: longitud acústica, longitud real, armónicos. Efectos de la temperatura en el tono. Propósito de las válvulas y pistones. Notas que puede dar un instrumento sin pistones o natural. Efecto de las diferentes formas de embocadura en el timbre. Propósito del pabellón. Lengüeta libre (acordeón)

La voz humana. Partes del aparato fonador. Fisiología de la fonación. La palabra hablada y el canto. Fenómenos principales que intervienen. Repaso a la teoría del formante. Registros. Voz de cabeza. Voz de pecho. Tipos de voz, características acústicas de cada una.

Instrumentos de percusión. Sonido determinado e indeterminado.

2.2.2. Práctica

Las partes del piano de cola. Producción de sonidos armónicos con una guitarra.

2.2.3. Coloquio: mitos y realidad en torno a la calidad de un instrumento.

2.3. Tema 7: Acústica arquitectónica

2.3.1. Teoría

Influencia de los fenómenos sonoros en la audición de música. Sabine y los comienzos de la acústica de las salas. El punto de vista psicológico y estadístico.

Caminos que puede recorrer el sonido. Difusión del sonido. Diferencia práctica entre eco y reverberación. Parámetros de la reverberación y tamaño aparente de la sala. Propiedades sonoras de los materiales de construcción y decoración. Características acústicas de las salas: cómo aprovecharlas y modificarlas. El punto de vista del intérprete. El punto de vista del público. Necesidades acústicas de cada situación: Teatro y palabra hablada; Música clásica; Interpretación de un solista; Interpretación de conjunto. Las nubes móviles y las salas afinables. Problemática de la audición al aire libre. Modelización y tipos: maquetas, simulaciones numéricas. Efectos de la escala en los modelos. Problemas añadidos de las salas de grabación. Aislamiento acústico. Salas anecoicas. El "mareo acústico". La acústica "seca".

2.3.2. Práctica

Experimentos de absorción sonora con distintos materiales.

Experimentos de reverberación en una sala. Modificación de los parámetros.

2.4. Tema 8: El sintetizador y la informática musical.

2.4.1. Teoría

Conceptos de síntesis. Tipos de sintetizadores. Partes del sintetizador.

Síntesis analógica: Robert Moog y el sintetizador modular de 1963. Síntesis sustractiva. Esquema de bloques de un sintetizador. Oscilador, filtro y amplificador controlados por voltaje (VCO, VCF, VCA). Definición y misión de cada uno. Generadores de envolvente. Mejoras del sintetizador: Generador de ruido blanco y rosa. Filtros pasa-altos y pasa-banda. El oscilador de baja frecuencia (LFO). Polifonía. Multitimbricidad. Control digital. El MIDI. Mensajes MIDI. Maestros y esclavos. Canales MIDI. Configuraciones MIDI. Otros controladores MIDI: cuerda, viento, percusión

Otros métodos de síntesis: aditiva, FM, resíntesis, síntesis algorítmica. Muestreadores. El concepto "analógico" frente al "digital" o numérico. El ordenador como instrumento musical. Otras aplicaciones musicales del ordenador: edición de partituras, secuenciación, análisis, composición, ejecución.

2.4.2. Práctica.

Programar un sintetizador clásico a nivel elemental. Búsqueda de sonidos determinados previamente. Secuenciación y edición de una pequeña pieza musical y transcripción de su partitura mediante ordenador. Audición de piezas en las que intervengan ordenadores en algún momento de su producción.

2.4.3. Coloquio: La oposición entre instrumentos tradicionales y contemporáneos.**2.5. Tema 9: La grabación y la sonorización.****2.5.1. Teoría**

Elementos de sonorización: altavoces, micrófonos, amplificadores. La Alta Fidelidad: concepto y superación del concepto en la actualidad. Medios de grabación y reproducción del sonido: mecánicos (del fonógrafo de Edison al disco microsurco) magnéticos (del hilo sonoro a la cinta de caset) ópticos (de la banda sonora al disco compacto). Los parámetros de la grabación: nivel de entrada, ecualización, polarización, reducción de ruido, tipos de cintas y sus características. Características y defectos de una cadena de sonido: Respuesta en frecuencia. Linealidad/ecualización. Relación señal/ruido. Distorsión. Lloro. Acoplo. Desfases. Distorsión y sus tipos. La grabación profesional. Digitalización. Convertidores D/A y A/D. Fundamento del CD

2.5.2. Práctica

Grabación de una cinta en vivo en la que intervengan todos los conocimientos adquiridos durante el curso.

2.5.3. Coloquio: Futuro de la tecnología musical.