



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE EDUCACIÓN Y TRABAJO SOCIAL

Departamento de Didáctica de la Expresión

Musical, Plástica y Corporal

TESIS DOCTORAL:

MULTIFÓNICOS EN EL CLARINETE BOEHM

ANÁLISIS INTERVÁLICO-PERFORMATIVO, CLASIFICACIÓN

Y SECUENCIACIÓN DIDÁCTICA

Presentada por Héctor Abella Martín para optar al
grado de doctor por la Universidad de Valladolid

Dirigida por:

Dra. Alicia Peñalba Acitores

Dr. Vicente Pastor García

Valladolid, 2015

A Isis, María Jesús, Óscar y José Antonio

Agradecimientos

Quisiera manifestar mi gratitud y reconocimiento a todos aquellos que, de una u otra forma, han aportado su saber, apoyo, entusiasmo y energía a lo largo del proceso de gestación y redacción de esta tesis doctoral, recordando de manera especial:

A la Dra. Alicia Peñalba Acitores, por su dirección impecable, su revisión a conciencia del texto y sus atinados consejos.

Al Dr. Vicente Pastor García, por su inestimable ayuda en los aspectos más técnicos de la física acústica y sus acertadas observaciones.

Al Dr. J. Javier Goldáraz Gaínza, por descubrirme el campo de la Acústica y transmitirme su interés hacia una materia a menudo rehuida por los músicos.

A los compositores Larry Austin, Tom Cleman, Carlos Feijóo, Mario Lavista y Daniel Rothman, por haberme facilitado tan atentamente sus obras.

A Paula Mier Pérez, por su valiosa ayuda en la traducción de los textos en alemán.

A José Antonio Abella Mardones, por sus consejos de editor experimentado.

A Sandra El Fakhouri, documentalista del Centro de Recursos del IRCAM, y Liam Harte, investigador asociado de la *American Composers Alliance*, por su amable atención.

A mis profesores de clarinete Josep Arnau, Justo Sanz, Hedwig Swimberghe y Henri Bok. Sin su motivación y ejemplo no me habría dedicado profesionalmente al mundo de la música.

A Ismael del Río de Miguel, de cuyas clases de lenguaje musical guardo un recuerdo excelente, por evitar mi abandono prematuro del conservatorio.

A Chema García Portela, compañero de estudios musicales y amigo con quien pasé tardes enteras escuchando armónicos y sonidos resultantes.

A mis alumnos de clarinete, por mantener su buena predisposición e interés hacia los multifónicos pese a haber tenido que ejercer de conejillos de indias en los últimos cursos.

Finalmente, quiero expresarle mi gratitud y amor a Isis Pérez Villán, compañera de mi vida. Sin su apoyo incondicional, cariño y ayuda en los momentos más difíciles esta tesis doctoral no habría visto la luz.

Índice

Listado de figuras.....	15
Listado de tablas.....	25
Notación, abreviaturas y símbolos.....	27
Digitación y nomenclatura de las llaves.....	31
I. El problema de estudio.....	35
1. Introducción.....	37
2. Definición de multifónico.....	41
2.1. Tipologías de multifónico.....	42
2.1.1. Voz y sonido.....	42
2.1.2. Multifónicos generados en el propio tubo sonoro.....	45
3. El clarinete de sistema Boehm.....	49
3.1. Clasificación.....	49
3.1.1. Taxonomía tradicional.....	49
3.1.2. Hornbostel-Sachs.....	51
3.2. Familia instrumental.....	52
3.2.1. Clarinetes de tesitura agudísima.....	54
3.2.2. Clarinetes de tesitura aguda.....	55
3.2.3. Clarinetes de tesitura media.....	57
3.2.4. Clarinetes de tesitura grave.....	58

3.3. El sistema Boehm.....	60
3.3.1. Variantes del clarinete de sistema Boehm.....	62
3.3.1.1. Sistema Boehm completo.....	63
3.3.1.2. Reforma del sistema Boehm.....	64
4. Justificación.....	67
4.1. Influencia del instrumento.....	69
4.2. Influencia del equipamiento y de las condiciones ambientales.....	71
4.3. Influencia de la técnica individual.....	72
4.4. Una digitación, varios multifónicos.....	73
4.5. Transcripción musical de los multifónicos.....	74
5. Estado de la cuestión.....	77
6. Hipótesis y objetivos.....	85
6.1. Hipótesis de trabajo.....	85
6.2. Objetivos de la investigación.....	88
6.2.1. Objetivos generales.....	88
6.2.2. Objetivos específicos.....	88
7. Metodología.....	91
7.1. Métodos de investigación.....	91
7.1.1. Teoría fundamentada.....	91
7.1.2. Metodología performativa.....	93
7.1.3 Investigación-acción.....	94
7.2. Técnicas de recogida de datos.....	95

7.2.1. Análisis documental.....	95
7.2.2. Análisis auditivo e informático.....	96
7.2.3. Análisis de la técnica instrumental.....	99
7.2.4. Equipamiento empleado.....	101
II. Marco teórico.....	103
8. Evolución y organología del clarinete.....	105
8.1. Evolución del instrumento.....	105
8.1.1. Clarinetes primitivos y folclóricos.....	105
8.1.2. Chalumeau y clarinete barroco.....	109
8.1.3. El clarinete en el Clasicismo.....	112
8.1.4. El clarinete en el siglo XIX.....	113
8.2. Morfología del clarinete Boehm moderno.....	117
8.2.1. Boquilla, caña y abrazadera.....	119
8.2.2. Barrilete.....	121
8.2.3. Cuerpo superior e inferior.....	123
8.2.4. Campana.....	125
9. Recursos bibliográficos referidos a los multifónicos en el clarinete.....	127
9.1. España.....	128
9.2. Italia.....	137
9.3. Francia.....	142
9.4. Estados Unidos.....	151
9.5. Reino Unido.....	172

9.6. Australia.....	173
9.7. Países bajos.....	175
9.8. Alemania.....	182
9.9. Tablas comparativas.....	187
10. Fundamentación acústica.....	193
10.1. Movimientos vibratorios complejos.....	193
10.2. La serie armónica.....	195
10.3. Funcionamiento acústico del clarinete.....	200
10.3.1. El clarinete como tubo cerrado.....	200
10.3.2. Orificios tonales y llave de registro.....	205
10.3.3. Modos de vibración de la columna de aire y registros del instrumento.....	212
10.4. Obtención de multifónicos en el clarinete.....	217
10.4.1. Modificación del espectro sonoro.....	218
10.4.2. La emisión multifónica.....	221
10.5. Sonidos constituyentes del multifónico.....	230
10.5.1. Sonidos generadores o primarios.....	230
10.5.2. Sonidos secundarios: tonos de combinación y sonidos resultantes.....	239
11. Notación de los multifónicos.....	245
11.1. Tipologías de notación.....	245
11.1.1. Notación de tipo convencional.....	245
11.1.2. Notación no convencional.....	248
11.2. Densidad y número de alturas.....	253

11.3. Afinación y alteraciones.....	268
11.3.1. Alteraciones y microtonalismo.....	269
11.3.2. Relación entre las frecuencias.....	275
11.4. Heterogeneidad dinámica.....	277
11.5. Indicaciones instrumentales.....	280
III. Marco empírico-pedagógico.....	287
12. Clasificación de los multifónicos.....	289
12.1. Interválica interna del multifónico.....	290
12.2. Relación aritmética entre las frecuencias del multifónico.....	291
12.3. Series heteróclitas.....	295
12.3.1. Series heteróclitas derivadas de $a_1=1$	296
12.3.2. Series heteróclitas derivadas de $a_1=2$	298
12.3.3. Series heteróclitas derivadas de $a_1=3$	300
12.3.4. Series heteróclitas derivadas de $a_1=4$	303
12.3.5. Series heteróclitas derivadas de $a_1=5$	306
12.3.6 Series heteróclitas derivadas de $a_1=6$	311
12.3.7. Series heteróclitas derivadas de $a_1=7$	312
12.3.8 Series heteróclitas derivadas de $a_1=8...n$	315
12.4. Categorías.....	315
13. Aprendizaje de la técnica instrumental.....	319
13.1. El cuerpo en la emisión multifónica.....	320
13.1.1. Gesto respiratorio.....	320
13.1.2. Tracto vocal.....	324

13.1.3. Articulación.....	326
13.1.4. Embocadura.....	327
13.2. La emisión multifónica y su aprendizaje.....	329
13.2.1. Programación y acción motora.....	330
13.2.2. Relación contingente entre percepción y acción.....	337
13.2.3. Almacenamiento e interiorización.....	338
13.3. Influencia del equipamiento.....	339
14. Propuesta didáctica.....	341
14.1. Contexto sociocultural y educativo de los alumnos.....	341
14.2. Ejercicios monofónicos preparatorios.....	345
14.3. Obtención de sonidos fundamentales a partir de posiciones de registro agudo...	347
14.4. Emisión de multifónicos estables a partir de digitaciones complejas.....	349
14.5. Trinos y trémolos de multifónicos.....	351
14.5.1. Trinos de multifónicos con el sonido inferior mantenido.....	352
14.5.2. Trémolos de multifónicos con el sonido superior estable.....	353
14.6. Enlaces de sonidos múltiples y monofónicos.....	354
14.7. Concatenación de multifónicos.....	356
14.8. Obtención de multifónicos por sobresoplo.....	359
14.9. Ejercicios de profundización en el control de la EMF.....	360
14.9.1. Afinación general del multifónico.....	360
14.9.2. Producción de dos multifónicos con la misma digitación.....	362
14.10. Propuesta de secuenciación didáctica.....	363

IV. Marco conclusivo.....	369
15. Conclusiones.....	371
15.1. Notación y clasificación.....	371
15.2. Aprendizaje de la técnica instrumental.....	376
15.3. Aplicaciones.....	379
Lista de referencias.....	383
Bibliografía.....	385
Webgrafía.....	401
Fuentes musicales.....	403
Glosario.....	413
Índice analítico.....	421
Anexos.....	427
Anexo I: Tabla de multifónicos de elaboración propia.....	429
Anexo II: Tabla de multifónicos de Rehfeldt (1994).....	435
Anexo III: Tabla de multifónicos de Farmer (1982).....	441
Anexo IV: Díadas compiladas por D. Rothman (2006).....	455
Anexo V: Cálculo de combinaciones de digitación.....	461
Anexo VI: Materiales didácticos.....	467
Anexo VII: Listado de pistas de audio.....	507

Listado de figuras

Figura 1: Ejemplo de notación en <i>Si</i> bemol y su equivalencia en altura absoluta.....	27
Figura 2: Correspondencia de la tesitura del clarinete con el índice franco-belga.....	28
Figura 3: Digitación y mecanismo del clarinete Boehm.....	31
Figura 4: Esquema de digitación.....	32
Figura 5: Leyenda empleada para los oídos tonales.....	33
Figura 6: Sonidos múltiples al final de la cadencia del <i>Concertino per il corno principale con tutta l'orchestra</i> por C. M. von Weber.....	43
Figura 7: Tabla de sonidos dobles en <i>Schule für Doppeltöne auf der Flöte</i> por G. Bayr.....	45
Figura 8: Ubicación del clarinete en la taxonomía instrumental tradicional.....	50
Figura 9: Familia moderna del clarinete.....	52
Figura 10: Clarinete fabricado por A. Buffet <i>jeune</i>	60
Figura 11: Sistema Boehm completo [MIMEd 5498].....	63
Figura 12: Reforma del sistema Boehm [MIMEd 4916].....	64
Figura 13: Boehm sencillo y completo. Adaptado de MIMO 0839940 y 0839909.....	70
Figura 14: Obtención de dos multifónicos a partir de una digitación.....	73
Figura 15: Resultado del test auditivo de Castellengo (1982, p. 13).....	74
Figura 16: Inicio de <i>Current</i> para clarinete y piano (Austin, 1967, p. 1).....	79
Figura 17: Interacción entre la recogida y el análisis de datos en el proceso de desarrollo de la teoría fundamentada.....	92

Figura 18: Control auditivo de los sonidos constituyentes del multifónico.....	97
Figura 19: Captura de pantalla del espectrograma generado con el programa Audacity® del multifónico transcrito en la figura 18.....	98
Figura 20: Clarinetes dobles, macho y hembra. Danza ceremonial de Camayurá.....	106
Figura 21: <i>Zummâra</i> y <i>arghul</i> . Adaptado de MIMO 908714 y 908603.....	107
Figura 22: Alboka [MIMO 118556].....	108
Figura 23: <i>Chalumeau</i> [MIMO M139].....	109
Figura 24: Clarinete en <i>Re</i> de dos llaves por J. Denner (ca. 1720) [MIMO MI149].....	111
Figura 25: Clarinete en <i>Do</i> de cinco llaves por J. Hale (ca. 1785) [MIMEd 4716].....	112
Figura 26: <i>Clarinette omnitonique</i> de I. Müller [MIMEd 5192].....	114
Figura 27: Clarinetes de sistema Baermann y Oehler [MIMEd 5110 y 2313].....	116
Figura 28: Esquema de taladro policilíndrico (Pinksterboer, 2003, p. 34).....	118
Figura 29: Partes constituyentes de la boquilla del clarinete (Jerez Gómez, 2010, pp. 23-24).....	119
Figura 30: Barrilete, cuerpos superior e inferior y campana de clarinete Boehm. Adaptado de MIMEd 5357.....	122
Figura 31: Sonido real junto con sonido resultante a partir de posiciones de registro agudo y sobreagudo (Villa-Rojo, 1984, p. 24).....	130
Figura 32: Ejemplos de sonido real y sonidos armónicos con diferentes articulaciones y dinámicas (Villa-Rojo, 1984, p. 45).....	130
Figura 33: Fragmento de tabla de digitaciones para clarinete de sistema Boehm completo (Villa-Rojo, 1984, en anexo).....	130
Figura 34: Ejemplos de multifónicos pertenecientes a las cinco categorías que establece Villa-Rojo (1991, pp. 9-10).....	132

Figura 35: Ejemplos de digitaciones de multifónicos a partir de una fundamental (Pastor García, 2010, p. 175).....	136
Figura 36: Ejemplos de digitaciones de multifónicos obtenidos a partir de digitación cruzada (Pastor García, 2010, p. 177).....	136
Figura 37: Sonidos simultáneos obtenidos por Ferranini (Pace, 1943, p. 94, en nota al pie de página).....	139
Figura 38: Indicaciones instrumentales (Bartolozzi, 1967, pp. 9-10).....	141
Figura 39: Evolución de la amplitud de onda en oscilaciones sobre $Sol\#_2$ con clarinete bajo (Castellengo, 1982, en páginas centrales).....	145
Figura 40: Fragmento de la tabla de multifónicos (Seve, 1991, p. 65).....	147
Figura 41: Digitaciones de los multifónicos utilizados por Fléchier (2011, p. 20).....	149
Figura 42: Multifónico analizado por Benade en enero de 1974 (1990, p. 562).....	151
Figura 43: Extracto de la tabla de multifónicos (Rehfeldt, 1994, p. 48).....	154
Figura 44: Fragmento de ejercicio para el enlace de multifónicos y sonidos simples sin cambio de digitación (Caravan, 1979a, p. 26).....	158
Figura 45: Ejemplo de díadas (Dolak, 1980, p. 9).....	161
Figura 46: Fragmento del segundo coral a cuatro voces para dos clarinetes (Dolak, 1980, p. 25).....	161
Figura 47: Fragmento de la tabla de multifónicos del grupo I (Farmer, 1982, p. 44).....	165
Figura 48: Ejercicio para la práctica de multifónicos (Berkowitz, 2010, p. 44).....	166
Figura 49: Imagen tomada del apartado dedicado a la teoría por Del Grazia (s.f.). Recuperado de http://www.clarinet-multiphonics.org	168
Figura 50: Fragmento de la tabla de multifónicos de Richards. Recuperado de http://userpages.umbc.edu/~emrich/chapter3-3.html	171
Figura 51: Ejemplos de multifónico (Heaton, 1995, p. 180).....	172

Figura 52: Espectro sonoro y digitación de multifónico por Wolfe (1997-2006). Recuperado de http://newt.phys.unsw.edu.au/music/clarinet/	174
Figura 53: Símbolos empleados por Bok (2002) para señalar el grado de tensión y la posición de los labios (p. 04).....	175
Figura 54: Fragmento de la tabla de trinos y trémolos de multifónicos, anotado en sonidos reales (Bok, 2002, p. 56).....	177
Figura 55: Fragmento de la tabla de multifónicos (Sparnaay, 2011, p. 143).....	180
Figura 56: Leyenda y nomenclatura de las llaves (Krassnitzer, 2002, p. 28).....	184
Figura 57: Espectro del sonido fundamental Mi_2 con frecuencia en escala logarítmica en el eje de abscisas (generado con el software Audacity®).....	194
Figura 58: Veinticuatro primeros armónicos de la serie construida sobre Do_1	196
Figura 59: Transcripción de los 25 primeros sonidos de la serie armónica construida a partir de Do_1 dentro del temperamento igual, con microinterválica de 1/8 de tono.....	199
Figura 60: Espectro sonoro de tono de lengüeta con frecuencia lineal en el eje de abscisas (generado con el software Audacity®).....	202
Figura 61: Ondas estacionarias correspondientes al primer y al segundo modo de vibración del clarinete (Pastor García, 2007, p. 101).....	204
Figura 62: Esquema del funcionamiento acústico de la llave de registro (Pastor García, 2010, p. 85).....	207
Figura 63: Digitación cruzada para obtener Si_2	209
Figura 64: Longitud efectiva de tubo en digitación de horquilla.....	211
Figura 65: Registros y tesitura del clarinete soprano en Si bemol.....	213
Figura 66: Fundamental y sonidos obtenidos por <i>sobresoplo</i> a partir de las fundamentales comprendidas entre Mi_2 y Lab_2	216
Figura 67: Digitaciones de color para obtener cambios de timbre en Fa_3	219

Figura 68: Espectros correspondientes a Fa_3 emitido con las ocho digitaciones propuestas en la figura precedente.....	220
Figura 69: Flexión y torsión en una lámina encastrada y en el conjunto de caña y boquilla (Seve, 1991, p. 10).....	222
Figura 70: Esquema de las vías respiratorias y de la columna de aire del instrumento (Benade, 1986, p. 28).....	223
Figura 71: Multifónicos obtenidos a partir de la digitación fundamental de Mi_2	225
Figura 72: División de un tubo \overline{AB} en segmentos.....	226
Figura 73: Multifónico obtenido a partir de digitación compleja.....	228
Figura 74: Variación de la altura de los sonidos al tocarlos por separado y simultáneamente con las digitaciones indicadas.....	229
Figura 75: Multifónicos de dos generadores.....	232
Figura 76: Multifónicos de tres generadores.....	234
Figura 77: Multifónicos de cuatro generadores.....	236
Figura 78: Sonidos adicional y diferencial.....	241
Figura 79: Fragmentos de <i>Mosaik</i> [1964] con multifónicos de Lehmann (1980, pp. 4-5). .	246
Figura 80: Compases 31 a 35, preludio de <i>Mikro-sonata</i> para clarinete solo [1970] por A. Obradovic (2014, p. 2).....	246
Figura 81: Fragmento de <i>Ké</i> para clarinete solo [1993] por P. Gaigne (2000, p. 4).....	246
Figura 82: Comienzo del primer movimiento de <i>Traces</i> por A. Roizenblat (1992, p. 1).....	249
Figura 83: Ejemplo de notación no convencional de multifónico (Bassett, 1978, p. 3).....	250
Figura 84: Escritura no convencional de multifónicos en el inicio de <i>Escargots volants</i> por T. Scherchen-Hsiao (1980, p. 2).....	250
Figura 85: Ejemplo de escritura de sonoridades múltiples en Tlapizalli de M. Enríquez (Villa-Rojo, 1991, p. 133).....	250

Figura 86: Multifónicos de densidades 2, 3, 4 y 5.....	254
Figura 87: Multifónicos de <i>densidad 2</i> en el final de <i>Madrigal para clarinete en Si bemol</i> por M. Lavista (1994, p. 2).....	255
Figura 88: Multifónico de <i>densidad 3</i> en <i>Current</i> de L. Austin (1967, p. 6).....	255
Figura 89: Multifónicos de densidad 4 y 5 en <i>Collage</i> de B. Bartolozzi.....	256
Figura 90: Digitación y componentes del espectro del primer multifónico analizado por Benade (1990, p. 562).....	257
Figura 91: Transcripción musical de las frecuencias de la tabla 12.....	259
Figura 92: Aproximación inicial a la notación del primer multifónico analizado por Benade (fig. 90).....	260
Figura 93: Comparación de los espectros del multifónico interpretado de forma acústica y generado digitalmente.....	262
Figura 94: Notación final del multifónico analizado por Benade (fig. 90).....	263
Figura 95: Segundo multifónico analizado por Benade (1990, p. 563).....	263
Figura 96: Transcripción musical de las frecuencias de la tabla 13.....	264
Figura 97: Notación final del segundo multifónico analizado por Benade (fig. 95).....	265
Figura 98: Espectro del multifónico de la fig. 78.....	266
Figura 99: Transcripción musical de las alturas del tercer multifónico analizado.....	267
Figura 100. Notación propuesta para el tercer multifónico analizado (fig. 98).....	268
Figura 101: Ejemplo de empleo de alteraciones microtonales en <i>For clarinet and piano</i> de T. Cleman (1988, p. 9).....	271
Figura 102: Ejemplo de uso de cuartos y octavos de tono en <i>Rowzer!</i> de E. P. Mandat (2005, p. 2).....	271
Figura 103: Desviación en <i>cents</i> de los tres multifónicos analizados en el apartado 11.2, transcritos en una escala de cuartos y octavos de tono.....	274

Figura 104: Indicación de la relación interválica entre los sonidos constituyentes de los tres multifónicos analizados en el apartado 11.2.....	275
Figura 105: Ejemplo de notación de las dinámicas internas del multifónico (Rehfeldt, 1994, p. 43).....	277
Figura 106: Ejemplo de notación de dinámica interna del multifónico empleando cabezas de nota de distinto color (Seve,1991, p. 64).....	278
Figura 107: Ejemplo de notación de multifónico para clarinete en <i>Si</i> bemol en <i>Preludio a Borís</i> por C. Fontcuberta (2011).....	278
Figura 108: Fragmento inicial de la parte de clarinete de <i>Pulsión</i> para ensemble instrumental por C. J. Feijóo (2007, p. 1).....	278
Figura 109: Tres ejemplos de notación que permiten mostrar diferencias dinámicas entre los sonidos constituyentes del MF sin alterar el valor rítmico de la figura.....	280
Figura 110: Multifónico obtenido a partir de digitación con un oído semiabierto.....	281
Figura 111: Explicaciones previas para la obtención del multifónico incluido en la sección final de <i>GRA</i> para clarinete solo de E. Carter (1994).....	282
Figura 112: Ejemplo de notación de la digitación con la posición de partida señalada en la partitura (Kovács, 2009, p. 2).....	283
Figura 113: Obtención de dos multifónicos a partir de la misma digitación.....	284
Figura 114: Aclaraciones previas relativas a la notación musical y a las indicaciones instrumentales en <i>Collage</i> para clarinete solo por B. Bartolozzi (1974).....	285
Figura 115: Indicaciones sobre el punto de contacto del labio con la caña.....	286
Figura 116: Multifónico de cuatro alturas con expresión de las razones interválicas entre sus elementos.....	290
Figura 117: Ejemplos de relación numérica entre los sonidos del multifónico.....	293
Figura 118: Comparación de dos multifónicos pertenecientes a la serie {3:5:8:11:14} mediante la transposición del segundo de ellos.....	295

Figura 119: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {1:2:3:4:5:6}.....	298
Figura 120: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {2:3:5:7:9:11}.....	299
Figura 121: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {3:4:7:10:13:16}...	300
Figura 122: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {3:5:8:11:14:17}...	302
Figura 123: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {4:5:9:13:17:21}...	303
Figura 124: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {4:7:11:15:19:23}.....	305
Figura 125: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:6:11:16:21:26}.	306
Figura 126: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:7:12:17:22:27}.....	308
Figura 127: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:8:13:18:23:28}.....	309
Figura 128: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:9:14:19:24:29}.....	310
Figura 129: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie {7:8:15:22:29:36}.....	313
Figura 130: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie {7:13:20:27:34}.....	314
Figura 131: Series heteróclitas construidas sobre Do_3 y fundamental de sincronización....	316
Figura 132: Aparato respiratorio. Imagen recuperada de http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/galeria_imagenes/recursos_galeria.htm	321
Figura 133: Tracto vocal. Imagen recuperada de http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/galeria_imagenes/recursos_galeria.htm	323
Figura 134: Glotis abierta y cerrada. Imagen tomada de <i>Los sonidos del lenguaje</i> , (p. 41), por J. Gil-Fernández, 1988, Madrid: Síntesis.....	324
Figura 135: Representación esquemática de la cavidad bucal. Imagen tomada de <i>Los sonidos del habla</i> , por J. Llisterri Boix. En C. Martín Vide (ed.), 1996, <i>Elementos de lingüística</i> , p. 81. Barcelona: Octaedro.....	325

Figura 136: Musculatura facial y masticadora. Imagen tomada de <i>Atlas de anatomía humana: cabeza, cuello y miembro superior</i> (vol. 1, p. 70), por J. Sobotta, R. V. Putz y R. Pabst, 2007, Madrid: Panamericana.....	328
Figura 137: Representación esquemática de las tres configuraciones del conducto vocal que ilustran la circulación de aire. Adaptado de Fritz, 2004, p.182.....	332
Figura 138: Digitaciones en las que el pulgar derecho debe desplazarse para accionar llaves laterales.....	336
Figura 139: Obtención de los tres primeros modos de vibración de la columna de aire a partir de posiciones de registro fundamental.....	346
Figura 140: Extracto de ejercicio para la práctica de armónicos (Dolak, 1980, p. 4).....	347
Figura 141: Fragmento de ejercicio encaminado a obtener <i>bajotonos</i> a partir de digitaciones de registro agudo (Caravan, 1979a, p. 19).....	348
Figura 142: Tres multifónicos de obtención fácil a partir de digitaciones complejas.....	350
Figura 143: Dos ejemplos de trinos de multifónicos con el sonido inferior mantenido.....	352
Figura 144: Tres ejemplos de trémolos de multifónicos con sonido agudo mantenido.....	353
Figura 145: Enlace de sonidos monofónicos de registro agudo y multifónicos (Caravan, 1979a, p. 23).....	354
Figura 146: Obtención de multifónicos a través de <i>portamento</i> descendente.....	355
Figura 147: Progresión de multifónicos de tipo {5:12:17} y {2:5:7}.....	357
Figura 148: Control de la afinación de las líneas melódicas implícitas en la progresión de multifónicos {5:12:17} y {2:5:7}.....	358
Figura 149: Progresión de multifónicos relacionados tonalmente.....	359
Figura 150: Modificación de la afinación general del multifónico.....	361
Figura 151: Ejemplo de dos multifónicos obtenidos con la misma digitación.....	362

Listado de tablas

Tabla 1: Referencias legislativas.....	29
Tabla 2: Nomenclatura dactilar.....	32
Tabla 3: Afinación y vigencia de los diferentes miembros de la familia del clarinete.....	53
Tabla 4: Especificaciones del clarinete empleado.....	102
Tabla 5: Medidas de las cañas empleadas en la fase experimental.....	121
Tabla 6: Recursos bibliográficos ordenados cronológicamente.....	187
Tabla 7: Clarinete al que se dirige la bibliografía seleccionada.....	188
Tabla 8: Ámbito y formato de los recursos bibliográficos analizados.....	189
Tabla 9: Características de la notación de los multifónicos dentro de la bibliografía analizada.....	190
Tabla 10: Ratios correspondientes a los intervalos musicales derivados de la serie armónica.....	197
Tabla 11: Cálculo en <i>cents</i> de la desviación de la serie armónica con respecto al temperamento igual.....	199
Tabla 12: Frecuencias pico del multifónico de la figura 90 (Benade, 1990, p. 562).....	258
Tabla 13: Frecuencias pico del multifónico de la figura 95 (Benade, 1990, p. 563).....	264
Tabla 14: Relación de las frecuencias pico secundarias del multifónico de la figura 95 con los componentes primarios.....	265
Tabla 15: Valores y relación numérica de los picos correspondientes al espectrograma de la figura 98.....	267

Tabla 16: Alteraciones empleadas en la transcripción musical de los multifónicos.....	269
Tabla 17: Equivalencia en <i>cents</i> de los 64 primeros armónicos y cálculo de su distancia con respecto a semitonos, cuartos y octavos de tono temperados.....	272
Tabla 18: Series heteróclitas análogas a {1:2:3:4:5:6}.....	297
Tabla 19: Series heteróclitas análogas a {2:3:5:7:9:11}.....	299
Tabla 20: Series heteróclitas análogas a {3:4:7:10:13:16}.....	301
Tabla 21: Series heteróclitas análogas a {3:5:8:11:14:17}.....	302
Tabla 22: Series heteróclitas análogas a {4:5:9:13:17:21}.....	304
Tabla 23: Series heteróclitas análogas a {4:7:11:15:19:23}.....	305
Tabla 24: Series heteróclitas análogas a {5:6:11:16:21:26}.....	307
Tabla 25: Series heteróclitas análogas a {5:7:12:17:22:27}.....	308
Tabla 26: Series heteróclitas análogas a {5:8:13:18:23:28}.....	309
Tabla 27: Series heteróclitas análogas a {5:9:14:19:24:29}.....	311
Tabla 28: Series heteróclitas análogas a {7:8:15:22:27:32}.....	313
Tabla 29: Series heteróclitas análogas a {7:13:20:27:34:41}.....	314
Tabla 30: Alumnos de EE.PP. de clarinete matriculados en el Conservatorio de Música de Torrelavega.....	343
Tabla 31: Actividades desarrolladas con los alumnos.....	345
Tabla 32: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 1º y 2º de EE.PP.....	364
Tabla 33: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 3º y 4º de EE.PP.....	365
Tabla 34: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 5º y 6º de EE.PP.....	366

Notación, abreviaturas y símbolos

Al ser el clarinete un instrumento transpositor, en la transcripción de los ejemplos musicales hemos optado por utilizar la notación en la que lee instrumentista, en *Si* bemol, para otorgar un enfoque práctico al texto así como para simplificar la inclusión de los multifónicos procedentes del repertorio. Por lo tanto, los extractos escritos para clarinete soprano sonarán una segunda mayor por debajo de lo indicado en el pentagrama.

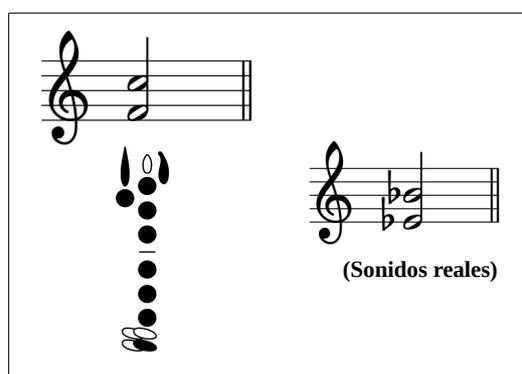


Figura 1: Ejemplo de notación en *Sib* (izqda.) y su equivalencia en altura absoluta (dcha.). Elaboración propia.



01

En el ejemplo anterior, las notas transcritas en el pentagrama de la izquierda suenan en realidad un tono más grave, siendo su altura absoluta la reflejada en el pentagrama de la derecha. En cuanto a la nomenclatura de los sonidos musicales en el texto, emplearemos el índice físico-acústico franco-belga. De acuerdo con el mismo, en el caso de la figura 1 las notas del primer pentagrama serán denominadas Fa_3 y Do_4 , mientras que los sonidos reales serán designados como Mib_3 y Sib_3 . Hemos representado el índice correspondiente a las notas propias de la tesitura del clarinete, según su octava, en la figura 2.

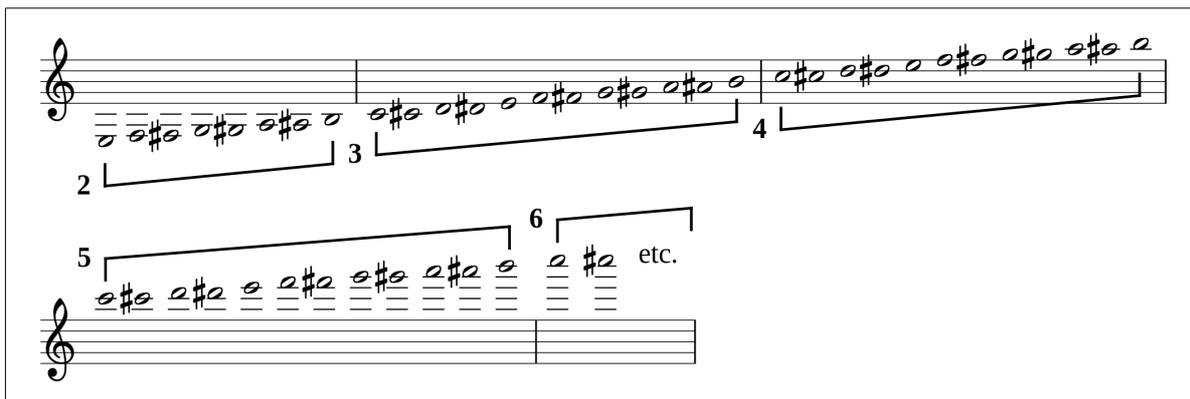


Figura 2: Correspondencia de la tesitura del clarinete con el índice franco-belga. Elaboración propia.

El texto de la tesis se acompaña de un disco compacto con ejemplos sonoros. En determinadas pistas correspondientes a los multifónicos se escuchará, en primer lugar, las alturas presentes interpretadas de forma individual en sentido ascendente, con el fin de favorecer su identificación auditiva, seguidas del sonido múltiple mantenido. En el disco también se incluyen fragmentos de audio a cargo de otros intérpretes, cuya procedencia se indica en el índice específico de las pistas de audio. Hemos empleado el símbolo  acompañado del número de pista para señalar la posición de los ejemplos sonoros en el CD. Asimismo, hemos situado un código de respuesta rápida (QR) al pie de las figuras que son ilustradas musicalmente a fin de facilitar su escucha. Dicho código remite a archivos de audio en formato MP3 que se encuentran alojados en internet. Así pues, el ejemplo de la figura 1 podrá escucharse ya sea en la primera pista del disco ya sea accediendo a la red a través del código QR correspondiente.

Con respecto a las figuras, hay que indicar que las imágenes de instrumentos que aparecen a lo largo del texto han sido obtenidas de las siguientes bases de datos en línea:

- *Musical Instruments Museums Online*, que se encuentra disponible en la página web <http://www.mimo-international.com/MIMO/>.
- Museo de Instrumentos Musicales de la Universidad de Edimburgo, disponible en <http://collections.ed.ac.uk/mimed>.

Ambos orígenes serán identificados con las siglas MIMO y MIMEd, respectivamente, seguidos del número de identificador del instrumento.

Asimismo, emplearemos las siguientes siglas y abreviaturas para referirnos a la normativa reguladora de las enseñanzas impartida en los conservatorios de música:

LOE (2006)	Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación
LOMCE (2013)	Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa
R.D. 1577 (2006)	Real Decreto 1577/2006, de 22 de diciembre, por el que se fijan los aspectos básicos del currículo de las enseñanzas profesionales de música reguladas por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación
Decreto 126 (2007) de Cantabria	Decreto 126/2007, de 20 de septiembre, por el que se establece el currículo de las enseñanzas profesionales de Música y se regula su acceso en la Comunidad Autónoma de Cantabria

Tabla 1: Referencias legislativas.

Para terminar, señalaremos las abreviaturas y símbolos que serán empleados a lo largo del texto:

ϕ	cent
cm	centímetros
dB	decibelio
EE.EE.	Enseñanzas Elementales [de música]
EE.PP.	Enseñanzas Profesionales [de música]
EMF	emisión multifónica
f	frecuencia
g	gramos
Hz	Herzios
MCD	máximo común divisor
MF	multifónico, multifónicos
mm	milímetros
®	marca registrada

Digitación y nomenclatura de las llaves

Puesto que la presente tesis doctoral está dedicada al clarinete de sistema Boehm, hemos optado por designar las llaves mediante la nomenclatura tradicional francesa, representada en la figura siguiente:

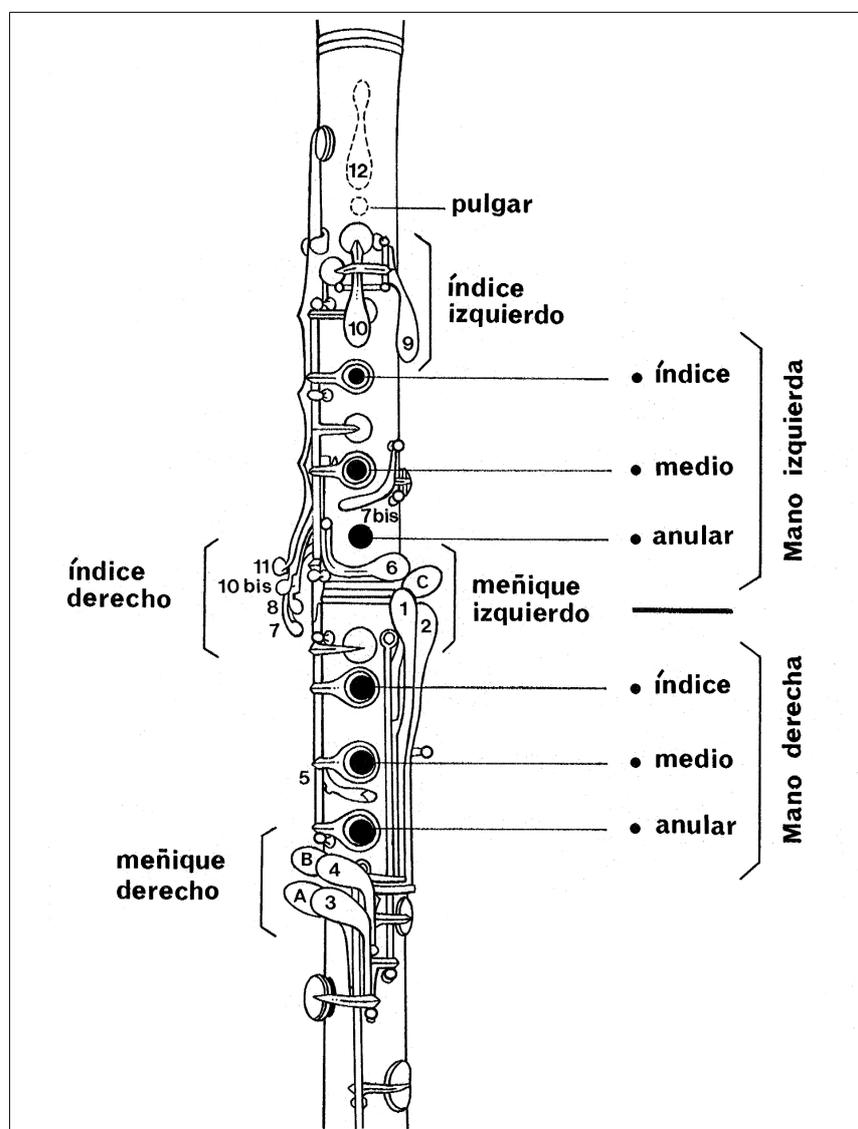


Figura 3: Digitación y mecanismo del clarinete Boehm (Peñarrocha y Sanz, 1991, p. 3).

La terminología que emplearemos en el texto para referirnos a la digitación consta de una letra para designar a la mano correspondiente y de un número asignado a cada uno de los dedos:

I1	Dedo pulgar de la mano izquierda
I2	Dedo índice de la mano izquierda
I3	Dedo medio de la mano izquierda
I4	Dedo anular de la mano izquierda
I5	Dedo meñique de la mano izquierda
D1	Dedo pulgar de la mano derecha
D2	Dedo índice de la mano derecha
D3	Dedo medio de la mano derecha
D4	Dedo anular de la mano derecha
D5	Dedo meñique de la mano derecha

Tabla 2: Nomenclatura dactilar.

Por su parte, las digitaciones que acompañan a los multifónicos se representan de manera esquemática, indicando los agujeros que son tapados directamente con la yema de los dedos así como las llaves que, en su caso, han de ser accionadas, de acuerdo con la figura siguiente:

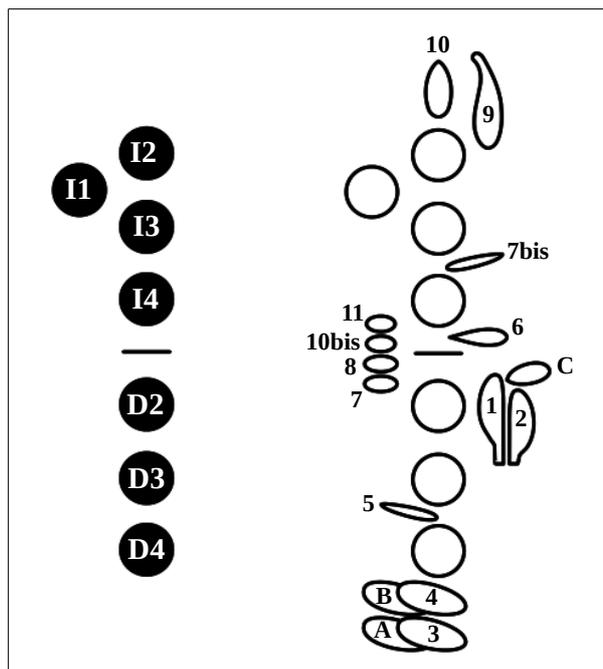


Figura 4: Esquema de digitación. Elaboración propia.

Las imágenes de los esquemas de digitación que acompañarán a los multifónicos han sido generados en la aplicación *Fingering Diagram Builder* desarrollada por Bret Pimentel, (2001-2015) disponible en línea en <http://fingering.bretpimentel.com/#!/clarinet/>. El cierre y la abertura de los oídos tonales mediante la acción directa de las yemas de los dedos se señalará a través de un círculo negro para los orificios cerrados, blanco para los abiertos, y con un semicírculo negro para los semiabiertos, como se muestra a continuación:

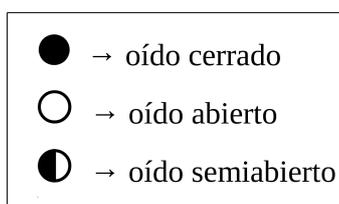


Figura 5: Leyenda empleada para los oídos tonales.
Elaboración propia.

Con el fin de facilitar la lectura del texto y evitar una inclusión excesiva de notas al pie de página, hemos optado por incluir un glosario al final del mismo, en el que haremos referencia a la nomenclatura de las técnicas de interpretación expandida que serán citadas, así como a la terminología más especializada del ámbito acústico.

I. El problema de estudio

1. Introducción

El clarinete moderno, al igual que otros instrumentos de la familia de viento-madera y de viento por extensión, está concebido para emitir sonidos individuales de altura definida que puedan ser modulados en frecuencia, intensidad y duración, de acuerdo con las exigencias interpretativas del repertorio convencional. Hay que señalar que el diseño actual del instrumento representa la culminación de un proceso evolutivo que, como veremos en el capítulo 8, se desarrolló a lo largo de todo el siglo XVIII y la primera mitad del XIX, sin haber sufrido cambios significativos en su factura desde 1843. Así pues, coincidimos con Castellengo (1982) al afirmar que el clarinete está diseñado para satisfacer los gustos bien definidos del periodo Romántico: un sonido intenso, homogéneo, sobre toda la extensión cromática así como el empleo del registro agudo a la duodécima superior sin cambiar la digitación fundamental.

Sin embargo, el siglo XX ha sido testigo de una expansión sin precedentes del repertorio de los instrumentos de viento, así como de otras familias, gracias a las nuevas exigencias y puntos de vista de compositores e intérpretes. Este hecho ha generado un abanico amplio de recursos sonoros que han venido a denominarse técnicas extendidas de interpretación, entre las que los multifónicos ocupan un lugar destacado, como podremos constatar a lo largo de la tesis. De acuerdo con Davies (2001), algunas de estas técnicas se han hecho comunes entre los intérpretes de viento-madera, como es el caso del *frullato*,¹ mientras que otras, entre las que se encuentran los sonidos múltiples, se están convirtiendo de forma progresiva en recursos habituales. No obstante, y pese a ocupar un lugar destacado en el repertorio clarinetístico,² los multifónicos son un fenómeno sonoro complejo y en muchos casos problemático para compositor e intérprete. Comentemos brevemente las razones que nos llevan a hacer esta afirmación.

1 Este y otros términos relativos a las técnicas de interpretación instrumental extendidas, así como determinados conceptos propios del campo de la acústica, están recogidos en un glosario al final del texto.

2 En el capítulo 11 analizaremos la presencia de los multifónicos en el repertorio de clarinete y las diferentes opciones tomadas por los compositores para su notación.

Desde el punto de vista compositivo, no es posible transcribirlos con exactitud mediante la notación musical tradicional. Esto se debe a dos razones fundamentales: sus alturas no están temperadas y no presentan una dinámica homogénea entre sus componentes. En relación con la desviación de su afinación con respecto al temperamento igual, Castellengo (1982) indica que «los intervalos entre los sonidos de un multifónico estable son aquéllos de la serie armónica; son distintos de los de la escala temperada que nos sirve de referencia para la escucha y para la notación de las alturas» (p. 16). En cuanto a la heterogeneidad dinámica entre las voces constituyentes del multifónico, hay que señalar que esta circunstancia dificulta tanto su transcripción musical como la creación de una imagen mental precisa de su sonoridad a partir de la consulta de los manuales existentes. Ambos aspectos serán abordados en los capítulos 10 y 11.

Desde la perspectiva interpretativa, las diferencias en el equipamiento empleado por el músico (marca y modelo de instrumento, tipo de boquilla, abrazadera y fuerza de las cañas), por una parte, y las diferencias relativas a la morfología del intérprete y a su propia técnica instrumental (configuración de la embocadura, técnica de respiración, influencia del tracto vocal, etc.), por otra, inciden conjuntamente en el resultado sonoro final.

A la problemática mencionada en los dos párrafos precedentes hay que añadir la presencia poco significativa de la música contemporánea y de la técnica instrumental expandida en el seno de los conservatorios profesionales de música. En el caso concreto de los multifónicos, hemos podido constatar una ausencia de métodos y estudios encaminados al aprendizaje progresivo de los mismos. La presente investigación pretende realizar una aportación en este terreno con un doble objetivo: sentar las bases para la elaboración de un método más completo y desarrollado sobre el estudio y aprendizaje de los multifónicos en el clarinete, así como servir de orientación a aquellos compositores e intérpretes que estén interesados en el empleo de este recurso sonoro. Para ello abordaremos el fenómeno de los multifónicos en el clarinete desde una perspectiva triple: acústica, interpretativa y relacionada con su aprendizaje.

El texto se estructura en cuatro partes: definición del problema de estudio, marco teórico, marco empírico-pedagógico y marco conclusivo. En la primera de ellas, una vez introducido el objeto de estudio, definiremos de forma precisa el término multifónico y señalaremos las razones que consideramos relevantes para llevar a cabo nuestra

investigación. Una vez hecho esto pasaremos a establecer el estado de la cuestión así como la hipótesis de trabajo, los objetivos y la metodología empleada.

En la segunda parte analizaremos las características del clarinete Boehm, revisando brevemente su evolución y la escisión de los sistemas alemán y francés. Continuaremos analizando los recursos bibliográficos referidos a los multifónicos en el clarinete antes de abordar la fundamentación acústica y los aspectos relativos a su notación musical, tomando en consideración el repertorio del instrumento.

En la tercera parte analizaremos las características interválicas de los sonidos múltiples, proponiendo un sistema de clasificación basado en ellas, para tratar a continuación los aspectos relativos a la técnica instrumental encaminada a la *emisión multifónica* (en adelante EMF) y su aprendizaje desde el punto de vista de la acción motora y de las propiocepciones del intérprete. Sobre la base de lo anterior plantearé una propuesta de secuenciación didáctica para su trabajo en el aula de conservatorio.

La cuarta y última parte del texto está destinada a las conclusiones y posibles aplicaciones de la investigación. La presente tesis doctoral se cierra con los anexos, en los que incluimos las tablas de multifónicos ordenados de forma ascendente en función del elemento inferior y, cuando éste se repite, del segundo sonido más grave. El primero de ellos es de elaboración propia e incluye los multifónicos de los que nos hemos servido a modo de ejemplo a lo largo de nuestra argumentación. Los anexos II, III y IV se corresponden con las tablas de otros autores, el anexo V detalla el cálculo de las combinaciones de digitación posibles en el mecanismo del sistema Boehm, mientras que el anexo VI recoge los materiales didácticos a los que haremos referencia en nuestra propuesta didáctica. Por último, en el anexo VII incluimos el listado de pistas de audio registradas en el disco compacto que acompaña al texto.

2. Definición de multifónico

En sentido literal, el término *multifónico* (*multiphonic* en inglés, *multiphonique* en francés) significa *sonido múltiple*. El *Diccionario Harvard de la música* ofrece la siguiente definición del mismo:

Dos o más notas que suenen simultáneamente en un solo instrumento de viento. Se han utilizado cada vez más en la música culta en diversos instrumentos de viento-madera desde que Bartolozzi (1967) los describiera y ofreciera las técnicas para su producción (Randel, 1997, p. 679).

Por su parte, *The new Grove dictionary of music and musicians* define los multifónicos como

Sonidos generados por un instrumento normalmente monofónico en los que puede oírse dos o más alturas simultáneamente. El término es utilizado generalmente para describir los sonidos acordales tocados en un instrumento de viento-madera o viento-metal (Campbell, 2001, p. 383).

De ambas definiciones podemos concluir que un multifónico consiste en la producción simultánea de dos o más vibraciones de distinta frecuencia dentro de un mismo tubo sonoro³ que pueden ser percibidas como sonidos de alturas diferentes.

«Tradicionalmente se ha considerado la división entre instrumentos de percusión, cuerda y viento» (González Lapuente, 2003, p. 249). Estos últimos también se denominan instrumentos aerófonos, de acuerdo con la clasificación revisada de Hornbostel-Sachs (MIMO, 2011), en los que el sonido se produce por la vibración de la columna de aire contenida en el interior del tubo. Dentro de la plantilla orquestal, los instrumentos aerófonos se agrupan en las familias de viento-madera y viento-metal (González Lapuente, 2003), siendo el clarinete miembro de la primera de ellas. Con la excepción del órgano, los instrumentos de viento pertenecientes a la tradición europea son considerados como

3 «Se denominan tubos sonoros a aquellos que contienen una columna de gas capaz, al ser excitada, de producir un sonido» (Calvo-Manzano, 1991, p. 53).

monofónicos.⁴ Sin embargo, el clarinete, al igual que otros instrumentos de las familias de viento-madera y de viento-metal, puede producir más de una altura de forma simultánea gracias a los recursos técnicos que vienen generalizándose desde mediados del siglo XX y que forman parte de la técnica instrumental contemporánea. Esta circunstancia no deja de resultar hasta cierto punto paradójica, pues se trata un instrumento melódico o monódico, de acuerdo con su utilización musical tradicional.⁵ Seve (1991) expresa esta contradicción semántica en los siguientes términos: «Es posible emitir simultáneamente varios sonidos a partir de un instrumento de viento considerado monofónico» (p. 4).

En el texto emplearemos el término emisión monofónica para referirnos a la forma de producción tradicional del sonido, en la que se percibe una única altura con un timbre e intensidad definidos, en oposición a la emisión multifónica (en adelante EMF), propia de los sonidos múltiples. Esta última puede conseguirse por dos medios diferentes: 1) a través de la vibración conjunta de las cuerdas vocales y de la columna de aire, y 2) mediante ajustes en la técnica de soplo y embocadura encaminada a la potenciación de determinadas frecuencias de resonancia del tubo.

2.1. Tipologías de multifónico

2.1.1. Voz y sonido

Se trata de los sonidos múltiples obtenidos a partir de la vibración conjunta de las cuerdas vocales y del medio normal de producción sonora del instrumento. Para su obtención es preciso cantar una altura determinada a la vez que se toca una nota excitando la columna de aire contenida en el interior del tubo de la forma habitual, de modo que ambos sonidos

4 Instrumentos que emiten sonidos de diferentes alturas en una sucesión temporal y no de forma simultánea, en contraposición a los instrumentos polifónicos o armónicos.

5 Según el Diccionario Harvard de la Música, las clasificaciones de los instrumentos musicales «tienden a encuadrarse dentro de tres categorías generales basadas en el método de ejecución [1], la estructura o el material [2], así como su utilización o status [3]. Estas pueden ser tanto prácticas como teóricas» (Randel, 1997, p. 536). De acuerdo con ellas, el clarinete podría clasificarse como un aérfono de lengüeta (método de producción sonora), de viento-madera (material) o como un instrumento melódico (uso).

guardarán una relación interválica concreta. En los instrumentos de viento-metal y de bisel el resultado sonoro obtenido mediante esta técnica permite apreciar con nitidez la polifonía, y en función del intervalo producido y de la intensidad de ambos sonidos puede oírse un tercer e incluso un cuarto sonido, como resultado de la suma y de la resta de las frecuencias de ambas notas, como veremos en el capítulo 10.

Este hecho ya era conocido por los trompistas de finales del siglo XVIII, quienes eran capaces de tocar acordes cantando a la vez una nota por encima o por debajo de la que determinaba la vibración de sus labios. Encontramos un ejemplo temprano del empleo de este recurso sonoro en el final de la cadencia en forma de recitativo del Concertino para trompa y orquesta en *Mi menor*, Op. 45 de Carl María von Weber, compuesto en 1815, donde el propio compositor escribe acordes de tres sonidos como un efecto sorprendente para su época.



Figura 6: Sonidos múltiples al final de la cadencia para trompa. De copia escaneada de facsímil del *Concertino per il corno principale con tutta l'orchestra* (pp. 19-20), por C. M. von Weber, 1815, (s.l.): Autor. Recuperado de [http://imslp.org/wiki/Concertino_in_E_minor,_Op.45_\(Weber,_Carl_Maria_von\)](http://imslp.org/wiki/Concertino_in_E_minor,_Op.45_(Weber,_Carl_Maria_von))



02

La obtención de acordes de tres y cuatro alturas del ejemplo anterior se explica a través de los tonos de combinación, que dan lugar a nuevos sonidos como fruto de la suma y resta de las frecuencias de las notas tocada y cantada. Este fenómeno, que será abordado en el apartado 10.5.2, también tiene lugar en los multifónicos propiamente dichos, que trataremos

en el apartado siguiente, con la diferencia de que todos los sonidos se producen por la vibración de la columna de aire.

La técnica de cantar y tocar a la vez en el clarinete es definida como *singing while playing* por Berkowitz (2010), mientras que Rehfeldt (1994) se refiere a ella como *vocal sounds (hum and play)*. Sin embargo, hay que señalar que, en determinados contextos musicales, este recurso resulta menos efectivo a la hora de percibir dos alturas identificables auditivamente en los instrumentos de lengüeta batiente, puesto que la vibración de las cuerdas vocales puede originar una interferencia en la oscilación de la lengüeta en función del intervalo producido. De hecho, este efecto es denominado *growl*⁶ por autores como Gingras (2011), quien afirma que «cantar una nota en el clarinete mientras que se toca otra de forma simultánea genera el *growl*, cuya intensidad depende de la cantidad de disonancia originada por las dos notas diferentes» (p. 25). Gingras señala asimismo que la distorsión que se produce en el sonido es apropiada para la música de estilo jazz, pop y klezmer.⁷ Hay que indicar que el resultado sonoro de esta técnica se aproxima al producido mediante el empleo del *frullato*. En este sentido, Heaton (1995) afirma que

Cantar a distancia de semitono o cuarto de tono con respecto a la altura tocada da lugar a batidos como diferencia de ambos tonos, lo que también puede ser el último recurso para aquellos que no son capaces de hacer vibrar la lengua (p. 171).

Así pues, debemos distinguir entre dos recursos técnicos derivados de la combinación de voz y sonido emitido con el instrumento: *voz y sonido* simultáneos, cuando la interacción entre ambos elementos se perciba de manera polifónica, mientras que utilizaremos el término inglés *growl* para referirnos al recurso descrito en el párrafo precedente. Sin embargo, coincidimos con autores como Rehfeldt (1994), Berkowitz (2010) y Danard (2011) al considerar a la combinación de sonidos vocales e instrumentales como un recurso técnico diferente a los multifónicos. Por lo tanto, en la presente investigación los términos sonido múltiple y multifónico, en su sentido genérico, no designarán la combinación de la vibración de las cuerdas vocales y de la lengüeta del instrumento, sino que harán referencia a la generación de sonidos simultáneos de distinta altura en el propio tubo del instrumento, a la que dedicamos el apartado siguiente.

6 La palabra inglesa *growl* puede traducirse de forma literal como gruñido.

7 Estilo musical folclórico desarrollado por los judíos askenazíes de Europa del Este, en el que el clarinete es uno de los instrumentos principales.

2.1.2. Multifónicos generados en el propio tubo sonoro

Se trata de los sonidos múltiples característicos de los instrumentos de viento-madera, para cuya obtención se requiere la potenciación de distintas frecuencias de resonancia del tubo⁸ mediante modificaciones en la colocación de la embocadura, del tracto vocal y en la presión del aire insuflado. Así pues, en la EMF es preciso realizar cambios en la forma de interactuar con el instrumento por parte del intérprete con respecto a la técnica habitual de producción sonora, destinada a los sonidos monofónicos.

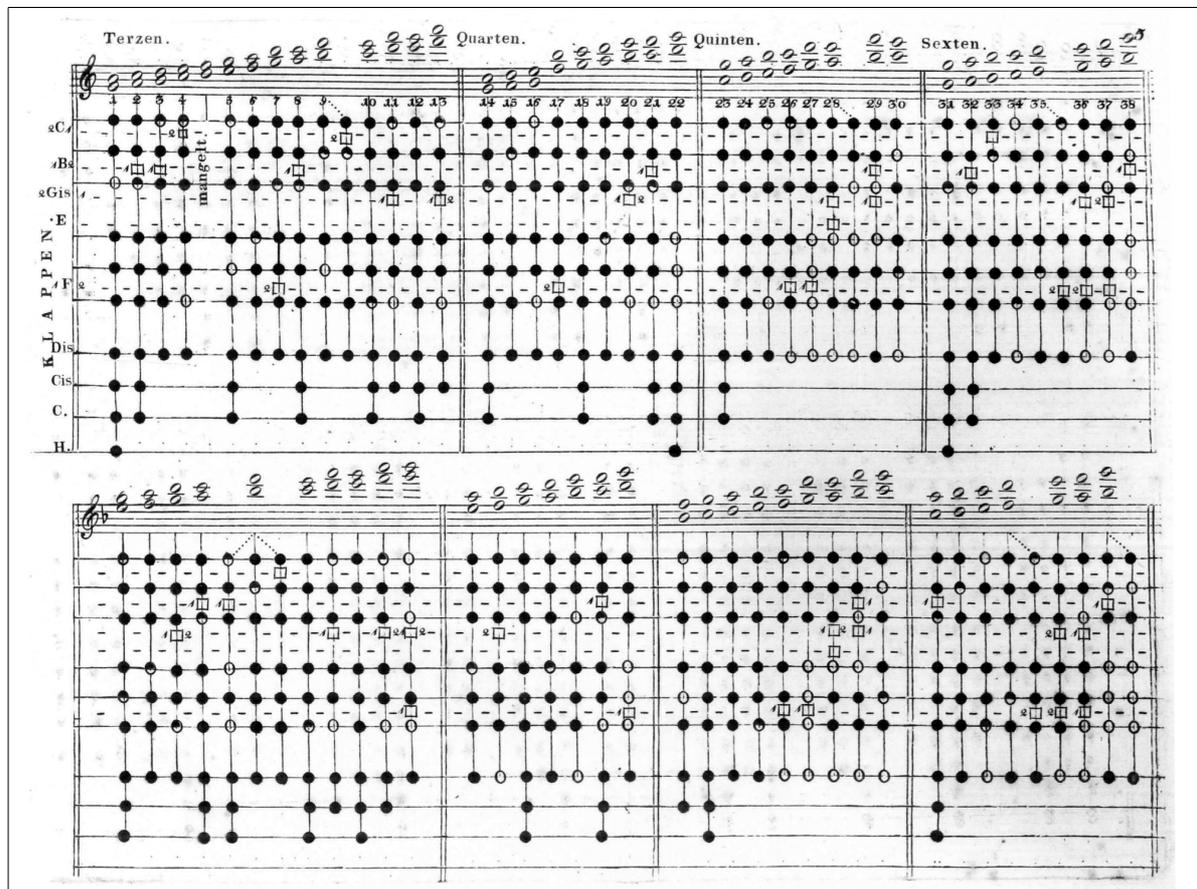


Figura 7: Tabla de sonidos dobles en *Schule für Doppeltöne auf der Flöte* de G. Bayr, 1825, Viena. De *Situating Schubert: early nineteenth-century flute culture and the “Trockne Blumen” variations*, D. 802 (p. 90), por G. R. Clements, 2007, dissertation submitted to the Faculty of the Graduate School of State University of New York. Buffalo.

⁸ El capítulo 10 está dedicado a la fundamentación acústica. En el apartado 10.3.1 se definen los tubos sonoros y las características del clarinete como tal.

De acuerdo con Castellengo (1982) y Artaud (1995), este tipo de multifónicos fue descrito por primera vez en 1825 por el flautista Georg Bayr (1773-1833) en su método *Schule für Doppeltöne auf der Flöte*,⁹ publicado en Viena (ver figura 7, en la página anterior). Queremos subrayar el hecho de que Bayr fue un adelantado a su tiempo, pues habrá que esperar hasta 1967 para la aparición, de mano de Bartolozzi, del siguiente tratado que aborde de forma sistemática la EMF en los instrumentos de viento-madera. La producción de sonidos simultáneos con un aerófono en el primer cuarto del siglo XIX, no obstante, no estuvo exenta de polémica. Con el fin de acallar las críticas que consideraban que dicho efecto se conseguía cantando una de las alturas, Bayr elaborará su tratado de sonidos dobles con la flauta para demostrar la veracidad de su descubrimiento. En este sentido, Powell (2002) señala que «la posibilidad de tocar varias notas al tiempo que llevaría a la fama a Bayr despertó tal escepticismo que éste se tomó la molestia de publicar su propio manual de multifónicos» (p. 150).

La presente tesis doctoral estudia los sonidos múltiples pertenecientes a esta segunda categoría, que puede dividirse, a su vez, en dos subgrupos: multifónicos producidos a partir de una sola fundamental y multifónicos que cuentan con dos fundamentales diferentes.

Multifónicos de una fundamental

En el caso del clarinete, se obtienen desde digitaciones que determinan una única longitud de tubo por medio de modificaciones en la embocadura (presión ejercida con la mandíbula y punto de contacto del labio inferior con la lengüeta) y en el flujo de aire insuflado (velocidad y caudal). Esto permite que, manteniendo la digitación sencilla de una nota de registro grave, se produzca un modo de vibración complejo de la columna de aire que dará lugar a la percepción de forma independiente y simultánea de determinados sonidos parciales superiores como alturas definidas y diferentes a la fundamental.

Multifónicos con dos fundamentales

Esta circunstancia tiene lugar cuando la digitación empleada permite que uno de los agujeros destapados funcione simultáneamente como agujero de registro para la nota

9 Su título podría traducirse como *Método para los sonidos dobles en la flauta*.

fundamental de mayor longitud del tubo (que no llega a escucharse como tal, pero sí su armónico), así como de agujero tonal para la nota de menor longitud del tubo, como veremos en el apartado 10.4.2 (pp. 221 y siguientes). Dentro de esta categoría se incluyen los multifónicos obtenidos a través de las digitaciones habituales de las notas de registro agudo, que permiten obtener un sonido grave que se conoce como *undertone* (Heaton, 1995),¹⁰ y que no será coincidente con la fundamental de la nota aguda. Estos sonidos se producen al actuar el oído de la llave de registro como agujero tonal, de forma que se origina una nueva nota fundamental de menor longitud de tubo, al encontrarse la llave de registro en la parte superior del instrumento.

También pertenecen a este grupo aquellos multifónicos que se obtienen a través de digitaciones especiales, que permiten que la vibración de la columna de aire contenida en el interior del tubo se divida con mayor facilidad para dar lugar a dos fundamentales diferentes. Además, se modifican las frecuencias de los parciales superiores, posibilitando que los sonidos constituyentes del multifónico sean fijados de forma más precisa y estable. El principio acústico de producción del sonido múltiple y los cambios en la forma de interactuar con el instrumento, no obstante, son los mismos que en el caso anterior.

En adelante, emplearemos el término *multifónico* para referirnos a los sonidos múltiples generados en el propio tubo sonoro mediante cambios en la técnica instrumental encaminados a la potenciación de determinadas frecuencias de resonancia, con independencia de que la digitación empleada dé lugar a una o dos fundamentales. Excluiremos por lo tanto los sonidos vocales, que consideramos como un efecto de naturaleza distinta al objeto de estudio de nuestra investigación. Una vez definidos los multifónicos que serán analizados a lo largo del texto, pasaremos a contextualizar el instrumento musical con el que se obtiene este recurso sonoro propio de las técnicas de interpretación ampliadas.

10 Este término podría traducirse como *infratono* o *bajotono*. Villa-Rojo (1984, pp. 31-37) llama a estos sonidos «resultantes», terminología que no vamos a utilizar dada la confusión que provoca con su significado dentro del campo de la acústica (ver apartado 10.5.2).

3. El clarinete de sistema Boehm

En el capítulo anterior hemos procedido a detallar el significado del término multifónico, pero para completar la definición del objeto de estudio debemos concretar ahora el tipo de clarinete sobre el que versa la investigación en curso. Para ello, tomaremos en consideración su ubicación dentro de las clasificaciones instrumentales tradicional y de Hornbostel-Sachs, señalando después los diferentes instrumentos que pertenecen a la familia del clarinete.

3.1. Clasificación

3.1.1. Taxonomía tradicional

La división histórica entre instrumentos de viento madera y metal tiene su origen en el material con que estaban contruidos los mismos. Sin embargo, ya en 1874 Mahillon advierte que «es un error generalmente extendido creer que la materia de la que se construyen los tubos sonoros ejerce una gran influencia sobre la calidad del timbre del instrumento» (p. 63). En su opinión, la diferencia tímbrica entre los instrumentos de viento reside únicamente en la proporción de los tubos sonoros, que determina la forma de la columna de aire, así como la forma en la que ésta es excitada.

No obstante, la terminología que separa los instrumentos entre viento-metal y viento-madera se ha mantenido hasta nuestros días. Dicha denominación queda plasmada por Rimsky-Korsakov (1946) en el capítulo primero de su tratado *Principios de orquestación*.¹¹ Por su parte, el *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes* de Berlioz (1843) tiene en cuenta la forma de excitación de la columna de aire, estableciendo dentro de

11 Rimsky-Korsakov dejó inconcluso el tratado, que sería completado por el editor M. Steimberg en 1912. El autor denomina a ambas familias de viento como maderas y cobres.

la familia del viento la subfamilia de los instrumentos de lengüeta, ya sea simple, como en el caso del clarinete y del saxofón, o doble, como en el oboe y el fagot. El autor establece además las siguientes categorías de viento: instrumentos sin lengüeta, donde incluye a las flautas de diferentes tamaños, cuya vibración se produce por el choque del aire insuflado contra un bisel; instrumentos de embocadura de metal, como la trompa o la trompeta, en los que la vibración se origina en los propios labios del intérprete; e instrumentos de embocadura de madera, como el serpentón, hoy en desuso. Berlioz incluye asimismo al órgano y a la voz humana en dos categorías de viento separadas. En el esquema siguiente representamos la situación del clarinete con respecto a las categorías descritas en este apartado.

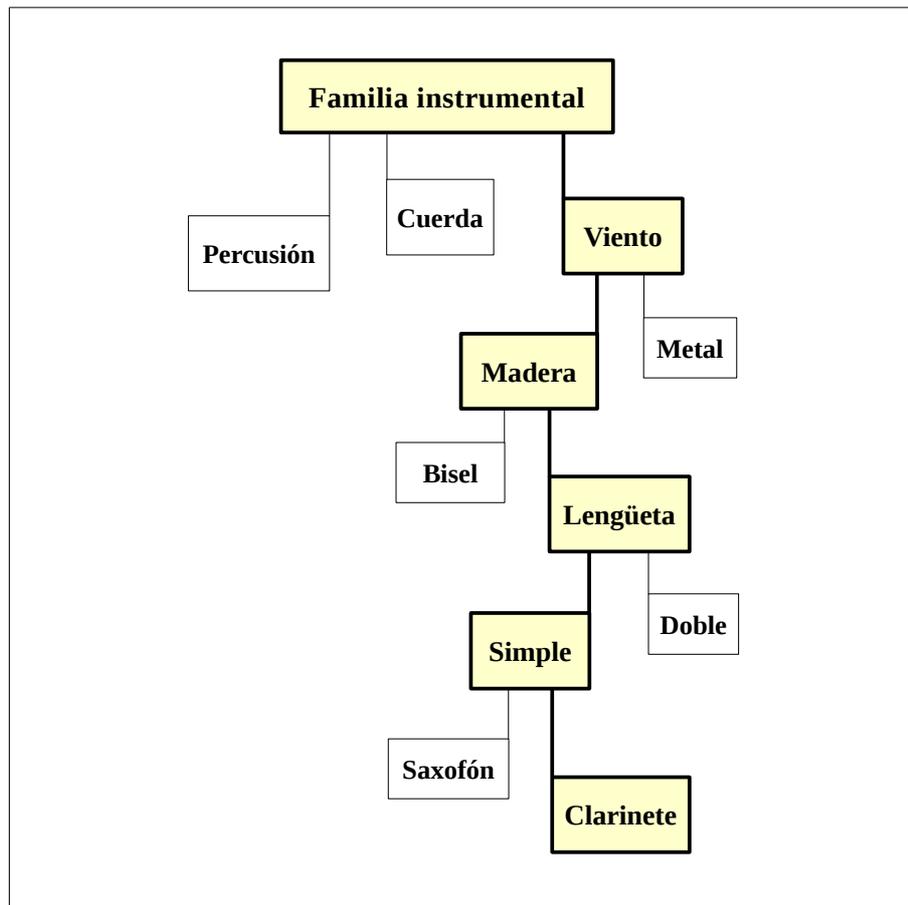


Figura 8: Ubicación del clarinete en la taxonomía instrumental tradicional. Elaboración propia.

3.1.2. Hornbostel-Sachs

Dentro de la clasificación de instrumentos musicales de Hornbostel-Sachs, revisada en 2011 por el consorcio *Musical Instrument Museums Online* [MIMO], al clarinete le corresponde la numeración 422.211.2, que lo encuadra dentro de las categorías siguientes:

- 4: Aerófono. El propio aire es el elemento vibrante principal. A este grupo pertenecen también los instrumentos de lengüeta en los que la caña es el vibrador primario.
- 42: Instrumentos de viento propiamente dichos. El aire vibrante está confinado en el interior del instrumento mismo.
- 422: Instrumentos de lengüeta. La columna de aire es puesta en vibración por el acceso intermitente de una corriente de aire producida a través de una o varias láminas.
- 422.2: Instrumentos de lengüeta simple (clarinetes). Poseen una caña [única] consistente en una lámina que periódicamente abre y cierra una apertura, controlando el flujo de aire.
- 422.21: Tubos individuales con lengüeta simple.
- 422.211: Con taladro cilíndrico.
- 422.211.2: Con agujeros para la digitación.

De acuerdo con lo anterior, nos hallamos ante un instrumento en el que el aire es el elemento vibrante, donde las ondas estacionarias formadas están confinadas de manera significativa en el interior del tubo. Dichas ondas se producen mediante el acceso intermitente del flujo de aire que es controlado por una lengüeta simple que abre y cierra su paso de manera periódica. El tubo sonoro es de taladro cilíndrico y posee agujeros para la digitación que permiten obtener los distintos sonidos alterando la longitud de la columna de aire. Todo ello será explicado de forma detallada en el capítulo 10, dedicado a la fundamentación acústica.

3.2. Familia instrumental



Figura 9: Familia moderna del clarinete. De izquierda a derecha: sopraninos en *La* (a), *Mib* (b) y *Re* (c), clarinetes sopranos en *Do* (d), *Sib* (e) y *La* (f), clarinete *di bassetto* en *La* (g), *corno di bassetto* (h), clarinete alto (i), clarinete bajo (j), clarinete contralto (k) y clarinete contrabajo (l). Adaptado de *La famille des clarinettes* (s.f.), recuperado de http://www.selmer.fr/media/info/famille_clarINETTE.pdf.

Desde su invención a principios del siglo XVIII el clarinete se ha desarrollado adoptando distintas formas, tamaños y afinaciones. En la actualidad su familia instrumental cuenta con un amplio número de componentes, algunos de los cuales son miembros habituales de la orquesta sinfónica, mientras que otros han caído en desuso o se emplean en raras ocasiones. Mahillon (1874) afirma que

La familia de los clarinetes es excesivamente numerosa: se han construido estos instrumentos en casi todos los tonos, pero los principales son: Los clarinetes (...) : en *Mib*, en *Do*, a la tercera menor grave del precedente; en *Sib*, a la segunda mayor [grave del precedente]; en *La*, a la segunda menor [grave del precedente]. Los clarinetes altos (...) : en *Fa*, también llamado *corno di bassetto*, a la tercera mayor grave del clarinete en *La*; en *Mib*, a la segunda mayor grave del clarinete alto en *Fa*. El clarinete bajo (...) : en *Sib*, a la cuarta inferior del clarinete alto en *Mib* (p. 154).

Hay que señalar que el clarinete es un instrumento transpositor, por lo que la misma nota leída en la partitura y tocada con idéntica digitación sonará a una altura distinta en cada uno de los diferentes modelos.

Si bien Mahillon (1874) menciona un total de siete instrumentos, Shackleton (2001) proporciona una lista más amplia, que incluye instrumentos de veinticinco afinaciones diferentes, recogidos en la tabla siguiente:

Tipología	Afinación	Periodo de uso
Clarinetes <i>piccolo</i>	<i>Do</i>	Mediados del siglo XIX
	<i>Si</i> bemol	Siglo XIX
	<i>La</i>	Principios del siglo XIX, raro
	<i>La</i> bemol	Desde principios del siglo XIX hasta hoy
Clarinetes soprano (requintos)	<i>Sol</i>	De finales del siglo XVIII a mediados del XIX
	<i>Fa</i>	De principios del siglo XVIII a principios del XIX
	<i>Mi</i>	De finales del siglo XVIII a mediados del XIX, raro
	<i>Mi</i> bemol	Desde finales del siglo XVIII hasta hoy
	<i>Re</i>	Desde principios del siglo XVIII hasta hoy
Clarinetes soprano	<i>Do</i>	Desde principios del siglo XVIII hasta hoy
	<i>Si</i>	De finales del siglo XVIII a principios del XIX, raro
	<i>Si</i> bemol	Desde principios del siglo XVIII hasta hoy
	<i>La</i>	Desde el siglo XVIII hasta hoy
	<i>La</i> bemol	De mediados del siglo XVIII a mediados del XIX
	<i>Sol</i>	Desde mediados del siglo XVIII, raro
Cornos <i>di bassetto</i>	<i>Sol</i>	Finales del siglo XVIII, raro
	<i>Fa</i>	Desde finales del siglo XVIII hasta hoy
	<i>Re</i>	Finales del siglo XVIII, raro
Clarinetes altos	<i>Fa</i>	Primeras décadas del siglo XIX
	<i>Mi</i> bemol	Desde el siglo XIX hasta hoy
Clarinetes bajos	<i>Do</i>	De finales del siglo XVIII a comienzos del XX
	<i>Si</i> bemol	De comienzos del siglo XIX
	<i>La</i>	Desde finales del siglo XIX, raro antes del fin del s. XX
Clarinetes contrabajos	<i>Mi</i> bemol	Desde finales del siglo XIX hasta hoy
	<i>Si</i> bemol	Desde finales del siglo XIX hasta hoy

Tabla 3: Afinación y vigencia de los diferentes miembros de la familia del clarinete. Adaptado de Shackleton (2001, p. 897-898).

A continuación describiremos brevemente los componentes de la familia del clarinete que han tenido mayor difusión, llegando hasta nuestros días. Para ello, los agruparemos en cuatro categorías en función de su tesitura: agudísima, aguda, media y grave (Fernández Vicedo, 2010), comenzando por la descripción de los instrumentos más agudos.

3.2.1. Clarinetes de tesitura agudísima

De acuerdo con las tipologías de la tabla 3, en esta categoría incluiremos tanto clarinetes *piccolos* como sopraninos o requintos (denominación española). Se trata de los instrumentos más pequeños de la familia, cuya sonoridad es penetrante.

Clarinete *piccolo* en *La bemol*

El componente más agudo de los clarinetes que siguen en uso en nuestros días, este instrumento (figura 9a), tiene una longitud aproximada de 36 cm. A lo largo del siglo XIX su uso fue principalmente militar, siendo empleado de forma especial en Hungría e Italia (Shackleton, 2001). Sin embargo, Tschaikov (1995) afirma que este instrumento experimentó su máxima difusión dentro de las bandas decimonónicas españolas e italianas, donde era utilizado para ayudar en los pasajes más agudos de las transcripciones de obras pertenecientes al repertorio orquestal. G. Verdi lo utiliza en su ópera *Un ballo in maschera*, si bien su empleo en la actualidad, muy poco frecuente, se reduce a ensembles de clarinetes.

Requinto en *Mi bemol*

Se trata del clarinete sopranino más utilizado (figura 9b). Mide en torno a 48 cm y es un miembro permanente de la banda. Fue introducido en la orquesta sinfónica por H. Berlioz, (Baines, 1991) en cuya *Symphonie fantastique*, de 1831, tiene un papel destacado. Dentro del repertorio orquestal podemos destacar asimismo su empleo en la *Primera sinfonía* de G. Mahler, así como en el *Bolero* y en *Daphnis et Chloé* de M. Ravel. Dentro de la formación camerística del cuarteto de clarinetes, al requinto le corresponde la interpretación de la primera voz.

Clarinete soprano en Re

Este instrumento (figura 9c) utiliza una boquilla de las mismas características y tamaño que el requinto en *Mi* bemol. Como se señala en la tabla 3, su empleo se remonta a los inicios del siglo XVIII, siendo uno de los instrumentos elegidos por los compositores barrocos que escribieron para clarinete (Rice, 1992). El compositor alemán de dicho periodo J. M. Molter dedicó seis conciertos para este instrumento, y ya en el Clasicismo J. Stamitz lo incluye en algunas de sus sinfonías. En el siglo XIX es empleado dentro de la orquesta por compositores como R. Wagner (en *Tannhäuser* y *Die Walküre*) o R. Strauss (con un papel destacado en el poema sinfónico *Till Eulenspiegels lustige Streiche*). Posteriormente, I. Stravinsky lo utilizará en *Le Sacre du printemps*.

3.2.2. Clarinetes de tesitura aguda

En este apartado incluimos los clarinetes soprano (ver tabla 3) que han tenido una mayor difusión. Afinados en *Do*, *Si* bemol y *La*, todos ellos pueden tocarse con una boquilla de idénticas proporciones.

Clarinete soprano en Do

El miembro más agudo de los clarinetes soprano (figura 9d) es el único instrumento de la familia que no es transpositor, al sonar la misma altura que se indica en la partitura. Se trata de uno de los clarinetes más antiguos, que contó con una amplia difusión durante el Clasicismo, aunque ha sido desplazado por el instrumento en *Si* bemol, de timbre más oscuro. En este sentido, Pastor García (2010) afirma que «su timbre resulta un tanto duro en el registro clarín, y especialmente en el sobreagudo, por lo que fue desplazado en su condición de instrumento tipo por el afinado en *Si*» (p. 283). Encontramos papeles escritos para el clarinete en *Do* en las sinfonías primera, quinta y novena de L. van Beethoven, así como en obras orquestales de W. A. Mozart, J. Brahms, H. Berlioz, G. Rossini, G. Verdi y G. Mahler. Hoy en día, este instrumento se emplea por algunos profesores de clarinete en las clases de iniciación de los alumnos más pequeños, gracias a sus dimensiones reducidas y menor peso con respecto al clarinete en *Si* bemol.

Clarinete soprano en Si bemol

Se trata del instrumento sobre el que versará nuestra investigación, ya que este clarinete (figura 9e) es el más extendido y representativo de toda la familia y el que posee un repertorio más extenso. En opinión de Pastor García (2010), «Müller fue culpable en cierta medida de su difusión, al escoger este tono para el diseño de su clarinete omnitónico de 1812» (p. 283). A lo largo del texto, cuando empleemos el término *clarinete* de forma genérica nos estaremos refiriendo a este instrumento en concreto. De una longitud de tubo en torno a los 67 cm, ahondaremos en sus características organológicas y constructivas en el capítulo 8.

Clarinete soprano en La

El sonido de este instrumento (figura 9f) podría considerarse como más oscuro y aterciopelado que el de su homónimo en Si bemol. Con una longitud aproximada de 71 cm, tiene una enorme vigencia dentro del ámbito de la música de cámara y orquestal, alternándose con el clarinete en Si bemol en las sinfonías de compositores como L. van Beethoven, J. Brahms o G. Mahler. De hecho, es habitual que los clarinetistas profesionales cuenten con una pareja de instrumentos afinados en Si bemol y La que transportan en un estuche doble. El *Trío para clarinete, piano y violonchelo op. 114* y el *Quinteto para clarinete y cuerdas op. 115* de J. Brahms están escritos para este instrumento.

Clarinete di bassetto

Bassetto es una palabra italiana que quiere literalmente quiere decir *pequeño bajo*. Se trata de un instrumento soprano (figura 9g) cuyo registro se ha extendido una tercera mayor, hasta el Do_2 , mediante la prolongación del tubo y el añadido de llaves para los dedos I5, D5 y D1. Puede estar afinado en Si bemol o en La, aunque es más frecuente esta última afinación, para la que W. A. Mozart escribió su *Concierto K. 622* y su *Quinteto K. 518*.¹² Por su parte, el clarinete *di bassetto* en Si bemol posee un importante papel en su ópera *La Clemenza di Tito*.

12 Ambas obras son más conocidas en sus versiones para clarinete soprano en La, aunque fueron concebidas originalmente para un instrumento *di bassetto*, con un registro grave ampliado.

3.2.3. Clarinetes de tesitura media

Corno di bassetto

Afinado en *Fa* (figura 9h), suena una quinta justa por debajo de lo escrito. En su origen tenía forma curva (de ahí su nombre) y posteriormente los cuerpos superior e inferior se colocaron en ángulo, con la campana acoplada a una pieza rectangular de madera llamada libro. El instrumento moderno es de tamaño y tesitura similar al clarinete alto en *Mi* bemol, si bien la principal diferencia con este último se encuentra en el diámetro interior del tubo. Dobrée (1995) señala que «el alto posee un taladro que comienza a aproximarse al del clarinete bajo, mientras que el diámetro interior del *corno di bassetto* es más cercano al de los clarinetes en *Si* bemol y *La*. El resultado es un timbre de color muy diferente» (p. 58). Al igual que el clarinete *di bassetto*, su tesitura desciende hasta el Do_2 (Fa_1 en altura absoluta), dando lugar a un registro de cuatro octavas, frente a las tres octavas y media del clarinete alto. W. A. Mozart otorgó al *corno di bassetto* un papel destacado en su *Requiem*. Asimismo, F. Mendelssohn lo emplea como instrumento solista junto al clarinete soprano en *Si* bemol en sus *Konzerstück* Op. 113 y Op. 114. Los *corni di bassetto* actuales poseen un tudel metálico y una campana curvada también de metal, en cuyo codo se sitúa una pica para apoyarlo en el suelo al tocar sentado.

Clarinete alto

Está afinado en *Mi* bemol y transporta a la sexta mayor descendente (figura 9i). En términos de uso, tanto el *corno di bassetto* como el clarinete alto pueden ser considerados como los instrumentos que cumplen el papel de tenor dentro de la familia del clarinete, a pesar de su nombre. Rice (2009) señala que «el clarinete alto fue tocado ante todo en las bandas militares y civiles así como en el ámbito de la música de cámara a partir de los años 1740» (p. 4). Asimismo, afirma que «en la segunda década del siglo XIX, el inventor e intérprete I. Müller poseía clarinetes alto fabricados con trece llaves de acuerdo a su [propio] diseño, al igual que en los más avanzados clarinetes soprano» (pp. 4-5). Por su parte, Shackleton (1995) indica que el diseño del clarinete alto, al igual que sucediera en el caso del clarinete

bajo, como veremos en el apartado siguiente, «fue mejorado drásticamente por A. Sax, quien aumentó el diámetro del taladro, de los orificios tonales, rediseñando el mecanismo de llaves y alargando la boquilla» (p. 32). La tesitura del instrumento desciende hasta un *Mi* bemol grave ($Sol\flat_1$ en sonidos absolutos) y tiene una longitud de tubo aproximada de un metro. No existe mucha literatura musical para este miembro de la familia del clarinete, más allá de las partes de banda y de conjunto de clarinetes.

3.2.4. Clarinetes de tesitura grave

Clarinete bajo

Tiene una longitud de tubo de aproximadamente 140 cm (figura 9j) y está afinado en *Si* bemol, por lo que suena a la octava grave del clarinete soprano en dicho tono. Los primeros clarinetes bajos de los que se tiene constancia fueron construidos en la década de 1750 como prototipos (Rice, 2009). A. Sax patentó en 1838 un instrumento con importantes cambios en su diseño que lo acercaron a su forma moderna, curvando el tudel, construyendo la campana de metal (orientada hacia abajo) y añadiendo una doble llave de registro (Rice, 2009). Será a partir de los primeros años del siglo XX cuando se consolide la actual forma del instrumento en cinco secciones, con una campana curva de metal.

En cuanto a su empleo musical, hay que destacar el primer solo extendido de clarinete bajo en el seno de la orquesta del que tenemos constancia, en el quinto acto de la ópera *Les Huguenots* de G. Meyerbeer, estrenada en 1836, que desempeñó un papel fundamental en la popularización del instrumento (Hoepflich, 2008). En la actualidad el clarinete bajo cuenta con un repertorio en expansión que va más allá del ámbito orquestal, estando su uso muy extendido en el marco de la música contemporánea. Para concluir con este apartado, hay que señalar que el registro grave del instrumento se ha ampliado hasta el *Mi* bemol₁ en los modelos de menor tamaño, y hasta el *Do*₁ en los instrumentos profesionales de mayores prestaciones (sonido real *Re*₁ y *Si* bemol₀, respectivamente).

Clarinete contralto

El clarinete contralto (figura 9k) suena una octava por debajo del alto en $Mi\flat$. «Estos instrumentos fueron contruidos por primera vez en torno a 1830 y encontraron un éxito limitado como instrumentos de ensemble» (Rice, 2009, p. 6). No obstante, su uso proliferó, al igual que en el caso del clarinete contrabajo, a lo largo del siglo XX como instrumento militar y de bandas estudiantiles en los Estados Unidos. El clarinete contralto moderno desciende hasta el Mi bemol grave ($Sol\flat_0$ en altura absoluta) y su empleo se reduce prácticamente a los conjuntos de clarinetes, siendo un instrumento muy poco frecuente.

Clarinete contrabajo

Se trata del miembro más grave de la familia del clarinete (figura 9l). Afinado en Si bemol, suena a la octava baja del clarinete bajo y cuenta con una longitud de tubo por encima de los dos metros. Existen modelos que descienden hasta el Mi bemol pedal, mientras que otros lo hacen hasta el Re o hasta el Do (en altura absoluta $Re\flat_0$, Do_0 y $Si\flat_{-1}$, respectivamente). Estos clarinetes pueden encontrarse bajo la forma de dos diseños básicos: por una parte, el que se observa en la figura 9, y por otra, un modelo construido en metal cuyo tubo que se curva para terminar en una campana que sobresale por el extremo superior, asemejándose en su forma al contrafagot. Rice (2009) señala que «los primeros clarinetes contrabajo exitosos fueron contruidos en los años 1890, y su uso musical significativo más temprano se produjo en una ópera de V. d'Indy de 1897»¹³ (p. 6). El instrumento ha sido empleado a lo largo del siglo XX y sigue siendo usado en la actualidad, fundamentalmente dentro de ensembles de clarinetes y de la orquesta sinfónica. No obstante este instrumento ha despertado el interés de compositores como G. Grisey, quienes le han dedicado composiciones para instrumento solo.

13 Se trata de la ópera en tres actos *Fervaal*, generalmente aceptada como el primer ejemplo de orquesta que emplea clarinete contrabajo.

3.3. El sistema Boehm



Figura 10: Clarinete fabricado por A. Buffet *jeune* [MIMO 0161192].

Este sistema debe su nombre a su inventor, el muniqués T. Boehm (*Böhm* en la grafía germana). Flautista profesional y constructor (asociado con Greve), Boehm ideó un instrumento cuyo diseño incorporaba orificios de mayor diámetro de forma sistemática a lo largo de todo el tubo. Pero su aportación al mecanismo de la flauta fue más allá al invertir la acción de las llaves, de manera que las que estaban cerradas de forma mayoritaria pasaron a quedar abiertas en su estado de reposo, a fin de asegurarse una ventilación completa de las notas (Baines, 1991). Asimismo, añadió «los ahora familiares anillos, a través de los cuales un dedo puede manipular una llave en el mismo movimiento mientras cierra su propio agujero» (p. 321). De esta manera, en 1832 apareció la flauta cónica Boehm que, tras un cambio en el diseño de su taladro interior, daría paso en 1847 a la flauta Boehm de tubo cilíndrico en la forma en la que la conocemos en nuestros días.

En Francia el clarinetista H. Klosé, profesor en el conservatorio de París, adaptó el sistema de Boehm al clarinete junto con el constructor A. Buffet *jeune*, rompiendo así con la evolución del clarinete de trece llaves.¹⁴ Denominado de forma inicial como *clarinette à anneaux mobiles*¹⁵ (figura 10), este sistema vio la luz en 1843, obteniendo la patente un año después. Entre las aportaciones de este nuevo mecanismo hay que señalar la interconexión de los anillos de los cuerpos superior e inferior

14 Este instrumento será tratado en el capítulo 8, dedicado a la evolución y organología del clarinete.

15 Clarinete de anillos móviles.

del instrumento a través de un puente lateral, posibilitando de esta forma el empleo de nuevas digitaciones, conocidas como largas o de índices, para el Mib_3 y Sib_4 . También tienen lugar otros cambios en la digitación que hicieron posible tocar una escala de Do mayor sin emplear posiciones de horquilla para las notas Fa_4 y el Do_5 , como venía siendo habitual en los sistemas vigentes hasta aquel momento. De acuerdo con lo anterior, Fernández Vicedo (2010) señala que

Básicamente las mejoras aportadas por la digitación del clarinete sistema Boehm consistían en la práctica eliminación de las denominadas digitaciones cruzadas o de horquilla para diversas alteraciones que implicaban tradicionalmente la acción de varios dedos para la producción de un sonido concreto. De esta manera, todos los sonidos de la escala se sucedían ordenada y coherentemente en correspondencia al movimiento de un único dedo cada vez (p. 58).

En opinión de Pastor García (2010) «el sistema Boehm no sólo estaba perfeccionado desde el punto de vista técnico y acústico, sino que estéticamente también experimentó una notable mejoría» (p. 360). Entre los aspectos que se modifican podemos citar el cambio en el diseño del mecanismo de las llaves, prescindiendo de los rebordes donde éstas se colocaban, para situarlas ahora sobre ejes que pivotan en sus extremos, con forma de rodillos tubulares. Asimismo, se cambió la forma de las llaves de palanca, que pasarían a ser accionadas lateralmente. La llave de registro se encuentra en la parte posterior, mientras que las palancas correspondientes a los meñiques están duplicadas e interconectadas. El instrumento cuenta con diecisiete llaves, seis anillos y veinticuatro orificios, cuyo diámetro y distribución buscaban una mayor homogeneidad tímbrica y una mejor afinación, al reducir el número de digitaciones de horquilla. Asimismo, entre las mejoras mecánicas hay que mencionar la incorporación de muelles de aguja, cuyo número ha ido aumentando progresivamente desde cuatro hasta once. En el capítulo 8 ahondaremos en las características constructivas del instrumento.

Como habíamos mencionado en la introducción, el clarinete de sistema Boehm, también denominado sistema francés o Buffet-Klosé, es el que cuenta en la actualidad con una mayor difusión a escala mundial, a excepción del ámbito germano. No obstante, el proceso que lo llevaría a implantarse de forma predominante en la mayoría de países fue gradual. En este sentido, Pino (1998) afirma lo siguiente:

En los primeros años tras su introducción, el clarinete de sistema Boehm no fue en absoluto empleado de forma universal; sus partidarios eran definitivamente una minoría que se encontraba sobre todo en Francia. (...) Sin embargo, durante la

década de 1870 el sistema Boehm hizo incursiones significativas en Italia, Bélgica y América, y apenas ningún otro tipo de sistema fue utilizado en adelante en Francia. (p. 212).

Pino (1980) también señala que uno de los responsables de su difusión en Inglaterra fue el clarinetista español M. Gómez (1859-1922), miembro fundador de la Orquesta Sinfónica de Londres.

En España, el sistema Boehm fue introducido por A. Romero, quien lo adoptó como sistema oficial del Real Conservatorio de Música y Declamación de María Cristina tras conseguir la plaza de profesor de clarinete. En el prólogo a la segunda edición de su *Método completo de clarinete*, Romero (1861) señala lo siguiente:

Cuando en 1849 obtuve por oposición la cátedra de clarinete del Real Conservatorio de Música y Declamación de Madrid creí mi deber dedicarme a estudiar asiduamente el clarinete de anillos móviles a fin de introducir en mi querida patria los adelantos de la vecina Francia. Sin embargo de haber hecho palpables pública y privadamente las grandes ventajas de este nuevo mecanismo no he tenido la satisfacción de que su uso se haya generalizado en España (p. 1).

Hay que subrayar que la introducción del sistema Boehm en el Real Conservatorio de Madrid se produjo tan sólo cinco años después de que el instrumento fuera patentado, lo que pone de manifiesto, por una parte, las ventajas que el autor encontraba sobre otros sistemas de mecanismo y, por otra, la imbricación del propio A. Romero en el contexto musical europeo de su época.¹⁶

3.3.1. Variantes del clarinete de sistema Boehm

Desde su adaptación al clarinete de la mano de Klosé y Buffet, el sistema Boehm ha sufrido numerosas reformas y modificaciones, como los sistemas McIntyres, Mazzeo o Stubbins. Sin embargo, los que han tenido una mayor difusión han sido el clarinete de sistema Boehm completo y el clarinete de la reforma del sistema Boehm, que suelen ser denominados por sus nombres en inglés: *full-Boehm* y *reform-Boehm*, respectivamente.

¹⁶ Veintimilla Bonet (2002) y Fernández Cobo (2010) han dedicado sendas tesis doctorales a la figura y aportaciones pedagógicas de Antonio Romero.

3.3.1.1. Sistema Boehm completo



Figura 11: Sistema Boehm completo [MIMEd 5498].

Se trata de un clarinete de mayor longitud de tubo, debido a que posee una llave que amplía la tesitura grave del instrumento hasta el Mib_2 . Este semitono adicional permite interpretar los pasajes orquestales escritos originalmente para el clarinete en La con un instrumento en Sib , transportándolos a la segunda menor descendente. Esta práctica ha sido común entre los intérpretes españoles e italianos desde el XIX, como fue el caso del anteriormente citado M. Gómez (Baines, 1991). De acuerdo con lo anterior, Fernández Vicedo (2010) afirma que

En lo que se refiere a los repertorios españoles de carácter puramente orquestal, así como a los músico-teatrales se documenta el uso de clarinetes en La , Sib y Do a lo largo de todo el siglo XIX, con un abandono generalizado del uso del instrumento afinado en Do en los años finales del siglo XIX, y claros intentos tendentes a la sustitución del clarinete en La por un único instrumento en Sib dotado de una tesitura extendida hasta el Mib_2 en el registro grave (p. 676).

El clarinete Boehm completo cuenta con veinte llaves y siete anillos, y entre sus innovaciones se encuentra un mecanismo que permite articular trinos con las notas $Do\#_3/$

Sol \sharp_4 manteniendo la llave 6 presionada, lo que obliga a perforar la espiga de unión entre el cuerpo superior e inferior (ver figura 11). Asimismo, este sistema presenta dos llaves de ventilación suplementarias «para compensar los efectos del nuevo mecanismo» (Pastor García, 2010, p. 361), así como un anillo para el dedo anular de la mano izquierda que permitía obtener las notas *Mi* \flat_3 /*Sib* \flat_4 a través de una nueva digitación de horquilla. Fue muy popular en España e Italia a mediados del siglo XX, de modo que muchas de las composiciones con multifónicos de aquel periodo fueron concebidas para este instrumento, que en la actualidad ha caído en desuso.

3.3.1.2. Reforma del sistema Boehm



Figura 12: Reforma del sistema Boehm [MIMEd 4916].

Se trata de un instrumento que fue fabricado por los constructores alemanes L. Kolbe en 1935 y F. Wurlitzer a partir de 1940, y que ha encontrado su máxima difusión en los Países Bajos, donde sigue vigente hoy en día. Este clarinete (figura 12) cuenta con diecisiete llaves, siete anillos y dos rodillos para deslizar los meñiques entre llaves, y podría considerarse

como una combinación de los sistemas alemán y francés. Pastor García (2010) señala lo siguiente con respecto a este modelo:

Del sistema alemán toma el diseño del tubo predominantemente cilíndrico con un taladro de 15,2 mm, así como el diseño de la llave de registro en la parte frontal del instrumento y algunos detalles como los rodillos; del sistema Boehm adapta algunas digitaciones combinadas con las del sistema alemán, además de su mecanismo característico más ligero (p. 387).

Por su parte, Hoeprich (2008) indica que «básicamente, el clarinete de reforma del sistema Boehm añade el sistema de llaves Boehm al taladro y boquilla del sistema Oehler»¹⁷ (p. 5). Asimismo, el agujero de resonancia practicado en la espiga inferior y en la campana es otro elemento constructivo que distingue a la reforma del sistema Boehm del propio sistema Boehm sencillo.

Como hemos señalado, la presente investigación versará sobre los multifónicos en el clarinete Boehm en *Si* bemol de sistema simple.¹⁸ A lo largo de este capítulo hemos contextualizado el instrumento objeto de estudio dentro de su propia familia y en relación con otros sistemas de mecanismo. Una vez definidos el tipo de multifónicos y el instrumento sobre los que llevaremos a cabo nuestra investigación, en el capítulo siguiente esgrimiremos las razones que justifican la realización de la misma.

17 El sistema alemán moderno, vigente en Austria y Alemania, fue desarrollado por el constructor O. Oehler a partir de 1900.

18 Empleamos esta denominación en contraposición a los sistemas completo y de la reforma del Boehm. No obstante, cuando hablemos de sistema Boehm de forma genérica nos estaremos refiriendo al sistema Boehm sencillo o simple.

4. Justificación

La paleta sonora de los instrumentos de viento-madera no ha dejado de enriquecerse desde el final de la Segunda Guerra Mundial hasta nuestros días. Los nuevos recursos y exigencias técnicas se han desarrollado en paralelo al lenguaje y al estilo de los compositores más innovadores que, en muchos casos, han trabajado de forma estrecha con intérpretes interesados en la exploración tímbrica y de las posibilidades sonoras de su instrumento. El clarinete, lejos de ser ajeno a esta circunstancia, se ha convertido en uno de los instrumentos más empleados dentro del ámbito de la música contemporánea, cuyo repertorio se ha visto ampliado de forma muy significativa, tanto en composiciones para solista como dentro de *ensembles* instrumentales.

Dentro del catálogo de obras compuestas para clarinete desde la segunda mitad del siglo XX, los multifónicos ocupan un lugar destacado entre los recursos técnicos empleados. En un estudio sobre el repertorio contemporáneo español para clarinete, Álvarez López (2014) señala que en los años setenta se produce un abandono del perfil melódico y la escritura convencionales, constatando una «tendencia a explorar las posibilidades polifónicas del instrumento» (pp. 99-100). Otros autores como Rehfeldt (1994) indican que desde sus orígenes, «la lista de obras que emplean multifónicos ha crecido enormemente» (p. 41), afirmando que «las sonoridades múltiples se han convertido en una práctica establecida» (p. 41). Encontramos abundantes ejemplos en el repertorio orquestal, en las obras para instrumento solo, así como dentro del ámbito de la música de cámara. Errante (1976) ofrece una lista de cuarenta y seis obras compuestas entre 1960 y 1975 para diferentes plantillas instrumentales con clarinete que hacen usos de los multifónicos, mientras que Odom (2005) ha catalogado un total de ciento cuarenta y nueve composiciones escritas para clarinete solo entre los años 1978 y 1982, de las que analiza y comenta cuarenta y dos. Entre las composiciones comentadas, tan sólo nueve de ellas no emplean ninguna técnica expandida. De las treinta y una piezas restantes, catorce incluyen multifónicos, lo que supone un 45,2% del repertorio que emplea técnicas instrumentales extendidas y una tercera parte del total de las obras comentadas. Debido a la amplitud de un repertorio en expansión, los multifónicos

constituyen un fenómeno de conocimiento obligado para los clarinetistas especializados o que quieran especializarse en el ámbito interpretativo de la música contemporánea.

Dentro del marco de los conservatorios de música oficiales, el Real Decreto 1577/2006, de 22 de diciembre, por el que se fijan los aspectos básicos del currículo de las enseñanzas profesionales de música,¹⁹ establece en su anexo I las enseñanzas mínimas correspondientes a las enseñanzas profesionales de música. En el citado anexo se señalan los objetivos y contenidos mínimos para las diferentes asignaturas y especialidades instrumentales, estableciendo entre los contenidos comunes a los instrumentos de viento-madera la «iniciación a la interpretación de música contemporánea y al conocimiento de sus grafías y efectos» (p. 2876). Dado que los multifónicos, como hemos señalado, constituyen una de las principales técnicas de interpretación extendida con el clarinete, consideramos que en el seno de los conservatorios profesionales de música tendría cabida una enseñanza preparatoria de la EMF que permita abordar la práctica del repertorio específico. Sin embargo, la falta de métodos y estudios así como la no estandarización de los mismos plantea dificultades para su aplicación.

Hay que añadir que, en el ámbito de la docencia del clarinete, se puede constatar la obtención fortuita de multifónicos por parte de los alumnos sin que éstos sean realmente conscientes de la complejidad del sonido obtenido. Esto les sucede con más frecuencia en los primeros cursos, y de forma especial en el momento en que se inician en el estudio del registro agudo y sobreagudo del instrumento. En este sentido, Rehfeldt (1994) afirma que los multifónicos «sin lugar a dudas han sido obtenidos, aunque sólo sea de forma accidental, en los primeros intentos de tocar el registro superior por parte de la mayoría de principiantes» (p. 41). Asimismo, Mandat (1989a) señala que todo principiante ha producido de forma involuntaria multifónicos al intentar picar las notas de registro agudo.²⁰ Sin embargo, los alumnos de cursos más avanzados son, por lo general, incapaces de producirlos de forma voluntaria en un primer momento. En el capítulo 13, dedicado al

19 Se trata de la normativa vigente en el momento de redacción de la tesis doctoral, pues el desarrollo normativo para los conservatorios de música de la recientemente aprobada Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, no deroga el R.D. 1577 (2006).

20 Mandat divide los multifónicos en cuatro categorías en función de la digitación empleada y del tipo de parciales producidos. La primera de ellas, *normal upper partial fingerings*, se obtiene a partir de las posiciones convencionales de registro agudo, emitiendo un sonido de registro grave al actuar la llave de registro como oído tonal, como veremos en el capítulo 10.

aprendizaje de la técnica instrumental encaminada a la EMF, intentaremos aclarar esta aparente contradicción.

Volviendo a los puntos de vista compositivo e interpretativo, los sonidos múltiples en el clarinete constituyen un área problemática, debido a su complejidad sonora e inestabilidad. De acuerdo con lo anterior, Seve (1991) afirma que «para el compositor el uso de los multifónicos es difuso. Le resulta difícil figurarse la realidad acústica, muy fluctuante en el caso de los multifónicos inestables de alta densidad»²¹ (p. 36). Señala además que es preciso que éste se provea de tablas de digitaciones y de los consejos e indicaciones de un intérprete. En el caso de aquellos compositores que trabajan junto al clarinetista en el proceso compositivo, al encontrar un multifónico que se ajusta a sus necesidades, éstos transcriben con la mayor precisión posible las alturas de los sonidos y la digitación empleada. El problema se presenta cuando, al volver sobre ese multifónico con un intérprete distinto, ya no es posible reproducirlo con precisión, consiguiéndose unas alturas diferentes a través de la misma digitación. Esta circunstancia podría darse incluso con el mismo clarinetista en un momento y escenario diferentes. La situación descrita se repite en los casos en que el compositor ha tomado algún multifónico prestado de los manuales, cuando el intérprete no consigue reproducir el multifónico anotado, viéndose obligado a buscar digitaciones alternativas. A continuación veremos las causas principales que desde nuestro punto de vista generan esta problemática.

4.1. Influencia del instrumento

Coincidimos con Pinksterboer (2003) al afirmar que «todos los clarinetes son diferentes» (p. 55). Hoy en día existe una variedad considerable de marcas y modelos de clarinete disponibles en el mercado, en los que «cada fabricante elige sus propias soluciones para mejorar la afinación» (p. 55). La mayoría de los instrumentos de sistema Boehm modernos de gama media-alta ofrecen unas prestaciones similares, de modo que la elección de uno en concreto responde a las preferencias del intérprete, quien, más allá de los aspectos

21 Los multifónicos inestables de densidad elevada constituyen una categoría de sonidos múltiples dentro de la clasificación que Seve (1991) realiza en *Le paradoxe de la clarinette*, libro que será comentado en el capítulo 9.

económicos y técnicos, tendrá en cuenta el timbre, la afinación y sus propias sensaciones al tocar (resistencia al paso del aire, facilidad de emisión, flexibilidad del sonido, etc.) como factores determinantes. Hay que señalar que incluso dos clarinetes de la misma marca y modelo presentan pequeñas diferencias de timbre y afinación.

En el capítulo 10 veremos cómo los cambios tímbricos son un reflejo de la distribución de parciales de un sonido fundamental, y cómo una modificación leve en la afinación de una nota concreta supone una diferencia más significativa en los sonidos superiores del multifónico obtenido a partir de esa misma digitación.

Por otro lado, hay que señalar que una parte significativa del repertorio que incluye sonidos múltiples compuesto entre los años 50 y 80, así como los tratados y manuales pioneros en de Bartolozzi (1967) y Villa-Rojo (1984)²² fueron concebidos para un clarinete de sistema Boehm completo, en la actualidad en desuso. Como hemos visto en el apartado 3.3.1, este instrumento tiene un tubo más largo (su registro grave está ampliado un semitono con respecto al clarinete de sistema Boehm sencillo) y cuenta con llaves y anillos adicionales.



Figura 13: Boehm sencillo (izquierda) y completo (derecha).
Adaptado de MIMO 0839940 y 0839909.

22 La primera edición data de 1975.

4.2. Influencia del equipamiento y de las condiciones ambientales

No sólo cada clarinete posee un carácter propio que lo hace diferente de todos los demás, sino que el material utilizado por el intérprete (combinación de boquilla, lengüeta, abrazadera y barrilete)²³ determina unas diferencias todavía más marcadas. Dicho equipamiento será seleccionado en función de la respuesta del instrumento al interactuar con las distintas combinaciones de material, cuya elección estará condicionada por las preferencias personales del clarinetista en cuanto a la sonoridad, por sus sensaciones físicas, por la propia técnica instrumental, así como por las exigencias del repertorio interpretado. Los cambios en el timbre y en la afinación que se producen entre los distintos instrumentos se ven ahora amplificados, siendo más pronunciados en función del equipamiento empleado. A este respecto debemos señalar que, en el ámbito de la enseñanza instrumental en los conservatorios, los alumnos de los primeros cursos suelen emplear lengüetas blandas y flexibles, cuya fuerza y resistencia al paso del aire va aumentando de forma progresiva a medida que su nivel técnico se desarrolla.²⁴

Hay que añadir que el comportamiento de la caña (cuya oscilación es la responsable de la producción sonora en el clarinete) es muy sensible a las condiciones ambientales en que se encuentre. En este sentido, Pérez Aranda y Luján Artero (1997) afirman que «la humedad relativa del aire es el factor que más influye» (p. 26). Las condiciones ambientales, referidas a la temperatura y la humectación, también intervienen en la propagación de la onda sonora en el interior del tubo del instrumento, y en consecuencia en la afinación del mismo. Pastor García (2010) señala que

La velocidad [de propagación] es mayor en una atmósfera húmeda que en una seca ya que el aire húmedo pesa menos que los dos componentes principales del medio gaseoso.²⁵ De manera que esto puede incrementar ligeramente la velocidad del sonido y, por tanto, subir la frecuencia del sistema (p. 138).

23 En el capítulo 8 se hace referencia a las características constructivas del clarinete, explicando sus elementos constituyentes.

24 En el capítulo 10 describiremos el mecanismo de producción del sonido y el funcionamiento de la lengüeta.

25 N₂ y O₂, con pesos moleculares de 28 y 32 unidades de masa por mol, moles por gramo, respectivamente, mientras que el valor para el vapor de agua es de 18.

4.3. Influencia de la técnica individual

Las diferencias que se producen a la hora de obtener un multifónico no dependen únicamente de la combinación de material e instrumento empleado por cada intérprete, unida a las condiciones ambientales, sino que la técnica individual desempeña un papel determinante. Esto se debe no sólo a las diferencias físicas entre individuos, sino, sobre todo, a sus gustos personales y a su manera particular de interactuar con el instrumento, de forma muy especial en lo referido a la colocación de la embocadura y a la memoria muscular a nivel del las vías respiratorias superiores. En este sentido, los estudios llevados a cabo por autores como Fritz & Wolfe (2005), referidos al modo en que los clarinetistas ajustan las resonancias del tracto vocal, señalan que su configuración varía sustancialmente entre diferentes intérpretes. Esto da lugar a una manera determinada de tocar condicionada por la propia concepción de la técnica instrumental aprendida y por la imagen personal del sonido. Asimismo, Farmer (1982) afirma que «las diferencias en la embocadura, en la posición de la garganta y en la presión de aire son asuntos altamente individuales que hacen de la ejecución consistente [de los multifónicos] algo impredecible» (p. i).

La técnica individual conlleva diferencias en timbre y afinación que se ven amplificadas a la hora de emitir sonidos múltiples, como veremos en el capítulo 10. Entre los factores influyentes podemos citar el ángulo de incidencia del clarinete con el cuerpo, la posición de los dientes superiores más próximos o alejados del extremo de la boquilla, la configuración del tracto vocal, etc. La pregunta que se nos plantea en este momento es, ¿a distintos clarinetistas, distintos multifónicos? En nuestra opinión, la respuesta es negativa. Existe un consenso en considerar que es posible tocar una misma melodía con una afinación y calidad de sonido adecuados mediante combinaciones diferentes de las variables comentadas con anterioridad. Por acentuadas que sean las diferencias entre individuos, material e instrumento empleados, el fragmento seguirá siendo reconocible y el resultado sonoro próximo, con independencia de las distintas formas de llegar a ese resultado común. Sucede lo mismo a la hora de emitir un multifónico, siendo posible que dos intérpretes utilicen digitaciones diferentes para conseguir un mismo sonido múltiple cuyas alturas se ajusten a lo escrito en la partitura, independientemente de la vía por la que se llegue a ello. La notación musical, no obstante, permanecerá invariable siempre que respete la tesitura del instrumento y las relaciones interválicas que pueden darse en los multifónicos producidos con el clarinete en *Si* bemol, que analizaremos en el capítulo 12.

4.4. Una digitación, varios multifónicos

Hay que tener en cuenta un factor adicional: a partir de una misma digitación se pueden obtener dos o más multifónicos diferentes, de forma similar a lo que sucede con los sonidos monofónicos. En este sentido Farmer (1977) afirma que una digitación dada puede producir diferentes multifónicos y, a la inversa, es posible obtener el mismo sonido múltiple a partir de digitaciones diferentes (p. 34). En el ejemplo siguiente incluimos dos multifónicos obtenidos a partir de la misma digitación.

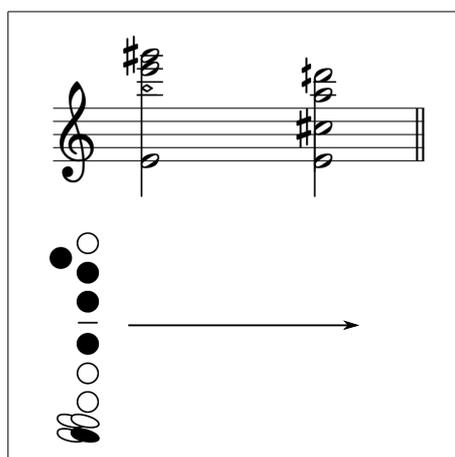


Figura 14: Obtención de dos multifónicos a partir de una digitación. Elaboración propia.



En la emisión monofónica con el clarinete, cuando se obtiene una nota distinta de la esperada a través de una digitación determinada, es preciso realizar las correcciones pertinentes a nivel de la embocadura y de la configuración del tracto vocal para producir el sonido deseado. De igual modo, es posible efectuar ajustes en la manera de interactuar con el instrumento para buscar los sonidos múltiples que se correspondan con lo escrito. Para ello, resulta fundamental que el intérprete se haga una imagen mental clara del sonido que desea producir y que sea capaz de controlar los gestos instrumentales implicados. En el capítulo 13 profundizaremos en lo referido a la acción motora y las propiocepciones del músico a la hora de ajustar su manera de interactuar con el clarinete en la EMF.

4.5. Transcripción musical de los multifónicos

Como veremos en el capítulo 11, no existe una homogeneidad en la escritura de los multifónicos, sino que las opciones dadas por los compositores y por los manuales sobre las técnicas contemporáneas en el clarinete son de distinta índole. Encontramos ejemplos en los que se escribe un solo sonido presente en el multifónico, ya sea agudo o grave, y otros en los que se intenta hacer una descripción exacta de su sonoridad, recurriendo a la notación microinterválica, pasando por diferentes tipos de notación no convencional y símbolos para su representación. Asimismo, hay que tomar en consideración la posibilidad de que existan transcripciones erróneas o imprecisas de los sonidos múltiples, debido a las variables perceptivas individuales, de las que Castellengo (1982) señala que

Desempeñan un papel destacado y son una de las dificultades encontradas en la descripción y clasificación de oído de los sonidos múltiples. La sensibilidad auditiva a la frecuencia, a las variaciones temporales, así como las capacidades de análisis, marcadamente diferentes de una persona a otra, interviene en todo momento en el juicio (p. 10).

De hecho, esta autora (1982) realizó un test auditivo a seis compositores e intérpretes en el que se les pidió que transcribieran un multifónico de oboe, obteniendo seis notaciones diferentes, que incluimos en la figura 15. De las propuestas de notación, tan sólo la última de ellas (f) podría considerarse correcta.

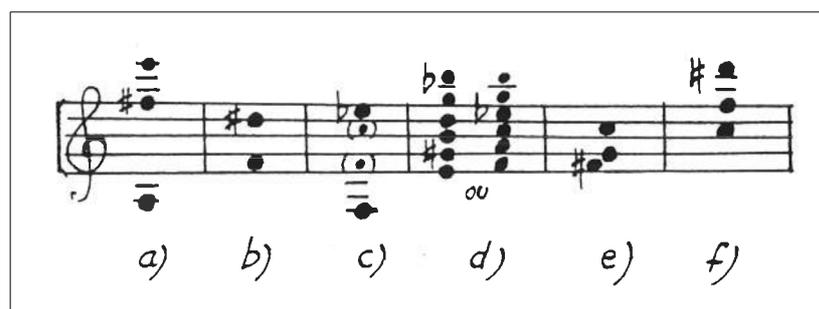


Figura 15: Resultado del test auditivo de Castellengo (1982, p. 13).

Encontramos situaciones similares dentro del repertorio y en los manuales y tratados de interpretación contemporánea con el clarinete. Sin embargo, la transcripción musical

inexacta de los sonidos múltiples podría limitarse gracias al uso de los medios digitales, que permiten la grabación y análisis del sonido de una forma más precisa.

Teniendo en cuenta la falta de estandarización de los multifónicos expuesta en los apartados anteriores, unida a las dificultades de emisión y mantenimiento del sonido, estimamos conveniente el desarrollo de la presente tesis doctoral con el fin de contribuir, en la medida de nuestras posibilidades, a su normalización y difusión en el seno de los conservatorios profesionales de música. Esperamos asimismo que el texto les sea de utilidad a aquellos compositores e intérpretes interesados en este recurso sonoro, y que sirva como punto de partida para la elaboración de un método completo destinado a la enseñanza y aprendizaje de los multifónicos en el clarinete.

5. Estado de la cuestión

A lo largo del siglo XX se ha consolidado una amplia gama de efectos innovadores y en cierta medida rupturistas con la técnica instrumental de tradición clásico-romántica. Dentro de la familia de viento, el clarinete ha sido uno de los instrumentos que ha experimentado un mayor desarrollo dentro de su repertorio. Podemos considerar la versatilidad del mismo como una de las razones principales que han favorecido esta circunstancia. De acuerdo con esta afirmación, Hoepfich (2008) señala que

El siglo XX ha sido testigo de un renovado interés compositivo hacia el clarinete. Pronto se consideró que el instrumento era capaz de satisfacer las necesidades de los compositores de música nueva, gracias a su rango dinámico, flexibilidad y aptitud general para expresar un amplio abanico de efectos musicales (p. 218).

Como hemos indicado en los capítulos precedentes, dentro del conjunto de técnicas extendidas los multifónicos ocupan un lugar destacado, lo que se puede afirmar por la expansión y cantidad de un repertorio en crecimiento que hace uso de los sonidos múltiples, ya sea dentro del ámbito solístico, camerístico u orquestal. La aparición de la música electroacústica es considerada como otro de los factores desencadenantes de la búsqueda de nuevas posibilidades sonoras y técnicas en los instrumentos acústicos. En este sentido, el compositor y clarinetista J. Villa-Rojo (1991) afirma que el desarrollo de la música electroacústica generó una nueva imagen tímbrica: «La electrónica, que aportaba calidades sonoras jamás imaginadas por el músico, sirvió de elemento estimulador que nos llevara hacia un replanteamiento de las posibilidades instrumentales» (p. 8).

En el mismo sentido se expresa Richards (s.f.), añadiendo que «para los muchos compositores que no tenían un acceso significativo al costoso equipamiento electrónico (...) la revelación de los sonidos múltiples les marcó una nueva dirección» (recuperado de <http://userpages.umbc.edu/~emrich/chapter3.html>). Asimismo, Richards indica que otro elemento que parece haber despertado el interés en los sonidos múltiples es la importancia concedida al timbre y a la textura como una continuación lógica del desarrollo de la expresión musical, llegando a prevalecer por encima de la melodía y la armonía.

Un factor adicional a tener en cuenta en el desarrollo de los multifónicos, así como en la experimentación temprana de las técnicas instrumentales contemporáneas en un sentido general, es la colaboración entre compositores e intérpretes. Farmer (1982) establece un paralelismo entre las relaciones compositivo-interpretativas que se han sucedido a lo largo de la historia con la colaboración entre J. Eaton y el clarinetista W. O. Smith²⁶ en la creación de la pieza *Concert music for solo clarinet*, una de las obras pioneras en la utilización de multifónicos para clarinete. Al referirse a ella, el autor señala que «los tipos de técnicas que aparecen en ella no podrían haber sido realizadas sin el conocimiento que se puede derivar de la colaboración intensa entre compositor e intérprete» (Farmer, 1982, p. 3).

Scavone (1997) señala que «la producción de multifónicos con instrumentos de viento-madera se extendió en la década de 1960» (p. 90). Sin embargo, la fuente más antigua que describe los sonidos múltiples en el clarinete de la que tenemos constancia es el libro *Ancie battenti* de T. Pace, publicado en 1943. El autor se refiere a ellos como acordes y atribuye su hallazgo a Antonio Ferrannini, profesor en el Conservatorio de San Pietro a Maiella de Nápoles. Sin embargo, Pace no ofrece una fecha concreta del descubrimiento de los multifónicos, pero los considera como un fenómeno novedoso que debe ser ampliado y profundizado en su estudio.

Entre los ejemplos tempranos de composiciones que empelan los multifónicos en el clarinete, Rehfeldt (1994) designa al *Concierto para piano y orquesta* de J. Cage [1957-58], en cuya parte orquestal se incluyen sonidos múltiples bajo la denominación de *undertones*, como la primera de ellas, siguiendo por *Fantasy* para clarinete de P. Phillips [1960] y las *Five pieces* para flauta y clarinete de W. O. Smith [1961]. Otros ejemplos adelantados del uso de multifónicos en el clarinete lo encontramos en *Concert music* para clarinete solo de J. Eaton [1961], citada con anterioridad, *Matrix for clarinetist* de D. Scavarda [1962], *Current* (figura 16) para clarinete y piano de L. Austin [1964], *Mosaik* para clarinete solo de H. U. Lehmann [1964], *Variants* para clarinete solo de W. O. Smith (1967), *Barnard I* para clarinete y piano de B. Childs [1968], *Stedman doubles* para clarinete y percusión de P. M. Davies [1968] y *Stray puffs* para clarinete solo de P. Zonn (1968) y el *Concerto* para clarinete solo de V. Bucchi (1969).²⁷

26 Dentro del repertorio clarinetístico, los ejemplos más destacados son la colaboración entre W. A. Mozart y A. Stadler, C. M. von Weber y H. J. Baermann, L. Spohr y J. Hermstedt, así como J. Brahms y R. Mühlfeld.

27 Las cifras entre corchetes hacen referencia al año de composición y/o estreno, y no de publicación.

The image shows a musical score for B♭ Clarinet and Piano. The Clarinet part is written in a single staff with a treble clef and a key signature of two flats. It begins with a series of notes marked with accents and dynamic markings like *mf* and *ff*. A bracket labeled 'SPAZIO = TEMPO' spans the first few measures. The Piano part consists of two staves, treble and bass clefs. It features complex chords and arpeggios, with dynamic markings such as *ff*, *mf*, and *f*. Fingerings like '5' and '7' are indicated for the piano part. The score is enclosed in a rectangular box.

Figura 16: Inicio de *Current* para clarinete y piano (Austin, 1967, p. 1).

Dentro del ámbito del jazz, existen comentarios del uso temprano de multifónicos no anotados. En este sentido, Farmer (1982) señala que «el saxofonista John Coltrane y el clarinetista bajo/saxofonista/flautista Eric Dolphy estuvieron entre los pioneros en emplear multifónicos en los inicios de la década de 1960» (pp. 10-11), destacando las interpretaciones al clarinete bajo de Dolphy.

Dejando de lado las composiciones musicales, Barata (1988) señala que «un número considerable de artículos han sido dedicados a los multifónicos en el clarinete» (pp. 247-248). Dichos artículos se han visto acompañados por nuevos tratados interpretativo-compositivos, que han actuado a su vez como estímulo para la ampliación del repertorio en el que dicho recurso sonoro es explotado. La aparición en 1967 del libro *New sounds for woodwind* de B. Bartolozzi, obra de referencia en el estudio de los sonidos múltiples, abrió el camino para la publicación de nuevos textos y manuales especializados pertenecientes al ámbito compositivo-interpretativo. Cronológicamente, podemos citar entre las publicaciones más relevantes que siguieron a Bartolozzi las de Caravan (1974 y 1979a), Villa-Rojo (1984 y 1991) Rehlfeldt (1994 cuya primera edición apareció en 1976), Dolak (1980), Farmer (1982), Seve (1991), Heaton (1995), Krassnitzer (2002) y Berkowitz (2010). Asimismo, son

de obligada referencia los artículos de Errante (1976), Farmer (1977) y Mandat (1989a), así como las páginas web de Del Grazia (s.f.) y de Richards (s.f.). Tenemos que mencionar igualmente las obras de Bok (2002, cuya primera edición se publica en 1989) y Sparnaay (2011), ambas dedicadas de forma íntegra al clarinete bajo. Los textos a que hemos hecho referencia en este párrafo tienen en común su enfoque técnico-musical, dando todos ellos ejemplos de digitaciones prácticas que en algunos de ellos están organizados en forma de tablas²⁸ y haciendo descripciones de tipo perceptivo y sensorial. Sin embargo, las consideraciones acústicas acerca de los sonidos múltiples realizadas en ellos, con la excepción de Krassnitzer (2002), podrían haberse realizado en mayor profundidad.

Dentro del ámbito físico-acústico, tenemos que esperar a mediados de los años setenta para ver las primeras publicaciones científicas acerca de los sonidos múltiples. En 1976 A. H. Benade publica *Fundamentals of musical acoustics*, reeditado en 1990, donde aborda la producción de multifónicos en los instrumentos de viento-madera, analizando dos sonidos múltiples de clarinete. Posteriormente Backus (1978) publica un artículo acerca de los multifónicos en el viento-madera en el *Journal of the Acoustical Society of America*. Ambos autores coinciden en la relación heterodina²⁹ de los componentes del multifónico, si bien difieren en las conclusiones: Benade (1990) analiza el contenido espectral del multifónico en los términos de acción no lineal de la caña, que es capaz de oscilar en diferentes regímenes de forma simultánea, mientras que Backus (1978) considera que los sonidos múltiples pueden ser considerados como dos sonidos independientes, uno de ellos asociado al primer modo de resonancia y otro al tercero o cuarto, que dan lugar a tonos de combinación (estos sonidos serán tratados en el apartado 10.5.2). Podemos afirmar que las dos publicaciones anteriores no han perdido vigencia en nuestros días, manteniéndose sus postulados vigentes, a pesar de los avances técnicos acaecidos. Entre las publicaciones científicas posteriores referidas a los multifónicos en el clarinete destacaremos los trabajos de Castellengo (1982), Wolfe (1997-2006) y Pastor García (2010).

28 Rehfeldt (1994), Caravan (1979a), Farmer (1982), Seve (1991), Bok (2002) y Krassnitzer (2002) cuentan con las tablas de digitaciones más amplias. Sin embargo, las de los dos últimos autores no nos servirán en nuestra investigación, al tratarse de posiciones concebidas para clarinete bajo y para clarinete soprano de sistema alemán, respectivamente (ver capítulos 3 y 8).

29 Generación de nuevas frecuencias a partir de dos o más señales.

Dentro del ámbito docente, hemos podido constatar una carencia de materiales didácticos encaminados al aprendizaje progresivo de los multifónicos en el clarinete. Entre los tratados y artículos citados dos párrafos más arriba Farmer (1982), Mandat (1989a) y Berkowitz (2010) hacen reflexiones relativas al aprendizaje de los sonidos múltiples, pero no podemos llegar a hablar de publicaciones de índole pedagógica. Únicamente Caravan (1979a), en el apartado destinado a los multifónicos, plantea ejercicios preliminares en los que se aprecia una secuenciación en la dificultad de los contenidos. Tenemos que señalar que en el proceso de recopilación de materiales de la investigación en curso tan sólo hemos hallado cinco publicaciones que contengan materiales susceptibles de ser aplicados con un fin didáctico en el aula de clarinete de enseñanzas profesionales: el mencionado texto de Caravan (1979a), los estudios y ejercicios preliminares de Dolak (1980), los estudios y dúos de Croussier (1986), la compilación de Mitchell (2006) y el método de Fléchier (2011). Ninguno de ellos aborda la EMF de forma exclusiva, sino que están encaminados al aprendizaje de diferentes recursos interpretativos contemporáneas. Centrándonos en los multifónicos, el método de Dolak (1980), incluye ejercicios preliminares encaminados al control de los gestos instrumentales involucrados en su emisión, así como dúos y estudios con sonidos múltiples. Pese a ser la publicación más antigua de las citadas en este párrafo, la partitura de Dolak es en nuestra opinión el material de mayor dificultad técnica. En el extremo opuesto podríamos situar la publicación de Fléchier (2011), concebida para alumnos de los primeros cursos de enseñanzas profesionales, e incluso para alumnos de enseñanzas elementales. Por su parte, Croussier (1986) propone treinta y dos multifónicos que se obtienen a partir de una digitación convencional mediante el añadido de las llaves 6 ó 7, o bien retirando el dedo I1 de posiciones fundamentales. Finalmente, la compilación de Mitchell (2006) incluye dos piezas breves que emplean multifónicos asequibles para los alumnos,³⁰ cuya dificultad técnica permite su programación en las enseñanzas profesionales. La partitura se acompaña de un disco compacto con las obras interpretadas por el propio compilador.

Para concluir con este capítulo, queremos hacer referencia a los sistemas de clasificación de los sonidos múltiples recogidos en algunas de las publicaciones mencionadas a lo largo del mismo. Por una parte, encontramos autores que toman en

30 *Litany* para clarinete y piano de A. Gilbert y *Summer Fancy* para clarinete solo de W. O. Smith. Ambas piezas fueron compuestas en 2004.

consideración las características tímbricas, dinámicas, así como por la facilidad de emisión, estabilidad o resistencia de los multifónicos. Las clasificaciones planteadas por Rehfeldt (1994), Richards (s.f.), Seve (1991) y Villa-Rojo (1984) podrían englobarse dentro de este grupo. Por otro lado, hay autores que parten de las características de la digitación a través de la que se emite el multifónico para proceder a su organización. Este es el caso de Mandat (1989a), que establece cuatro categorías diferentes: 1) digitaciones convencionales de registro agudo, que dan lugar a multifónicos en los que el elemento grave se corresponde con los *undertones* 2) de registro grave con las que no hay por qué obtener necesariamente el sonido fundamental, 3) digitaciones que emplean una llave de registro sustitutiva de la llave 12, y 4) digitaciones especiales en las que el sonido fundamental queda determinado por la longitud de tubo más corta, mientras que el elemento agudo se obtiene como tercer o quinto parcial de la mayor longitud de tubo. Krassnitzer (2002), por su parte, establece tres grupos: 1) multifónicos por *bajosoplo* a partir de digitaciones de registro agudo, 2) multifónicos por *sobresoplo* a partir de digitaciones de registro *chalumeau*, y 3) digitaciones especiales, no convencionales. Asimismo, encontramos clasificaciones que distinguen entre dos únicas categorías: 1) digitaciones convencionales, propias de la práctica monofónica (con independencia del registro al que pertenezcan), y 2) no convencionales (el resto de ellas). Caravan (1979a) es un ejemplo de esta última opción.

Las digitaciones enumeradas en el párrafo anterior pueden resultar válidas desde el punto de vista interpretativo y, en cierta medida, compositivo. Sin embargo, desde un punto de vista acústico resultan arbitrarias, pues el comportamiento físico de la lengüeta y la columna de aire no difiere de los sonidos múltiples agrupados en unas y otras. De hecho, la única clasificación que podríamos considerar válida en cuanto a las características de la digitación empleada es aquella que distingue entre los multifónicos de una sola fundamental y los de dos fundamentales. Los multifónicos de una fundamental se corresponden con los MF obtenidos por *sobresoplo* de Krassnitzer (2002), con la segunda categoría de sonidos múltiples de Mandat (1989a), así como con los sonidos reales simultáneos y con los sonidos rotos de Villa-Rojo (1984), mientras que las posiciones de registro agudo y sobreagudo, así como las denominadas digitaciones especiales o no convencionales, pertenecerían al grupo de los MF de dos fundamentales. Esta división de los sonidos múltiples de acuerdo con las dos categorías de digitación que acabamos de describir es planteada por autores como Heaton (1995) o Pastor García (2010).

Por último, queremos hacer referencia a las ideas planteadas por Castellengo (1982), que diferencia entre: 1) sonidos multifónicos armónicos, cuya fundamental es audible acompañada de determinados armónicos (cuyas frecuencias son múltiplos enteros de la del sonido fundamental) particularmente intensos, y 2) sonidos estables³¹ que admiten un sonido fundamental de sincronización cuya frecuencia es el MCD de los componentes principales. Estas dos categorías nos parecen muy relevantes, ya que toman en consideración las relaciones numéricas que se producen entre los sonidos constituyentes de los multifónicos. Se trata de la única propuesta de clasificación basada en aspectos interválicos de la que tenemos constancia. Sin embargo, el texto de Castellengo (1982) no incluye ninguna tabla de digitaciones para clarinete y su propuesta parece no haber sido desarrollada por otros autores dentro del ámbito de este instrumento.

31 Castellengo (1982, p. 18) remarca que el término *estable* debe ser tomado en un sentido instrumental: emisión directa y mantenimiento fácil, pese a que se puedan observar trazas de inestabilidad en el sonograma.

6. Hipótesis y objetivos

6.1. Hipótesis de trabajo

Como hemos visto, el clarinete Boehm es un instrumento aerófono de lengüeta batiente simple y tubo cilíndrico capaz de emitir sonidos múltiples, presentes en el repertorio desde mediados del siglo XX. Una vez introducido el problema de estudio, formularemos la doble hipótesis que servirá de punto de partida para la presente investigación:

- A) El análisis interválico de los multifónicos en el clarinete permite establecer una clasificación de tipo cuantitativo que contribuya a la estandarización de su notación, facilitando su aprendizaje e interpretación.
- B) El aprendizaje y práctica de la emisión multifónica con el clarinete pueden ser introducidos en las enseñanzas profesionales de música con una secuenciación didáctica adaptada al nivel de los alumnos.

Veamos de forma detallada el contenido de ambas hipótesis:

A) *El análisis interválico de los multifónicos en el clarinete [...]*

Las alturas percibidas de forma independiente en los multifónicos conforman diferentes intervalos musicales. De acuerdo con el Teorema de Fourier, «un movimiento vibratorio cualquiera (...) es siempre expresable como una suma de movimientos armónicos simples» (Pastor García y Romero Moreno, 2011, p. 45). En el caso de los sonidos musicales, una onda compleja se puede descomponer en una suma de ondas sencillas. Cuando dichas ondas están en relación armónica (sus frecuencias son múltiplos enteros del sonido fundamental), el oído tiende a percibir las como una única altura cuya frecuencia se corresponde con la del

elemento más grave de la serie armónica.³² En el caso de los multifónicos, la onda estacionaria compleja que se produce en el interior del tubo del instrumento está formada por grupos de ondas en relación inarmónica, de manera que son percibidas como alturas separadas. Estos sonidos se generan mediante la energía transmitida por la oscilación de la lengüeta a la columna gaseosa contenida en el interior del tubo, que vibrará en función de los modos de resonancia que determine la digitación empleada, así como por la influencia del tracto vocal en los mismos.³³

[...] *permite establecer una clasificación de tipo cuantitativo* [...]

En determinados multifónicos, más estables, Castellengo (1982) observó que es posible extraer el MCD de las frecuencias percibidas. Los intervalos musicales que se producen dentro del multifónico se corresponden con la razón numérica de sus alturas, expresable en forma de fracción, cuya distribución interna se relaciona numéricamente siguiendo un patrón que hemos hallado en multifónicos diferentes. Su análisis nos permitirá desarrollar un modelo de clasificación de tipo cuantitativo frente a las de tipo cualitativo existentes, a las que hemos hecho referencia en el estado de la cuestión.³⁴

[...] *que contribuya a la estandarización de su notación* [...]

En el desarrollo de la presente investigación analizaremos las principales prácticas notacionales seguidas por los compositores para reflejar la desviación de las alturas del multifónico con respecto al temperamento igual, entre las que el microtonalismo ocupa un lugar destacado. Asimismo, tomaremos en consideración las opciones adoptadas para reflejar las diferencias dinámicas entre sus sonidos constituyentes. Ambos aspectos serán relacionados con el modelo de clasificación cuantitativa de los sonidos múltiples en el clarinete propuesto en esta tesis.

[...] *facilitando su aprendizaje e interpretación.*

Una representación precisa en la partitura de las alturas presentes en el multifónico, con indicación de los sonidos que pueden obtenerse de forma separada a través de la

32 Como veremos en el capítulo 10, este mecanismo se denomina seguimiento de la fundamental.

33 La influencia de las resonancias del tracto vocal en el sonido emitido con el clarinete será tratada en el capítulo 13.

34 En el capítulo 9 abundaremos en el análisis de la bibliografía especializada.

digitación empleada, junto con el establecimiento de categorías basadas en la interválica interna de los sonidos múltiples, contribuirá a que el intérprete se haga una imagen más ajustada de su sonoridad. En este sentido, Rehfeldt (1977) señala la importancia de que el sonido del multifónico esté en el oído del músico para anticipar los gestos instrumentales encaminados a su emisión.

B) *El aprendizaje y práctica de la emisión multifónica con el clarinete [...]*

En comparación con la forma de producción sonora monofónica o convencional, la EMF requiere de ajustes en la colocación de la embocadura (punto de contacto del labio inferior con la caña y presión ejercida sobre ésta), en la configuración del tracto vocal y en la velocidad y caudal del aire insuflado. Asimismo, en la mayor parte de los sonidos múltiples es preciso adoptar digitaciones diferentes a las empleadas en la práctica instrumental convencional con el clarinete. El control de los elementos anteriores encaminado a una emisión multifónica estable requiere del desarrollo de nuevas sensaciones y referencias por parte del alumno en la interacción corporal con el instrumento.³⁵

[...] pueden ser introducidos en las enseñanzas profesionales de música [...]

Los estudios reglados en los conservatorios profesionales de música y danza se dividen en enseñanzas elementales y profesionales.³⁶ Estas últimas abarcan seis cursos que están concebidos para alumnos de edades comprendidas entre los 12 y 18 años, si bien es posible encontrar en ellas alumnado mayor de edad. Como hemos señalado en el capítulo 4, el R.D. 1577 (2006), que fija los aspectos básicos del currículo en los conservatorios, hace mención expresa a la iniciación en la música contemporánea desde un punto de vista interpretativo, dando cabida a los sonidos múltiples como uno de los recursos de la técnica instrumental expandida propia de este repertorio.

35 La interacción del cuerpo con el clarinete será abordada en el capítulo 13, dedicado al aprendizaje de la técnica instrumental propia de la emisión multifónica.

36 El artículo 6 de la LOE (2006) incluye las enseñanzas artísticas dentro del régimen especial, quedando establecida la división entre enseñanzas elementales y profesionales de música en su artículo 48. Hay que señalar que la modificación de la mencionada ley que hace la LOMCE (2013) no afecta a la regulación de los conservatorios oficiales de música.

[...] *con una secuenciación didáctica adaptada al nivel de los alumnos.*

El aprendizaje de la EMF exige un dominio preciso de los gestos implicados en la emisión convencional, así como una toma de conciencia sobre la influencia de los mismos en el resultado sonoro. Es posible establecer una selección de recursos didácticos extraídos del repertorio y de los tratados y métodos específicos sobre técnicas extendidas de interpretación que se adapte a las características de los alumnos, de acuerdo con su propio desarrollo dentro del proceso de aprendizaje de la técnica instrumental.

Una vez establecidas las hipótesis de partida pasaremos a definir los objetivos principales que nos hemos propuesto alcanzar mediante en la presente investigación.

6.2. Objetivos de la investigación

6.2.1. Objetivos generales

- Analizar el fenómeno de los sonidos múltiples en el clarinete desde los puntos de vista acústico y musical para establecer un nuevo modelo de clasificación basado en la distribución interválica de las alturas percibidas.
- Analizar los gestos implicados en la EMF con el fin de elaborar una propuesta didáctica encaminada al aprendizaje y control progresivo de la misma.

6.2.2. Objetivos específicos

- 1) Describir el comportamiento acústico del clarinete en la EMF.
- 2) Analizar las características de los principales sistemas de notación de los sonidos múltiples presentes en el repertorio clarinetístico.

- 3) Analizar los principales recursos bibliográficos referidos a los multifónicos en el instrumento.
- 4) Contribuir a la estandarización de los multifónicos en el clarinete mediante la propuesta de una notación musical de tipo convencional y un nuevo modelo de clasificación de los mismos.
- 5) Elaborar una tabla de multifónicos para clarinete que siga la clasificación de tipo cuantitativo propuesta.
- 6) Definir la influencia de la técnica instrumental y del equipamiento empleado por el clarinetista en la EMF.
- 7) Determinar los principales gestos instrumentales encaminados a la obtención de multifónicos con el clarinete, señalando sus implicaciones pedagógicas.
- 8) Analizar, seleccionar y secuenciar el repertorio de clarinete y los materiales de estudio relacionados con los multifónicos que sean susceptibles de ser programados en el aula de conservatorio.
- 9) Sentar las bases para la elaboración de un método enfocado al aprendizaje y control progresivo de la EMF en el instrumento, a través de la propuesta de ejercicios y estudios preparatorios de creación propia.
- 10) Servir de referencia para aquellos compositores e intérpretes que estén interesados en la utilización de los sonidos múltiples con el clarinete.

7. Metodología

La presente tesis doctoral analiza los multifónicos en el clarinete desde una perspectiva múltiple, relacionada con los ámbitos musicológico, físico-acústico, performativo y didáctico. Por este motivo, en su desarrollo hemos empleado una metodología mixta que se inscribe en los campos de la investigación musical y educativa. Comenzaremos describiendo las estrategias metodológicas que hemos seguido en el proceso de investigación para continuar el capítulo con los instrumentos utilizados en la recogida de datos.

7.1. Métodos de investigación

7.1.1. Teoría fundamentada

El estudio de los multifónicos desde el punto de vista acústico y notacional, que nos llevará a proponer un modelo de clasificación de tipo cuantitativo basado en sus relaciones interválicas, se encuadra dentro del ámbito metodológico de la teoría fundamentada. De acuerdo con Sabariego, Massot y Dorio (2012), se trata de «un método de investigación de naturaleza exploratoria cuyo propósito es descubrir teorías, conceptos, hipótesis y proposiciones partiendo directamente de los datos» (p. 318). Mediante este procedimiento inductivo intentaremos aportar un marco teórico de referencia para la clasificación y estandarización de los multifónicos que nos permita su posterior trabajo en el aula de conservatorio. La figura 17 (en la página siguiente) resume de forma esquemática el proceso seguido.

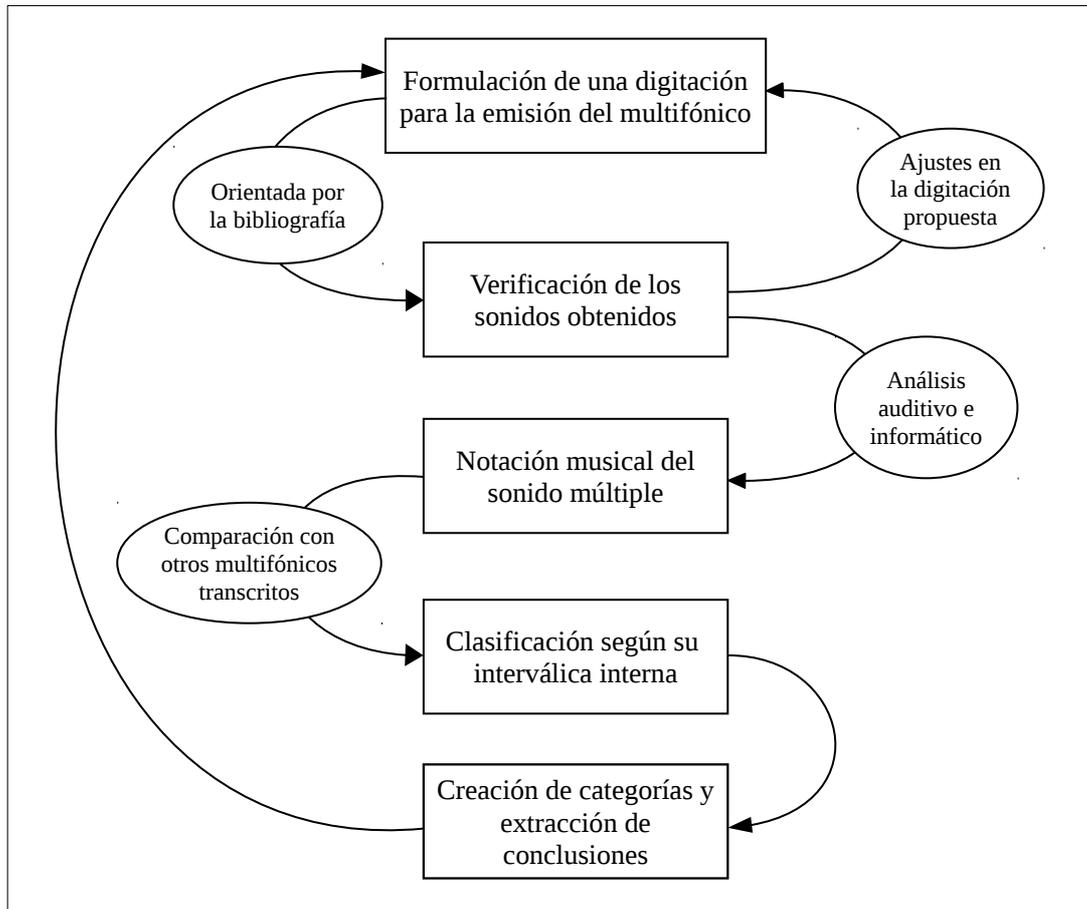


Figura 17: Interacción entre la recogida y el análisis de datos en el proceso de desarrollo de la teoría fundamentada. Elaboración propia.

La recogida de datos parte de la propuesta de digitaciones para la obtención de sonidos múltiples, orientada por ejemplos presentes en el repertorio de clarinete, que son analizados y reinterpretados desde el punto de vista interválico y notacional mediante los instrumentos que detallaremos en el apartado 7.2.2. El análisis y la teoría extraída del mismo nos ha servido a su vez como guía para la formulación de nuevos ejemplos que nos han llevado a plantear doce categorías en las que la estructura de los multifónicos producidos con el clarinete queda sintetizada, como veremos en el capítulo 12. Esta fundamentación teórica nos ha permitido reflejar de forma más precisa la sonoridad del multifónico con el fin de poder tipificarlos para su posterior trabajo en el aula de clarinete, que describiremos en el apartado 7.1.3.

7.1.2. Metodología performativa

Por investigación performativa nos estamos refiriendo a la metodología propia del ámbito artístico vinculada con la creación y la interpretación. Hay que señalar que el término de origen inglés *performativo* es empleado para evitar confusiones con el uso académico, no artístico, de la palabra *interpretación* y sus derivados (Zaldívar, 2006).

De acuerdo con lo anterior, la presente investigación tiene un marcado componente creativo dentro del ámbito musical al proponer nuevos multifónicos desde la propia práctica instrumental con el clarinete, así como al reinterpretar (en un sentido performativo) sonidos múltiples presentes en el repertorio del instrumento. Dentro del proceso creativo conducente a la proposición de multifónicos estables, ya sea de forma aislada o en correlación con otros elementos sonoros (enlaces de sonidos múltiples, transiciones de sonidos monofónicos a multifónicos y viceversa), tenemos que destacar un elemento de exploración del propio clarinete como objeto susceptible de producir nuevas sonoridades múltiples. Dicha búsqueda sonora e instrumental podría considerarse, en cierta medida, próxima a la improvisación musical entendida en un sentido amplio. En esta exploración tímbrica, musical y, hasta cierto punto, lúdica, se desdibujan las convenciones técnicas e interpretativas aprendidas a lo largo de los años, ya que, por una parte, cualquier digitación puede ser susceptible de producir uno o varios multifónicos y, por otra, es necesario buscar nuevas formas de interacción con el instrumento en los niveles corporales implicados en la emisión y mantenimiento del sonido. En este sentido, la técnica de recogida de datos que describiremos en el apartado 7.2.3 será la herramienta a través de la que llevaremos a cabo el análisis performativo de la EMF en el clarinete.

Finalmente, el propio diseño de los ejercicios preliminares y estudios propuestos con un fin pedagógico de los multifónicos en el citado instrumento aerófono tiene un marcado carácter creativo, pues está relacionado (en un nivel que podríamos definir como embrionario) con la composición musical. Este es el caso de las progresiones de multifónicos, de algunos de los trémolos de sonidos múltiples propuestos, así como de los enlaces de sonidos monofónicos y múltiples que recogemos en el capítulo 14.

7.1.3 Investigación-acción

De acuerdo con Bisquerra (2000), «la investigación-acción pretende resolver un problema real y concreto», cuyo objetivo «consiste en mejorar la práctica educativa real en un lugar determinado» (p. 279). En nuestro caso, la fase de diseño y validación de la propuesta didáctica para el aprendizaje de los multifónicos, que detallaremos en el capítulo 14, ha sido llevada a cabo con un grupo de siete alumnos de clarinete. Todos ellos se encuentran matriculados en el presente curso 2015/16 en las EE.PP. de música en el Conservatorio Profesional de Música de Torrelavega, perteneciente a la red educativa de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de Cantabria, cuyas características detallamos en el capítulo 14.

Los aspectos metodológicos enunciados en los apartados anteriores confluyen en lo que podríamos considerar como la culminación de la presente investigación: su aplicación en el aula de conservatorio. Una vez determinado el comportamiento acústico de los sonidos múltiples, el uso dado a los mismos dentro del repertorio y la notación que consideramos más adecuada para representarlos en la partitura, es preciso analizar, por una parte, la manera en que interactúa nuestro propio cuerpo con el clarinete en la emisión multifónica y, por otra, la adecuación de la propuesta didáctica diseñada en el transcurso de la presente investigación al contexto concreto del aula de conservatorio. Como veremos en el apartado 7.2.3, en el análisis de la interacción del cuerpo del intérprete con el clarinete en la EMF aplicaremos el modelo teórico propuesto por Peñalba (2008), basado en las propiocepciones³⁷ del intérprete, que resultan fundamentales a la hora de explicar determinados gestos que tienen lugar de forma interna, no visual. El diseño de la propuesta didáctica se orientará por el trabajo llevado a cabo en el aula de clarinete con el grupo de alumnos mencionado con anterioridad. Dicha propuesta está encaminada a la incorporación de la EMF en la enseñanza-aprendizaje del clarinete en las EE.PP. con la intención de contribuir al desarrollo del control técnico general de los educandos.

En las enseñanzas profesionales de música impartidas en el seno de los conservatorios los alumnos cuentan con una hora semanal de clase individual de instrumento, de acuerdo con lo recogido en el R.D. 1577 (2006), así como en el Decreto 126 (2007) de Cantabria.

37 Se trata de la información que el cuerpo se autoenvía sobre la colocación precisa de las articulaciones, los músculos, así como de su propia posición.

Dicha clase individual constituye el marco en el que evaluaremos la adecuación de nuestra propuesta didáctica, ajustando su diseño cuando lo estimemos necesario. La dinámica de trabajo con el alumno constará de las fases siguientes:

- 1) Presentación del material a trabajar y toma de contacto con el mismo por parte del alumno. Se intercalará con otras actividades realizadas en la sesión de clase, propias de la dinámica habitual.
- 2) Estudio personal del alumno en casa del material propuesto a lo largo de la semana.
- 3) Valoración del resultado obtenido mediante su interpretación instrumental y a través del diálogo con el alumno, en el que detallará como ha transcurrido la sesión de estudio semanal, comentando sus sensaciones, las dificultades encontradas, etc.

Este esquema de trabajo se repetirá con las nuevas actividades y ejercicios propuestos por el profesor. Una vez ensayados, en el sentido empírico de la palabra, los materiales con los alumnos implicados en nuestra investigación, habiendo efectuado las correcciones y ajustes pertinentes, procederemos a establecer una secuenciación de los mismos en función de su grado de dificultad y del resultado obtenido por los estudiantes de clarinete.

7.2. Técnicas de recogida de datos

7.2.1. Análisis documental

Como punto de partida de la investigación hemos consultado las fuentes de información bibliográfica relacionadas con los multifónicos en el clarinete, que podemos separar en las siguientes categorías:

- Diccionarios y enciclopedias especializadas en música.
- Publicaciones generales sobre el clarinete.
- Tratados sobre las técnicas de interpretación extendidas en la familia del viento-madera.
- Tratados específicos de clarinete sobre las técnicas interpretativas contemporáneas.

- Publicaciones del ámbito organológico y acústico en las que se abordan los sonidos múltiples y su emisión.
- Artículos en revistas especializadas.
- Páginas web.
- Catalogaciones y listados de repertorio.

Por su parte, nuestras fuentes primarias han estado constituidas por las obras compuestas a partir de la década de 1960 del repertorio clarinetístico que emplean sonidos múltiples, que hemos agrupado por su instrumentación:

- Composiciones para instrumento a solo.
- Obras para clarinete y piano.
- Repertorio del ámbito camerístico para ensemble instrumental que incluya clarinete, exceptuando el dúo de clarinete y piano.

Las fuentes mencionadas nos han servido para contextualizar el objeto de estudio y definir el cuerpo teórico de la presente investigación. En el capítulo 9 comentaremos de forma detallada los recursos bibliográficos y webgráficos que, desde nuestro punto de vista, resultan más relevantes en relación con los multifónicos en el clarinete. En cuanto al repertorio, si bien hemos consultado más de un centenar de composiciones que emplean multifónicos (para clarinete solo, para clarinete y piano, así como para otras formaciones instrumentales), que pueden consultarse en la lista de referencias (en el apartado correspondiente a las fuentes musicales), conviene aclarar que no hemos pretendido realizar una recopilación exhaustiva ni una catalogación de las mismas. De hecho, el enfoque que hemos querido dar al estudio del repertorio se ha centrado en las tipologías de notación musical empleada para representar los sonidos múltiples en la partitura, así como en el uso dado por los compositores a los multifónicos en el clarinete en relación con el contexto musical en que son empleados, que analizaremos en el capítulo 11.

7.2.2. Análisis auditivo e informático

Como paso previo al análisis de los multifónicos hemos procedido a describir el funcionamiento acústico de la EMF en el clarinete (véase el capítulo 10) con el fin de

establecer un modelo de comportamiento que permita clasificarlos en función de su interválica interna. Para la elaboración de dicho modelo hemos partido de la experimentación basada en el análisis auditivo y numérico de los multifónicos. Hay que precisar que los sonidos múltiples objeto de análisis han sido obtenidos a partir de las digitaciones sugeridas en las fuentes consultadas, así como a través de una búsqueda y propuesta de posiciones alternativas (en este punto podríamos hablar de investigación performativa) que permitan dar una respuesta satisfactoria en cuanto a su utilización por parte del intérprete. Cada uno de los multifónicos obtenidos ha sido analizado con el objetivo de proponer una transcripción que sea lo más ajustada y precisa con respecto a su representación musical. Veamos a continuación de forma detallada el procedimiento de análisis que hemos seguido para la notación de los sonidos múltiples analizados.

Análisis auditivo

Figura 18: Control auditivo de los sonidos constituyentes del multifónico. Elaboración propia.



🎵 04

El procedimiento llevado a cabo en la transcripción musical de los sonidos múltiples podría considerarse como un método de ensayo-error, pero que se orienta en principios del comportamiento acústico del clarinete, realizando una escucha analítica de los sonidos obtenidos a partir de las digitaciones empleadas. En dicho proceso de audición de los multifónicos nos hemos ayudado de una grabadora digital Zoom H4n para su posterior escucha y análisis.

No obstante, en las fases iniciales del análisis auditivo de cada multifónico hemos desglosado las alturas percibidas comparándolas por aproximación con los sonidos más cercanos propios de la emisión monofónica. La escucha de la pista 4, que reproduce el ejemplo de la figura 18, refleja este procedimiento. En ella se puede apreciar cómo la afinación del elemento más grave del multifónico es más alta que la del Mi_3 mientras que la de los dos sonidos restantes se mantiene sin variaciones significativas.

Análisis informático

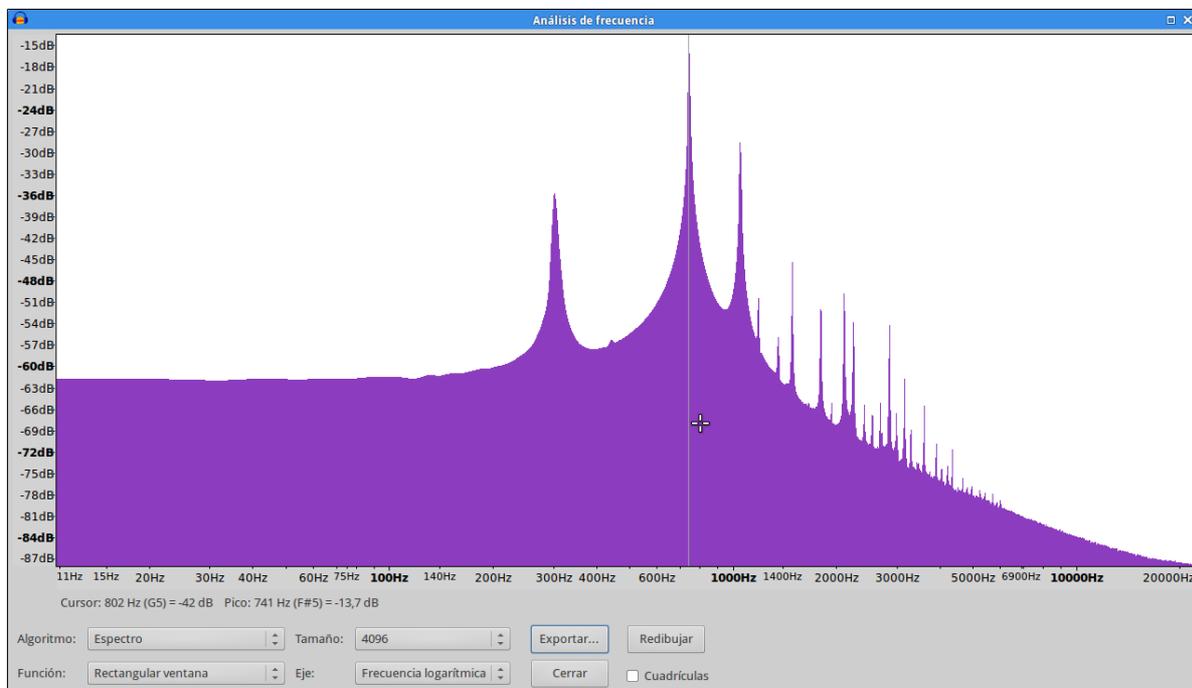


Figura 19: Captura de pantalla del espectrograma generado con el programa Audacity® del multifónico transcrito en la figura 18.

El examen auditivo de los multifónicos se ha complementado con la grabación sonora de los mismos en formato digital para su posterior análisis con el ordenador. Este último ha consistido en la obtención de su correspondiente espectrograma para efectuar el desglose de las frecuencias presentes en el mismo. Para ello, hemos empleado el software Audacity®, programa multiplataforma, libre y de código abierto destinado a la grabación, edición y

análisis de audio.³⁸ En la figura 19 incluimos, a modo de ejemplo, el espectrograma del multifónico transcrito con anterioridad.

En el espectrograma precedente, los tres picos de mayor intensidad (frecuencias que se perciben de forma destacada con respecto al resto) se corresponden con los valores de 300 Hz, 741 Hz y 1.042 Hz. Hay que señalar que hemos optado por una representación gráfica de las frecuencias de tipo logarítmico en lugar de lineal, ya que la primera de ellas facilita la lectura del espectrograma.³⁹ El análisis informático servirá como herramienta en la investigación para calcular con exactitud las relaciones interválicas producidas entre los sonidos constituyentes de los multifónicos, permitiéndonos establecer de esta forma una clasificación de los mismos a través de su comparación numérica. Una vez que hayamos analizado y transcrito los diferentes multifónicos, anotando sus valores frecuenciales, procederemos a compararlos teniendo en cuenta las razones existentes entre sus frecuencias con el fin de establecer una clasificación de tipo cuantitativo basada en dicha relación numérica.

7.2.3. Análisis de la técnica instrumental

Se trata de la observación y reflexión sobre la propia práctica instrumental, con el fin de describir y conceptualizar los aspectos involucrados en la EMF desde el punto de vista de la interacción del cuerpo con el instrumento. En este sentido, López-Cano y San Cristóbal (2014) contextualizan la observación de la práctica musical dentro de técnicas autoetnográficas como la autoobservación directa y la autoobservación indirecta. La primera de ellas requiere la interrupción de la acción llevada a cabo para reflexionar sobre la misma. En el caso que nos ocupa, se trata de interrumpir la emisión del multifónico para recapacitar sobre los gestos efectuados. Por su parte, la observación indirecta será realizada en nuestra investigación a través de la grabación de audio y la posterior escucha de la misma,

38 Disponible en <http://audacityteam.org/>

39 La percepción auditiva de las alturas musicales es logarítmica. Así, el oído confiere a los cambios de octavas una distancia idéntica, cuando en realidad la frecuencia de un sonido aumenta de forma exponencial a medida que sube de octava (se multiplica por 2^n , siendo n el número de octavas percibidas).

analizando el resultado sonoro. Las anotaciones corporales fruto de la autoobservación, relativas a la digitación empleada, al punto de contacto del labio inferior con la caña y a las vocalizaciones empleadas, han sido recogidas en la tabla de multifónicos del anexo I.

El proceso de enseñanza-aprendizaje de los instrumentos musicales acústicos, en los que los gestos efectivos del intérprete⁴⁰ tienen un impacto directo en el resultado sonoro, requiere un análisis profundo sobre la propia técnica instrumental por parte del docente. Esto se debe a que en el aprendizaje de un instrumento musical se generan numerosos automatismos que permiten desviar la atención de los aspectos técnicos para poder centrarse en las cualidades y calidades musicales exigidas por el repertorio. En este sentido, Pay (1995) afirma que «a medida que progresamos como intérpretes (...) nuestra relación con este objeto [instrumento] cambia. Somos más conscientes de los resultados que obtenemos que del propio instrumento» (p. 107). En el caso de la enseñanza de los instrumentos de viento dicho análisis previo es, si cabe, más necesario, puesto que el educando, con la excepción de la digitación y de la parte externa de la embocadura⁴¹, no tiene referencias visuales de los procesos corporales internos encaminados a la producción, mantenimiento, matización y articulación del sonido.

En el análisis, con un fin pedagógico, de la técnica instrumental propia de la EMF comenzaremos estableciendo los elementos corporales involucrados en la misma, que agruparemos en los niveles siguientes: gesto respiratorio, tracto vocal, embocadura y digitación. Cada uno de ellos será descrito, en primer lugar, desde el punto de vista anatómico, antes de proceder a la aplicación del modelo de estudio del papel del cuerpo en la interpretación musical de Peñalba (2008). Dicho modelo está articulado en cuatro estadios: 1) programación motora, 2) acción motora, 3) control mediante la percepción, y 4) almacenamiento, que serán aplicados a cada uno de los planos corporales mencionados con

40 Wanderley (1999) señala que la expresión *gesto musical* tiene connotaciones muy diferentes de unos autores a otros, estableciendo dos tipos de definiciones generales: 1) gestos carentes de concreción física o semióticos, entendidos como una secuencia de acontecimientos sonoros dentro del discurso musical o como una manifestación del pensamiento del compositor; 2) gestos en los que tiene lugar un contacto físico e interacción entre intérprete e instrumento. Dentro de este segundo grupo establece tres categorías: *gestos efectivos* (conducen a la producción sonora), *gestos acompañantes* (que no están relacionados con la técnica instrumental de forma directa) y *gestos figurativos* (percibidos por el público pero sin que sea posible establecer una correspondencia entre gesto y resultado sonoro). Para un análisis en profundidad de los gestos musicales consúltese Godøy & Leman (2010).

41 La palabra *embocadura* puede designar tanto la boquilla de un instrumento de viento como la forma en que ésta es recibida por los labios del instrumentista. Emplearemos el término en esta segunda acepción.

anterioridad. En su análisis haremos una incidencia especial en las propiocepciones y en las sensaciones del intérprete, con el fin de poder establecer imágenes mentales y metáforas que sirvan de orientación a los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la emisión de sonidos múltiples con el clarinete. Como señala Harris (1995), «el uso de analogías y metáforas es siempre útil cuando queremos expresar nuevos conceptos técnicos al músico principiante» (p. 128). En el caso que nos ocupa, la EMF requiere el control de elementos técnicos que, en relación con la emisión convencional monofónica, resultarán novedosos para los alumnos que se inicien en la primera de ellas, cuyo nivel instrumental y especificidades dentro de los estudios musicales reglados serán descritos en el capítulo 14.

La reflexión sobre la propia técnica instrumental y el análisis de la interacción corporal con el clarinete en los cuatro estadios mencionados en el párrafo anterior nos servirán de referencia para la elaboración de la propuesta didáctica, que será confrontada con la realidad del aula en su proceso de diseño. En este punto consideramos conveniente aclarar que la metodología empleada en la actual fase de nuestro trabajo no se corresponde con la de una investigación del ámbito educativo al uso, en la que el objeto de estudio sería el propio grupo de alumnos. Sin embargo, nuestro objetivo principal no pretende constatar las ventajas e inconvenientes que pudiera conllevar el estudio de los sonidos múltiples dentro del proceso de aprendizaje de la técnica instrumental por parte de los alumnos, sino que busca ajustar la adecuación de los materiales diseñados a las características de un grupo concreto de estudiantes. En otras palabras, no pretendemos medir el aprendizaje de los alumnos con el material propuesto, sino el propio material diseñado con respecto a su proceso de aprendizaje.

7.2.4. Equipamiento empleado

Debido a las diferencias constructivas existentes entre modelos y marcas de clarinetes, estimamos conveniente indicar el material (combinación de instrumento, caña, boquilla y abrazadera) empleado. En primer lugar, el clarinete utilizado se corresponde con el modelo *Saint Louis* de la marca Selmer®, cuyas especificaciones detallamos en la tabla 4.

Clarinete Selmer® Saint Louis	
Tonalidad	Si bemol
Afinación	442
Taladro	14,5 mm de diámetro ⁴²
Barrilete	Bicónico ⁴³ de 66,5 mm de longitud
Mecanismo	Sistema Boehm estándar (17 llaves y 6 anillos) con palanca adicional para Lab_2/Mib_4 ⁴⁴
Enzapatillado	Zapatillas sintéticas <i>Valentino</i> , en sustitución de las originales de piel

Tabla 4: Especificaciones del clarinete empleado. Elaboración propia a partir de los datos recuperados de <http://www.selmer.fr/fiche.php?code=1104032011>.

En segundo lugar, junto con el instrumento señalado hemos utilizado la combinación de material siguiente:

- Boquilla de marca Vandoren®, modelo CL5, con una abertura de 1,135 mm en la punta y curvatura de tabla larga⁴⁵ (información recuperada de <http://www.vandoren-fr.com/file/162035/>).
- Cañas Vandoren® de corte tradicional (núm. 3,5) y *56 rue Lepic* (núm. 3,5+). En la tabla 5, página 121, indicamos sus dimensiones.
- Abrazadera flexible de marca Rovner®, modelo EVO-5.

En el capítulo 8 profundizaremos en las características organológicas y constructivas del clarinete de sistema francés, detallando las propiedades y materiales de boquilla y lengüetas.

42 En la unión entre los cuerpos superior e inferior.

43 El diámetro interno del barrilete se reduce hacia el centro para volver a ensancharse en el extremo final. El instrumento está provisto de un segundo barrilete de 64,5 mm de longitud que no ha sido empleado en la grabación y análisis de los sonidos múltiples.

44 Puesto que esta palanca accionada con el dedo I5 que duplica la acción de la llave 4 (D5) no está incluida en todos los modelos y marcas de clarinete, hemos optado por excluirla de las digitaciones empleadas.

45 Véase la figura 29, en la página 119.

II. Marco teórico

8. Evolución y organología del clarinete

En el capítulo 3 hemos señalado que el clarinete es un instrumento aerófono de lengüeta batiente simple y tubo cilíndrico. Estas características definen a una familia de instrumentos ampliamente extendida y cuyos orígenes se remontan al Antiguo Egipto. Como hemos mencionado, la presente investigación se centra en la EMF con el clarinete soprano en *Si* bemol de sistema Boehm. Consideramos preciso contextualizar dicho instrumento, teniendo en cuenta su desarrollo y evolución así como sus características organológicas y constructivas antes de proceder a la descripción de su comportamiento acústico, que será abordado en el capítulo 10.

8.1. Evolución del instrumento

8.1.1. Clarinetes primitivos y folclóricos

En este apartado haremos un recorrido, por ámbito geográfico, de los principales aéfonos de lengüeta batiente simple que entrarían dentro de la categoría 422.2 de la clasificación revisada de Hornbostel-Sachs (MIMO, 2011), que ha sido expuesta en el apartado 3.1.2 (página 51). De acuerdo con Tranchefort (1996), en ciertas tribus africanas es posible encontrar, aún hoy, los tipos más primitivos de clarinetes. Todos ellos son instrumentos idioglóticos⁴⁶ contruidos con tallos gruesos de cereales como el mijo, y que en ocasiones pueden terminar en una pequeña calabaza agujereada que hace las veces de campana. Algunos de estos instrumentos se tocan de forma transversal, como el *bumpa* de Burkina Faso –llamado *papo* en Benín– y el *bikkoy* de Camerún.

46 La lengüeta se obtiene por una incisión en el propio tubo, a diferencia de los instrumentos heteroglotos, en los que la lengüeta procede de una pieza separada.

En Sudamérica también se encuentran clarinetes sencillos de tipo idioglótico con tres o cuatro agujeros. Entre ellos destaca la *uruá*, instrumento tocado por los indios de las tribus Camayurá y Yawalapiti del Alto Xingú, en Brasil (figura 20). Se trata de un clarinete doble que puede superar los dos metros de longitud y que está formado por sendos tubos de caña largo y corto, cuyas lengüetas se encuentran ubicadas en su interior.



Figura 20: Clarinetes dobles, macho y hembra (largo y corto). Danza ceremonial de Camayurá. (Xingú, Brasil). Recuperado de <http://www.banrepcultural.org/blaavirtual/antropologia/musicprec/musicprec16.htm>.

En el Extremo Oriente los clarinetes folclóricos se hallan poco extendidos en comparación con los instrumentos de lengüeta doble. Entre los primeros destacan el *caiken-doi* vietnamita, formado por dos tubos cortos de bambú con siete agujeros y una lengüeta batiente para cada uno, y el *tiktiri* indio. Éste último es conocido por ser el instrumento de los encantadores de serpientes, y está compuesto de dos tubos (melódico y de bordón) que se insertan en una calabaza que sirve como embocadura y cámara de aire.

En Oriente Próximo y el Norte de África están muy extendidos los clarinetes dobles de tipo idioglótico. Su origen se remonta al Egipto del Imperio Antiguo. Rice (1992) señala que en los relieves de varias tumbas en Saqqara, Giza, así como en las pirámides de la Reina Khentkaus se puede reconocer un clarinete doble idioglótico denominado *memet* (p. 1). Un instrumento muy similar al anterior ha llegado a nuestros días con el nombre *zummâra* (figura 21, izquierda). Se compone de dos tubos cilíndricos paralelos, de caña o madera, que son atados juntos. La lengüeta consiste en un corte realizado sobre un trozo de caña de menor tamaño, cerrado en su extremo por un nudo y que se acopla a cada uno de ellos. Ambos tubos presentan cinco o seis agujeros simétricos que crean un efecto de falso unísono al tocarlo (debido a las diferencias leves de afinación que se producen entre las dos secciones). Asimismo, existe otro clarinete doble ampliamente extendido en el mundo árabe denominado *arghul* (figura 21, derecha) el cual se caracteriza por tener un tubo más largo y sin orificios que hace las veces de bordón. Tanto el *arghul* como la *zummâra* presentan múltiples variantes en su diseño y denominación según la localización geográfica, como *argul*, *arghoul*, *arghool*, *argol*, *arghül* o *yarghul*, en el caso del primero, y *zammar* o *mijwez* en el del segundo. Ambos instrumentos se tocan empleando la técnica de la respiración circular.⁴⁷

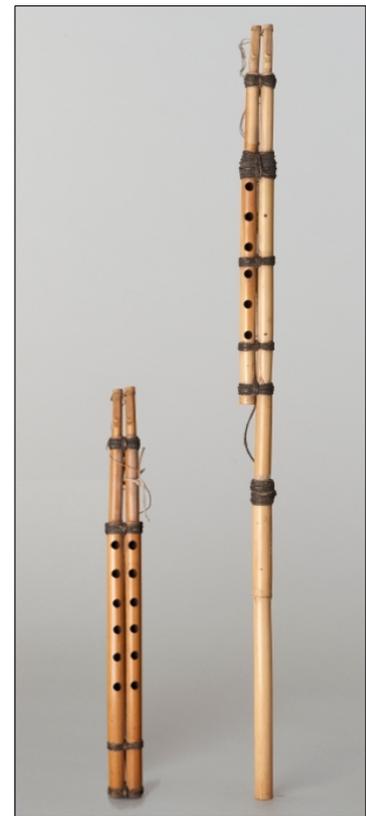


Figura 21: *Zummâra* y *arghul*. Adaptado de MIMO 908714 y 908603.

Ya en Europa, el antecedente más lejano del clarinete lo encontramos en el *aulos* de la Antigua Grecia. De origen oriental, se cree que llegó a través de Egipto y Creta. El *aulos*, que en griego significa literalmente *tubo*, se construía con materiales como la madera de caña, la madera de boj, el hueso o el marfil, y podía ser tanto de sección cilíndrica como cónica. Por lo general se empleaba una lengüeta de tipo doble, pero hacia el siglo IV a.C. ésta también podía ser simple. El instrumento se tocaba con un tubo para cada mano, tal y

⁴⁷ Ver glosario.

como se puede apreciar en las ilustraciones de jarrones y vasijas que han llegado hasta nuestros días. Cerca de la embocadura se colocaba una tira de tela o cuero a modo de bozal para evitar fugas de aire entre los tubos. Baines (1991) señala asimismo la existencia del *monaulos*, un *aulos* de un solo cuerpo con orificios para ambas manos que data de la época helenística. En su opinión, este instrumento «es históricamente importante pues quizás represente el eslabón principal, en la historia de los instrumentos de lengüeta, entre los tubos dobles de la era antigua y los tubos individuales de la era moderna» (p. 202). Un instrumento similar al *aulos* doble son las *launeddas* de Cerdeña, que han perdurado hasta nuestros días. Se trata de un clarinete triple con un tubo que hace de bordón y dos tubos melódicos. Entre los instrumentos populares europeos de lengüeta batiente simple que siguen en uso en la actualidad tenemos que destacar la *alboka* vasca (figura 22), pequeño clarinete doble que lleva la lengüeta cobijada en un cuerno, así como el *pibcorn* galés, de un solo tubo. Estos instrumentos pastoriles, cuyo uso se remonta a la Edad Media, están fabricados de caña, madera o cuerno y son de insuflación indirecta (con la lengüeta situada en el interior de una cámara de aire).



Figura 22: Alboka [MIMO 118556].

Hay que señalar que los clarinetes dobles y triples que hemos visto a lo largo de este apartado permiten realizar un tipo de emisión que denominaremos *polifónica* (empleamos este término para distinguirla de la EMF), en la que cada tubo es capaz de generar un sonido independiente de forma simultánea. Este tipo de emisión no se corresponde con nuestro objeto de estudio, pues el sonido emitido por estos instrumentos es, en definitiva, una emisión monofónica multiplicada por el número de tubos sonoros que los conforman.

8.1.2. *Chalumeau* y clarinete barroco

Muchos de los instrumentos populares medievales eran denominados de forma genérica con el término francés *chalumeau*. Este nombre procede del latín *calamellus*, diminutivo de *calamus*, que literalmente quiere decir caña. Remnant (2002) indica que es probable que este instrumento se conociera en España como *churumbela* (p. 136), aunque otros autores como Fernández Cobo (2010) apuntan a la denominación española de *caramillo*, cuya etimología es compartida con el *chalumeau*. En este sentido, Villanueva (1999) se refiere al caramillo como un instrumento pastoril «de pequeñas dimensiones, cilíndrico, de embocadura recta y siempre tocado en compañía de otros instrumentos como el tamboril, la cornamusa y la dulzaina» (pp. 163-164). Hay que indicar que en la segunda parte del tratado *Harmonie Universelle* de M. Mersenne, publicada en 1637, se describen varios instrumentos sencillos e idioglóticos de uno, dos y tres agujeros, que el autor denomina *chalumeaux* (pp. 229-230). Asimismo, emplea este nombre (en su forma singular) para referirse a los tubos de la cornamusa que poseen lengüeta batiente simple (pp. 305-307).



Figura 23: *Chalumeau* [MIMO M139].

A finales del siglo XVIII el *chalumeau* se desarrolla al cambiar la ubicación de la lengüeta, que pasará al extremo superior del tubo sin estar encapsulada. Esto permitirá un mayor control del sonido y de la articulación, ya que entrará en contacto directo con los labios y con la lengua del instrumentista. La distribución de los orificios y la digitación del *chalumeau* es similar a la flauta de pico, pero su capacidad dinámica es mayor y suena una

octava más grave.⁴⁸ El instrumento contaba con siete agujeros tonales más un doble orificio en la parte inferior, para el dedo D5, y con dos llaves diametralmente opuestas para I2 e I1 (ver figura 23, en la página anterior). Su tesitura tenía una extensión de una octava y media (desde Fa_2 a Sib_3) y existían instrumentos soprano, alto, tenor y bajo, afinados alternativamente en *Do* y *Fa*, de forma análoga a las flautas de pico.

Se cree que las primeras mejoras en el *chalumeau* se producen en Francia, difundiéndose rápidamente al ámbito germano. Lawson (1995) señala como un hecho significativo que en 1696 los constructores de instrumentos Johann Christoph Denner (a quien algunas fuentes atribuyen la invención del clarinete, como veremos a continuación) y Johann Schell obtuvieron la ratificación del ayuntamiento de Núremberg para ser reconocidos como maestros artesanos a los que se concedía permiso para construir y vender «instrumentos musicales franceses [...] que habían sido inventados doce años antes [es decir, en 1684] en Francia (Nickel, 1971, pp. 203-205)» (p. 4).

Se puede considerar al *chalumeau* barroco (figura 23) como el antecesor directo del clarinete, que aparecerá con el cambio del siglo XVII al XVIII. En este sentido, Pastor García (2010) señala que

El punto de partida en el desarrollo acústico del clarinete se establece en las nuevas mejoras aplicadas al *chalumeau*: la reubicación de la llave trasera, más próxima a la boquilla, la reducción del diámetro del orificio que obturaba y la ampliación de la sección inferior en una campana (p. 209).

No existe consenso en torno a la aparición del clarinete. Doppelmayr (1730), atribuye su invención a J. Ch. Denner (1655-1707), constructor de instrumentos que desarrolló su actividad en Núremberg. Sin embargo, Lawson (1995) pone en duda que Doppelmayr sea una fuente completamente fiable «puesto que tendía a exagerar los logros de los artesanos locales y no pudo evaluar las contribuciones de otros constructores en el desarrollo del *chalumeau* y del clarinete» (p. 3). Señala además una factura fechada en 1710 como la fuente más antigua que hace referencia al clarinete. El documento se corresponde con un encargo de varios instrumentos realizado por el Duque de Gronsfeld al taller de Jacob Denner (1681-1735), hijo de Johann Christoph, entre los que se incluían siete *chalumeaux* y dos *clarinettes*.

48 Como veremos en el capítulo 10, esto se debe a la Tercera ley de Bernoulli.

Chalumeau (figura 23) y clarinete barroco (figura 24) coexisten durante el primer cuarto del siglo XVIII. El término *clarinette* aparece en Francia como diminutivo de clarín, por su semejanza tímbrica con dicho instrumento de viento-metal, que contaba con orificios y tubo cónico. Pese a poseer una organología similar, la tesitura y sonoridad de *chalumeau* y clarinete son muy diferentes. El primero era empleado por su sonido grave y timbre oscuro, mientras que el segundo se caracterizaba por su registro agudo de sonoridad penetrante. Hay que señalar que el *chalumeau* tan sólo podía producir sonidos fundamentales con una afinación y sonoridad apropiados, mientras que el clarinete contaba con un registro agudo brillante (sin embargo, la afinación y calidad sonora en el registro fundamental eran deficientes). Los primeros clarinetes barrocos tan sólo poseían dos llaves y estaban afinados en *Re* (posteriormente aparecerían también instrumentos en *Do*). Con todo el tubo cerrado y la llave de registro accionada se obtenía la nota Do_4 , la llave de la parte delantera producía el La_3 y con las dos llaves presionadas se conseguía el Sib_3 . Para obtener el Sib_3 se alargó el tubo añadiendo una tercera llave para el pulgar derecho, mientras se mantenía el resto del tubo tapado y la llave de registro accionada. Con respecto a las lengüetas, éstas terminaban en un corte recto y se ataban a la boquilla, que formaba una única pieza con lo que hoy es el barrilete (ver apartado 8.2.2).

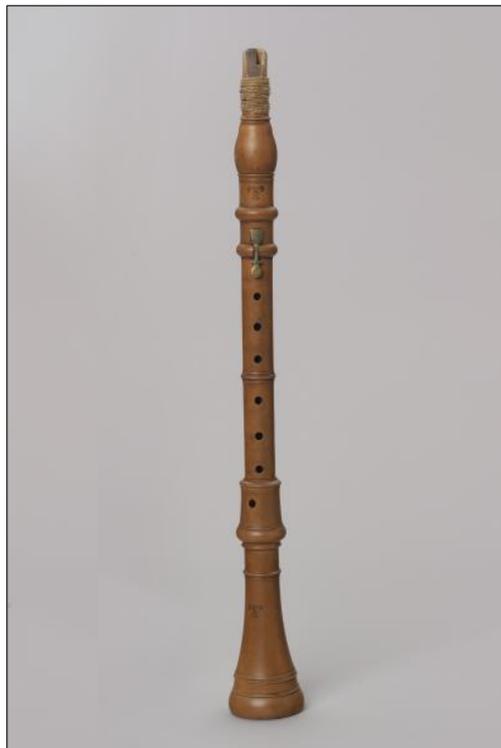


Figura 24: Clarinete en *Re* de dos llaves por Jacob Denner (ca. 1720) [MIMO MI149].

8.1.3. El clarinete en el Clasicismo

En el transcurso del siglo XVIII se producen mejoras en el clarinete que lo llevarán a asumir el registro del *chalumeau*, que acabará cayendo en desuso (Baines, 1991). La punta de la boquilla y de la caña disminuyen de tamaño y se redondean ligeramente, facilitando la emisión y articulación. Se añaden dos nuevas llaves para conseguir las notas Lab_2/Mib_4 con el dedo D5 y $Fa\sharp_2/Do\sharp_4$ con I5. La palanca que permite obtener el Mib_2/Sib_3 con todo el tubo cerrado pasa de D1 a I5, facilitando la sujeción del instrumento.⁴⁹ Nos encontramos pues con un clarinete de cinco llaves que puede ser considerado como el modelo arquetípico del Clasicismo.



Figura 25: Clarinete en *Do* de cinco llaves por J. Hale (ca. 1785) [MIMEd 4716].

El material utilizado con mayor frecuencia para la construcción de los clarinetes era la madera de boj. Los primeros instrumentos de cinco llaves se construyen en cuatro secciones: boquilla unida al barrilete, cuerpo superior, cuerpo inferior y cepa (figura 25). Esta última llevaba ubicadas las tres llaves accionadas con los meñiques, así como el

⁴⁹ Las notas obtenidas mediante la acción de las llaves mencionadas se corresponden con los sonidos de registro fundamental y agudo, a la 12ª superior, como se detallará en el capítulo 10.

agujero para D5 (Fa_2/Do_4). La cepa incluía la campana o pabellón del extremo inferior, dividiéndose posteriormente en dos partes, al igual que el barrilete y la boquilla, para la que comenzarán a usarse materiales más resistentes, como el ébano. Las distintas piezas podían estar rematadas con una arandela de marfil. La división del instrumento en segmentos de menor tamaño permitía un ahorro de madera en su construcción así como un mejor acabado. Las llaves terminaban en una cabeza cuadrada recubierta de cuero para tapar los agujeros y pivotaban sobre un alfiler que atravesaba un bloque de madera que sobresalía del instrumento. El mecanismo se completaba con muelles de metal templado cuya hoja actuaba directamente sobre la madera.

Los clarinetes de este periodo estaban afinados en Do , $Si\flat$ y La . Esto se debe a las dificultades de digitación y sonoridad que suponían las tonalidades de tres o más alteraciones en su armadura, debido al gran número de posiciones de horquilla. Era habitual emplear la misma boquilla, cepa y campana, utilizando los llamados *cuerpos de recambio* para tocar en las tres afinaciones señaladas con anterioridad. En torno a 1790, J. X. Lefèvre, profesor del Conservatorio de París, pide al constructor J. J. Baumann la adición de una sexta llave accionada con I5 para producir las notas $Do\sharp_3/Sol\sharp_4$ (Rice, 2003), mejorando su sonoridad y afinación al reducir el uso de digitaciones de horquilla.

8.1.4. El clarinete en el siglo XIX

En los primeros años del siglo XIX el diseño básico del clarinete no sufre apenas modificaciones. Se añaden llaves adicionales para trinos y pasajes cromáticos por constructores como J. H. W. Grenser o J. F. Simiot. Este último inserta un tubo metálico ligeramente realzado en torno a los agujeros de la parte posterior para evitar fugas del agua condensada en el interior del taladro. Sin embargo, la situación del instrumento dará un giro radical cuando el clarinetista de origen estonio I. Müller se establece en París en torno a 1811 (Hoeprich, 2008). Müller diseña un nuevo instrumento de trece llaves (figura 26, en la página siguiente), que será construido por C. Gentellet y bautizado por su creador como *clarinette omnitonique*.⁵⁰ Afinado en Si bemol, Müller consideraba que su nuevo instrumento permitía tocar con facilidad en todas las tonalidades, de modo que, en su

⁵⁰ Clarinete omnitónico.

opinión, los clarinetes en *La* y *Do* acabarían siendo innecesarios. En 1812, el clarinete de Müller fue presentado por su inventor en el Conservatorio de París ante una comisión presidida por J. X. Lefèvre. El instrumento fue rechazado con el argumento de que los compositores perderían el timbre y sonoridad específicos de los clarinetes en *Do*, *Sib* y *La*. No obstante, en pocos años el clarinete de trece llaves acabaría imponiéndose gracias a su superioridad técnica. Entre las principales innovaciones del instrumento de Müller podemos citar: el aumento del diámetro de los agujeros accionados por las llaves, mejorando la ventilación y la sonoridad; el añadido de una llave para Fa_2/Do_4 accionada por el dedo D5, que permitió cambiar la ubicación del oído correspondiente; la adición de llaves para los dedos anular e índice de ambas manos con el fin de facilitar pasajes cromáticos y trinos; una mejora en la precisión del mecanismo por un rediseño de las propias llaves, que iban montadas en un eje entre dos pilares y terminaban en una cazoleta semicircular (donde se insertaba una zapatilla rellena que cerraba sobre el borde ligeramente realzado del agujero).



Figura 26: *Clarinette omnitonique* de Iwan Müller [MIMEd 5192].

A pesar de las innovaciones introducidas, el sistema de Müller presentaba algunos problemas de homogeneidad sonora por las diferencias en el diámetro de los agujeros tapados directamente con los dedos de la mano derecha, de menor tamaño, y los que llevaban llaves. El belga A. Sax solucionó este problema en 1840 mediante la adición de

llaves de anillo conectadas con orificios de ventilación que permitieron a los dedos D2, D3 y D4 controlar cuatro agujeros (Shackleton, 1995).

A partir de la segunda mitad del siglo XIX el mecanismo del clarinete experimenta continuas modificaciones y mejoras, como el uso de muelles de aguja similares a los empleados por los relojeros. De acuerdo con Shackleton (1995), la adición de llaves y la modificación del mecanismo tiene el propósito de mejorar la fluidez y entonación de determinados pasajes cromáticos, de homogeneizar el sonido de las notas contiguas y de hacer que el instrumento pueda tocar más fuerte. Aparecen numerosos modelos y patentes de clarinete, como el *Do sostenido patentado*, que facilitaba el paso entre las notas $Mi_2/Fa\sharp_2$ y $Si_3/Do\sharp_4$. Este mecanismo, registrado por S. Lefèvre en 1854, fue empleado por constructores como E. Albert. Es en estos años centrales del siglo XIX donde podemos situar el comienzo de la divergencia entre los sistemas de clarinete alemán y francés, cuya separación definitiva se acabará fraguando en las décadas posteriores.

La aparición en 1843 del sistema Boehm, surgido de la colaboración entre el clarinetista H. Klosé y el constructor A. Buffet *jeune*, como hemos visto en el capítulo 3, supondrá una innovación que rompió, en cierta medida, con la evolución del mecanismo en el instrumento. Asimismo, hemos señalado que este sistema se irá imponiendo de forma progresiva en Francia y otros países europeos. Sin embargo, el desarrollo del clarinete de trece llaves continuó en el ámbito germano con independencia del sistema Boehm.

En este punto nos vamos a centrar en el clarinete de sistema alemán, cuya evolución prosiguió a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX y primeros años del XX. Dicho sistema, que podría considerarse como la continuación del clarinete de trece llaves, se desarrolló en dos fases. La primera de ellas tiene lugar en torno a 1860 en Múnich, como fruto de la colaboración del clarinetista alemán C. Baermann y el fabricante G. Ottensteiner, que da lugar al clarinete de sistema Baermann que es, en esencia, el modelo de Müller con adiciones: anillos en el cuerpo inferior que cumplen la misma función que los de A. Sax, palancas adicionales para el dedo I5 y mecanismo adicional en la mano izquierda que no llevaba aparejados nuevos orificios (Shackleton, 1995, p. 27).

Posteriormente, el clarinetista y constructor alemán O. Oehler (1858-1936) diseña un sistema basado en el de Baermann, pero que presenta numerosas mejoras en la afinación y un mecanismo mucho más complejo, con veintinueve agujeros. Entre sus características

principales encontramos: en el cuerpo inferior una llave duplicada para Lab_2/Mib_4 , accionada con I5, una llave de plato para el dedo D4 y rodillos que permiten deslizar los meñiques de ambas manos entre las palancas correspondientes a $Mi_2-Fa\#_2 / Si_3-Do\#_4$ (I5) y Fa_2-Lab_2 / Do_4-Mib_4 (D5); en el cuerpo superior un tercer anillo para I4 y la colocación del orificio accionado por la llave de registro en la parte frontal del instrumento. Asimismo, Baines (1991) señala que algunos instrumentos cuentan con una llave pequeña en la campana que es abierta con D1 que permite subir la afinación de las notas Mi_2/Si_3 a voluntad del intérprete.



Figura 27: Clarinetes de sistema Baermann (izqda.) y Oehler (dcha.). Adaptado de MIMEd 5110 y 2313.

Los sistemas de Baermann y Oehler, por una parte, y Buffet-Klosé, por otra, han dado lugar a las escuelas alemana y francesa, que, más allá de las diferencias tradicionales en la concepción del sonido,⁵¹ emplean dos diseños de instrumento que han discurrido por caminos diferentes en su desarrollo, como hemos visto a lo largo de este apartado. En la actualidad, las diferencias entre ambos se consideran tan acentuadas que las convocatorias de vacantes de clarinete en las orquestas germanas exigen a los candidatos el empleo del

51 El origen de ambas escuelas interpretativas, entendidas desde el punto de vista de la concepción y carácter del sonido, se remonta a las medianías del siglo XVIII. La escuela francesa, fundada por el clarinetista Joseph Beer se caracterizaba por su brillo y fluidez, mientras que la escuela alemana, inspirada en el estilo interpretativo de Franz Tausch, puso el foco en el desarrollo de un timbre oscuro y en la calidad del tono. (Weston, 2002, p. 29). Podemos afirmar que ambas concepciones del sonido, más allá de lo aspectos estilísticos, acabarían condicionando la propia evolución del instrumento.

sistema alemán (Shakleton, 1995, p. 26). En el apartado siguiente abordaremos de forma exclusiva la organología del clarinete soprano de sistema Boehm, sobre el que versa nuestra investigación.

8.2. Morfología del clarinete Boehm moderno

En este apartado haremos referencia a las dimensiones y materiales constructivos del instrumento. Como hemos señalado en el apartado 3.2.2, La longitud del clarinete Boehm en *Si bemol* es de 67 cm, aunque pueden existir variaciones poco significativas entre fabricantes y modelos. Por su parte, el peso presenta mayores desviaciones de unos instrumentos a otros, ya que está condicionado por el material constructivo y por el grosor de las paredes del tubo. La masa de los instrumentos de madera de ébano o granadillo gira en torno a los 800 g, mientras que los instrumentos de materiales plásticos, como la resina sintética ABS,⁵² tienen un peso aproximado de 700 g. Sin embargo, al hablar de las dimensiones del clarinete hay que tener en cuenta una tercera variable que tiene una incidencia directa en su afinación y sonido: el taladro diámetro interno del tubo, ya que éste condiciona la forma de la columna de aire que, como hemos observado en el primer párrafo del apartado 3.1.1, constituye el cuerpo sonoro del instrumento. Gibson (1998, pp. 36-37) distingue entre cuatro tipos generales de taladro en el clarinete:

- 1) Tubo estrictamente cilíndrico bajo un barrilete de forma cónica invertida.⁵³ Este diseño podría considerarse como el más antiguo, y fue adoptado por I. Müller, E. Albert y O. Oehler.
- 2) Un cono invertido cuyo diámetro disminuye de forma progresiva a través del barrilete y del cuerpo superior. Es empleado en lo clarinetes de sistema alemán de marca Wurlitzer a partir de mediados el siglo XX.
- 3) Policilíndrico (ver figura 28, en la página siguiente), formado por un cilindro en el barrilete que se estrecha al inicio del cuerpo superior mediante una transición de forma

52 Siglas de los tres monómeros fundamentales para su preparación: acrilonitrilo, butadieno y estireno.

53 Por forma cónica nos estamos refiriendo en realidad a conos truncados

cónica invertida, así como por un cilindro de mayor diámetro en el cuerpo inferior. Este modelo tiene por objeto reducir los intervalos de duodécima excesivamente amplios que se producen a partir de los sonidos fundamentales graves. Se aplica en los clarinetes R13 de la casa Buffet Crampon® desde 1950.

- 4) Un patrón de doble cono invertido, con un barrilete de menor diámetro que conduce a un segundo cono invertido en el cuerpo superior, con un diámetro mayor en su inicio con respecto al final del barrilete. Por su parte, el cuerpo inferior aumenta de diámetro hacia su extremo final, al igual que en las tipologías anteriores. El instrumento que hemos empleado en nuestra investigación, cuyas características se detallan en el apartado 7.2.3, se corresponde con este último diseño.

Estas modificaciones en el diámetro del tubo, denominadas perturbaciones, tienen por objeto corregir la afinación de determinados sonidos. Benade (1990) señala que

Un ensanchamiento en la sección transversal de una columna de aire (a) baja la frecuencia natural de cualquier modo [de vibración] que tenga una presión mayor (y por lo tanto menor movimiento) en la posición del ensanchamiento, y (b) sube la frecuencia natural de cualquier modo que tenga un nodo de presión (y por lo tanto un movimiento más amplio) en la posición del ensanche (p. 474).

El taladro de los clarinetes Boehm modernos se corresponde fundamentalmente con los tipos tercero y cuarto de los vistos con anterioridad. En cuanto a sus dimensiones, el diámetro en la parte central de los instrumentos de sistema Boehm en *Si bemol* fabricados en el siglo XX se mueve en un rango comprendido entre los 13,3 mm y los 15,2 mm, de acuerdo con los datos ofrecidos por Pastor García (2010, p. 80).

El instrumento moderno se divide en cinco secciones: boquilla, barrilete, cuerpo superior e inferior, y campana. Estas piezas se ajustan entre sí por

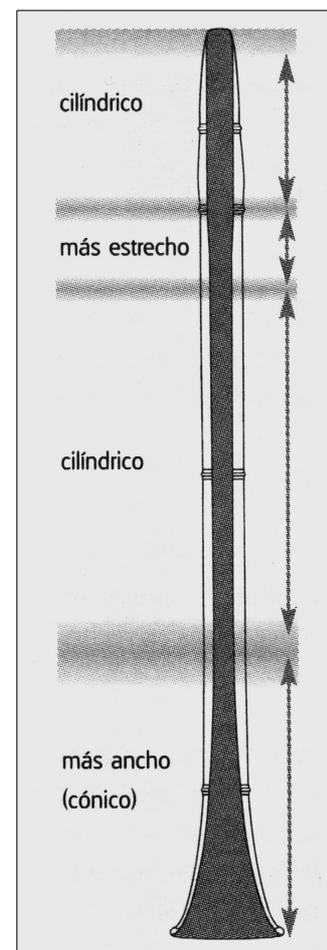


Figura 28: Esquema de taladro policilíndrico (Pinksterboer, 2003, p. 34).

medio de unas juntas recubiertas de corcho que encajan en el interior de la sección contigua. A excepción de la boquilla, suelen estar rematadas en sus extremos por arandelas metálicas para evitar agrietamientos de la madera. Veamos por separado cada una de ellas.

8.2.1. Boquilla, caña y abrazadera

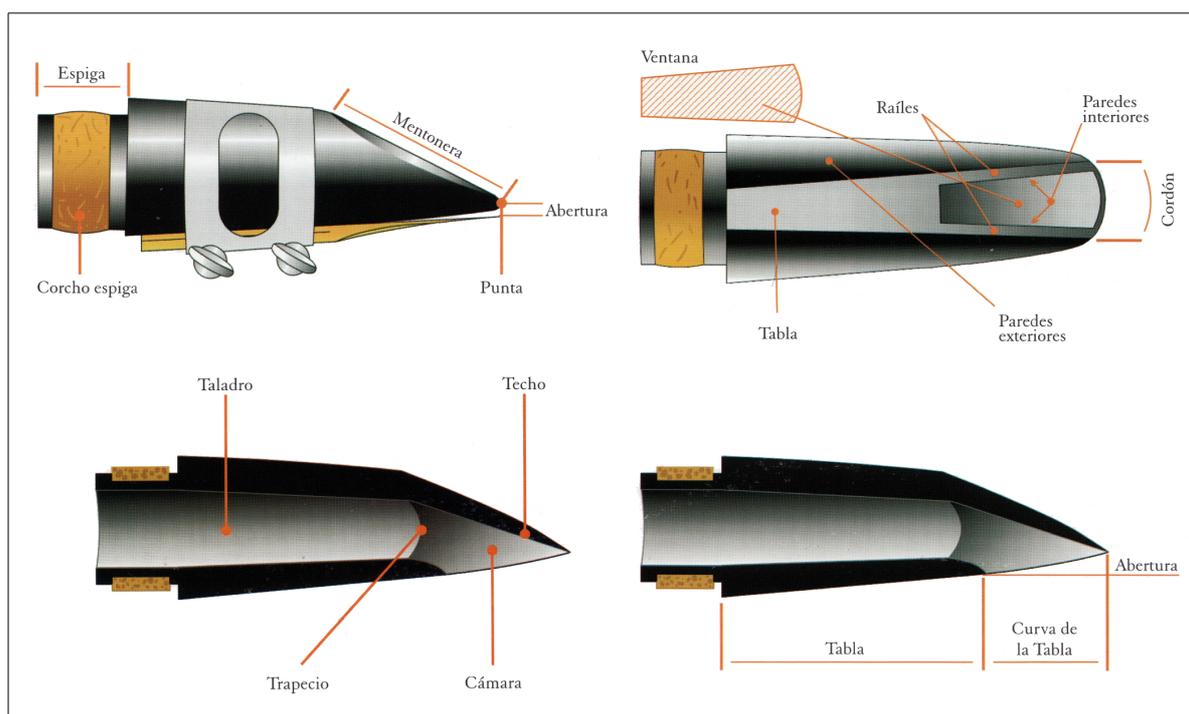


Figura 29: Partes constituyentes de la boquilla del clarinete (Jerez Gómez, 2010, pp. 23-24). Adaptado con permiso del autor.

El conjunto formado por estos tres elementos constituye la sección del instrumento que está en contacto con la embocadura del intérprete. La madera fue el principal material constructivo empleado en las boquillas de los clarinetes en el siglo XVIII. Pino (1998) señala que estas boquillas no eran duraderas, ya que se deformaban con la humedad y podían sufrir daños debido a su falta de dureza. Esta situación llevó a los constructores a experimentar con materiales como el ébano, el metal, el cristal, la porcelana e incluso el marfil (p. 200). Las boquillas de ebonita,⁵⁴ el material más común en la actualidad,

⁵⁴ Polímero derivado de la vulcanización de caucho puro con azufre, situándose este último en torno al 35%. Pino (1998) denomina este material como *hard rubber* (literalmente, caucho duro).

aparecieron en la década de 1870, de acuerdo con este mismo autor (1998, p. 20). Jerez Gómez (2010) apunta que la ebonita es un material «idóneo en la construcción de boquillas por su dureza y densidad, evitándose la deformación por los cambios de temperatura y/o humedad» (p. 20).

La caña o lengüeta se adosa sobre la tabla de la boquilla (ver figura 29), cubriendo la ventana hasta llegar a la altura del cordón. Ésta se une a la boquilla mediante la abrazadera, pieza que puede ser metálica, de cuero, sintética, de cordón, etc. Gibson (1998) señala que el diseño (la forma en que contacta con la caña) y el material de la abrazadera ofrece sus propias características, «si bien éstas son mucho más significativas para el intérprete que para el oyente» (p. 61). Asimismo, hay que señalar que en la mentonera (cara externa del techo) es habitual colocar un compensador⁵⁵ sobre el que el instrumentista apoyará los incisivos superiores para tener una mejor sujeción del instrumento. El grosor de dicha almohadilla oscila entre los 0,3 mm y los 0,99 mm, según fabricantes y modelos.

El conjunto formado por la boquilla, caña y abrazadera es el responsable de generar las oscilaciones que serán transmitidas al interior del tubo gracias al comportamiento de la caña, que actuará a modo de válvula (este fenómeno es explicado en el capítulo 10). Así pues, la combinación de estos tres elementos desempeña un papel primordial en la producción del sonido, determinando la calidad del mismo. Garcés (1991) opina que el tándem boquilla-caña es uno de los elementos más personales del músico, señalando que en su elección «debemos exigir los siguientes requisitos: emisión cómoda en todos los registros, control de las dinámicas, observando que la proporción sonido-aire esté equilibrada en todas ellas, flexibilidad interválica y sonido homogéneo» (p. 24).

En cuanto a la lengüeta, hay que indicar que se fabrica a partir de un tipo de caña llamada *Arundo donax*. «También existen lengüetas sintéticas o de plástico» (Pinksterboer, 2003, p. 85), si bien estas últimas tienen una aceptación menor con respecto a las primeras. Como puede apreciarse en la tabla 5, el grosor de la zona de vibración o burilación, situada sobre la ventana de la boquilla, disminuye desde valores cercanos a los 3 mm (a la altura de la corteza) hasta llegar al orden de las décimas de milímetro en la punta. La resistencia y flexibilidad de las cañas dependerá de la longitud y apertura de la ventana. Una boquilla con una apertura pequeña y una ventana larga precisará de cañas más duras (de numeración más

55 Almohadilla autoadhesiva de goma.

alta), mientras que las boquillas de mayor apertura y menor longitud requerirán el empleo de cañas más suaves (de menor numeración).⁵⁶ En la tabla siguiente indicamos las medidas y características de las cañas empleadas en la fase experimental:

Fabricante	Vandoren®	
Cañas	Tradicionales®	56 rue Lepic®
Espesor de la punta	0,09 mm	0,11 mm
Espesor del talón	2,8 mm	3,15 mm
Longitud	68 mm	68 mm

Tabla 5: Medidas de las cañas empleadas en la fase experimental. Elaboración a partir de los datos recogidos en el catálogo de Vandoren (2014) y de mediciones propias (longitud).

8.2.2. Barrilete

El barrilete (figura 30a, en la página siguiente) es la sección que sirve de unión entre la boquilla y el cuerpo superior del instrumento. No posee espiga encorchada, ya que las dos piezas colindantes se acoplan a él. Como hemos visto en el apartado 8.1.3, los primeros clarinetes contaban con una pieza que aunaba boquilla y barrilete, que acabó dividiéndose en estos dos elementos. Rice (2003) señala que la separación de boquilla y barrilete permitía utilizar piezas de madera de menor tamaño, con el consiguiente ahorro económico, así como emplear un material más resistente a la deformación y agrietamiento. Una ventaja adicional era que «el taladro de la boquilla y la parte superior del barrilete podían ser modificadas más fácilmente por el constructor para controlar su afinación» (p. 27).

Gil Valencia (1991) indica que la función del barrilete es la de «dispositivo de afinación» (p. 45). Esto se debe a que permite modificar la longitud del tubo al extraer el barrilete ligeramente del cuerpo superior (sin que ambas piezas lleguen a separarse),

⁵⁶ En el caso de las cañas Tradicionales®, la dureza de las mismas está graduada en una escala numérica que va de 1 a 5 y que aumenta en de $\frac{1}{2}$ en $\frac{1}{2}$. Por su parte, las cañas 56 rue Lepic® presentan siete graduaciones de dureza ($2\frac{1}{2}$, 3, $3\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}+$, 4 y 5). Las cañas empleadas en la fase experimental se encuentran dentro del rango de dureza recomendada por el fabricante para la boquilla CL5 (Vandoren, 2014, p. 11).

haciendo que el tubo se alargue y que la afinación general del instrumento baje. En la actualidad se fabrican barriletes de diferentes tamaños, cuya longitud está comprendida entre 64 y 67 mm (Garcés, 1991, p. 22). Cuanto más largo sea el barrilete más baja será la afinación, y viceversa.⁵⁷ También existen barriletes con modificaciones en el diseño de su taladro interno con objeto de ajustar la afinación del instrumento (ver el apartado 8.2).



Figura 30: Barrilete (a), cuerpos superior (b) e inferior (c) y campana (d) de clarinete Boehm. Adaptado de MIMEd 5357.

Los barriletes pueden ser de madera, de resina ABS, de ebonita y metálicos. La densidad del material y la anchura de las paredes influirá en el timbre y en la proyección sonora, debido a los diferentes grados de absorción de la energía sonora a los que da lugar la combinación de ambos factores. Gil Valencia (1991) señala que «el barrilete ligero de ebonita da un sonido claro, bastante timbrado», mientras que «el barrilete pesado, construido de madera densa y grosor considerable, produce un sonido poco timbrado» (p. 45). Sin embargo, Nederveen (1998) señala que la influencia de las vibraciones sobre la

⁵⁷ De acuerdo con la Segunda Ley de Bernoulli, la frecuencia del sonido producido por un tubo sonoro, tanto abierto como cerrado, es inversamente proporcional a la longitud del mismo.

calidad tonal resultan despreciables (p. 133). En relación con el material del barrilete realizaremos una última observación relativa a su inercia térmica, de modo que los barriletes de plástico requerirán un periodo menor de calentamiento frente a los de madera que, por su parte, retendrán por más tiempo la temperatura.

8.2.3. Cuerpo superior e inferior

El cuerpo del instrumento puede estar construido de materiales sintéticos o de madera. Los primeros, como la resina ABS o la ebonita, suelen emplearse para los instrumentos de gama baja. La madera utilizada de forma predominante para el cuerpo del clarinete se denomina *Dalbergia melanoxylum*, a la que se le da el nombre comercial de ébano, granadilla o granadillo negro. Es una madera africana que se encuentra en países como Mozambique, Congo, Kenya, Tanzania o Senegal. Entre sus características hay que desatacar su coloración oscura y su densidad de 1,3 g/cm³. Pastor García (2010) señala que

Se trata de una madera excepcionalmente dura, pesada y la más recomendada por su estabilidad y propiedades para el mecanizado de instrumentos musicales. (...) Además, su permeabilidad al agua es prácticamente nula y presenta baja dilatación por cambios de humedad, por lo que la hacen especialmente útil en el diseño de los instrumentos de viento (p. 91).

Otro tipo de madera utilizada de forma creciente en la fabricación de clarinetes, es la denominada *Brya ebenus*, conocida como ébano de las Indias Occidentales. Asimismo, hay que hacer referencia obligada a los clarinetes GreenLine de la casa Buffet Crampon®. Se trata de una línea de instrumentos de gama media y alta cuyas paredes están construidas de una mezcla de polvo de granadilla (95%, que se obtiene de los materiales sobrantes en la construcción de otros clarinetes) y de fibra de carbono (el 5% restante). Jerez Gómez (2010) afirma que este material se ha hecho muy popular en la última década (p. 28).

Sobre el cuerpo del instrumento se efectúan los orificios correspondientes a la digitación y lleva incorporado el mecanismo de llaves y anillos. Como hemos visto en el capítulo 3, el clarinete Boehm moderno cuenta con veinticuatro oídos (agujeros practicados a lo largo del taladro del cuerpo), de los que siete son obturados directamente con los dedos del instrumentista. Estos últimos están rodeados por una llave de anillo, que permite acceder a varios agujeros de forma simultánea, a excepción del orificio correspondiente al dedo I4,

que carece de ella. El cuerpo se divide en dos secciones: superior e inferior, que se corresponden con las manos izquierda y derecha, respectivamente. La mitad superior (figura 30b, página 122) consta de quince agujeros, nueve llaves y tres anillos, mientras que el cuerpo inferior (figura 30c) posee nueve agujeros, ocho llaves⁵⁸ y tres anillos. Los anillos de ambas secciones están conectados mediante una palanca lateral o puente.

El mecanismo puede estar bañado en níquel o plata (Pinksterboer, 2003), y se monta en torno a ejes que pivotan sobre pilares de cabeza esférica atornillados directamente sobre el cuerpo. Las llaves y anillos vuelven a su posición inicial gracias a la acción de unos pequeños muelles (once de aguja y seis de hoja). De los diecisiete agujeros que se accionan mediante el mecanismo hay doce que se encuentran cerrados en su posición de reposo, mientras que el resto se mantiene abierto. Los dos agujeros situados en la parte posterior del cuerpo superior, correspondientes a la llave de registro y al pulgar de la mano izquierda (no se aprecian en la figura 30), cuentan con un oído metálico realizado para evitar bloqueos debido a la humedad generada por la condensación y por la saliva que eventualmente pueda deslizarse al interior del instrumento. Las llaves terminan en una cazoleta metálica en la que se insertan las zapatillas para su sellado, a excepción de tres de ellas (1, 2 y C, accionadas por el dedo I5), que actúan a modo de palanca sobre otras llaves montadas en el cuerpo inferior.

Las zapatillas pueden ser de diversos materiales (fieltro recubierto, Goretex®, piel, cuero, corcho, etc.). El clarinete empleado en la fase experimental (ver tabla 4, página 102) cuenta con un tipo de zapatillas sintéticas que han sido desarrolladas por Pete Valentino. Formadas por tres componentes, constan de un soporte de cartón, un núcleo central de material sintético y una lámina impermeable en la cara exterior con el fin de garantizar el sellado de los oídos del instrumento (Jerez Gómez, 2010). Para concluir con este apartado, señalaremos que el ruido metálico que se origina por el choque del mecanismo se silencia mediante pequeñas láminas de corcho o fieltro.

58 Algunos modelos de instrumento profesional y semi-profesional cuentan con una novena llave adicional para la obtención de las notas Lab_2/Mib_4 , correspondiente al dedo I5.

8.2.4. Campana

La campana o pabellón (figura 30d, en la página 122) es la pieza final del instrumento, cuyo diámetro aumenta de forma exponencial (de ahí su nombre). De acuerdo con Garcés (1991), tiene una altura de 120 mm y su diámetro aumenta desde los 40 mm del extremo superior hasta los 65 mm de la abertura final, pudiendo haber desviaciones poco significativas con respecto a esas medidas por parte de los diferentes fabricantes. En relación con su forma cónica, Pastor García (2010) indica que es necesaria para reducir los intervalos de duodécima que de otra manera serían demasiado grandes por la acción de la llave de registro. Esto se debe a las desviaciones en la afinación del registro agudo que se producen al tener un solo orificio de registro, que eleva la frecuencia del segundo modo de vibración (tercer armónico) en las regiones de los extremos superior e inferior del tubo, como veremos en el capítulo 10. Por su parte, Gibson (1998) señala que «cuanto más ancho sea el taladro del clarinete, más lineal [menos exponencial] deberá ser el cono de su campana» (p. 46).

Más allá de sus efectos sobre la afinación de determinados sonidos, la campana contribuye a la radiación sonora del clarinete en las notas de tubo largo, en las que la práctica totalidad de los orificios están cerrados a través de la digitación. En cuanto al espesor y el material de sus paredes, Pinksterboer (2003) afirma que una pared de mayor grosor «puede dar un sonido un poco más grueso y oscuro» (p. 35). Sin embargo, de acuerdo con lo que hemos indicado en el apartado 8.2.2, destinado al barrilete, dicha afirmación no está demostrada empíricamente, tal y como señalara Nederveen (1998) al referirse a las paredes del tubo.

9. Recursos bibliográficos referidos a los multifónicos en el clarinete

En los capítulos precedentes hemos definido el problema de estudio y el tipo de clarinete sobre el que versa la presente tesis doctoral, teniendo en cuenta sus características organológicas y su desarrollo histórico. En este momento es preciso revisar la bibliografía específica referida a los multifónicos en el instrumento. Para ello, agruparemos por país de origen a los autores de las publicaciones que consideramos de mayor relevancia para nuestra investigación. Presentaremos los materiales por orden cronológico dentro de su ámbito geográfico, teniendo en cuenta el año correspondiente a la primera edición de los mismos. Hay que señalar que los recursos bibliográficos que analizaremos a lo largo del capítulo pertenecen a cuatro categorías diferentes:

- a) Publicaciones generales sobre clarinete en las que se destina un capítulo, artículo o apartado a los sonidos múltiples;
- b) tratados instrumentales destinados a las técnicas de interpretación contemporánea en el instrumento;
- c) métodos y publicaciones de índole pedagógica, encaminados al aprendizaje y control de la técnica instrumental requerida para la emisión de sonidos múltiples con el clarinete;
- d) publicaciones del ámbito de la acústica en las que se dedica una sección a los multifónicos en el citado instrumento.

En cuanto al soporte de los recursos bibliográficos analizados, hemos tenido en cuenta tanto las publicaciones impresas como las digitales en forma de página web. Hay que señalar que no hemos incluido su referencia completa por encontrarse ésta en la bibliografía. El capítulo finaliza con tablas comparativas de los recursos analizados, que toman en consideración, además del ámbito geográfico y la cronología, el instrumento o instrumentos de la familia del clarinete a los que están dedicados, la tipología de la publicación, el idioma o idiomas de redacción, así como las características principales de la notación musical empleada para representar los sonidos múltiples en la partitura.

9.1. España

J. Villa-Rojo (1984). *El clarinete y sus posibilidades: estudio de nuevos procedimientos*

La primera edición del libro se publica en 1975. Su autor, el compositor y clarinetista J. Villa-Rojo, creador del grupo LIM (Laboratorio de Interpretación Musical), es uno de los principales representantes de la música de vanguardia española del siglo XX. *El clarinete y sus posibilidades* es especialmente relevante en el ámbito de nuestra investigación, pues se trata de la primera publicación en español que aborda la producción de sonidos múltiples con dicho instrumento desde un punto de vista interpretativo y compositivo. La obra está dedicada al clarinete de sistema francés, al que el autor dedica un apartado para analizar su tesitura así como sus características tímbricas y dinámicas.⁵⁹ Con respecto a las capacidades multifónicas⁶⁰ del instrumento, Villa-Rojo plantea que pueden obtenerse a partir de la combinación de tres sonidos de distinta naturaleza –reales, resultantes⁶¹ y armónicos– lo que le lleva a establecer seis categorías:

- 1) *Sonidos reales simultáneos*. El autor denomina *sonidos reales* a los obtenidos de forma habitual en la práctica del instrumento con el objetivo de diferenciarlos de otros recursos sonoros. Los sonidos reales simultáneos se obtienen mediante modificaciones en la embocadura encaminadas a obtener al mismo tiempo un sonido de registro *chaleur* con el sobretono que le correspondería a la duodécima superior, pero sin emplear la llave de registro. Villa-Rojo señala que estos sonidos se producen con «poca precisión y seguridad» y que su utilización «solamente puede ofrecerse en movimientos lentos» (p. 20).

59 Villa-Rojo deja patente su preferencia por el clarinete de sistema Boehm completo frente al instrumento de sistema sencillo, dedicando las tablas de digitaciones al primer modelo. En el capítulo 3 hemos señalado las diferencias principales entre ambos.

60 Villa-Rojo habla de *capacidades polifónicas*, sin llegar a emplear el término *multifónico* en el texto.

61 Se trata de un sonido que se obtiene al actuar el oído de la llave de registro como orificio tonal. Esta denominación puede llevar a confusión con la terminología propia de la Acústica, en la que los sonidos resultantes son tonos de combinación que se obtienen mediante la suma y resta de las frecuencias de dos sonidos simultáneos, así como por la suma y resta de las frecuencias de sus armónicos. Para los sonidos a los que se refiere Villa-Rojo consideramos más acertada la denominación *bajotono*, equivalente al término inglés *undertone*.

- 2) *Sonido real y sonido resultante*. Se obtienen a partir de notas de registro agudo y sobreagudo, conservando sus digitaciones originales, en las que la llave de registro (o en su caso el orificio tapado directamente con el dedo índice de la mano izquierda) actúan como oído tonal. El autor emplea cabeza de nota romboidal blanca para los sonidos resultantes y circular negra para los reales (ver figura 31, en la página siguiente). Pese a emplear sonidos cromáticos que abarcan desde Re_3 hasta La_3 indica que «la afinación de los resultantes es aproximada», mientras que «los sonidos reales que dan estos resultados no sufren alteración alguna» (p. 27).
- 3) *Sonido real y sonidos armónicos*. Se pueden producir de forma simultánea a partir de sonidos de registro *chalumeau*. Cada sonido real grave da lugar a varios armónicos, que pueden mantenerse de forma estable junto con el sonido fundamental o tocarse de forma alterna sobre la misma nota real. Ambas posibilidades se pueden ejecutar con combinaciones de articulación y matices: sonidos mantenidos, atacados con suavidad, atacados secamente, en *crescendo* y *accelerando*, en *diminuendo* y *rallentando*, así como con diferentes intensidades. Villa-Rojo emplea cabezas circulares blancas de pequeño tamaño para los armónicos sin especificar su altura exacta, aunque sí que señala su posición relativa entre sí al colocarlos en diferentes alturas por encima del pentagrama sin líneas adicionales (ver figura 32, página 130).
- 4) *Sonido resultante y sonidos armónicos*. Se trata de una combinación de los dos casos anteriores, a partir de posiciones de registro agudo y sobreagudo pero sin que el *sonido real* esté presente.
- 5) *Sonido real con resultante y armónicos*. Similar al epígrafe anterior, pero con la presencia sonora de la nota real a partir de la que se originan los armónicos y los resultantes.
- 6) *Sonidos rotos*. Se obtienen a partir del registro grave del instrumento con una superposición de varios armónicos, pero cuya distancia interválica es menor, dando lugar a batimientos que producen la sensación de la rotura del sonido. Para distinguirlos de la categoría anterior, de la que afirma que comparten las características principales, Villa-Rojo utiliza cabezas de nota de forma circular blanca con un asterisco en su interior para el sonido fundamental, con una plica terminada en forma de flecha en su extremo superior (ver figura 33, página 130).

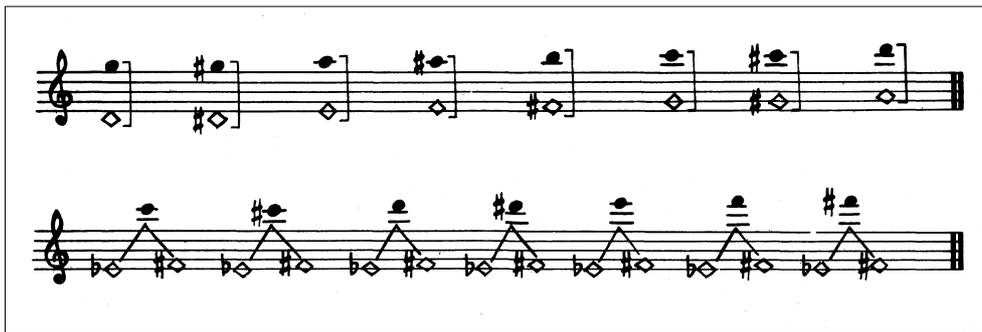


Figura 31: Sonido real junto con sonido resultante a partir de posiciones de registro agudo y sobreguido (Villa-Rojo, 1984, p. 24).

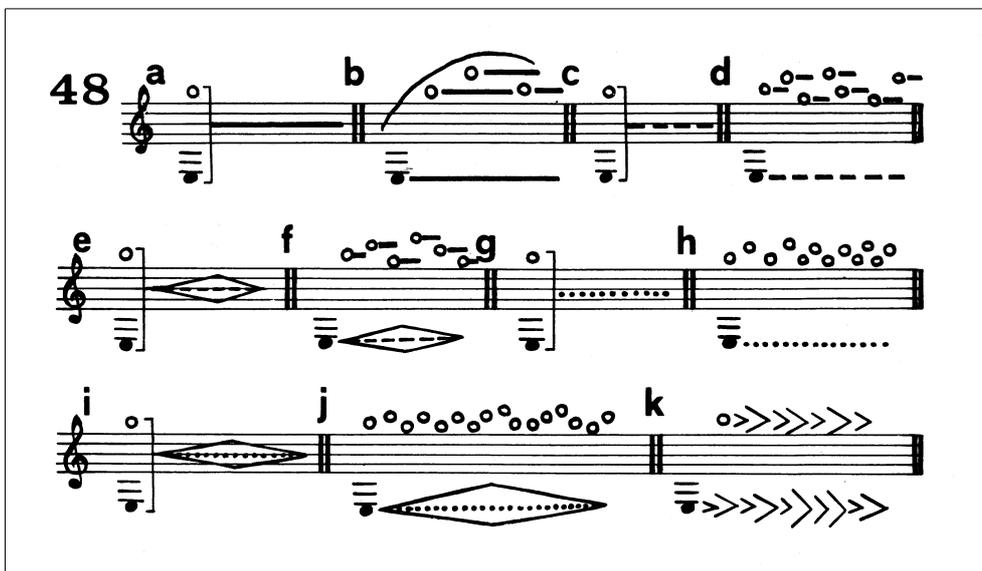


Figura 32: Ejemplos de sonido real y sonidos armónicos con diferentes articulaciones y dinámicas (Villa-Rojo, 1984, p. 45).

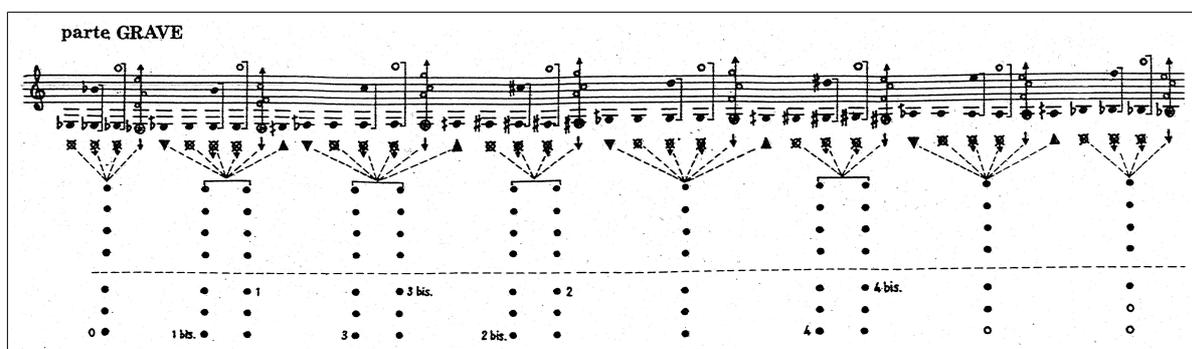


Figura 33: Fragmento de tabla de digitaciones para clarinete de sistema Boehm completo (Villa-Rojo, 1984, en anexo).

Una vez abordadas las posibilidades polifónicas del instrumento, el texto prosigue con otras técnicas, como voz a través del tubo del instrumento, combinación de voz y sonido, sonidos de aire, cuartos de tono, *glissando* y *flutterzunge*.⁶² Al final de la obra se incluye una tabla de digitaciones que se agrupa por registros, en la que se incluyen tanto sonidos múltiples como simples de distinta naturaleza tímbrica, en la que sí que se reflejan cuartos de tono (a diferencia del grueso de los ejemplos musicales y ejercicios, en los que no los emplea). Como hemos indicado, las digitaciones están concebidas para el clarinete de sistema Boehm completo.

Hay que subrayar que Villa-Rojo no utiliza en ningún momento el término *multifónico*, designando de forma genérica a los sonidos múltiples como *posibilidades polifónicas* o *materiales polifónicos*. Cada una de las seis categorías anteriores se acompaña de ejemplos y de un ejercicio para su práctica. El autor presenta las diferentes tipologías a partir de las digitaciones convencionales de los sonidos que denomina *reales* de los diferentes registros del instrumento, pudiendo obtener de forma simultánea un sonido más agudo, más grave, o ambos, en función del registro en que se encuentre. Con respecto a la notación, tan sólo indica de forma concreta la altura del sonido real y resultante, sin tener en cuenta las desviaciones que se producen en la afinación debido a las modificaciones en la embocadura, en la presión del aire insuflado y en las resonancias del tracto vocal. Villa-Rojo emplea una notación de tipo no convencional en la que las duraciones se reflejan de forma gráfica, y en la que utiliza distintos símbolos para cada efecto sonoro. En cuanto a los sonidos de tipo monódico, los diferencia mediante la forma y color de las cabezas de nota (círculos negros para los sonidos reales, rombos blancos para los resultantes y pequeños círculos blancos para los armónicos).

En nuestra opinión, el libro de Villa-Rojo resulta muy interesante desde el punto de vista de la exploración tímbrica y de la notación. Sin embargo, no aborda ni la naturaleza acústica del clarinete ni la forma en que debe interactuar el clarinetista con su instrumento para obtener los sonidos múltiples presentados, más allá de las digitaciones y de indicaciones poco precisas acerca de la embocadura. No obstante, debemos valorar la importancia de la obra dentro de su contexto histórico. Por una parte, la publicación de *New sounds for woodwind* de Bartolozzi, que abordaremos en el apartado 9.2, era en aquel

62 Las definiciones de los recursos técnicos relativos a la técnica instrumental extendida que aparecerán a lo largo de este capítulo pueden consultarse en el glosario de términos (página 413 y siguientes).

momento muy reciente, y por otra, hay que tener en cuenta el retraso en la implantación de las vanguardias musicales en España debido al aislamiento cultural que se produjo durante el franquismo, que llegaba a su fin en el año en que vio la luz la primera edición del libro.

J. Villa-Rojo (1991). *El clarinete actual: colección estudiada y comentada*

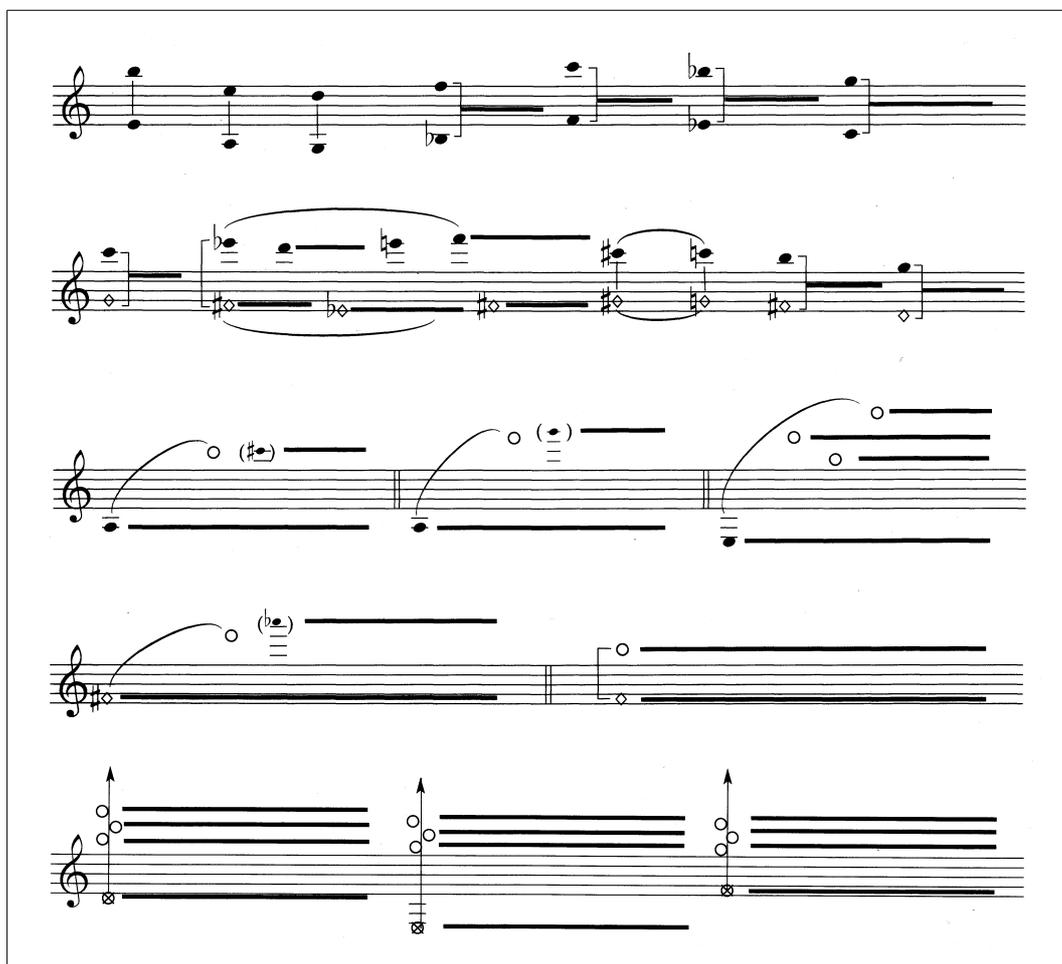


Figura 34: Ejemplos de multifónicos pertenecientes a las cinco categorías que establece Villa-Rojo (1991, pp. 9-10).

Se trata de una edición bilingüe en inglés y español que incluye una compilación de once obras para clarinete (sin acompañamiento y a dúo con otro clarinete, percusión o piano) de

los compositores E. Alandia, A. Bertomeu, L. Dubrovay, M. Enríquez, M. Finnissy, U. Leyendecker, C. Prieto, E. Raxach, M. Reverdy, M. Porro y del propio J. Villa-Rojo.

El libro comienza con una introducción en la que el autor hace un resumen de los recursos técnicos presentados en *El clarinete y sus posibilidades*, que hemos analizado más arriba. El primer apartado, denominado «nuevas aportaciones», lo destina a los sonidos múltiples, mencionando

Las técnicas que permiten los “sonidos multifónicos” (sic.) o sonidos que pueden responder a las denominaciones, según su naturaleza de: “sonidos reales”, “sonido real y sonido resultante”, “sonido real y sonidos armónicos”, “sonido resultante y sonidos armónicos”, “sonido real con resultante y armónicos” y “sonidos rotos” (pp. 8-9).

Dentro de la cita anterior queremos subrayar el empleo del término *multifónico*, que hasta este momento no había sido utilizado por el autor para referirse a los fenómenos descritos. En la figura 34 hemos incluido una muestra de la notación empleada por Villa-Rojo (1991) para cada uno de las categorías que acabamos de citar: *sonidos reales simultáneos* en el primer pentagrama, *sonido real y sonido resultante* en el segundo, *sonido real y sonidos armónicos* en el tercero, *sonido resultante y sonidos armónicos* en el cuarto, y *sonidos rotos* en el último ejemplo.

La introducción prosigue con un apartado destinado a los «sonidos de diversas naturalezas» (pp. 10-12), donde describe efectos tímbricos obtenidos mediante cambios en la impostación del sonido, en combinación con la voz del instrumentista o con el ruido de aire en su paso a través del tubo del instrumento. Hay que señalar que la combinación de voz y sonido es considerada por Villa-Rojo como un efecto tímbrico. El texto prosigue con un apartado dedicado a la «elaboración de la columna sonora» (pp. 12-13), en el que el autor aborda, entre otros recursos, el *vibrato*, el *flutterzunge*, el *glissando*, trinos y trémolos de diferente naturaleza, así como el doble picado. Queremos subrayar que en este apartado plantea asimismo la posibilidad de realizar trémolos sobre multifónicos. La introducción finaliza con un apartado dedicado a la *microinterválica*, en el que Villa-Rojo propone cambios en la presión de la embocadura para los pasajes lentos y digitaciones no convencionales para los rápidos. Este aspecto supone un avance con respecto a *El clarinete y sus posibilidades*, en el que el autor contemplaba únicamente los cambios en la embocadura para la práctica del microtonalismo, siendo este método menos preciso y

efectivo que los cambios de digitación, ya que los gestos instrumentales implicados en el plano de la embocadura resultan más lentos y difíciles de controlar.

Tras la introducción, Villa-Rojo incluye el esquema de las llaves del clarinete Boehm para los modelos completo y sencillo, lo que constituye una señal del abandono progresivo del primero en pro del segundo. Recordemos que en el primer libro analizado, aparecido dieciséis años atrás, el autor no hace referencia al sistema Boehm sencillo. El grueso del texto lo constituyen la partitura completa de las once obras cuyos compositores hemos mencionado con anterioridad. Cada pieza es precedida por la biografía de su autor, de una explicación del texto musical y, en los casos que así lo requieren, de la leyenda de símbolos no convencionales y recursos empleados. Hay que destacar que dentro de la compilación siete de las once composiciones incluyen recursos multifónicos.

La primera parte de *El clarinete actual* podría considerarse como una actualización de *El clarinete y sus posibilidades*, tanto en la terminología empleada como en la inclusión del esquema de llaves del clarinete de sistema Boehm sencillo. En cuanto a la notación empleada, Villa-Rojo mantiene el modelo de la publicación anterior y no hace ninguna aportación nueva en este sentido. No obstante, hay que valorar su contribución al repertorio para clarinete, pues diez de las once obras que componen la compilación han sido escritas de forma expresa para ser incluidas en el libro.

V. Pastor García (2010). *El clarinete: acústica, historia y práctica*

Se trata de una de las publicaciones más recientes en castellano consagradas de forma íntegra al clarinete. Con un total de quince capítulos, los ocho primeros están dedicados a aspectos organológicos y acústicos del instrumento, mientras que los siete capítulos restantes abordan su origen, evolución y familia, analizando los principales métodos así como el repertorio básico de cada periodo histórico.

El octavo capítulo, cuyo título es Recursos acústicos, está destinado a los principales efectos sonoros producidos con el clarinete que son exigidos para la interpretación de una parte destacada del repertorio de música contemporánea para el instrumento. En él se tratan

las siguientes técnicas extendidas y recursos sonoros: *glissando*, *vibrato*, *flutterzunge*, voz y sonido, tonos de combinación, multifónicos, *slap* y doble picado. Hay que subrayar que Pastor García separa la emisión simultánea de voz y sonido de los multifónicos propiamente dichos.

El apartado destinado a los sonidos múltiples aborda su producción desde un punto de vista acústico, haciendo asimismo consideraciones relativas a la técnica instrumental. El autor establece dos tipologías de multifónico, de una y dos fundamentales, que están determinadas por la digitación a partir de la cual se obtiene el sonido múltiple (simple para los primeros y cruzada para los segundos).

- 1) Multifónicos con una fundamental, de digitación sencilla, en los que la embocadura contribuye a potenciar las frecuencias de los armónicos superiores. Las fundamentales a partir de las cuales se puede obtener de forma simultánea un armónico superior (ya sea el tercero, quinto, séptimo, noveno o undécimo) abarcan desde el Mi_2 (sonido más grave del instrumento) hasta el $Sol\#_3$. Pastor García (2010) señala que «el armónico superior tendrá una afinación baja debido al efecto del orificio abierto y su corrección»⁶³ (p. 174).
- 2) Multifónicos con dos fundamentales, en los que la digitación cruzada determina dos longitudes de tubo diferentes. En este caso un mismo orificio actúa a la vez como oído tonal del segmento más corto y como orificio de registro para el segmento de mayor longitud. El autor indica que la capacidad para que un oído tonal funcione como orificio de registro dependerá de su diámetro, de manera que «cuanto más pequeño sea el diámetro del orificio más facilidad tendrá para funcionar como orificio de registro, y cuanto más grande sea la apertura, mayor facilidad para actuar exclusivamente como un extremo eficaz de una longitud de tubo» (p.172). Asimismo, señala que el sonido superior será de mayor calidad cuando se obtenga a partir del tercer o quinto armónico de la longitud de tubo mayor.

63 La corrección del extremo abierto será tratada en el apartado 10.3.2 (página 209 y siguientes).

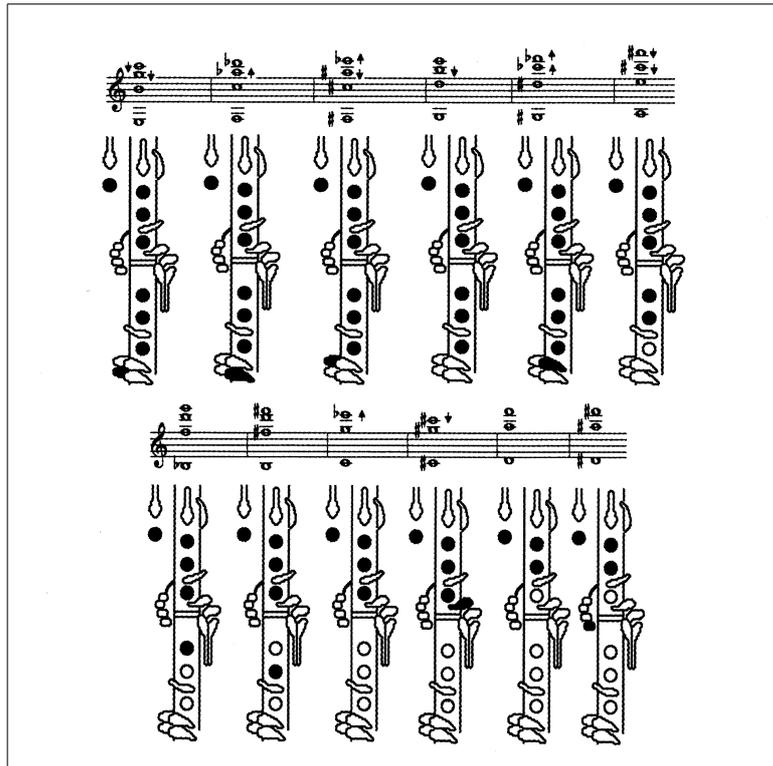


Figura 35: Ejemplos de digitaciones de multifónicos a partir de una fundamental (Pastor García, 2010, p. 175).

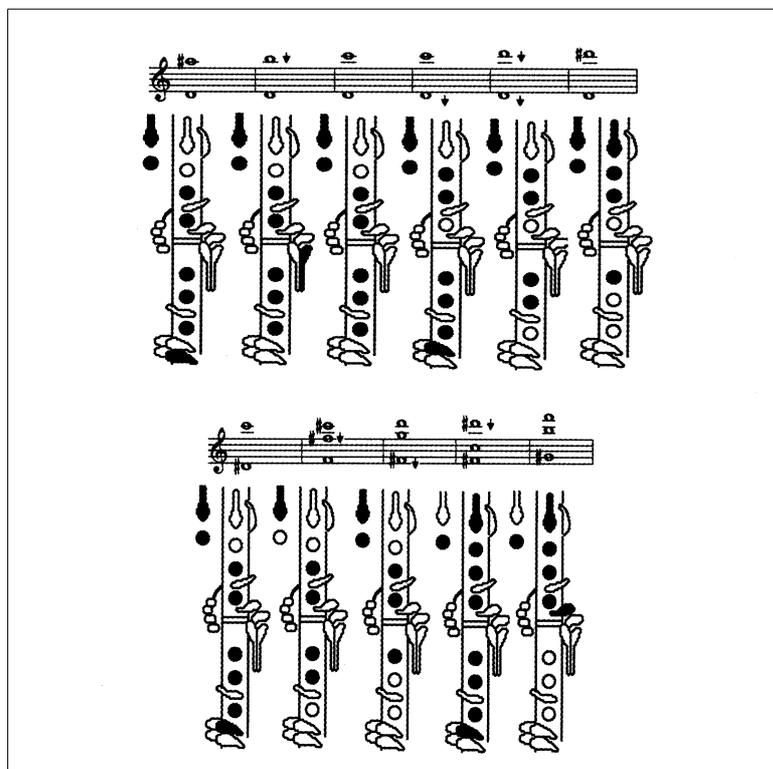


Figura 36: Ejemplos de digitaciones de multifónicos obtenidos a partir de digitación cruzada (Pastor García, 2010, p. 177).

El capítulo contiene un total de cuarenta y tres ejemplos de sonidos múltiples (dieciséis de ellos a partir de una fundamental y veintisiete con dos fundamentales), de los que se incluye la digitación empleada para su obtención. Con respecto a la notación de las alturas, el autor incluye flechas en sentido ascendente o descendente (↑↓) junto a las cabezas de nota para señalar la desviación de la afinación más significativa de los sonidos presentes en el multifónico con respecto al temperamento igual (ver figuras 35 y 36). Asimismo, hay que añadir que dentro de cada categoría Pastor García transcribe desde dos hasta cuatro alturas como elementos constituyentes del multifónico. El apartado destinado a los sonidos múltiples termina con consideraciones relativas al control de la técnica instrumental y con dos ejemplos de uso de multifónicos extraídos del repertorio para clarinete solo.

9.2. Italia

T. Pace (1943). *Ancie battenti: storia, fisica, letteratura*

Su título hace alusión a la lengüeta simple del clarinete y podría traducirse como *Cañas batientes: historia, física, repertorio*. De acuerdo con Rehfeldt (1994), se trata de la primera publicación en la que se describe la producción de sonidos múltiples con este instrumento.

El contenido del libro gira en torno al clarinete en sus principales aspectos y se distribuye en veintisiete capítulos. Los diez primeros se destinan a su evolución, comenzando por los instrumentos precursores del Antiguo Egipto y Grecia, continuando por los instrumentos de Cerdeña,⁶⁴ del Imperio Romano y de la Edad Media, hasta llegar a la invención y perfeccionamiento del clarinete moderno. Pace hace referencia a los modelos que considera de mayor relevancia histórica (Müller, Orsi, Boehm y sus modificaciones) y dedica el décimo capítulo al *clarinete del futuro*. Este último es un instrumento que fue ideado por P. Dall'Argine y patentado en 1935. Está afinado en *Do* y su registro grave abarcaba desde *Do*₂ a *La*₃, dando lugar a un registro agudo (correspondiente al tercer

⁶⁴ Esto se debe a la importancia dentro del ámbito italiano de las *launeddas* sardas, clarinete triple folclórico del que hemos hablado en el capítulo 8.

armónico de las fundamentales) con un rango que comprende desde Sol_3 hasta Mi_5 . El mecanismo se distribuye en llaves y platos, de manera que ningún agujero se tapa directamente con las yemas de los dedos, a diferencia de los principales modelos de clarinete. Desde nuestra perspectiva actual podemos afirmar que este instrumento, cuya relevancia se circunscribe al ámbito italiano, no ha tenido una implantación ni un impacto significativo. Los cuatro capítulos siguientes están dedicados a la acústica del clarinete, y en ellos el autor aborda aspectos como la formación del sonido, los armónicos y las perturbaciones que se producen en el interior del tubo.

El capítulo 15 del libro trata de la extensión y el timbre del instrumento. Pace divide la tesitura del clarinete en cinco registros en función de sus características tímbricas y dinámicas: grave o *chalumeau* (que abarca desde Mi_2 a Fa_3), medio (de $Fa\sharp_3$ a Sib_3), central o *clarino* (de $Si\flat_3$ a Do_5), agudo (de $Do\sharp_5$ a Sol_5) y sobreagudo (de $Sol\sharp_5$ a Mi_6). Hay que señalar que esta división y denominación no coincide con otras más actuales, como veremos en el capítulo siguiente. Asimismo, el autor indica la posibilidad de obtener sonidos por encima del registro sobreagudo mediante el contacto de los dientes incisivos inferiores con la caña, incluyendo las digitaciones para su obtención (desde Do_6 a Sol_6). Se trata de un recurso interpretativo que hoy en día se considera como propio de las técnicas expandidas de interpretación contemporánea.

En el mencionado capítulo 15 se describe por vez primera el fenómeno de los sonidos múltiples en el clarinete, cuyo descubrimiento es atribuido por el autor a Antonio Ferrannini, que en aquel momento era profesor en el *Reale Conservatorio di Musica di San Pietro a Majella* de Nápoles. En primer lugar, Pace (1943) hace referencia a la experimentación que Ferrannini realizara empleando tubos cilíndricos con una lengüeta en su extremo, observando cómo cambiaba la disposición de los sobretonos⁶⁵ obtenidos, señalando la presencia de sonidos que no pertenecen a la serie armónica y su incidencia en el timbre del instrumento. «Se concluye por tanto que *la variedad tímbrica depende esencialmente de las “notas extrañas” y de la diversidad de los intervalos que ellas determinan con el sonido fundamental y con los otros armónicos*» (p. 93, en nota al pie). El fenómeno descrito por este autor se corresponde en realidad con los armónicos bemolizados por el efecto de la

65 Pace emplea el término *armónico*, si bien consideramos que la denominación *sobretono* se ajusta mejor al fenómeno descrito. En el capítulo siguiente aclararemos el uso de ambos términos.

corrección del extremo abierto así como por la incidencia de las resonancias del tracto vocal que, efectivamente, condicionan el timbre del instrumento al modificar la distribución de los parciales superiores.⁶⁶ Por otro lado, Pace (1943) describe la emisión multifónica como un fenómeno ligado al anterior:

Otro fenómeno descubierto por Ferranini, que se conecta con el precedente, es el de producir *simultáneamente* con un clarinete Boehm normal, de forma clara y distinguida, sin oscilaciones, con una intensidad idéntica y una duración igual a la de cualquier otro sonido, dos o más notas que *no pertenecen a la misma serie de armónicos*, mediante una posición especial de los dedos y una particular insuflación por él mismo ideada (p. 94, en nota al pie).

Esta primera referencia relativa a los sonidos múltiples en el clarinete figura en el texto como una nota al pie con una extensión que se distribuye a lo largo de tres páginas, e incluye un ejemplo de multifónico obtenido a partir del sonido fundamental Sib_2 (figura 37).



Figura 37: Sonidos simultáneos obtenidos por Ferranini (Pace, 1943, p. 94, en nota al pie de página).

El capítulo 16 del libro trata sobre el carácter del instrumento, y en él se incluyen citas literarias sobre el clarinete de autores como Stendhal, Zola o Berlioz. Los capítulos 17 y 18 abordan las técnicas constructivas y los materiales empleados, así como las características organológicas del instrumento (diseño del taladro y de la boquilla, etc.). Los tres capítulos siguientes se centran en aspectos interpretativos y propios de la técnica instrumental, como la embocadura, la digitación y el transporte. Los capítulos 22 y 23 tratan sobre la escritura musical para el clarinete y su empleo en el repertorio, y el 24 sobre la familia del instrumento y la notación para los diferentes miembros de la misma. Los dos capítulos

66 Este aspecto será abordado en el capítulo siguiente.

siguientes se destinan a las escuelas interpretativas italianas y extranjeras. El texto concluye con un listado del repertorio clarinetístico, que incluye métodos, estudios, composiciones para instrumento solo, música de cámara y conciertos para clarinete solista.

Desde nuestro punto de vista, el libro de Pace es completo y aborda las múltiples facetas del instrumento con rigor, si bien consideramos que el autor concede una importancia excesiva a algunas de las aportaciones italianas en el ámbito del clarinete. No obstante, debe ser valorado dentro de su contexto histórico, ya que consideramos que muchos de los aspectos tratados no han perdido vigencia a pesar de que han pasado siete décadas desde su aparición. Asimismo, debemos indicar que esta obra ha podido servir como referente para publicaciones posteriores sobre el clarinete que se asemejan tanto en su contenido como en su enfoque.

B. Bartolozzi (1967). *New sounds for woodwind*

Como indica su título, *Nuevos sonidos para viento-madera*, el libro aborda la técnica extendida para flauta, oboe, clarinete y fagot. Se estructura en cinco capítulos: en el primero Bartolozzi realiza observaciones preliminares acerca del funcionamiento de los instrumentos de viento-madera, así como de la notación y símbolos empleados; el segundo lo dedica a las posibilidades monofónicas de dichos instrumentos, como el empleo de armónicos naturales y artificiales,⁶⁷ la obtención de diferentes efectos tímbricos, y la realización de cuartos de tono y otros microintervalos menores; el capítulo tercero se dedica en exclusiva a la producción de multifónicos, mientras que el cuarto hace referencia a la combinación de las nuevas posibilidades monofónicas y multifónicas; en el último capítulo el autor efectúa sus observaciones finales y reflexiona acerca de la necesidad del trabajo conjunto de compositor e intérprete. El libro concluye haciendo consideraciones acústicas sobre la producción de sonidos múltiples de la mano de R. S. Brindle, editor y traductor al inglés del texto original en italiano.

En el capítulo dedicado a los multifónicos Bartolozzi hace referencia a tres aspectos: 1) el enlace entre sonidos monofónicos y múltiples; 2) la producción de acordes homogéneos,

⁶⁷ Ver glosario.

en los que la fundamental se acompaña de armónicos de una intensidad similar; 3) la producción de acordes que contienen sonidos de timbre diferente. Para la notación de los sonidos múltiples emplea cuartos de tono, e indica seis grados diferentes de presión de embocadura, cinco niveles de presión del aire insuflado, y en el caso de los instrumentos de lengüeta tres puntos de contacto de los labios con la caña (ver figura 38). Los aspectos relativos a la interacción del intérprete con el instrumento y al aprendizaje de la técnica instrumental necesaria para la EMF serán tratados en el capítulo 13 de nuestra tesis.

LIST OF SIGNS USED TO INDICATE EMOUCHURES,
LIP PRESSURES, AIR PRESSURES, ETC.

Lip pressures

- = relaxed lip pressure
- ◉ = slightly relaxed lip pressure
- ◻ = very relaxed lip pressure¹

- = increased lip pressure
- ◐ = slightly increased lip pressure
- = much increased lip pressure

Air pressures

- N.Pr. = normal air pressure
- M.Pr. = much pressure
- P.Pr. = little pressure
- A.Pr. = augment air pressure
- D.Pr. = diminish air pressure

¹ In the case of the clarinet the inside of the lower lip should rest on the reed instead of on the teeth as in the normal lip position.

Embouchures (position of the lips on the reed)
For reed instruments, these are shown as follows:

		
Normal	At (or towards) the tip of the reed	At (or towards) the base of the reed

Figura 38: Indicaciones instrumentales (Bartolozzi, 1967, pp. 9-10).

El libro de Bartolozzi es una publicación pionera en su campo, ya que muchos de los efectos y técnicas que presenta no habían sido abordados con anterioridad en un texto de

carácter académico, adelantándose a otros tratados musicales y publicaciones de tipo acústico. Llama la atención que el autor no haya incluido al saxofón, a pesar del título de la obra, cuando éste es uno de los instrumentos que ha tenido una mayor difusión dentro del ámbito de la música contemporánea. Esta circunstancia se puede explicar parcialmente por la colaboración de Bartolozzi con músicos de orquesta italianos (en concreto, del *Teatro alla Scala* de Milán y de la Orquesta *Maggio Musicale* de Florencia), de manera que no pudo contar con ningún saxofonista por no ser este instrumento un miembro estable de la plantilla orquestal sinfónica. Hay que señalar que el texto está concebido para el clarinete de sistema Boehm completo, en boga en Italia en el momento de su redacción, pero que en la actualidad se encuentra en desuso. Por esta razón, una parte de las digitaciones propuestas no resultan válidas para los instrumentos modernos.

Bartolozzi considera los multifónicos como sonidos equivalentes a acordes, empleando en varias ocasiones el término polifonía. No coincidimos con esta concepción de los sonidos múltiples, pues el carácter tímbrico, las diferencias dinámicas entre las alturas y la imposibilidad de independizar los sonidos presentes en el plano horizontal, hacen que los multifónicos no puedan ser equiparados a las capacidades polifónicas de los instrumentos de cuerda y teclado. No obstante, queremos poner en relieve el mérito y las aportaciones que realiza el autor de *New sounds for woodwind*, sentando las bases para la aparición de nuevos tratados referidos a la técnica contemporánea del clarinete.

9.3. Francia

M. Castellengo (1982). Sons multiphoniques aux instruments à vent. *Rapports IRCAM 34/82*

Se trata de un estudio que es fruto, por una parte, de las investigaciones llevadas a cabo en el laboratorio de acústica de la Universidad Pierre y Marie Curie de París, y, por otra, en el *Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique* (IRCAM) de dicha ciudad. El texto, cuyo título se traduce como *Sonidos multifónicos en los instrumentos de viento*, se centra no sólo en la emisión y producción de los sonidos múltiples desde un punto de vista

acústico, sino también en la percepción de los mismos. La parte experimental se ha desarrollado en colaboración con intérpretes de trombón, flauta, oboe, fagot y clarinete bajo. Castellengo establece en el texto dos modos de emisión diferentes: normal y multifónico. El primero de ellos se corresponde con el mantenimiento de un sonido definido (cuyos parciales son armónicos de la altura percibida como fundamental), que de acuerdo con la autora se ha visto favorecido por la evolución en la factura de los instrumentos de viento.⁶⁸ En cuanto a la emisión multifónica, señala dos categorías en función de su grado de reproducibilidad: 1) mantenimiento de sonidos estables que son percibidos de forma similar a un acorde, y 2) la producción de sonidos complejos e inestables que requieren de la destreza del músico para que puedan ser mantenidos. Con respecto a los primeros, indica que los músicos no son siempre de la misma opinión al determinar si estos sonidos en forma de acordes constan de dos, tres o más alturas.

En la definición del problema que realiza Castellengo se señala que el estudio de la emisión multifónica conlleva dificultades: 1) de orden físico, relativas al funcionamiento de los instrumentos de viento, a las condiciones necesarias para la producción de multifónicos, al diseño de los instrumentos y a la práctica instrumental; y 2) de orden perceptivo, ligadas a la percepción de intervalos diferentes de los propios de la escala temperada, al posicionamiento de los sonidos en los extremos grave y agudo de la tesitura de los instrumentos, a las variaciones temporales y a la relación entre las percepciones de altura y timbre.

El grueso del texto se distribuye en dos bloques. El primero de ellos aborda elementos de acústica: comportamiento de los tubos sonoros; condiciones físicas que favorecen la producción de regímenes de vibración no armónicos (perturbaciones en el taladro); funcionamiento de los sistemas excitadores; fenómenos transitorios que se producen en los ataques del sonido y en los cambios del tipo de emisión (concatenación de sonidos monofónicos y multifónicos); batimientos y oscilaciones;⁶⁹ y tonos de combinación, a los

68 En el desarrollo histórico del mecanismo y de la distribución de los orificios en los instrumentos de viento-madera, éstos han aumentado de diámetro para mejorar la calidad tonal y la homogeneidad de los registros, de manera que cumplen peor la doble función de oído de registro y orificio tonal, propia de los multifónicos obtenidos a partir de dos fundamentales diferentes. Este aspecto será desarrollado en el capítulo 10.

69 La autora emplea el término francés *roulement* (que hemos traducido como oscilación) para diferenciarlo de los batimientos (*battements*). Estos últimos se producen como variación periódica del sonido resultante de dos fuentes vecinas, mientras que en el caso las oscilaciones el sonido se interrumpe de forma periódica con la misma frecuencia para todos los componentes.

que la autora dedica un apartado completo. Este bloque finaliza con sendos apartados relativos a la percepción de sonidos armónicos e inarmónicos. Con respecto a estos últimos, propios de la EMF, la autora hace referencia a las variaciones en la percepción individual y a la importancia del contexto sonoro.⁷⁰

La segunda parte está destinada al análisis y síntesis de multifónicos empleando diversos medios técnicos (sonógrafo, afinador, soportes de grabación y análisis con ordenador). Una vez expuesto el método de trabajo, procede a analizar de forma detallada dos multifónicos estables de oboe (realizando sobre el primero de ellos un test auditivo en el que siete músicos lo transcriben de diferentes maneras⁷¹), un sonido con batimentos en el clarinete bajo y tres multifónicos en el trombón. En este segundo bloque la autora realiza observaciones relativas a la notación: por una parte, la afinación de los sonidos se encuentra con frecuencia entre dos notas de la escala temperada sin que sea posible ajustarla por parte del intérprete; por otra, los intervalos que se producen son naturales, por lo que tampoco se ajustan al temperamento igual.⁷² La segunda parte continúa con las figuras correspondientes a la láminas de los sonogramas y representaciones gráficas de los multifónicos analizados (ver ejemplo de la figura 39) y concluye con consideraciones relativas a la influencia del intérprete (fundamentalmente, embocadura y técnica de respiración), que puede dar lugar a variaciones en la afinación en torno a un semitono. El texto termina con un apartado destinado a las conclusiones, en el que Castellengo propone cuatro categorías de multifónico:

- a) Multifónicos armónicos, cuyos sonidos se relacionan armónicamente dando lugar a intervalos identificables con facilidad.
- b) Multifónicos estables para los que se puede encontrar un máximo común divisor. Ofrecen más dificultades para su notación debido a la discordancia entre determinados intervalos naturales con respecto a la escala temperada. Por este motivo, la autora propone utilizar los números de su posición relativa en la serie armónica que se correspondería al MCD.

70 Por ejemplo, la proximidad en las frecuencias permiten identificar con mayor facilidad los sonidos que dan lugar a un movimiento de tipo melódico al concatenar dos multifónicos.

71 Véase la figura 15, en la página 74.

72 En el capítulo 11 abordaremos la notación de los sonidos múltiples y su problemática.

- c) Oscilaciones simples. Presentan el problema de relación entre altura, timbre y tesitura. En algunos casos la predominancia perceptiva varía en función de la altura o el timbre según los individuos.
- d) Oscilaciones complejas. Se trata del caso más complicado de analizar y la autora considera que no tiene sentido intentar realizar una notación precisa debido a los condicionantes del intérprete, la influencia del contexto musical con respecto a su percepción y la alta variabilidad perceptiva de unos individuos a otros.

Los multifónicos que analizaremos y clasificaremos en el capítulo 12 de nuestra tesis se corresponden con las dos primeras categorías que acabamos de describir.

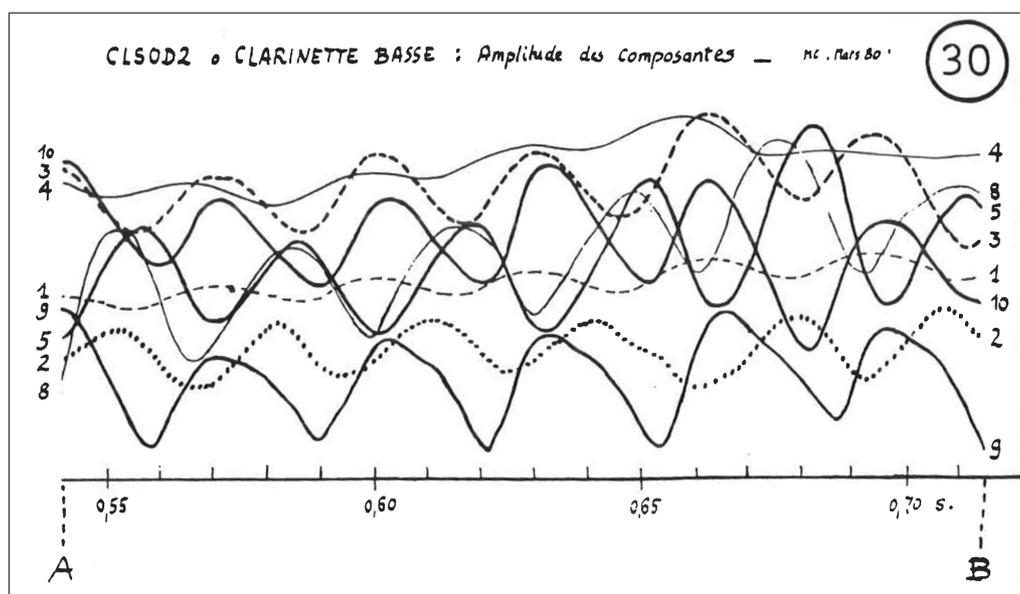


Figura 39: Evolución de la amplitud de onda en oscilaciones sobre Sol#₂ con clarinete bajo. El gráfico muestra un periodo de 0,3 s. en el que los componentes 1, 3, 9 y 10 se encuentran en fase, 5 en oposición de fase y los componentes 2 y 4 desplazados (Castellengo, 1982, en páginas centrales).

Desde nuestro punto de vista, el texto resulta muy acertado en cuanto a las apreciaciones que la autora hace sobre la notación y la percepción de los sonidos múltiples. El estudio es riguroso desde un punto de vista acústico, si bien en la metodología empleada no se detalla de forma sistemática el trabajo realizado con los intérpretes. Asimismo, echamos en falta la producción de sonidos multifónicos con el clarinete soprano, y en nuestra opinión podría haberse analizado por separado la emisión multifónica en los

instrumentos de viento-madera y viento-metal, dadas las diferencias organológicas y de producción sonora de ambas familias. Por último, consideramos que los batimentos y las oscilaciones deberían constituir un campo de análisis separado de los sonidos múltiples, a pesar de las similitudes que puedan existir en el origen de ambos fenómenos. No obstante, queremos poner en relieve las aportaciones que hace la autora sobre la relación de las frecuencias de los sonidos presentes en el multifónico y la existencia de un MCD de los mismos, que nos servirá de base para desarrollar nuestro modelo de clasificación.

A. Seve (1991). *Le paradoxe de la clarinette : étude générative des multiphoniques, des 1/4 de tons, des micro-intervalles*

El libro, cuyo título podría traducirse como *La paradoja del clarinete: estudio sobre la generación de los multifónicos, de los cuartos de tono y de los micro-intervalos*, se encuentra disponible en formato digital en la página web personal del autor.⁷³ El texto gira en torno a la producción de multifónicos con el clarinete, tomando en consideración aspectos acústicos y de la técnica instrumental.

En el primer capítulo, que sirve como introducción, se enuncia la paradoja que da título al libro: «Es posible emitir simultáneamente varios sonidos a partir de un instrumento de viento considerado monofónico» (Seve, 1991, p. 4). El segundo capítulo aborda la acústica del clarinete y sus implicaciones en la producción de multifónicos. En él se analiza la acción de la lengüeta, el comportamiento de la columna de aire y de las digitaciones de horquilla, que el autor denomina como *doigtés complexes*,⁷⁴ así como las relaciones dinámicas de los sonidos múltiples. El capítulo tercero trata del mecanismo de producción del multifónico, para lo que se tiene en cuenta tanto la actividad respiratoria como la acción de la cavidad oral y el grado de abertura de la garganta. El cuarto capítulo se relaciona tangencialmente con los multifónicos, ya que el autor aborda los cambios de timbre y los microintervalos, para los que es preciso utilizar digitaciones complejas y cambios en la técnica de soplo y embocadura similares a los que son necesarios en la EMF.

73 Recuperado de <http://alain-seve.com/livre-presentation.html>.

74 Digitaciones complejas.

El quinto y último capítulo se centra en los aspectos sonoros de los multifónicos, e incluye consideraciones relativas a su ataque y enlace, así como tres fragmentos musicales tomados del repertorio. En su desarrollo el autor establece tres categorías diferentes:

- 1) Multifónicos estables de baja densidad producidos por digitaciones complejas.
- 2) Multifónicos inestables de alta densidad producidos mediante digitaciones complejas.
- 3) Multifónicos de embocadura, inestables y de alta densidad, producidos a través de digitaciones naturales para las notas fundamentales del clarinete.

El libro prosigue con un anexo en el que Seve comenta de forma breve otros efectos, como el *slap tongue* o el *frullato*, y termina con sendas tablas de multifónicos y cuartos de tono para el clarinete soprano y bajo en *Si* bemol. La tabla de sonidos múltiples para el primero de ellos cuenta con un total de ciento cuarenta y un elementos (ver figura siguiente), agrupados por el sonido más grave y ordenados de forma ascendente.

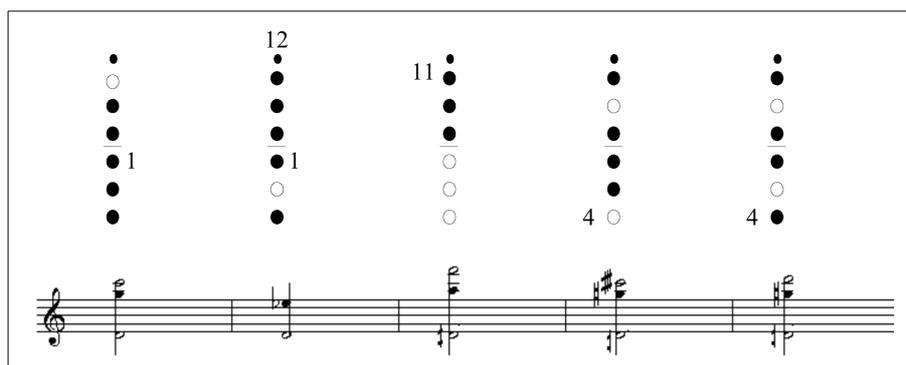


Figura 40: Fragmento de la tabla de multifónicos (Seve, 1991, p. 65).

Entre las aportaciones que realiza Seve (1991) se encuentra el concepto de *densidad*, entendida como el número de alturas presentes en el multifónico:

Cuando un sonido múltiple estable presenta 2, 3 ó 4 elementos fijos fácilmente discernibles, hablaremos de *densidad* 2, 3 ó 4 en relación a ellos para definirlo con precisión, en oposición a los otros tipos de multifónicos (...) cuya densidad es fuerte y aleatoriamente variada (p. 36).

De acuerdo con lo anterior, un multifónico de *densidad* 3 será aquel que posea tres alturas claramente identificables. El autor considera como multifónicos de baja densidad a

aquellos que presentan de dos a cuatro elementos, mientras que los que tengan cinco o más sonidos reconocibles serán considerados de alta densidad. Hace además observaciones relativas a la tesitura en la que se mueven las distintas voces de las tres categorías de multifónicos y la manera en que la digitación influye en ellos, estableciendo unos principios generales para su realización. Estos principios aportan indicaciones que pueden servir al intérprete en la búsqueda de digitaciones alternativas a los multifónicos anotados en la partitura.

Con respecto a la notación empleada para la transcripción de los multifónicos, hay que indicar que Seve hace una distinción entre cabezas de nota blancas y negras. Las primeras se utilizan para los sonidos dominantes, mientras que las segundas se destinan a los sonidos de dinámica más débil. La indicación de las alteraciones se encuentra dentro de una escala de cuartos de tono, usando los símbolos \sharp (cuarto de tono ascendente) y $\#\sharp$ (tres cuartos de tono ascendentes), además del sostenido y el bemol. No obstante, hay que señalar que en algunos de los ejemplos la transcripción de las alturas no se corresponde con el sonido obtenido a partir de las digitaciones sugeridas, lo que pudiera deberse a las características del instrumento y material empleado, que el autor no especifica. Asimismo, en la organización de la tabla de multifónicos no se establece un orden preciso que tenga en cuenta la altura de las voces intermedias y superiores.

L. Fléchier (2011). *Petite méthode des modes de jeu contemporains pour la clarinette*

Como indica su título, *Pequeño método sobre los modos de interpretación contemporánea para clarinete*, se trata de una proposición de carácter pedagógico destinada a estudiantes de clarinete de primer ciclo y comienzo del segundo.⁷⁵ De acuerdo con lo que indica su autor en la introducción, no se trata de un método propiamente dicho, sino de una propuesta de contenidos que tiene por objeto aproximar a los estudiantes de clarinete al universo sonoro y a los recursos técnicos de la música contemporánea. El texto está redactado en versión

⁷⁵ En España, el primer ciclo del sistema educativo francés equivaldría a las enseñanzas elementales de música, y el segundo a las enseñanzas profesionales.

bilingüe francesa e inglesa, y cuenta con recursos en línea (extractos sonoros, vídeos y explicaciones técnicas) a los que se puede acceder a través de la dirección web <http://www.youtube.com/user/flamduo> o mediante un código QR incluido en la publicación.

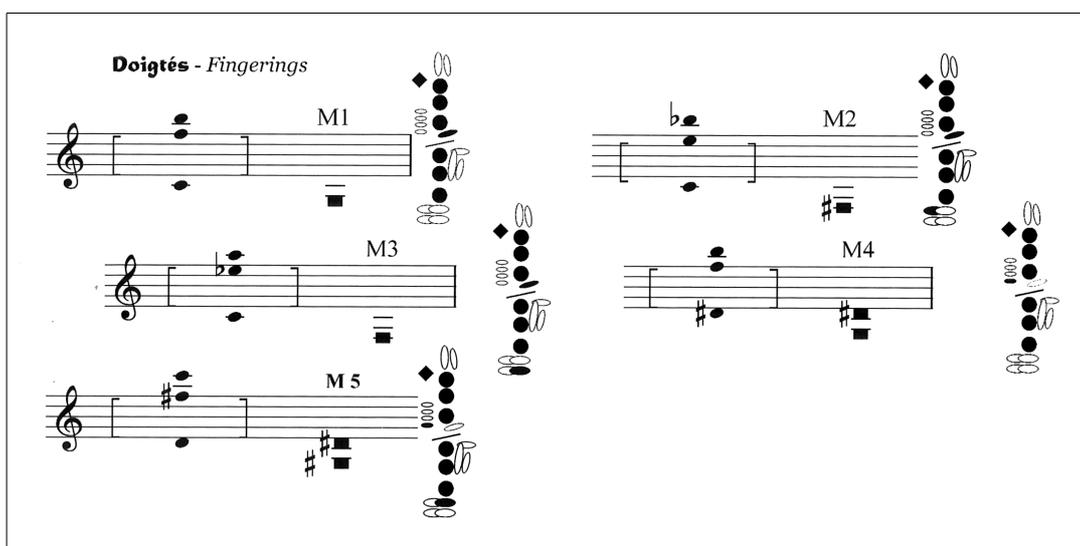


Figura 41: Digitaciones de los multifónicos utilizados por Fléchier (2011, p. 20).

El contenido del método se centra, en primer lugar, en la notación y el lenguaje musical contemporáneo, haciendo referencia a las alteraciones, la notación espacial, la escritura rítmica, la introducción de elementos aleatorios y los matices. A continuación aborda las técnicas y recursos interpretativos que Fléchier considera más comunes dentro de la música contemporánea para clarinete. A saber: trémolos, cuartos de tono, *bisbigliandi*, tocar con la mitad inferior del clarinete, percusiones, *vibrato*, *smorzato*, multifónicos, *flutterzunge*, voz a través del clarinete, soplos, *glissandi*, *kissing effect*, *lip buzzing*, tocar con la boquilla sola y *teatro musical* (entendido como los gestos no instrumentales relativos a la posición del intérprete en el escenario demandados en la partitura, así como a los gestos encaminados a modificar la dirección de la campana del instrumento mediante giros e inclinaciones del propio clarinetista). Cada recurso es tratado de manera sucinta y su exposición se complementa con imágenes, gráficos, o explicaciones relativas a la escritura musical, incluyendo a continuación estudios específicos para la práctica de cada uno de ellos. El método termina con cinco pequeñas piezas para clarinete solo destinadas a la puesta en

práctica de todos los contenidos tratados. Están compuestas por A. Moyencourt, Th. Muller, así como por el propio autor.

Con respecto al capítulo destinado a los multifónicos, Fléchier (2011) tan sólo toma en consideración los sonidos múltiples obtenidos a partir de digitaciones especiales, por ser más fáciles de emitir (no olvidemos que el método está destinado a alumnos de clarinete de los primeros cursos y de nivel intermedio). El autor aconseja el empleo de una caña flexible y no muy dura, señalando la posible dificultad para su control, al afirmar que, «si bien, esta técnica puede resultar delicada, los colores sonoros son tan ricos y poco frecuentes que el trabajo se verá recompensado» (p. 20).

En nuestra opinión, el planteamiento del libro resulta fresco y novedoso, pues tradicionalmente los contenidos de música contemporánea no son programados hasta niveles más avanzados de la enseñanza musical. El autor señala los beneficios que desde su punto de vista puede aportar el trabajo de dichos contenidos en las primeras etapas de la enseñanza instrumental. En el caso concreto de los multifónicos con el clarinete cita las siguientes mejoras técnicas: «control de la columna de aire, flexibilidad en la embocadura y polifonía» (p. 5). En cuanto a la notación empleada para los sonidos múltiples, Fléchier pone el acento en la digitación, escribiendo con cabeza cuadrada la nota a partir de cuya posición fundamental se genera el multifónico, así como la nota que se corresponde con la llave añadida a dicha posición (ver figura 41, en la página anterior). Creemos que esta simplificación puede resultar útil en una primera etapa del aprendizaje de esta técnica instrumental, si bien consideramos que podría haber propuesto como ejercicio previo la obtención de diferentes alturas monofónicas a partir de las cinco digitaciones propuestas.

Hay que señalar una errata en la escritura de los tres primeros multifónicos (M1, M2 y M3, en la figura 41), en los que debería haber añadido con cabeza cuadrada la nota $Do\#_3$, correspondiente a la llave 6, de forma análoga a la escritura de los dos sonidos múltiples siguientes (M4 y M5), que cuentan con el $Re\#_3$ para señalar la adición de la llave 7. Asimismo, el sonido grave de las alturas indicadas entre corchetes correspondientes al cuarto multifónico, anotado como Re_3 sostenido, suena en realidad Re_3 natural.

9.4. Estados Unidos

A. H. Benade (1990). *Fundamentals of musical acoustics*

La primera edición del libro se publica en 1976. El texto se distribuye en veinticinco capítulos, en los que se tratan, entre otros aspectos, los principios del fenómeno físico-acústico, la percepción de los sonidos, la acústica de salas y el mecanismo de producción y modulación del sonido en las diferentes familias instrumentales. Los capítulos 21 y 22 se destinan a los instrumentos de la familia de viento-madera, y el capítulo 25 se dedica a los multifónicos en los instrumentos de lengüeta, de los que Benade afirma que «han despertado el reciente interés de compositores e intérpretes» (p. 8), así como a otros fenómenos acústicos de una naturaleza similar que tienen lugar en los instrumentos de viento-metal y cuerda frotada.

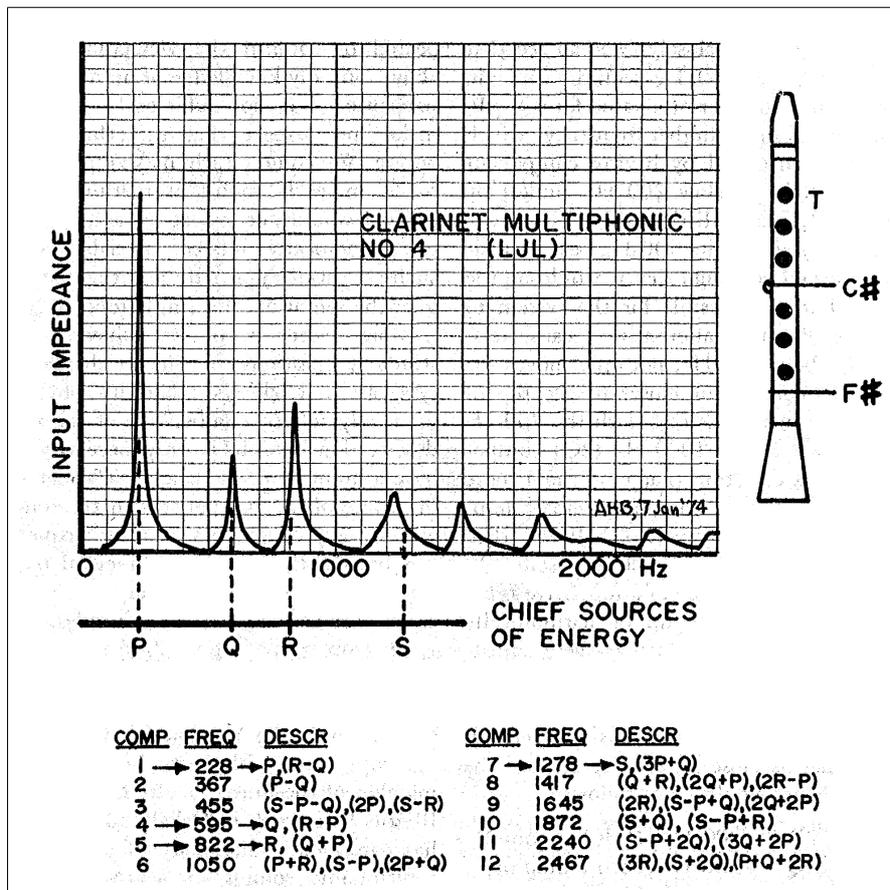


Figura 42: Multifónico analizado por Benade en enero de 1974 (1990, p. 562).

En el apartado destinado a los sonidos múltiples en los instrumentos de lengüeta el autor comienza citando su empleo a comienzos de la década de 1960 por el saxofonista de jazz J. Coltrane, haciendo referencia asimismo al libro *New sounds for woodwind* de Bartolozzi, que hemos tratado en el apartado 9.2 (pp. 140 y ss.). Con respecto al comportamiento acústico de los sonidos múltiples, Benade señala que éstos no se hallan en una relación armónica obvia, sino que sus componentes se relacionan como la suma y resta de sus frecuencias y las de sus respectivos armónicos. Para confirmar lo anterior, el autor analiza dos multifónicos de clarinete (ver figura 42) y uno de oboe, mostrando la relación existente entre las frecuencias presentes en su espectro sonoro. Benade proporciona la digitación empleada para obtener los multifónicos analizados, pero no los transcribe con notación musical. No obstante, sí que hace consideraciones relativas a su percepción, señalando la tendencia del oído humano a agrupar las diferentes frecuencias en subconjuntos relacionados armónicamente. Este es el motivo por el cual, de acuerdo con el autor, los sonidos múltiples son percibidos como un conjunto de alturas separadas e independientes.

Consideramos que Benade ha realizado una aportación destacada en el estudio de los multifónicos, pues, más allá de su rigor científico y de las conclusiones que obtiene con respecto a la organización y comportamiento de sus frecuencias,⁷⁶ ofrece un punto de vista amplio y un lenguaje claro y divulgativo, gracias a su triple condición de físico, intérprete de viento y constructor de instrumentos.

Ph. Rehfeldt (1994). *New directions for clarinet*

La primera edición de *Nuevas direcciones para clarinete* aparece en 1976. El texto se divide en cinco capítulos: 1) fundamentos, 2) digitaciones monofónicas, 3) sonoridades múltiples, 4) catálogo de efectos adicionales, y 5) aplicaciones electrónicas.

El capítulo primero está dedicado a aspectos relativos a la afinación del clarinete, a su familia y tesitura, así como a su capacidad técnica desde el punto de vista de la digitación, de la articulación y del rango dinámico. En el capítulo segundo se aborda el microtonalismo

76 En el capítulo 11 analizaremos en detalle los dos multifónicos propuestos por Benade.

y los cambios de timbre, incluyendo dos tablas de digitaciones: la primera para los clarinetes sopranos en *Si* bemol y *La* (indicando entre paréntesis que también pueden ser válidas para el requinto en *Mi* bemol), y la segunda para el clarinete bajo en *Si* bemol. El capítulo tercero está dedicado de forma íntegra a los multifónicos y lo analizaremos por separado. El capítulo cuarto consiste en un catálogo de efectos adicionales, como *glissando*, *vibrato*, *frullato*, sonido de aire, *slap tongue* o respiración circular, mientras que el quinto y último capítulo trata sobre las aplicaciones necesarias para la música electro-acústica, como el empleo de micrófonos, mesas de mezclas, amplificadores, procesamiento electrónico en vivo, etc. El libro finaliza con nueve anexos, el primero de los cuales recoge una tabla de multifónicos elaborada por el clarinetista estadounidense W. O. Smith, con un total de doscientos sesenta y dos elementos.

En el capítulo destinado a las sonoridades múltiples el autor comienza haciendo una breve revisión del empleo de los multifónicos y su origen, abordando a continuación sus principios de producción. Prosigue describiendo seis categorías que clasifica en función de sus características dinámicas, tímbricas, así como su flexibilidad y estabilidad, para las que toma ejemplos del repertorio:

- 1) Versátiles y flexibles. Pueden tocarse en todos los niveles de dinámica y permiten tipos diferentes de ataque.
- 2) Multifónicos que requieren una emisión suave y progresiva. Permiten realizar un *crescendo* hasta las dinámicas de *forte* o *mezzo forte* y son más resistentes que la categoría anterior.
- 3) Más rígidos y resistentes que los anteriores. Pueden ser atacados con fiabilidad, pero la posibilidad de tocarlos con dinámicas suaves y en *crescendo* es muy limitada.
- 4) De sonoridad fuerte y llena, pero con batidos entre sus componentes. Son similares a los multifónicos de la primera categoría en cuanto a su flexibilidad dinámica y de ataque, pero se caracterizan por su sonido pulsante.
- 5) Díadas. El término inglés *dyad* es utilizado por Rehfeldt para referirse a una categoría de multifónicos que pueden tocarse únicamente en los niveles de dinámica más suaves, señalando que sólo es posible obtener dos alturas, en oposición a los más comunes de tres o más.

- 6) Multifónicos con variaciones en los parciales superiores, de sonoridad estridente. A diferencia de las cinco categorías previas, se producen con un incremento de la presión sobre la caña, y la distribución de los sonidos dependerá de las características de ésta. Esta categoría se correspondería con los sonidos rotos de Villa-Rojo (1984), que hemos descrito en el apartado 9.1.

El capítulo continúa con dos tablas de multifónicos de las seis categorías anteriores para el clarinete soprano en *Si* bemol (que incluimos de forma íntegra en el anexo II) y para el clarinete bajo. Hay que señalar que mientras que las digitaciones propuestas en las tablas del segundo capítulo (sonidos monofónicos) eran válidas de forma indistinta para tres clarinetes en diferentes tonos, en el caso de los multifónicos el autor indica que las digitaciones están concebidas para el clarinete en *Si* bemol, señalando entre paréntesis que algunas de ellas pueden ser extrapolables al clarinete en *La* y al requinto en *Mi* bemol, lo que muestra una mayor variabilidad e inestabilidad con respecto a los sonidos monódicos. El apartado destinado a las sonoridades múltiples termina abordando las secuencias, trinos y trémolos de multifónicos, así como la posibilidad de realizar *vibrato* de llaves (*key vibrato*) sobre un multifónico mantenido.

B-flat soprano (E-flat sopranino and A soprano) multiphonics.

Category 1 (all dynamics, flexible).

The image displays two staves of musical notation for B-flat soprano multiphonics. The top staff contains eight notes with dynamic markings: \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , and \underline{p} . Below each note is a fingering diagram consisting of a vertical column of five circles representing fingers. The bottom staff contains eight notes with dynamic markings: \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , \underline{p} , and \underline{p} . Below each note is a fingering diagram consisting of a vertical column of five circles representing fingers. The notes and fingering diagrams are arranged in two rows of four.

Figura 43: Extracto de la tabla de multifónicos (Rehfeldt, 1994, p. 48).

Con respecto a la notación utilizada en las tablas de multifónicos, Rehfeldt transcribe tres alturas en las tres primeras categorías, empleando redondas blancas para las notas de los extremos y cabeza negra (de menor tamaño y entre paréntesis) para la nota intermedia. En la categoría 4 añade además el signo correspondiente al acorde ({ }) entre los sonidos grave y central, separados por intervalos amplios (mayores de una décima). En la quinta categoría (díadas) transcribe dos sonidos con cabeza blanca, y en la sexta (dos o más parciales superiores) tan sólo emplea la redonda blanca para el sonido grave, añadiendo tres, cuatro o cinco cabezas negras pequeñas para sonidos agudos, unidos a la nota fundamental mediante un corchete (]). Rehfeldt ordena los multifónicos de grave a agudo en cada una de las categorías, tomando como referencia al sonido inferior. En cuanto a las desviaciones en la afinación, transcribe las alturas empleando la notación convencional (sostenidos y bemoles para las alteraciones), situando los signos “+” y “-” a su izquierda en los casos en que su afinación sea más aguda o grave de forma significativa con respecto al temperamento igual.

Por su parte, los multifónicos de la tabla de Smith son anotados con dos alturas, para las que emplea cabezas blancas, indicando las desviaciones en la afinación mediante flechas colocadas a la izquierda de la nota en sentido ascendente (↑) y descendente (↓). Cada multifónico se acompaña de un esquema de la digitación utilizada y de las apreciaciones siguientes:

- 1) Descripción de tipo tímbrico y cualitativo.
- 2) Ámbito dinámico.
- 3) Grado de dificultad de emisión.

Desde nuestro punto de vista, el libro de Rehfeldt apenas ha perdido vigencia en las cuatro décadas que han transcurrido desde la publicación de su primera edición, por lo que continúa siendo uno de los manuales de referencia para intérpretes y compositores interesados en los recursos contemporáneos del clarinete. El contenido de la obra es completo y ofrece ejemplos del repertorio en la presentación de las distintas técnicas, así como una bibliografía amplia de literatura musical y composiciones dedicadas al clarinete en los anexos finales. No obstante, consideramos que las tablas de digitaciones planteadas de forma conjunta para el requinto en *Mi* bemol y los clarinetes sopranos en *Si* bemol y *La* podrían haberse desglosado y ampliado. Asimismo, las categorías propuestas para la clasificación de los multifónicos resultan subjetivas debido a la falta de elementos de tipo cuantitativo en su planteamiento.

R. L. Caravan (1979a). *Preliminary exercises & etudes in contemporary techniques for clarinet: introductory material for the study of multiphonics, quarter tones & timbre variation*

Su título podría traducirse como *Ejercicios preliminares y estudios sobre técnicas contemporáneas para clarinete: material introductorio para el estudio de multifónicos, cuartos de tono y variación tímbrica*. El propósito del autor es proveer de un material que pueda ser de utilidad a los clarinetistas para el desarrollo de la flexibilidad y del control técnico requerido para la interpretación de los recursos contemporáneos. El contenido de la publicación se divide en tres secciones básicas, que giran en torno a las siguientes técnicas: variación tímbrica a través de digitaciones alternativas, cuartos de tono y multifónicos.

El apartado destinado a las variaciones de timbre comienza con una introducción en la que el autor enumera las variables implicadas desde un punto de vista acústico e interpretativo, señalando que el método más efectivo y controlable para producir cambios de timbre es, en su opinión, el empleo de diferentes combinaciones de digitación (p. 2). A continuación hace apreciaciones relativas a su práctica y aprendizaje, indicando que en una primera etapa el intérprete deberá centrar su atención en la lectura de los diagramas que representan la digitación empleada, así como minimizar las diferencias en la afinación de las distintas digitaciones a través de pequeños ajustes en la presión ejercida con la embocadura o en la posición de la lengua en el interior de la cavidad bucal. El apartado destinado a los cambios de timbre contiene seis estudios para su práctica, dos de los cuales incluyen trinos de timbre.

En la introducción al bloque correspondiente a los cuartos de tono Caravan señala que el clarinete Boehm no está diseñado para producir dichos intervalos, de manera que se hace necesario el empleo generalizado de digitaciones cruzadas⁷⁷ para su obtención. Esta situación conlleva cambios de timbre pronunciados entre las digitaciones cromáticas convencionales y las posiciones correspondientes a los cuartos de tono intermedios, que el intérprete deberá minimizar en la medida de sus posibilidades. Asimismo, el autor señala la importancia de la discriminación auditiva para corregir la afinación de los cuartos de tono a través de ajustes en la embocadura. En este sentido, aconseja la práctica de dichos intervalos de forma aislada para su posterior comparación con los semitonos. A continuación incluye

⁷⁷ Ver apartado 10.3.2, en el capítulo siguiente.

una explicación relativa a los signos empleados en forma alteraciones accidentales así como una tabla de digitaciones, de forma previa a los seis estudios concebidos para la práctica de los cuartos de tono.

En la sección correspondiente a los multifónicos Caravan establece dos categorías: combinación de sonidos tocados de forma convencional junto con la voz del intérprete y sonidos múltiples mediante la alteración de la resonancia de la columna de aire, en la que no se introduce un generador externo de tono (p. 18). Con respecto a esta última, señala que puede ser ejecutada por el intérprete mediante una distorsión en la producción del sonido, consistente en ajustes en la embocadura, en la cavidad oral y en la velocidad de salida del aire. Asimismo, añade que lo anterior puede conseguirse tanto con digitaciones convencionales como con posiciones especiales, que conllevan un menor ajuste en la técnica de soplo por parte del intérprete. Este bloque se divide en tres apartados que incluyen sus correspondientes ejercicios preliminares:

- 1) Multifónicos a partir de digitaciones convencionales con la producción del sonido distorsionada. Caravan aconseja comenzar por las notas de registro clarino, en cuyas digitaciones interviene la llave 12. Para su práctica propone ejercicios encaminados a obtener notas pertenecientes al registro fundamental a partir de posiciones de registro agudo en las que la llave de registro está presionada.⁷⁸
- 2) Multifónicos a partir de digitaciones especiales. El autor considera que estos sonidos múltiples son más controlables y fáciles de producir, pero señala que el empleo de una digitación específica por parte de un clarinetista sin experiencia en la producción de multifónicos no implica necesariamente que se obtenga dicho sonido. Para su emisión considera necesario que el intérprete aumente su capacidad para modificar sustancialmente la posición de la embocadura, de la lengua, así como de la velocidad del aire insuflado (p. 22). A continuación describe una serie de prácticas instrumentales encaminadas a ganar en flexibilidad con respecto a los parámetros mencionados, y subraya la importancia de desarrollar una imagen mental de la sonoridad del multifónico para ayudar en su obtención. En cuanto a los ejercicios preliminares para el estudio de los multifónicos mediante digitaciones especiales propone transiciones a partir de

⁷⁸ Estos sonidos se corresponden con los que Villa-Rojo (1984 y 1991) denomina como *resultantes* (ver apartado 9.1).

sonidos monofónicos (en primer lugar manteniendo la digitación del multifónico, como se muestra en la figura 44, y posteriormente cambiando de digitación), sonidos múltiples atacados de forma directa y enlaces de multifónicos en *legato*.

- 3) Multifónicos producidos cantando mientras se toca. Caravan señala que este efecto ha sido utilizado de forma extensiva por los intérpretes de jazz al cantar sin una altura definida a lo largo de una línea melódica tocada con los instrumentos de viento-madera, generando de esta forma una distorsión del sonido a modo de gruñido o zumbido.⁷⁹ Sin embargo, señala que mediante esta técnica también es posible ejecutar intervalos y líneas melódicas (p. 30). En los ejercicios preliminares plantea notas en unísono, pedales, escalas por terceras, suspensiones y retardos concatenados, así como otros giros melódicos e interválicos.

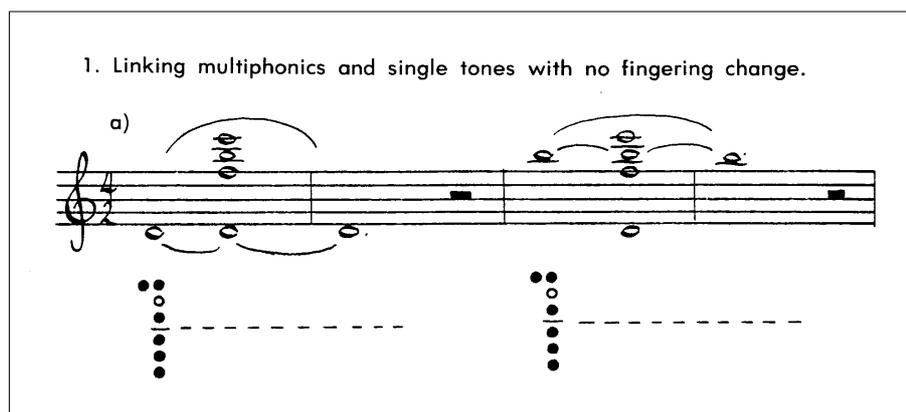


Figura 44: Fragmento de ejercicio para el enlace de multifónicos y sonidos simples sin cambio de digitación (Caravan, 1979a, p. 26).

Caravan prosigue con seis estudios de multifónicos para clarinete, en los que incluye tanto sonidos múltiples obtenidos a partir de digitaciones especiales como sonidos vocales. El texto termina con una lista de técnicas extendidas para clarinete adicionales a las descritas en los párrafos anteriores. El autor enumera, sin entrar en detalles, recursos como el *vibrato*, *glissando*, *flutter tongue*, *slap tongue*, así como otros efectos tímbricos y percusivos.

79 En inglés, *growling tone* y *buzz tone*.

El método de Caravan pone el acento en la realización técnica de los multifónicos y constituye, en nuestra opinión, un punto de partida interesante para la enseñanza y aprendizaje de la técnica instrumental requerida en su emisión, si bien echamos en falta una tabla de sonidos múltiples con sus respectivas digitaciones, al igual que hace con los cuartos de tono. Con respecto a la notación de éstos últimos, los símbolos con los que designa el cuarto de tono y los tres cuartos de tono ascendentes se corresponde con los convencionales (\sharp y $\sharp\sharp$), mientras que los destinados a un cuarto y tres cuartos de tono descendentes (\flat y $\flat\flat$) pueden llevar a confusión con el bemol y el doble bemol. En la notación de los sonidos múltiples, también indica desviaciones menores en la afinación mediante el empleo de flechas de pequeño tamaño sobre las alteraciones: \sharp , \sharp , \flat , \sharp , \flat y \flat . No obstante, el autor no especifica que se trate de octavos de tono. Para concluir, queremos señalar que Caravan transcribe todas las alturas presentes en el multifónico con cabezas de nota convencionales, sin hacer apreciaciones relativas a las diferencias de intensidad y naturaleza de sus sonidos constituyentes. Esto podría inducir a formarse una imagen mental errónea del multifónico, ya que dicha notación no refleja su heterogeneidad dinámica. Estos aspectos serán abordados en detalle en el capítulo 11, dedicado a la notación de los multifónicos.

F. J. Dolak (1980). *Contemporary techniques for the clarinet: a selective, sequential approach through prerequisite studies and contemporary études*

Su título podría traducirse como *Técnicas contemporáneas para el clarinete: una aproximación selectiva y secuenciada a través de estudios preparatorios y contemporáneos*. Se trata de un método en cuya primera parte el autor plantea ejercicios preliminares para trabajar los siguientes recursos técnicos:

- *Lip bends*. Literalmente, curvatura de labio. Se trata de un efecto que también podría denominarse como *glissando* o deslizamiento de labio. Consiste en la modificación progresiva de la afinación de una nota a través de cambios en la colocación de la embocadura. Dolak propone la práctica de esta técnica mediante la realización de intervalos de un semitono ascendente y descendente en la tesitura comprendida entre el Do_5 y el Do_6 . Hay que señalar, no obstante, que la denominación *lip bend* resulta

incorrecta, pues dicho efecto se consigue en realidad a través del ajuste de las resonancias del tracto vocal (Johnston, Clinch & Troup, 1986, p. 69).

- Armónicos. Sería más apropiado hablar de notas obtenidas por sobresoplo o *armónicos artificiales*, siguiendo la terminología de Bartolozzi (ver apartado 9.2, pp. 140 y ss.), pues dichos sonidos no poseen, en la mayoría de los casos, una frecuencia que sea múltiplo de la nota fundamental implícita. Los ejercicios se basan en el método *Top-ones for the saxophone: daily embouchure drills and four-octave studies*, de S. M. Raschèr (1977), y en ellos el autor plantea una transición en *legato*, en los registros agudo y sobreagudo, de notas tocadas con la digitación convencional a armónicos a partir de digitaciones que corresponden a otras notas de registro agudo, que escribe con cabeza negra sin plica debajo del armónico correspondiente.
- Escalas y arpeggios de armónicos. Tienen el objetivo de aumentar el control técnico sobre los sonidos descritos en el párrafo anterior. Mediante el enlace de digitaciones que se mueven en el rango de una tercera mayor, se consiguen escalas y arpeggios de una octava de extensión, al pasar del tercer al cuarto y quinto modo de vibración (correspondientes al 5º, 7º y 9º armónico, respectivamente).⁸⁰
- Díadas. Se corresponden con los sonidos dobles simultáneos de la quinta categoría de Rehfeldt (vista en el apartado 9.4, pp. 152 y ss.). Para su práctica, Dolak propone enlaces de dos y tres díadas en *legato*. Cuando la digitación coincide con la nota superior, incluye la abreviatura *ord.*, del término italiano *ordinario*. Estas díadas se corresponderían con los multifónicos que Villa-Rojo denomina como *sonido real y resultante*. (1984 y 1991). En los casos restantes, el autor añade el esquema de la digitación propuesta debajo de la díada (ver figura 45).
- Cuartos de tono. Se trata de escalas ascendentes y descendentes en el ámbito de un tono (que se subdivide en cuatro cuartos). Para su notación Dolak emplea flechas ascendentes (↑) a la izquierda de la cabeza de nota, o sobre la alteración correspondiente. El ejercicio se desarrolla en el ámbito de tres octavas (comprendidas entre Sol_2 y Sol_5)

80 En los apartados 10.2 y 10.3.3, en el capítulo siguiente, se describen la serie armónica y los modos de vibración de la columna de aire.

- Registro *altissimo*. El autor propone un ejercicio para la práctica de notas de registro sobreagudo por encima del límite superior tradicional (Do_6), que amplía en una tercera mayor. Consiste en progresiones de semitonos ascendentes y descendentes en el ámbito de una tercera mayor que comienzan por La_5 y que emplean figuraciones rítmicas diferentes. Las digitaciones correspondientes a los sonidos cromáticos comprendidos entre $Do\#_6$ y Mi_6 , ambos inclusive, son facilitadas debajo de sus notas respectivas la primera vez que éstas aparecen.

Dyads

Figura 45: Ejemplo de díadas (Dolak, 1980, p. 9).

-B-

Figura 46: Fragmento del segundo coral a cuatro voces para dos clarinetes (Dolak, 1980, p. 25).

La segunda parte de la publicación consta de estudios y obras escritos por el propio Dolak para la práctica de las técnicas expuestas anteriormente, así como de otros recursos que no han sido introducidos de forma previa. Los dos primeros estudios incluyen microintervalos, cambios de timbre, armónicos y notación espacial. El tercer estudio contiene *lip bend*, *glissando*, *vibrato* y *díadas*, y el cuarto emplea *flutterzunge*, *smorzato* y lo que el autor denomina como ataque y decaimiento de envolvente inversa (*reverse envelope attack and decay*), consistente en un ataque suave de aire seguido de un *crescendo* y con una finalización súbita del sonido al detener la vibración de la caña con la lengua.

Dolak continúa con cuatro corales a cuatro voces, escritos para dos clarinetes tocando *díadas* a lo largo de toda la partitura (ver figura 46, en la página anterior), que son seguidos por un estudio para la práctica de microintervalos, sonidos múltiples y *vibrato*. Hay que señalar que la totalidad de los multifónicos de este estudio están escritos con tres alturas, por lo que no se trataría de *díadas*. El autor no hace ninguna explicación o aclaración al respecto, pese a que los multifónicos de tres sonidos no hayan sido tratados en los ejercicios preliminares.

En el séptimo estudio los sonidos múltiples, escritos con dos, tres y cuatro alturas, ocupan un lugar preponderante. En su desarrollo Dolak propone transiciones progresivas de sonidos monofónicos a múltiples y viceversa, trémolos de multifónicos y enlaces de sonidos múltiples en legato, así como *bisbigliando*, armónicos, y notación espacial. A continuación incluye seis dúos en valores largos para clarinete y voz, en los que el intérprete debe cantar y tocar de forma simultánea, que son seguidos por un estudio microtonal escrito en los compases de 5/8 y 7/8. El método termina con dos obras compuestas por el propio autor para clarinete y electrónica que, desde el punto de vista de la técnica instrumental, podrían considerarse como un compendio de los recursos trabajados en el método.

En nuestra opinión, los ejercicios previos planteados en el método constituyen un punto de partida interesante para el control de la emisión multifónica, pues los gestos instrumentales, a nivel de la embocadura y de la colocación del aire insuflado en el instrumento, requeridos para el control de los mal llamados *glissandi* de labio y de la emisión de armónicos están estrechamente relacionados con la emisión de sonidos múltiples, como veremos en el capítulo 13.

En cuanto a la notación, hay que señalar, por una parte, que en los sonidos armónicos no se señalan las divergencias en la afinación de dichos sonidos, y tampoco se emplea ningún símbolo para especificar la naturaleza de ellos (la práctica más extendida es situar una pequeña circunferencia sobre la cabeza de la nota). Por otra parte, con respecto a los sonidos múltiples, Dolak incluye flechas ascendentes y descendentes junto a la cabeza de la nota o sobre la alteración correspondiente, pero no precisa si se trata de cuartos de tono o de otros microintervalos. Tampoco indica las diferencias dinámicas ni tímbricas de los sonidos constituyentes del multifónico, que son representados con el mismo tipo de cabeza de nota. En este sentido, hay que señalar que algunas de las díadas podrían haberse transcrito como multifónicos de tres sonidos.

Por último, echamos en falta una explicación más detallada de los recursos interpretativos empleados en los estudios y composiciones que conforman el método, así como de su realización técnica. De hecho, las díadas y los multifónicos de tres o cuatro alturas no son citados en la introducción. Asimismo, creemos que habría sido de utilidad incluir una tabla de multifónicos con sus digitaciones correspondientes a modo de índice, así como de las digitaciones de registro sobreagudo y de los cuartos de tono. No obstante, queremos subrayar el interés pedagógico y musical de los estudios compuestos por Dolak desde el punto de vista del aprendizaje y control de la técnica extendida en general, y de la emisión multifónica en particular.

G. J. Farmer (1982). *Multiphonics and other contemporary clarinet techniques*

A lo largo de las ciento sesenta páginas que conforman el libro el autor aborda el desarrollo histórico de los multifónicos, los procedimientos para su obtención, así como el equipamiento y material necesarios (combinación de caña, boquilla y abrazadera, y sus características). El primero de los cinco capítulos en que se distribuye el texto realiza una revisión histórica de los multifónicos desde los años 60, haciendo referencia a los tipos de notación, a la escasez de tablas y a su uso dentro de la música de jazz.

En el segundo capítulo Farmer hace consideraciones referidas a la técnica instrumental para la obtención de sonidos múltiples, así como al material empleado. A continuación

incluye ejercicios para obtener multifónicos de dos, tres y cuatro alturas, así como para realizar trinos y trémolos de sonidos múltiples, finalizando con dos estudios extraídos del método *Contemporary techniques for the clarinet* de F. J. Dolak (1980), analizado en el apartado anterior.⁸¹

El tercer capítulo contiene las tablas de multifónicos propiamente dichas (recogidas en el anexo III de la tesis), que el autor distribuye en tres grupos desde el punto de vista de la técnica instrumental:

- I. Multifónicos más consistentes y fiables, que pueden ser producidos con diferentes tipos de ataques y matices. Se incluyen cuarenta y ocho elementos en la tabla, que Farmer transcribe con tres alturas.
- II. Multifónicos más difíciles de producir y limitados a niveles dinámicos más débiles. Figuran sesenta y dos ejemplos, transcritos igualmente con tres sonidos.
- III. Multifónicos obtenidos haciendo descender el mentón y que poseen un carácter pulsante único. En este grupo tan sólo hay nueve elementos, algunos de los cuales podrían considerarse como coincidentes con los *sonidos rotos* de Villa-Rojo (ver apartado 9.1). Farmer utiliza cuatro y cinco alturas para su transcripción.

El capítulo cuarto comprende tres tablas de trinos y trémolos de multifónicos que se derivan directamente de los grupos anteriores. De esta forma, los ciento diecinueve sonidos múltiples del capítulo tercero han dado lugar a un total de quinientos treinta trinos y trémolos. Para finalizar, en el capítulo quinto el autor describe otras técnicas contemporáneas, como los microintervalos, el *vibrato*, el *glissando*, el *frullato*, el *slap tongue*, el *subtone*, la obtención de armónicos, sonidos de aire, y otros efectos tímbricos.

En nuestra opinión, el libro de Farmer es uno de los recursos de referencia en materia de multifónicos para el clarinete. Con respecto a *New directions for clarinet* de Rehfeldt (1994), analizado con anterioridad, supone un salto cualitativo en el tratamiento de los sonidos múltiples, a los que dedica cuatro de sus cinco capítulos de forma exclusiva, si bien los aspectos relativos al comportamiento acústico del clarinete en la EMF no llegan a ser planteados. El texto incluye asimismo ejercicios prácticos para su aprendizaje de forma progresiva, así como diferentes tablas de digitaciones (ver anexo III).

81 Estudios 6 y 7 (Dolak, 1980, pp.28-33).

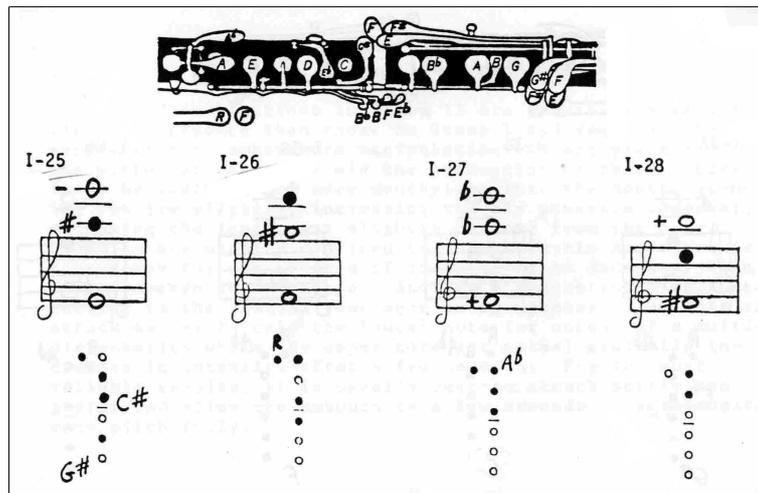


Figura 47: Fragmento de la tabla de multifónicos del grupo I (Farmer, 1982, p. 44).

En cuanto a la notación de los multifónicos hay que indicar que Farmer emplea cabezas blancas y negras para marcar las diferencias de dinámica, y al igual que Rehfeldt se sirve de los signos “+” y “-” para señalar las desviaciones en la afinación, sin utilizar las alteraciones correspondientes a los cuartos y octavos de tono.

A. J. Berkowitz (2010). *Advanced contemporary techniques for the clarinet*

El libro se puede adquirir a través de la página web del autor, cuya dirección es <http://adamjberkowitz.com/>. Se divide en cuatro capítulos, destinados al doble picado, a la respiración circular, a sonidos múltiples obtenidos al cantar y tocar a la vez, y a los multifónicos propiamente dichos. En el cuarto capítulo, dedicado a los sonidos múltiples, el autor explica brevemente la técnica para su obtención, y continúa argumentando las razones y ventajas de su aprendizaje. Prosigue con una serie de ejercicios graduados con objetivos concretos y consejos encaminados a controlar la EMF desde el punto de vista práctico. Berkowitz establece dos categorías de multifónicos, directos e indirectos:

Existen dos métodos de producción de estas sonoridades. El primero conlleva únicamente la colocación del sonido y una exploración de la serie armónica a partir

de sonidos fundamentales mediante la potenciación de parciales superiores. Llamaremos a esto el estilo “directo” porque los sonidos se derivan directamente de la serie armónica. El segundo tipo de multifónico es algo más conocido. Lo llamaremos estilo “indirecto” porque no depende sólo en la búsqueda de armónicos, sino también en combinaciones únicas de los dedos (p. 40).

Al término del capítulo incluye un ejercicio musical para su práctica (ver figura 48) y a continuación una tabla con las digitaciones de los trece sonidos múltiples que aparecen en el estudio destinado de multifónicos, al final del texto. Esta partitura está precedida por otros tres estudios compuestos por el propio autor destinados a la práctica de los contenidos de cada uno de los capítulos (doble picado, respiración circular y vocalizaciones).

o = harmonic/no register key

Figura 48: Ejercicio para la práctica de multifónicos (Berkowitz, 2010, p. 44).

Berkowitz realiza observaciones interesantes desde el punto de vista del aprendizaje de la técnica instrumental, sin entrar a abordar el fenómeno físico-acústico que da lugar a los multifónicos ni las características del instrumento. Asimismo, echamos en falta la inclusión de referencias bibliográficas y de una tabla de multifónicos, más allá de las digitaciones propuestas en el estudio final. No obstante, consideramos que el libro puede ser adecuado para aquellos estudiantes de clarinete que se inicien en el aprendizaje de los recursos contemporáneos.

N. Del Grazia (s.f.). *Clarinet multiphonics*

Se trata de un sitio web creado por el clarinetista estadounidense de origen italiano Nicolas Del Grazia. Ubicada en <http://www.clarinet-multiphonics.org>, la página contiene una base de datos con más de doscientos cincuenta multifónicos. Los sonidos múltiples, que pueden escucharse directamente en la página, están organizados cromáticamente a partir del sonido grave. Cada digitación incluye hasta cuatro multifónicos que pueden ser generados a partir de ella. La mayoría de los ejemplos se acompaña de una descripción de tipo cualitativo, en la que el autor señala su dificultad y el rango dinámico en que es posible emitirlos. La página también cuenta con un apartado dedicado a la teoría, en el que se explican brevemente los modos de vibración del tubo y el comportamiento acústico de las digitaciones cruzadas o de horquilla. Ambos aspectos pueden ser visualizados a través de animaciones en formato Flash (ver figura 49). El sitio incluye un apartado breve dedicado a la práctica de los sonidos múltiples con el clarinete, así como una sección destinada a ejemplos del repertorio, en fase de construcción en el momento de la última consulta realizada (1 de octubre de 2015).

En cuanto a la notación empleada para la transcripción de los multifónicos, están escritos con dos alturas en su mayoría, si bien en algunos casos el autor anota un tercer sonido intermedio entre paréntesis. Asimismo, hay ejemplos en los que no especifica su afinación, señalando únicamente la nota más grave junto con un signo de interrogación, que se coloca en el lugar aproximado del sonido agudo (el audio de estos multifónicos no está disponible en la página). Con respecto a las alteraciones, además de sostenido, bemol y

becuadro, emplea los símbolos \hat{b} , \hat{a} , $\hat{\#}$, \hat{b} , \hat{a} y $\hat{\#}$ sin especificar si se refiere a cuartos u octavos de tono.

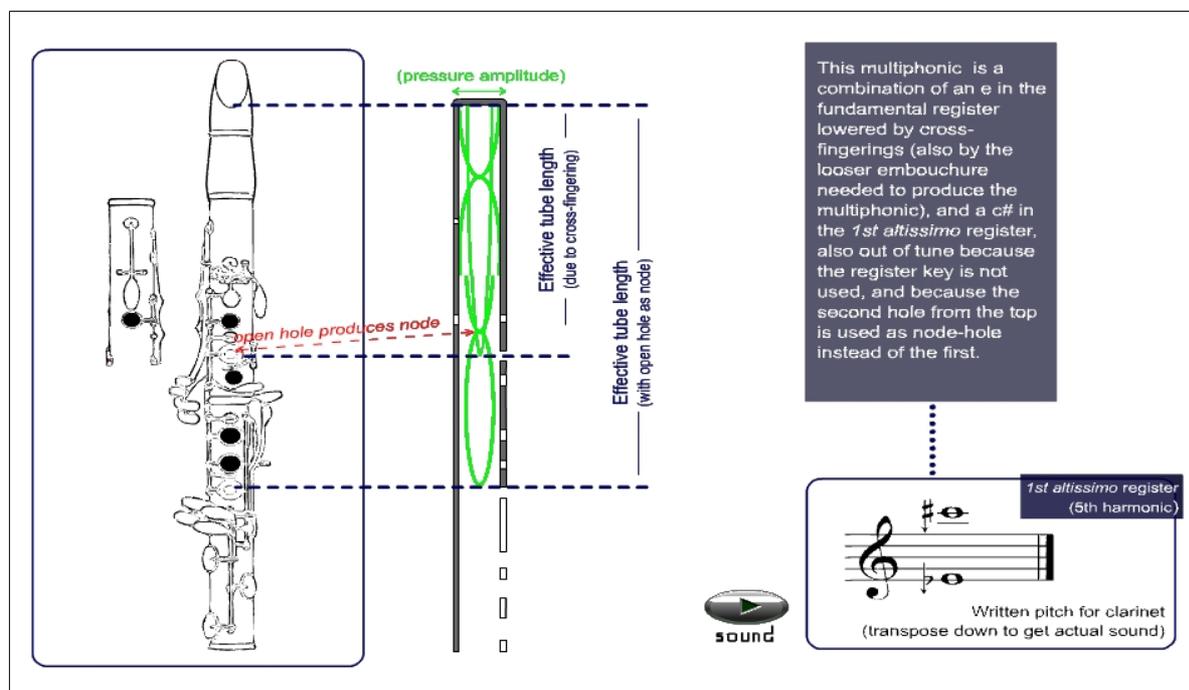


Figura 49: Imagen tomada del apartado dedicado a la teoría por Del Grazia (s.f.). Recuperado de <http://www.clarinet-multiphonics.org>



05

En nuestra opinión, la organización de los multifónicos por digitaciones resulta poco efectiva desde el punto de vista de la notación de los sonidos múltiples, pudiéndose apreciar diferencias significativas en la afinación del sonido más grave entre los multifónicos obtenidos a partir de una misma posición, sin que ésta haya sido reflejada en su transcripción. Asimismo, tras la escucha de los ejemplos sonoros, consideramos que muchos de los multifónicos de dos alturas podrían haberse transcrito incluyendo un tercer sonido. En cuanto a la interacción corporal con el instrumento, tan sólo se hace referencia a ella de forma tangencial, centrandó la atención en las digitaciones a partir de las que se obtienen los sobretonos,⁸² sin abordar la influencia de la embocadura, de las resonancias del tracto vocal

82 Como veremos en el capítulo 10, los sonidos fundamentales se acompañan de un conjunto de vibraciones concomitantes de frecuencia más aguda, llamadas sobretonos o parciales. Estos sonidos también se

ni de la presión del aire insuflado. El autor tampoco especifica el instrumento ni el material empleado, lo que habría sido deseable en la descripción que hace de su grado de dificultad y de las posibilidades de ejecución. En lo concerniente al apartado destinado a la teoría y al comportamiento acústico de los multifónicos, la página no hace referencia a las relaciones interválicas producidas entre sus alturas. No obstante, las demostraciones en formato Flash del funcionamiento acústico del instrumento nos parecen muy ilustrativas y pedagógicas.

E. M. Richards (s.f.). *The clarinet of the twenty-first century: new sonic resources based on principles of acoustics*

Ubicada en <http://userpages.umbc.edu/~emrich/clarinet21.html>, *El clarinete del siglo XXI: nuevos recursos sonoros basados en principios acústicos*, es un sitio web dedicado a las técnicas interpretativas contemporáneas, cuyo texto se extiende a lo largo de más de novecientas páginas ilustradas con muestras de audio y vídeo en los que el propio autor interpreta los ejemplos. El contenido se divide en siete capítulos, que se distribuyen de la siguiente forma:

- 1) Diseño acústico y evolución del clarinete de sistema Boehm.
- 2) Sonidos simples (monofónicos).
- 3) Sonidos múltiples.
- 4) Otros recursos, como el *glissando*, el *frullato* o el *vibrato*.
- 5) Estudios y ejercicios para la práctica de los recursos tratados.
- 6) El clarinete bajo del siglo XXI.
- 7) El requinto del siglo XXI.

Los más de tres centenares de ejemplos y tablas presentes en esta web han sido elaborados, por una parte, por el propio autor de la página, y por otra han sido tomados del repertorio para clarinete de los años sesenta en adelante. La página cuenta con archivos de audio disponibles en formato MP3 (por encima del millar), así como más de setenta y cinco

denominan armónicos cuando sus frecuencias son múltiplos de la fundamental.

estudios y ejercicios escritos por Richards. Con respecto a los multifónicos, hay en torno a mil doscientos documentados, así como setenta y un trinos de multifónicos (*multiphonic trills*).

El capítulo dedicado a los sonidos múltiples comienza abordando su descubrimiento y desarrollo inicial, prosigue analizando los principios acústicos para su producción, y continúa con una tabla de cuatrocientos sesenta y dos multifónicos que pueden escucharse en la propia página. Richards los clasifica teniendo en cuenta siete categorías, para las que incluye una leyenda en la que se indica el significado de cada uno de los términos empleados:

- 1) Posición con respecto al resto de multifónicos de la tabla, en función del sonido más grave y más agudo de cada uno de ellos, desde 1 (aquel que tiene el sonido inferior más grave) hasta 462 (sonido superior más agudo).
- 2) Rango dinámico en el que es posible producirlos, en una escala que va de *pianissimo* a *fortissimo*.
- 3) Estabilidad, dividiéndolos en muy fáciles de sostener (a), moderadamente estables (b) e inestables (c).
- 4) Respuesta. Según sea el tiempo necesario para su emisión los agrupa en una escala del 1 al 5. El número 1 se corresponde con los sonidos que comienzan de forma simultánea con facilidad, y el 5 se refiere a los que es necesario que transcurran entre cuatro y cinco segundos para que todas las alturas puedan mantenerse de forma simultánea, a los que denomina como *muy resistentes*.
- 5) Timbre y textura. En este apartado hace referencia a características de tipo cualitativo. Establece dos subcategorías: a) términos que se refieren a las alturas individuales dentro del multifónico, y b) términos que describen la textura global del sonido múltiple. Establece un total de treinta y seis denominaciones, como: *air* (presencia de ruido de aire en el multifónico), *dull* (ausencia de parciales), *dark* (pocos parciales agudos), *wide* (predominio de parciales graves), *fat* (abundancia de parciales graves y agudos), *brt* (brillante, con muchos parciales superiores), *elc* (sonoridad electrónica, tres o más alturas simultáneas), o *bal* (balance, todas las alturas con intensidades iguales).
- 6) Técnica. Incluye sugerencias para facilitar su obtención, en función de si se requiere una presión mayor o menor en la embocadura y en el aire insuflado («!s!» -*looser*

Con respecto a la clasificación de los sonidos múltiples propuesta por el autor, éste toma en consideración aspectos de tipo técnico y cualitativo, pero no hace referencia a las relaciones interválicas de los sonidos constituyentes del multifónico. En cuanto a las indicaciones relativas al aire y la embocadura, consideramos que habría sido más conveniente independizar ambos elementos. No obstante, la extensión y variedad de los contenidos incluidos hacen de esta página web un lugar de obligada visita para aquellos intérpretes y compositores interesados en los sonidos múltiples en el clarinete y en otros recursos de la técnica instrumental expandida.

9.5. Reino Unido

R. Heaton (1995). *The contemporary clarinet*

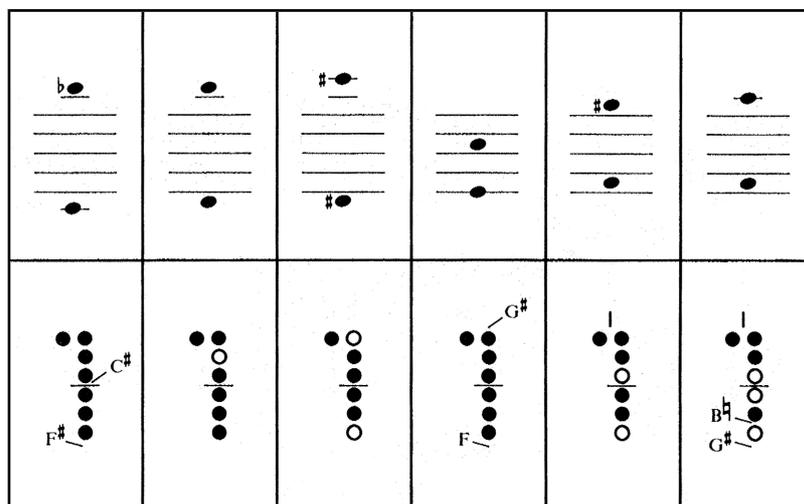


Figura 51: Ejemplos de multifónico (Heaton, 1995, p. 180).

Se trata de un capítulo incluido en *The Cambridge companion to the clarinet*, compilado por C. Lawson (pp. 163-183). Está dedicado a la interpretación del clarinete contemporáneo, e incluye una revisión de las obras más destacadas del repertorio, así como de los principales recursos de la técnica expandida. El texto cuenta con un apartado específico para los multifónicos, que son divididos en dos categorías: 1) multifónicos que se obtienen a través

de digitaciones convencionales –*regular fingerings*–, 2) multifónicos producidos a través de digitaciones especiales –*special fingerings*–. Heaton da indicaciones prácticas acerca de cómo obtener dichos sonidos, afirmando que los del segundo tipo son más fáciles de conseguir. Señala además que en la mayoría de los casos la mano derecha controla los armónicos superiores, mientras que la izquierda controla las alturas inferiores.

El capítulo incluye dos fragmentos tomados del repertorio de obras en las que aparecen sonidos múltiples, así como una tabla con seis ejemplos acompañados de sus respectivas digitaciones (ver figura 51). En dicha tabla Heaton transcribe los multifónicos con dos alturas y cabeza negra, empleando las alteraciones convencionales. La notación resulta poco precisa desde el punto de vista del número de sonidos y su afinación. En cuanto al número de alturas, en los ejemplos propuestos (con la excepción del cuarto multifónico) se producen más de dos sonidos simultáneos. Con respecto a su afinación, consideramos que el autor podría haber empleado una notación más precisa desde el punto de vista microinterválico, ya que en el apartado previo a los sonidos múltiples aborda la notación de cuartos y octavos de tono. La tabla resulta reducida y habría sido deseable que incluyera más elementos, aunque debemos tomar en consideración que se trata de un capítulo cuyo objetivo principal es presentar los elementos más destacados de la técnica clarinetística contemporánea.

9.6. Australia

J. Wolfe (1997-2006). *Clarinet acoustics*

Se trata de una página web perteneciente a la sección de Acústica Musical de la Universidad de Nueva Gales del Sur, Sidney, disponible en <http://www.phys.unsw.edu.au/music/clarinet/>. La página posee una sección muy amplia en la que se explica de forma detallada el funcionamiento acústico del instrumento con el apoyo de contenido multimedia. El sitio incluye, entre otros recursos, los datos referidos a la digitación, impedancia acústica y espectro de cada uno de los sonidos cromáticos del instrumento comprendidos entre Mi_2 y $Do\#_6$, así como su grabación de audio en formato WAV y MP3. Pero lo más relevante desde el punto de vista de nuestra investigación es que también ofrece informaciones detalladas

con respecto a los sonidos múltiples. En concreto, el autor analiza un total de diez multifónicos: seis de dos sonidos, uno de tres elementos, y tres de cuatro alturas (como el que se muestra en la figura 52). La página incluye la digitación de cada uno de ellos, un esquema de los oídos abiertos y cerrados a lo largo del tubo, una representación gráfica de su espectro sonoro y de su impedancia acústica, así como su transcripción musical.

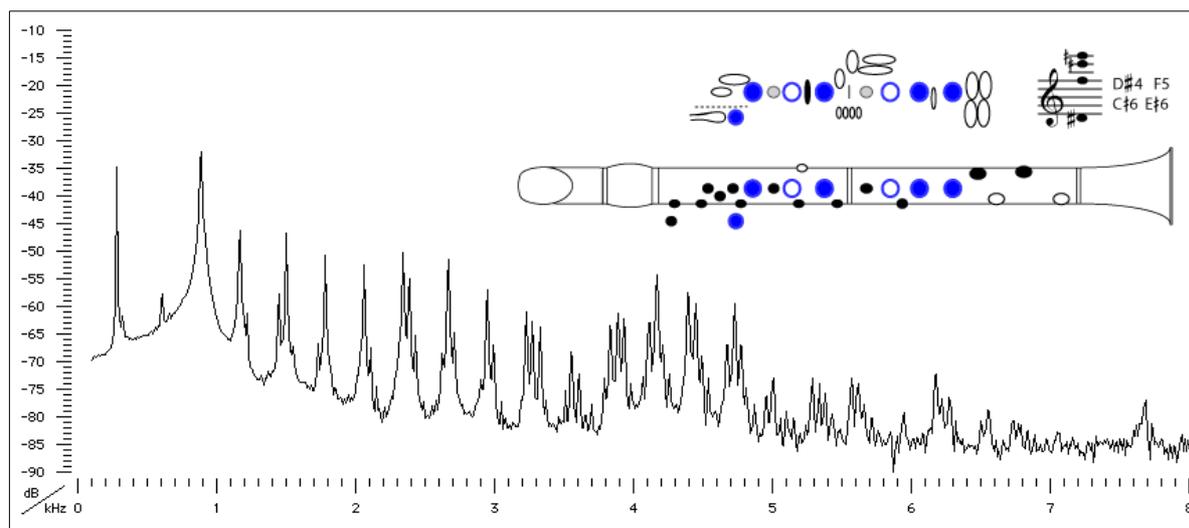


Figura 52: Espectro sonoro y digitación de multifónico por Wolfe (1997-2006). Recuperado de <http://newt.phys.unsw.edu.au/music/clarinet/multiphonics/Dsharp4wF5wCsharp6wEsharp6.html>



♪ 07

Para la notación de los multifónicos Wolfe emplea las alteraciones correspondientes a los semitonos (sostenido y bemol), y en uno de ellos cuartos de tono. Sin embargo, no indica otras desviaciones en la afinación de los sonidos constituyentes del multifónico con respecto al temperamento igual. Tampoco hace referencia a los tonos de combinación ni a las relaciones interválicas de sus sonidos constituyentes, relacionándolos únicamente con las frecuencias de resonancia que determina la digitación correspondiente a cada multifónico. De hecho, algunos de los multifónicos de dos alturas propuestos podrían haberse transcrito con tres, añadiendo un tono intermedio correspondiente al sonido diferencial, como veremos en el capítulo siguiente. No obstante, consideramos que la página de Wolfe constituye una fuente de referencia para el estudio de la acústica del clarinete y de los sonidos múltiples, cuyo contenido es riguroso y plenamente vigente.

9.7. Países bajos

H. Bok (2002). *New techniques for the bass clarinet: methods for producing special effects and notation in contemporary music*

El libro, cuya primera edición publica Salabert en 1989,⁸³ está destinado de forma exclusiva al clarinete bajo de sistema Boehm. El texto comienza con consideraciones organológicas e históricas acerca del clarinete bajo, y prosigue con observaciones relativas a la notación, a la distribución de las llaves⁸⁴ y a los símbolos empleados para referirse a la embocadura, que siguen las pautas marcadas por Bartolozzi (compárense las figuras 38, en la página 141, y 53, debajo). Con respecto a estos últimos, Bok se limita a señalar la tensión labial, que gradúa en seis niveles, y el punto de contacto del labio inferior con respecto a la lengüeta, para la que establece tres posiciones, dejando de lado la presión ejercida con el aire insuflado en el instrumento.

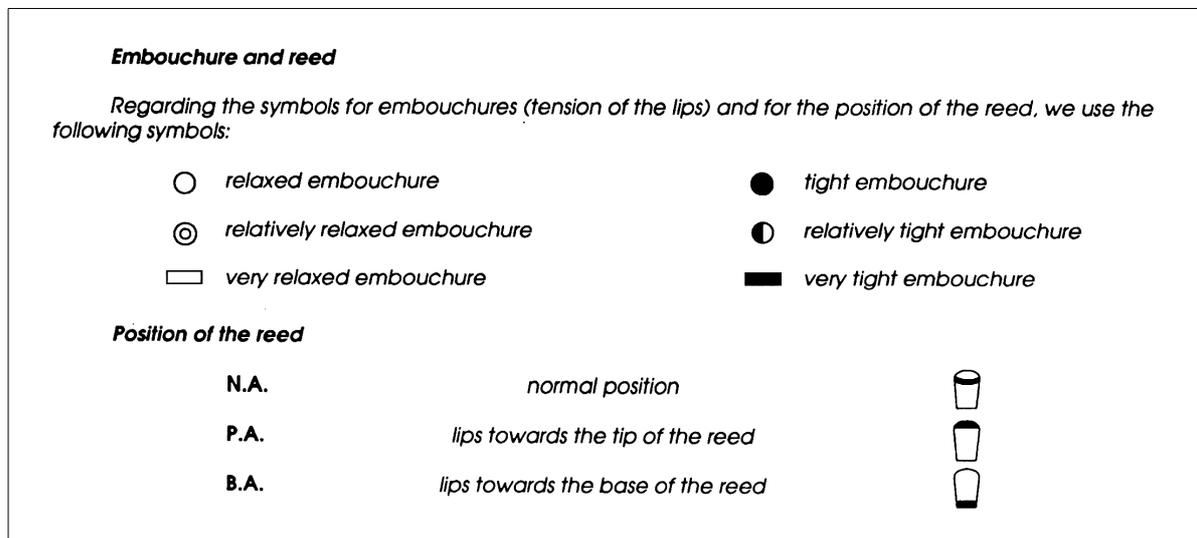


Figura 53: Símbolos empleados por Bok (2002) para señalar el grado de tensión y la posición de los labios (p. 04).

83 Esta edición del libro se encuentra descatalogada.

84 Existen diferencias en la disposición de las llaves correspondientes a los sonidos comprendidos entre Do_1 y $Mi\flat_1$ en función del fabricante y modelo de clarinete bajo.

Las observaciones preliminares del libro concluyen con una explicación de la técnica de respiración circular, para proseguir con el grueso del texto, consistente en la descripción de las técnicas interpretativas de la música contemporánea, que el autor denomina *efectos especiales*. Los recursos técnicos abordados son los siguientes: digitaciones para el registro sobreagudo y extremo, trinos y trémolos, armónicos, cambios de timbre, microintervalos, multifónicos, *vibrato*, *frullato*, *glissando*, *jeu voilé*, *slap tongue*, sonidos vocales, sonidos eólicos, percusión sobre las llaves, dientes en la caña, *kissing effect*, tocar con la boquilla sola y sobre el tudel sin boquilla (véase el glosario al final del texto). Cada recurso técnico se ilustra mediante ejemplos extraídos del repertorio, así como de tablas de digitaciones para las notas de registro sobreagudo, trinos y trémolos, microintervalos y multifónicos. En dichas tablas se incluyen las indicaciones relativas a la configuración de la embocadura junto a las posiciones que así lo requieren. Hay que señalar que el libro se acompaña de un disco compacto en el que Bok ilustra los recursos técnicos abordados, así como la totalidad de los multifónicos incluidos en las tablas. El texto concluye con una lista de repertorio seleccionado y con la bibliografía consultada.

El capítulo destinado a los sonidos múltiples es el de mayor extensión de la obra, y se divide en los siguientes apartados:

- 1) Multifónicos obtenidos a través de digitaciones tradicionales. Se pueden obtener a partir de posiciones de registro fundamental, mediante la superposición de sus respectivos armónicos (*split sounds*), así como de digitaciones de registro agudo junto con su bajotono (*undertone*) correspondiente.
- 2) Multifónicos obtenidos mediante digitaciones alternativas, que requieren, al igual que la categoría anterior, modificaciones en la técnica de sople y embocadura. La totalidad de los ciento doce multifónicos recogidos en la tabla de Bok pertenecen a este grupo.
- 3) Ataque y repetición de los sonidos múltiples. Se trata de un sistema de notación propuesto por el autor para señalar la velocidad máxima de repetición de cada multifónico incluido en la tabla. Para ello, partiendo de un pulso de negra igual a sesenta, escribe las figuras rítmicas correspondientes a diferentes subdivisiones del pulso que permiten establecer cuantos ataques podrían repetirse en un segundo. Los grupos rítmicos abarcan desde tresillo de corcheas (tres repeticiones por segundo) hasta una velocidad máxima de fusas (ocho repeticiones).

- 4) Trinos y trémolos de multifónicos. Se trata de oscilaciones ejecutadas en *legato* que pueden afectar desde una única altura presente en el multifónico (mientras que los restantes sonidos permanecen estables) hasta la totalidad de ellas. Bok señala que dichos trinos y trémolos pueden realizarse con una velocidad máxima de ocho batidos por segundo (p. 42), e incluye una tabla de digitaciones que cuenta con un total de sesenta y dos elementos (ver extracto en la figura siguiente).

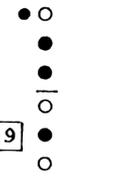
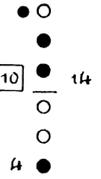
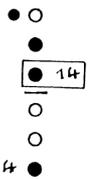
<p>11</p> 	<p><i>pp - p</i></p> 	
<p>12</p> 	<p>a</p> 	<p>b</p> 

Figura 54: Fragmento de la tabla de trinos y trémolos de multifónicos, anotado en sonidos reales (Bok, 2002, p. 56).



08

Las tablas de multifónicos están transcritas en sonidos reales, sin transportar, a diferencia del resto de apartados. Se ordenan en sentido ascendente en función del sonido grave e incluyen la transcripción musical del multifónico, la digitación o digitaciones sugeridas para su obtención, el ámbito dinámico (en los casos en que no sea posible un abanico amplio de matices), en determinados multifónicos las modificaciones necesarias a nivel de embocadura para su obtención (utilizando los símbolos descritos con anterioridad), y en la primera tabla la velocidad de repetición al articularlos. Por su parte, en la segunda tabla hay que indicar que las digitaciones propuestas por el autor para la ejecución instrumental de trinos y trémolos de multifónicos tan sólo conllevan el movimiento de uno o dos dedos por parte del intérprete. Bok señala la llave o plato que debe accionarse de forma

repetida enmarcándola en el esquema de la digitación mediante un recuadro, como puede apreciarse en la figura 54.

Dentro del capítulo destinado al *glissando* el autor incluye un efecto denominado *glissando multifónico* (*multiphonic glissando*), que comenzaría a partir de un sonido múltiple perteneciente a la primera categoría (p. 63). Para su ejecución técnica se debe atacar en primer lugar un sonido de registro grave, modificando a continuación la configuración de la embocadura con el fin de superponer de forma progresiva sus armónicos, comenzando por el más próximo al sonido fundamental. Asimismo, dentro del capítulo destinado al *slap tongue*, Bok indica que al ejecutar este efecto sobre sonidos pertenecientes al tercer registro del instrumento se puede obtener un sonido múltiple de la primera categoría (p. 64).

En lo que respecta a la transcripción musical de las tablas de multifónicos, creemos que habría sido conveniente incluir la notación transportada, tal y como la leería el intérprete (una novena mayor por encima del sonido real), junto con la notación en sonidos reales. En relación con esta última, cuyo empleo está motivado por la intención del autor de que las tablas de multifónicos resulten más accesibles a los compositores (p. 41), también habría sido conveniente la utilización de la clave de *Fa* para facilitar su lectura, evitando de esta forma la presencia de un número excesivo de líneas adicionales para los sonidos más graves, así como de la abreviatura 8^a B^a (octava baja). En cuanto a la notación microinterválica, Bok se limita a indicar si un sonido es ligeramente más alto (\sharp , \natural) o bajo (\flat , \natural) con respecto a la escala temperada. Esto sucede tanto en la tabla destinada a las digitaciones microtonales como en ambas tablas de multifónicos, a pesar de que, en muchos de los casos, las diferencias en la afinación habrían permitido distinguir, por proximidad interválica, entre cuartos y octavos de tono. En cuanto a las cabezas de nota empleadas, no se hace distinción entre los diferentes elementos del multifónico, salvo en el caso de los trémolos, donde se utiliza la cabeza negra para señalar los sonidos que cambian de altura en oposición a los que se mantienen invariables, de cabeza blanca.

Por último, valoramos de forma positiva las indicaciones relativas a la velocidad de articulación de los multifónicos pertenecientes a la primera tabla, ya que consideramos que puede constituir una guía de gran utilidad para compositores e intérpretes. Asimismo, debemos destacar la descripción que hace el autor de los recursos técnicos consistentes en la

combinación de *glissando* y *slap tongue* con los multifónicos, de los que no tenemos constancia previa a la aparición del libro de Bok.

H. Sparnaay (2011). *El clarinete bajo: una historia personal*

Al igual que la publicación analizada en el apartado anterior, el texto está destinado de forma íntegra al clarinete bajo y se acompaña de un disco compacto en el que se ilustran algunos de los ejemplos musicales. Los tres primeros capítulos están dedicados a los agradecimientos, a la biografía del autor y a su relación con el instrumento. El cuarto capítulo aborda la historia y evolución del instrumento, el quinto trata sobre los sistemas de notación y el sexto sobre los registros, donde se incluye una tabla de digitaciones para las notas de registro «agudo y extremadamente agudo» (p. 56-58). En el capítulo siguiente el autor hace consideraciones acerca de la postura al tocar, del timbre individual y de la puesta en escena.

El capítulo octavo es el de mayor extensión y el que resulta más relevante para nuestra investigación. Está destinado a las técnicas especiales del repertorio contemporáneo, y en él se abordan los efectos siguientes: *slap tongue*, trinos, trémolos, *bisbigliando*, *frullato*, doble picado, sonidos eólicos, *vibrato*, *smorzato*, dientes sobre la caña, respiración circular, *glissando*, uso de voz, sonido de llaves, cuartos de tono, multifónicos (que analizaremos por separado), *velato*, así como tocar sólo con boquilla, con boquilla y tudel, y sin boquilla. En el capítulo también se hacen consideraciones relativas a la interpretación con cinta y con medios electrónicos, a las apoyaturas y a las cañas. La explicación de los recursos técnicos se acompaña de extractos del repertorio, de opiniones y reflexiones personales del autor y de ejemplos sonoros en el disco incluido junto con el libro.

Los capítulos 9, 10 y 11 del libro de Sparnaay están dedicados al repertorio del instrumento, y los dos capítulos siguientes ofrecen un listado de direcciones web de editoriales, compositores, intérpretes, constructores y otros recursos relacionados con el clarinete bajo. El texto termina con una selección de anécdotas y con la biografía del autor.

01			4	4	<i>pp</i> → <i>p</i>	○	Trino con MFs 3(solamente <i>pp</i>), 4 y 6
02			2	3	<i>pp</i> → <i>mp</i>	◐	Trino con MFs 5 y 6
03			2	2	<i>pp</i> → <i>mf</i>	◐	Trino con MFs 1,6 y 9. Bisbigliando con llave 7
04			2	3	<i>p</i> → <i>ff</i>	○	Trino con MF6 (cuasi Bisb.). Bisbigliando con llave 8
05			1	2	<i>p</i> → <i>f</i>	◐	Bisbigliando con llave 8
06			1	1	<i>p</i> → <i>ff</i>	◐	Trino con MFs 3 y 11. Bisbigliando con MF4
07			4	5	<i>pp</i>	○	Bisbigliando con llave 8
08			3	4	<i>mp</i> → <i>mf</i>	◐	Bisbigliando con MF11 y llaves 5 y 7

Figura 55: Fragmento de la tabla de multifónicos (Sparnaay, 2011, p. 143).



♪ 09

El apartado destinado a los multifónicos es el de mayor extensión del capítulo, de manera que le corresponden 24 de las 43 pistas que componen CD. Sparnaay comienza haciendo consideraciones relativas a la notación, señalando que, en su opinión, «las notas superior e inferior del multifónico son en general claramente perceptibles (...), aunque cabe

destacar que la nota superior se oye mejor que la inferior» (p. 130). Por este motivo propone una notación en la que se refleje la altura más aguda, o bien los sonidos superior e inferior, añadiendo un rectángulo sobre la plica (ver tercera columna de la figura 55). En cuanto a los sonidos múltiples que se obtienen a partir de posiciones de registro fundamental con ayuda de la embocadura,⁸⁵ propone representar la altura fundamental en lugar de la nota superior. El apartado incluye ejemplos de notación extraídos de obras de compositores como I. Xenakis, T. Marco o J. Kunst, y prosigue abordando los trémolos y trinos de multifónicos, de los que ofrece digitaciones y ejemplos sonoros. El apartado concluye con una tabla que cuenta con un total de noventa y ocho sonidos múltiples (ver extracto en la figura 55), que el autor ilustra en su totalidad en el disco que acompaña al libro.

En la primera columna de la tabla Sparnaay indica la digitación empleada, en la segunda la transcripción musical (señalando las desviaciones microtonales con flechas ascendentes y descendentes y empleando cabeza de nota gris para los sonidos intermedios, de menor intensidad), mientras que en la tercera columna propone la notación del multifónico de acuerdo con lo que hemos expuesto en el párrafo anterior. La tabla incluye asimismo una escala del 1 al 5 para señalar el grado de estabilidad y facilidad de ataque de cada multifónico (cuarta y quinta columnas), así como su rango dinámico (sexta columna). Las dos últimas columnas se destinan a la embocadura y a otras observaciones. El autor utiliza un círculo blanco para señalar una embocadura totalmente relajada y negro para indicar lo contrario, presentando gradaciones intermedias que representa gráficamente, como puede apreciarse en la penúltima columna de la tabla (figura 55).

Desde nuestro punto de vista, el libro de Sparnaay resulta de gran interés para los intérpretes especializados en el clarinete bajo, si bien presenta un exceso de opiniones personales que no son contrastadas con otros autores. Con respecto a la notación de los multifónicos, no compartimos la opinión de que los sonidos intermedios no deban anotarse. De hecho, en varios de los ejemplos del disco compacto se puede apreciar una tercera altura. En cuanto a las indicaciones relativas a la embocadura, el autor se limita a señalar el grado de tensión de ésta, sin reflejar el punto de contacto del labio con la caña, a diferencia de Bartolozzi (1967) y Bok (2002). Consideramos que en el caso de este instrumento la

85 El autor utiliza tanto la denominación francesa *sons fendus*, como la inglesa *split sounds* para referirse a este tipo de multifónicos. Se corresponden con el término *sonidos rotos*, propuesto por Villa-Rojo (1984 y 1991).

posición del labio inferior con respecto a la caña (de mayor tamaño) es un aspecto más objetivo y mensurable que la tensión ejercida con la embocadura. No obstante, queremos subrayar la relevancia de Sparnaay en el desarrollo del repertorio del clarinete bajo y valorar de forma muy positiva el libro en su conjunto como un documento autobiográfico de gran interés en la construcción de la historia moderna del instrumento.

9.8. Alemania

G. Krassnitzer (2002). *Multiphonics für Klarinette mit deutschem System und andere zeitgenössische Spieltechniken*

El título de la publicación se podría traducir como *Multifónicos para clarinete de sistema alemán y otras técnicas de interpretación contemporánea*. Se trata del único tratado existente dedicado de forma específica al clarinete en *Si bemol* de sistema alemán⁸⁶ en el que los multifónicos ocupan un lugar preponderante. En él se documentan un total de ochocientos cuarenta y ocho sonidos múltiples registrados en un CD-ROM que acompaña al texto y que son interpretados por el propio autor. Cada multifónico está numerado para facilitar su búsqueda e indexado.

El contenido del libro se distribuye en dos bloques correspondientes al cuerpo del texto y a las tablas de digitaciones. La primera parte se divide a su vez en un apartado destinado a los multifónicos y en un segundo capítulo en el que se tratan en menor detalle otras técnicas de interpretación contemporánea. La sección destinada a los multifónicos comienza con consideraciones de carácter general, relativas al origen de los sonidos múltiples, al desarrollo de la técnica instrumental necesaria para su interpretación, a la heterogeneidad dinámica de los sonidos percibidos y al material empleado. A continuación aborda la distribución de los sobretonos propios de un sonido monofónico en el clarinete (*der instrumentale Einzelton*), poniendo como ejemplo el análisis del espectro sonoro de la nota

⁸⁶ Véase el apartado 8.1.4, en el capítulo anterior, relativo a la evolución del clarinete en el siglo XIX y la escisión entre los sistemas alemán y francés.

*Fa*₃. El texto prosigue con una explicación acústica de los sonidos múltiples (*Mehrklang*), para lo cual realiza el análisis espectral de un multifónico cuyo sonido más grave coincide con la nota examinada con anterioridad en su forma de emisión monofónica. El capítulo continúa con la realización práctica de los multifónicos, para lo que Krassnitzer establece tres categorías:

- 1) Multifónicos obtenidos mediante *bajosoplo* (*Multiphonics durch Unterblasen*).⁸⁷ Se consiguen al emitir notas de registro agudo a partir de *Mi*_{♭4} con la colocación del sonido propia del registro grave.
- 2) Multifónicos obtenidos por *sobresoplo* (*Multiphonics durch Überblasen*). Se obtienen a partir de digitaciones del registro *chalumeau* sin el empleo de la llave 12 modificando el punto de contacto del labio inferior con la caña y cambiando la posición de la lengua en su parte posterior.
- 3) Multifónicos obtenidos a través de digitaciones especiales (*Multiphonics durch spezielle Griffkombinationen*). Se trata de la categoría que incluye el grueso de los multifónicos del tratado, con un total de ochocientos un sonidos múltiples frente a los cuarenta y siete pertenecientes a los dos grupos anteriores. Para su emisión también se requieren modificaciones en la técnica de soplo y en la colocación del sonido, si bien el autor considera que los multifónicos de esta categoría son los que mejor se adecúan para su realización técnica.

El capítulo dedicado a otras técnicas de interpretación propias de la música contemporánea describe de manera sucinta los siguientes recursos instrumentales: doble y triple picado, *flutterzunge*, *tongue ram*, *slap tongue*, *glissando*, *vibrato*, microintervalos, trino de color, dientes en la caña, respiración circular y multifónicos obtenidos al cantar y tocar simultáneamente. Cada técnica descrita se acompaña de consideraciones relativas a su realización práctica. Hay que destacar que el autor aborda los sonidos múltiples obtenidos al tocar y cantar de forma simultánea dentro del espacio destinado a otras técnicas, al considerarlos, pese a su denominación común, como un recurso diferente a los multifónicos propiamente dichos.

⁸⁷ En inglés, *multiphonics by underblowing*. Siguiendo la nomenclatura de Villa-Rojo (1984 y 1991), se corresponden con los *sonidos real y resultante* simultáneos.

Zeichenerklärung

Notenköpfe
(bezeichnen die relative Lautstärke der Akkordtöne)

- sehr stark ○ sehr schwach
- ◆ stark ◇ schwach

Erhöhungen/Erniedrigungen

- ↑ ↓ Achtelton
- ♯ ♭ Viertelton
- ♯♯ ♭♭ Dreiachtelton bzw. Achtelton tiefer als z.B. gis bzw. Achtelton höher als z.B. des
- ♯ ♭ Halbtone
- ♯♯ ♭♭ Fünfahtelton bzw. Achtelton höher als z.B. gis bzw. Achtelton tiefer als z.B. des
- ♯♯ ♭♭ Dreiviertelton
- × Ganzton

Mögliche dynamische Bandbreite
pp - p - mf - f - ff

Schwierigkeitsgrad
α leicht β mittel γ schwer

Veränderungen gegenüber dem Normalansatz

- erhöhter Blasdruck
- schwacher Lippendruck ● erhöhter Lippendruck

Druckpunkt der Unterlippe am Blatt:

- ▭ in Richtung Blattrücken ▭ in Richtung Blattspitze

Sind keine Hinweise angegeben, ist das Ansatzgefühl dem eines Einzeltons ähnlich; im allgemeinen entspricht dies der AnsatzEinstellung für den höchsten Akkordton

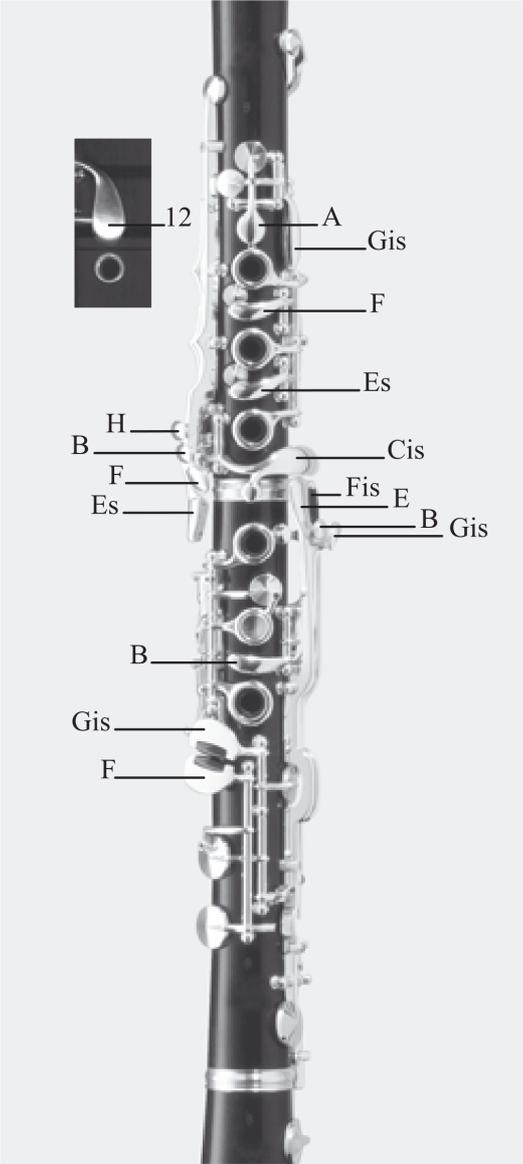


Figura 56: Leyenda y nomenclatura de las llaves (Krassnitzer, 2002, p. 28).

La segunda parte del libro, destinada a las tablas de digitaciones, comienza por los sonidos múltiples obtenidos por bajosoplo (los 26 primeros), continuando con los producidos por sobre-soplo (del 27 al 47) y con los emitidos a partir de digitaciones especiales (del 48 en adelante). Esta tercera categoría se subdivide a su vez en multifónicos de dos sonidos (del 48 al 129), de tres a cinco sonidos (del 130 al 379), y de más de cinco sonidos (del 380 al 848). Hay que subrayar que todos los multifónicos incluidos están

transcritos de dos formas: en *Do* (sonidos reales) y en *Si* bemol (tal y como lo leería un clarinetista en la partitura, sonando una segunda mayor por debajo de lo escrito).

Las tablas continúan con un índice que incluye la nota superior del multifónico (de mayor intensidad) ordenada de forma ascendente, a modo de ayuda para la búsqueda. Para ello el autor indica los números correspondientes a los multifónicos que poseen dicho sonido superior. Este índice se divide igualmente en las tres categorías de sonidos múltiples señaladas con anterioridad, así como en las tres subcategorías para los multifónicos obtenidos a partir de digitaciones especiales en función del número de sonidos. El libro prosigue con un segundo índice numérico destinado a señalar qué multifónicos pueden tocarse enlazados con facilidad en *legato* y como trémolo, para lo que mantiene los grupos y subgrupos anteriores, finalizando con una tabla de cuartos de tono.

En lo relativo a la transcripción musical de los multifónicos, Krassnitzer es realmente minucioso. En primer lugar, emplea cabezas de nota distintas para reflejar la dinámica relativa de los sonidos presentes (circular negra para los sonidos muy fuertes, romboidal negra para los fuertes, romboidal blanca para los sonidos débiles y circular blanca para los muy débiles). En segundo lugar, utiliza símbolos específicos para señalar la subida o bajada en la afinación (*Erhöhungen/Erniedrigungen*) diferenciando cuartos y octavos de tono, de acuerdo con la leyenda incluida en la figura anterior.

Con respecto a la realización técnica, para cada uno de los multifónicos transcritos el autor indica el rango dinámico en que es posible su emisión (que es independiente a la dinámica interna del multifónico) así como el grado de dificultad para su obtención, que divide en fácil (alfa), medio (beta) y difícil (gamma). Asimismo, en los casos de los multifónicos que requieren cambios significativos con respecto a la técnica de soplo y embocadura normal, emplea signos específicos (ver la figura 56) para indicar los casos en que es necesario elevar la presión de aire (*erhöhter Blasdruck*), disminuir o aumentar la presión ejercida con los labios (*schwacher/erhöhter Lippendruck*) así como para modificar el punto de contacto del labio con la caña, ya sea en dirección al dorso de la caña o hacia la punta de ésta (*in Richtung Blattrücken/Blattspitze*). Sin embargo, no incluye un signo específico para señalar una disminución en la presión ejercida con el aire con respecto a la técnica habitual, cuando éste es, en nuestra opinión, uno de los aspectos más destacados en la técnica instrumental implicada en la EMF, como veremos en el capítulo 13.

Desde nuestro punto de vista, el trabajo de Krassnitzer es riguroso no sólo en su afán de precisión para la transcripción musical de los multifónicos, sino también en la metodología empleada para el análisis de las frecuencias y en la propia estructura del contenido. Consideramos un acierto tanto el empleo simultáneo de las notaciones en *Do* y en *Si* bemol (que evitan posibles confusiones), como las indicaciones instrumentales mencionadas en el párrafo anterior, si bien la orientación que hace sobre el grado de dificultad puede tener un componente subjetivo marcado. No obstante, en la notación final del multifónico creemos que refleja un exceso de alturas de intensidad muy débil a partir de los multifónicos de más de cuatro sonidos, cuyas frecuencias se desprenden del análisis espectral, pero que no serían identificables auditivamente en las condiciones acústicas propias de la interpretación musical. Esta circunstancia podría llevar al compositor o intérprete a formarse una imagen mental del multifónico alejada del resultado sonoro. Hay que añadir que esta notación no es coherente con el límite que establece con el sonido superior de mayor intensidad, pues hay determinados sobretonos y sonidos adicionales que podrían haberse incluido por encima de éstos, al tener una presencia sonora equivalente a los sonidos intermedios representados con cabeza blanca (ya sea redonda o romboidal). Por este motivo, creemos que su ordenación e indexado podría haberse realizado a partir del sonido más grave del multifónico.

En cuanto a la clasificación de los multifónicos en tres categorías organizadas desde un punto de vista instrumental queremos señalar que los sonidos múltiples obtenidos por bajosoplo no se diferencia desde un punto de vista acústico de los obtenidos a partir de digitaciones especiales, ya que la llave de registro cumple una doble función como oído tonal y de registro, dando lugar a dos longitudes diferentes de tubo, al igual que sucede con las digitaciones no convencionales. No obstante, sí que es cierto que desde el punto de vista de la técnica instrumental su emisión puede conllevar modificaciones más significativas en el gesto del intérprete con respecto determinados sonidos múltiples obtenidos a partir de digitaciones complejas. Hay que añadir que la subdivisión en cuanto al número de alturas dentro de la categoría de digitaciones especiales conlleva la problemática asociada a la percepción de los sonidos (en función de su intensidad, frecuencia y relación interválica), por lo que consideramos que este criterio para su clasificación podría ser replanteado. Para finalizar, señalaremos que, al igual que en el caso de otros autores, en el texto no se relacionan de forma interválica los sonidos presentes en el multifónico, estableciendo únicamente la correspondencia armónica de los parciales superiores sin tomar en consideración los tonos de combinación.

9.9. Tablas comparativas

Por orden cronológico

Para la elaboración de la tabla nos hemos basado en la fecha de publicación de los recursos bibliográficos, tomando en consideración el año de la primera edición de los materiales impresos. En los casos de los recursos aparecidos el mismo año hemos seguido el apellido del autor por orden alfabético. Las tres últimas filas se corresponden con los sitios web analizados.

Autor	Título	País	Año
Pace, T.	<i>Ancie battenti: storia, fisica, letteratura</i>	Italia	1943
Bartolozzi, B.	<i>New sounds for woodwind</i>	Italia	1967
Villa Rojo, J.	<i>El clarinete y sus posibilidades: estudio de nuevos procedimientos</i>	España	1975
Benade, A. H.	<i>Fundamentals of musical acoustics</i>	EE.UU.	1976
Rehfeldt, Ph.	<i>New directions for clarinet</i>	EE.UU.	1976
Caravan, R. L.	<i>Preliminary exercises & etudes in comtemporary techniques (...)</i>	EE.UU.	1979
Dolak, F. J.	<i>Contemporary techniques for the clarinet</i>	EE.UU.	1980
Castellengo, M.	<i>Sons multiphoniques aux instruments à vent</i>	Francia	1982
Farmer, G. J.	<i>Multiphonics and other contemporary clarinet techniques</i>	EE.UU.	1982
Bok, H.	<i>New techniques for the bass clarinet</i>	Holanda	1989
Seve, A.	<i>Le paradoxe de la clarinette: étude générative des multiphoniques</i>	Francia	1991
Villa Rojo, J.	<i>El clarinete actual: colección estudiada y comentada</i>	España	1991
Heaton, R.	<i>The contemporary clarinet</i>	Reino Unido	1995
Krassnitzer, G.	<i>Multiphonics für Klarinette mit deutschem System (...)</i>	Alemania	2002
Berkowitz, A. J.	<i>Advanced contemporary techniques for the clarinet</i>	EE.UU.	2010
Pastor García, V.	<i>El clarinete: acústica, historia y práctica</i>	España	2010
Fléchier, L.	<i>Petite méthode des modes de jeu contemporains pour la clarinette</i>	Francia	2011
Sparnaay, H.	<i>El clarinete bajo: una historia personal</i>	Holanda	2011
Wolfe, J.	<i>Clarinet acoustics</i>	Australia	1997-2006
Del Grazia, N.	<i>Clarinet multiphonics</i>	EE.UU.	s. f.
Richards, E. M.	<i>The clarinet of the 21st century</i>	EE.UU.	s. f.

Tabla 6: Recursos bibliográficos ordenados cronológicamente. Elaboración propia.

Por tipología de instrumento

La tabla hace referencia a los clarinetes con los que se abordan los sonidos múltiples por parte de los recursos bibliográficos analizados. La tercera columna se corresponde con los miembros de la familia del clarinete (requinto en *Mi* bemol, clarinete soprano en *Si* bemol y clarinete bajo en *Si* bemol), mientras que la cuarta designa al sistema empleado (Boehm completo, Boehm sencillo y alemán).

Autor	Título	Clarinete			Sistema		
		Mib	Sib	Bajo	Compl.	Boehm	Alemán
Bartolozzi, B.	<i>New sounds for woodwind</i>		X		X		
Benade, A. H.	<i>Fundamentals of musical acoustics</i>		X			X	
Berkowitz, A. J.	<i>Advanced contemporary techniques (...)</i>		X			X	
Bok, H.	<i>New techniques for the bass clarinet</i>			X		X	
Caravan, R. L.	<i>Preliminary exercises & etudes (...)</i>		X			X	
Castellengo, M.	<i>Sons multiphoniques aux instruments à vent</i>			X		X	
Del Grazia, N.	<i>Clarinet multiphonics</i>		X			X	
Dolak, F. J.	<i>Contemporary techniques for the clarinet</i>		X			X	
Farmer, G. J.	<i>Multiphonics and other (...) techniques</i>		X			X	
Fléchier, L.	<i>Petite méthode des modes de jeu contemporains (...)</i>		X			X	
Heaton, R.	<i>The contemporary clarinet</i>		X			X	
Krassnitzer, G.	<i>Multiphonics für Klarinette (...)</i>		X				X
Pace, T.	<i>Ancie battenti: storia, fisica, letteratura</i>		X		X		
Pastor García, V.	<i>El clarinete: acústica, historia y práctica</i>		X			X	
Rehfeldt, Ph.	<i>New directions for clarinet</i>	X	X	X		X	
Richards, E. M.	<i>The clarinet of the 21st century</i>	X	X	X		X	
Seve, A.	<i>Le paradoxe de la clarinette</i>		X	X		X	
Sparnaay, H.	<i>El clarinete bajo</i>			X		X	
Villa Rojo, J.	<i>El clarinete y sus posibilidades</i>		X		X		
	<i>El clarinete actual</i>		X		X	X	

Tabla 7: Clarinete al que se dirige la bibliografía seleccionada. Elaboración propia.

Por características de la publicación

	Carácter				Idioma				Soporte			
	Acústica	General	Tratado	Método	Alemán	Español	Francés	Inglés	Italiano	Impreso	Pdf	Web
Bartolozzi, B.: <i>New sounds for woodwind</i>			X				X			X		
Benade, A. H.: <i>Fundamentals of musical acoustics</i>	X						X			X		
Berkowitz, A. J.: <i>Advanced contemporary techniques (...)</i>			X				X				X	
Bok, H.: <i>New techniques for the bass clarinet</i>			X				X			X		
Caravan, R. L.: <i>Preliminary exercises & etudes (...)</i>				X			X			X		
Castellengo, M.: <i>Sons multiphoniques aux instrum. à vent</i>	X					X				X		
Del Grazia, N.: <i>Clarinet multiphonics</i>			X				X					X
Dolak, F. J.: <i>Contemporary techniques for the clarinet</i>				X			X			X		
Farmer, G. J.: <i>Multiphonics and other (...) techniques</i>			X	X			X			X		
Fléchier, L.: <i>Petite méthode des modes de jeu contemp. (...)</i>				X		X	X			X		
Heaton, R.: <i>The contemporary clarinet</i>		X					X			X		
Krassnitzer, G.: <i>Multiphonics für Klarinette (...)</i>			X		X					X		
Pace, T.: <i>Ancie battenti: storia, fisica, letteratura</i>		X						X		X		
Pastor García, V.: <i>El clarinete</i>	X	X				X				X		
Rehfeldt, Ph.: <i>New directions for clarinet</i>			X				X			X		
Richards, E. M.: <i>The clarinet of the 21st century</i>			X				X					X
Seve, A.: <i>Le paradoxe de la clarinette</i>			X			X					X	X
Sparnaay, H.: <i>El clarinete bajo</i>			X		X					X		
Villa Rojo, J.: <i>El clarinete y sus posibilidades</i>			X		X					X		
Villa Rojo, J.: <i>El clarinete actual</i>			X		X		X			X		
Wolfe, J.: <i>Clarinet acoustics</i>	X						X					X

Tabla 8: Ámbito y formato de los recursos bibliográficos analizados. Elaboración propia.

Dentro del apartado *carácter* hemos establecido las categorías siguientes: 1) publicaciones del ámbito de la acústica en las que se dedica una sección a los multifónicos en el clarinete; 2) publicaciones generales sobre el instrumento en las que se destina un capítulo, artículo o apartado a los sonidos múltiples; 3) tratados específicos referidos a técnicas de interpretación contemporánea; 4) métodos y publicaciones de índole pedagógica,

encaminados al aprendizaje y control de la emisión multifónica así como de otros recursos técnicos con el clarinete.

Por notación empleada para los multifónicos

	Tipo de notación		Microtonalismo					Cabezas diferentes		Indicaciones instr.		Presión embocadura		Posición labio	Aire
	Convencional	No convencional	Mixta	Cuartos de tono	Octavos de tono	Sin especificar	Color de la nota	Forma de la nota	Digitación	Presión embocadura	Posición labio	Aire			
Bartolozzi, B.	X		Sí	X		No			Sí	X	X	X	X		
Benade, A. H.			-			-			Sí	X					
Berkowitz, A. J.	X		No			No			Sí	X					
Bok, H.	X		Sí		X	No			Sí	X	X	X			
Caravan, R. L.	X		Sí	X	X	No			Sí	X					
Castellengo, M.	X		No			No			No						
Del Grazia, N.	X		Sí		X	No			Sí	X					
Dolak, F. J.	X		Sí		X	No			Sí	X					
Farmer, G. J.	X		Sí		X	Sí	X		Sí	X					
Fléchier, L.		X	No					X	Sí	X					
Heaton, R.	X		No			No			Sí	X					
Krassnitzer, G.	X		Sí	X	X	Sí	X	X	Sí	X	X	X	X		
Pace, T.	X		No			No			No						
Pastor García, V.	X		Sí		X	No			Sí	X					
Rehfeldt, Ph.	X		Sí		X	Sí	X		Sí	X					
Richards, E. M.	X		Sí	X	X	Sí	X		Sí	X	X		X		
Seve, A.	X		Sí	X		Sí	X		Sí	X					
Sparnaay, H.		X	Sí		X	No			Sí	X	X		X		
Villa Rojo, J.		X	No			Sí	X	X	Sí	X					
Wolfe, J.	X		Sí	X		No			Sí	X					

Tabla 9: Características de la notación de los multifónicos dentro de la bibliografía analizada. Elaboración propia.

En la tabla precedente hemos tomado en consideración cuatro aspectos relacionados con la notación de los sonidos múltiples por parte de los autores de los recursos bibliográficos analizados a lo largo de este capítulo:

- 1) Tipo de notación. Hemos considerado como notación convencional aquélla en la que se representan las alturas de los sonidos y su valor rítmico mediante el empleo de cabezas de nota y, en su caso, plicas, en oposición a las notaciones de tipo gráfico en las que no se precisa la altura o duración de las mismas. Por su parte, en la notación de tipo mixto se combinan elementos determinados (por ejemplo, una o dos de las alturas presentes en el multifónico) con componentes notacionales de tipo gráfico o indeterminado.
- 2) Notación microtonal. Se trata de las indicaciones relativas a las diferencias de afinación inferiores a un semitono temperado. Con respecto a los símbolos utilizados para reflejar estas desviaciones, determinados autores emplean alteraciones específicas para los cuartos de tono, mientras que otros distinguen entre cuartos y octavos de tono. Asimismo, hay casos en los que no se especifica si se trata de uno u otro intervalo.
- 3) Utilización de cabezas de nota diferenciadas. Encontramos autores que emplean tanto colores como formas diferentes, con el fin de distinguir entre las características sonoras de las alturas constituyentes del multifónico. Las cabezas blancas y de forma circular se corresponden con sonidos de mayor intensidad y definición, mientras que las cabezas negras y/o de forma romboidal son empleadas para designar a los de menor presencia sonora. En el capítulo 11, destinado íntegramente a la notación de los sonidos múltiples, analizamos las diferentes opciones presentes en el repertorio.
- 4) Indicaciones instrumentales, relativas a la técnica instrumental. Dieciocho de los veinte autores tratados señalan la digitación a partir de la cual se obtiene el multifónico, mientras que las alusiones relativas a la posición de la embocadura y a la insuflación del aire en el instrumento se reducen a cinco de ellos. Creemos que esta circunstancia se debe a que los aspectos propios de la técnica de embocadura y de soplo pueden considerarse más subjetivos y difíciles de objetivar. En el capítulo 13 abordaremos los gestos instrumentales necesarios para el aprendizaje y control de la emisión multifónica.

10. Fundamentación acústica

En este capítulo abordaremos la producción de multifónicos en el clarinete desde el punto de vista del fenómeno físico-acústico. Comenzaremos introduciendo conceptos acústicos generales cuya exposición consideramos necesaria para el análisis de los sonidos múltiples, continuaremos realizando una explicación general del funcionamiento acústico del instrumento, para finalizar el capítulo centrándonos en el fenómeno concreto de la emisión multifónica en el clarinete.

10.1. Movimientos vibratorios complejos

Los sonidos monofónicos producidos por los instrumentos musicales no se reducen a una sola onda sinusoidal, sino que son sonidos complejos consistentes en una fundamental (que se percibe como una altura determinada) acompañada por una serie de sonidos más agudos denominados parciales o sobretonos, de intensidad mucho menor. Calvo-Manzano (1991) señala que

Un mismo cuerpo sonoro puede producir varios sonidos según las condiciones en que vibre. El más grave de estos sonidos es el fundamental y los demás se llaman parciales, que pueden ser armónicos, (...), también llamados concordantes o alicuotas, o bien, si los parciales no son semejantes a la serie armónica, éstos serán discordantes (pp. 122-123).

Los sonidos musicales consisten por lo tanto en movimientos vibratorios complejos, a diferencia de las ondas sinusoidales, que se corresponden con los tonos puros. Según el Teorema de Fourier, «un movimiento vibratorio cualquiera, de período T (frecuencia n),⁸⁸ es siempre expresable como una suma de movimientos armónicos simples cuyos períodos

⁸⁸ El tiempo en el que una onda realiza una oscilación completa se denomina periodo (T), que es inversamente proporcional a la frecuencia (n), de manera que $T = 1/n$.

serán T , $T/2$, $T/3$, $T/4$... (frecuencias n , $2n$, $3n$, $4n$...)» (Olazábal, 2007, p. 16). Es decir, la onda compleja de un sonido se puede descomponer en una suma de ondas simples. De acuerdo con lo anterior, Pastor García (2010) señala que «cualquier sonido emitido por un instrumento musical proviene de varios movimientos armónicos simples, cada uno de ellos con una intensidad y frecuencia diferente» (p. 143).

La distribución e intensidad de los sonidos parciales que se producen junto al fundamental configura su espectro sonoro, y son determinantes en la percepción del timbre, que «depende del grado de complejidad del movimiento vibratorio que origina dicho sonido» (Calvo-Manzano, 1991, p. 122).

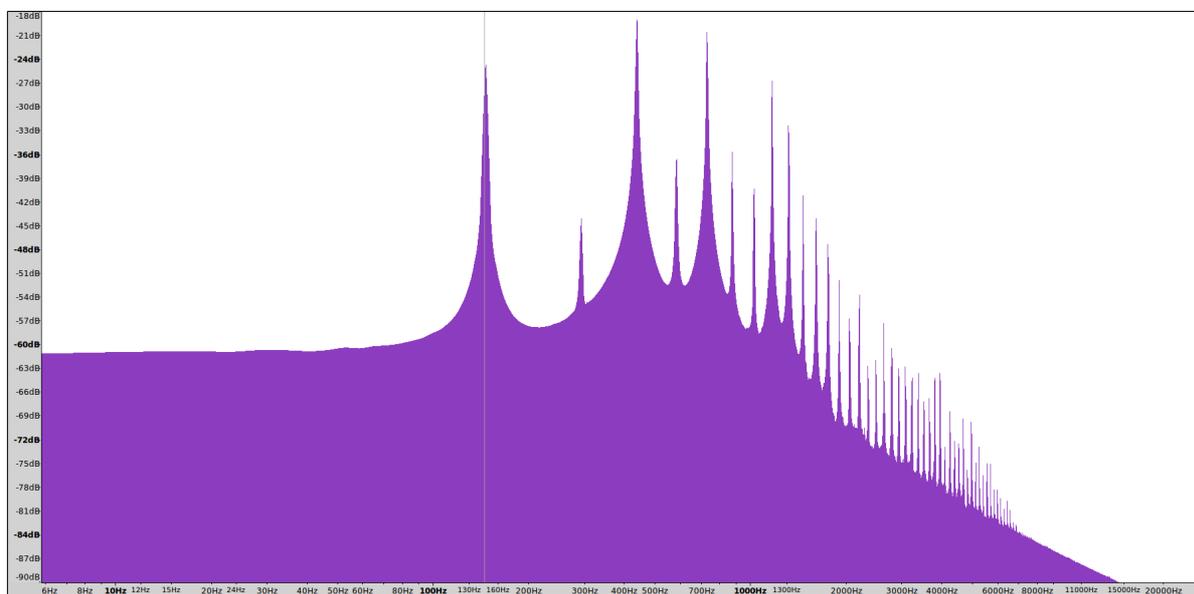


Figura 57: Espectro del sonido fundamental Mi_2 con frecuencia en escala logarítmica en el eje de abscisas (generado con el software Audacity®).



♪ 10

La figura 57 muestra el espectrograma de la nota Mi_2 (sonido fundamental más grave del clarinete). Los picos primero, tercero y quinto, de mayor intensidad (nivel de presión sonora, en el eje de ordenadas) se corresponden con las frecuencias de las notas Mi_2 (fundamental), Si_3 (cuya frecuencia es el triple de la fundamental) y $Sol\#_4$ (el quintuplo). Un oído educado musicalmente es capaz de escuchar dichos sonidos por separado, cuando las condiciones acústicas son apropiadas. No obstante, nuestro sistema psicoacústico tiende a percibir como un todo al conjunto de armónicos superpuestos que construyen los sonidos

musicales, aglutinándolos en la frecuencia más grave. Este fenómeno se denomina *seguimiento de la fundamental*. Roederer (1997) se refiere a él señalando que «es el mecanismo auditivo que nos permite asignar una sensación de altura única a un tono compuesto de un instrumento musical» (pp. 57-58). Asimismo, hay que señalar la presencia de las frecuencias correspondientes a Mi_3 y Mi_4 (picos segundo y cuarto, de menor intensidad) que se correspondería con los armónicos pares, presentes en el tono de lengüeta (véase la figura 60, en la página 202).

10.2. La serie armónica

Si consideramos al sonido fundamental como el primer componente de una serie en la que cada uno de los elementos siguientes posee una frecuencia que sea múltiplo entero de la del primero, nos encontramos con sobretonos concordantes, también denominados armónicos, que constituyen la llamada serie armónica natural. En esta serie el segundo armónico tiene una frecuencia que es el doble de la del primero (sonido fundamental), el tercero se corresponde con el triple, etc. Asimismo, la relación entre las frecuencias de los componentes de la serie puede expresarse mediante relaciones numéricas simples como por ejemplo $4/3$ (proporción entre las frecuencias del cuarto y tercer armónico) ó $7/2$ (entre el séptimo y el segundo).

Hay que señalar que la serie armónica está estrechamente relacionada con la práctica musical y la producción sonora en los distintos instrumentos. En el caso de los cordófonos, por ejemplo, al dividir la cuerda por la mitad se obtiene un intervalo de 8^a (en el que la frecuencia es el doble). Dos terceras partes producen una 5^a y una tercera parte una 12^a . Los aerófonos se comportan de forma análoga, ya que una misma longitud de tubo puede dar lugar a distintos modos de vibración la columna de aire contenida en ella. Los registros de los instrumentos de viento-madera estarán determinados por la posición que ocupan sus sonidos dentro de la serie armónica construida a partir de sus respectivas fundamentales. Esto se puede conseguir a través del sobresoplo y de forma más habitual mediante la apertura de un orificio de registro, como veremos en el apartado 10.3.2.

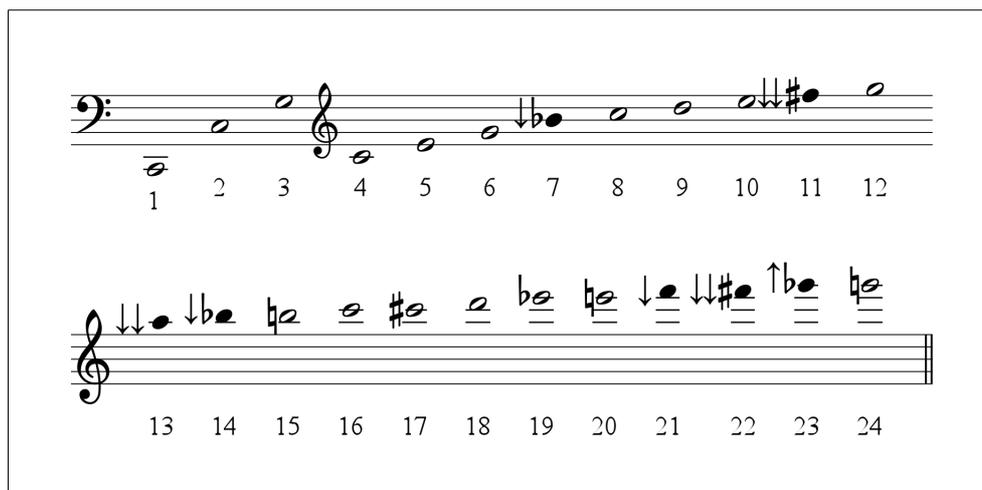


Figura 58: Veinticuatro primeros armónicos de la serie construida sobre Do_1 .
Elaboración propia.

En la figura 58 transcribimos musicalmente los veinticuatro primeros armónicos de la serie correspondiente a Do_1 . Hay que señalar que los intervalos que se forman entre las frecuencias de la serie armónica no están temperados,⁸⁹ sino que son intervalos puros. Por este motivo hemos señalado, mediante las flechas junto a las notas de cabeza negra, las divergencias más significativas del temperamento igual con respecto a la serie natural de los armónicos. Dicha serie permite expresar los diferentes intervalos musicales que se derivan de ella en forma de razones aritméticas. Así, la octava justa tiene una razón de $2/1$ (distancia entre Do_2 y Do_1) y la quinta justa de $3/2$ (entre Sol_2 y Do_2).

En la tabla 10 hemos calculado los intervalos musicales correspondientes a las relaciones entre las frecuencias de los diecinueve primeros sonidos presentes en la serie armónica, expresando las fracciones en su forma más sencilla. Por ejemplo, las relaciones $12/9$ y $8/6$, correspondientes a la cuarta justa, son iguales a $4/3$, mientras que las relaciones $12/8$, $9/6$ y $6/4$ (quinta justa) se pueden simplificar como $3/2$. Tampoco hemos incluido los intervalos que exceden el ámbito de una octava, con la excepción de la 12ª justa (razón $3/1$).

⁸⁹ Temperar podría considerarse como desafinar de forma conveniente una serie de consonancias para que surjan escalas musicales practicables. Dado que las consonancias de octavas justas, quintas justas y terceras son incompatibles para cerrar el círculo de quintas, es preciso llegar a un compromiso en el que se reparta la coma pitagórica (diferencia entre siete octavas y doce quintas, o entre un semitono cromático y un semitono diatónico) y la diesis enarmónica (diferencia entre una octava y tres terceras mayores) haciendo que coincidan sostenidos y bemoles, simplificando de esta forma la práctica musical. Para obtener más información sobre los distintos temperamentos y su evolución histórica consúltese Goldáraz Gáinza (2004) y Gallaga Sabín (2007).

2/1 → 8 ^a J	3/2 → 5 ^a J	3/1 → 12 ^a J	4/3 → 4 ^a J	5/4 → 3 ^a M
5/3 → 6 ^a M	6/5 → 3 ^a m	7/6 → 3 ^a m —	7/5 → 5 ^a d –	7/4 → 7 ^a m —
8/7 → 2 ^a M++	8/5 → 6 ^a m	9/8 → 2 ^a M +	9/7 → 3 ^a M +	9/5 → 7 ^a m +
10/9 → 2 ^a M	10/7 → 4 ^a A	11/10 → 2 ^a M –	11/9 → 3 ^a M –	11/8 → 4 ^a A –
11/7 → 5 ^a A	12/11 → 2 ^a M —	12/7 → 6 ^a M +	13/12 → 2 ^a m++	13/11 → 3 ^a d
13/10 → 4 ^a d +	13/9 → 5 ^a d +	13/8 → 6 ^a m +	14/13 → 2 ^a m +	14/11 → 4 ^a d
15/14 → 2 ^a m	15/13 → 2 ^a A	15/11 → 4 ^a J +	15/8 → 7 ^a M +	16/15 → 2 ^a m –
16/13 → 3 ^a M –	16/11 → 5 ^a d +	16/9 → 7 ^a m –	17/16 → 2 ^a m —	17/15 → 3 ^a d –
17/14 → 3 ^a m +	17/13 → 4 ^a J –	17/12 → 4 ^a A	17/11 → 6 ^a d	18/17 → 1 ^a A
18/13 → 4 ^a A	18/11 → 6 ^a m +	19/18 → 1 ^a A–	J → justa; M → mayor; m → menor; d → disminuida; A → aumentada; + → grande; ++ → más grande; – → pequeña; -- → más pequeña	
19/17 → 2 ^a M	19/16 → 3 ^a m –	19/15 → 4 ^a d –		

Tabla 10: Ratios correspondientes a los intervalos musicales derivados de la serie armónica. Elaboración propia.

La serie armónica permite expresar un intervalo musical como la razón entre las frecuencias de dos sonidos. Sin embargo, el mecanismo de audición humana es logarítmico, por lo que percibimos la sucesión de alturas de forma lineal y no exponencial. La transformación logarítmica de las razones numéricas permite adecuar la imagen musical con su percepción sonora así como simplificar el cálculo de intervalos, que podrá realizarse a través de sumas, restas y divisiones (en lugar de multiplicaciones, divisiones y radicaciones, respectivamente). El temperamento igual se asienta sobre esta concepción, dividiendo la octava en doce semitonos idénticos que pueden sumarse o restarse para formar los distintos intervalos. Goldáraz Gaínza (2004) indica que «se trata de un sistema regular y cíclico con todas las quintas semejantes» cuya ventaja principal es «la libre modulación a todas las tonalidades sin intervalos impracticables con los 12 sonidos de la escala habitual» (p. 120). Entre sus inconvenientes se encuentra la ausencia de intervalos justos, con la excepción de la octava, siendo la desviación de las quintas poco pronunciada (+2 cents), mientras que las terceras mayores resultan muy grandes (+14 cents). Así pues, Goldáraz Gaínza (2004) señala que

Esta característica fue la causa principal de su rechazo en los siglos XVI y XVII, mientras que en el XVIII fue principalmente la falta de expresividad diferenciada de

las distintas tonalidades. Su aceptación definitiva se debe a la necesidad moduladora de la armonía funcional y se ha hecho incuestionable en el dodecafonismo (p. 120).

El *cent* (ϕ), abreviatura de centésimo, es una unidad de medición de intervalos que divide al semitono temperado en 100 partes iguales, por lo que es igual a la 1/1200 parte de la octava (razón 2/1). Ésta se compone de 1200 *cents*, mientras que el tono se divide en 200 *cents*. Si se tienen en cuenta los microintervalos presentes en la escritura musical contemporánea, nos encontramos con sendas divisiones y subdivisiones del semitono: cuartos de tono (50 ϕ) y octavos de tono (25 ϕ). El valor del *cent* es el siguiente:

$$1 \text{ cent} = \sqrt[1200]{2}$$

Si queremos calcular el número de *cents* a los que equivale una razón p/q, aplicaremos la siguiente fórmula:⁹⁰

$$n \text{ cents} = \log\left(\frac{p}{q}\right) \times \left(\frac{1200}{\log 2}\right)$$

Aplicando la ecuación anterior hemos determinado las distancias interválicas en cents de los 25 primeros sonidos de la serie armónica, para poder así establecer su desviación con respecto al temperamento igual. De acuerdo con la tabla 11 (en la página siguiente), la serie armónica podría transcribirse de forma más precisa (con una desviación más pequeña con respecto a los armónicos) como se muestra en la figura 59.

Los números de la parte superior indican la desviación de la serie armónica con respecto a un sistema de octavos de tono temperados, mediante el que la octava queda dividida en cuarenta y ocho fracciones iguales (por ejemplo, los armónicos tercero, sexto y vigésimo cuarto son 2 *cents* más agudos que la nota *Sol*, dentro del temperamento igual). Con la notación propuesta se refleja de forma más precisa la afinación de los armónicos siguientes:

- 11 y 22 → la desviación se corrige en 47,4 ϕ ;
- 13 (y 26, no incluido en la tabla) → mejora en 31 ϕ ;
- 7, 14, 23 (y 28) → corrección de 25 ϕ .

90 Para una información más detallada consúltese Goldáraz Gáinza (2004, pp. 237-240), Calvo-Manzano (1991, pp. 231-234) y Roederer (1997, pp. 194-198).

Armónico	Distancia (cents)	Redondeo	Desviación con respecto a:		
			½ tono	¼ tono	⅛ tono
1	0	0,0	0	0	0
2	1200,0000000000	1200,0	0	0	0
3	1901,95500086539	1902,0	2	2	2
4	2400,0000000000	2400,0	0	0	0
5	2786,31371386483	2786,3	-13,7	-13,7	11,3
6	3101,95500086539	3102,0	2	2	2
7	3368,82590646913	3368,8	-31,2	18,8	-6,2
8	3600,0000000000	3600,0	0	0	0
9	3803,91000173078	3803,9	3,9	3,9	3,9
10	3986,31371386483	3986,3	-13,7	-13,7	11,3
11	4151,31794236476	4151,3	-48,7	1,3	1,3
12	4301,95500086539	4302,0	2	2	2
13	4440,52766176931	4440,5	40,5	-9,5	-9,5
14	4568,82590646913	4568,8	-31,2	18,8	-6,2
15	4688,26871473022	4688,3	-11,7	-11,7	-11,7
16	4800,0000000000	4800,0	0	0	0
17	4904,95540950041	4905,0	5	5	5
18	5003,91000173078	5003,9	3,9	3,9	3,9
19	5097,51301613230	5097,5	-2,5	-2,5	-2,5
20	5186,31371386484	5186,3	-13,7	-13,7	11,3
21	5270,78090733451	5270,8	-29,2	20,8	-4,2
22	5351,31794236476	5351,3	-48,7	1,3	1,3
23	5428,27434726842	5428,3	28,3	-21,7	3,3
24	5501,95500086539	5502,0	2	2	2
25	5572,62742772967	5572,6	-27,4	22,6	-2,4

Tabla 11: Cálculo en cents de la desviación de la serie armónica con respecto al temperamento igual. Elaboración propia.

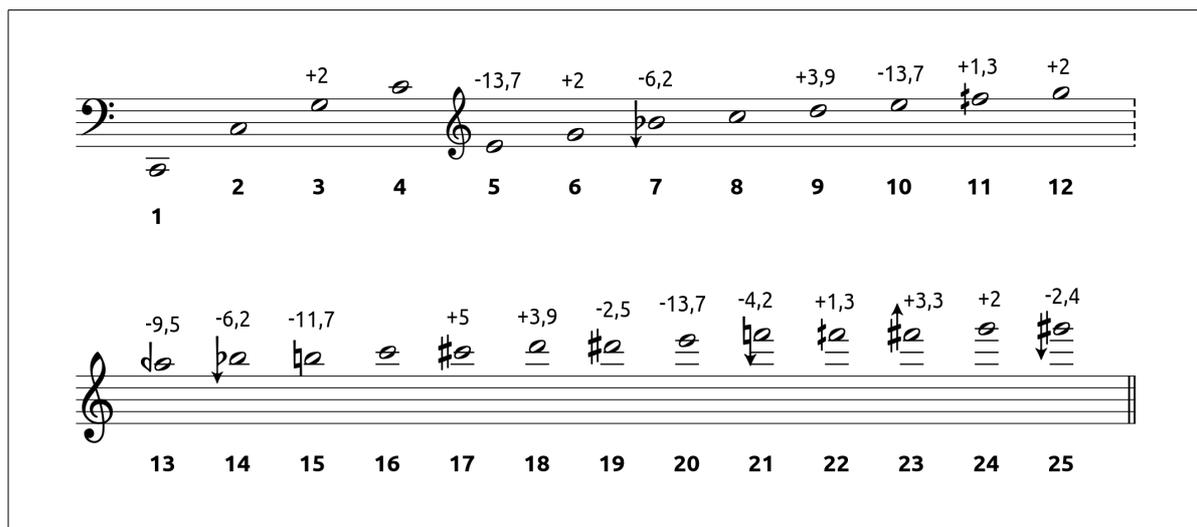


Figura 59: Transcripción de los veinticinco primeros sonidos de la serie armónica construida a partir de Do_1 dentro del temperamento igual, con una microinterválica de octavos de tono. Elaboración propia.



En la pista 11 puede escucharse la sucesión de alturas no temperadas (generadas mediante MIDI) de acuerdo con las desviaciones en la afinación que se muestran en la figura 59. La sensación perceptiva de desafinación de algunos de los intervalos se puede explicar porque nuestro oído actual se ha habituado a escuchar música dentro del temperamento igual (a pesar de que ciertos intervalos de este último sean los que se desvían en realidad de la afinación justa). El análisis de la serie armónica, al que hemos destinado este apartado, resulta fundamental en el estudio de los multifónicos y su transcripción musical. Como veremos, las alturas presentes en los sonidos múltiples se relacionan interválicamente de acuerdo con las razones de números enteros que se derivan de ella. Al tratarse de intervalos puros consideramos conveniente indicar su altura de la manera más exacta posible, teniendo en cuenta su desviación con respecto al temperamento igual.

10.3. Funcionamiento acústico del clarinete

Antes de abordar la producción de los multifónicos en el clarinete es preciso conocer su comportamiento acústico con el fin de comprender los mecanismos que dan lugar a los sonidos múltiples en dicho instrumento. Comenzaremos viendo cómo se forma una onda estacionaria en el interior del tubo y cuáles son sus modos de vibración, continuaremos describiendo la acción de los orificios a la hora de modificar la longitud del tubo y forzar un modo de resonancia concreto a través de la digitación, y finalizaremos analizando los armónicos que conforman los registros del instrumento y la influencia del tracto vocal en su obtención.

10.3.1. El clarinete como tubo cerrado

En el ámbito de la ciencia acústica, los tubos sonoros son aquéllos que contienen una columna gaseosa que al ser excitada produce un sonido. Hay que señalar que el cuerpo sonoro es la columna de aire que se encuentra en el interior, y no el tubo que la contiene. En este sentido, Roederer (1997) señala que el aire contenido en el interior de un cilindro suficientemente largo y angosto «puede ser considerado como un medio elástico

unidimensional a través del cual pueden propagarse ondas longitudinales» (p. 144). Los tubos sonoros se comportan de manera distinta en función de sus dimensiones y características. Los tubos ideales empleados para el estudio de los instrumentos de viento se clasifican en tubos cilíndricos, que pueden ser abiertos o cerrados, y tubos cónicos cerrados:

- 1) Los tubos cilíndricos abiertos poseen una abertura en sus dos extremos. La flauta travesera es el instrumento más representativo de este modelo.
- 2) En los tubos cilíndricos cerrados uno de sus extremos se halla ocluido y otro abierto. Roeder (1997) indica que en el caso del clarinete «la embocadura con la caña funciona como extremo tapado, la campana o el primer orificio destapado del tubo como extremo abierto» (p. 147), correspondiéndose por lo tanto con este tipo, gracias a su taladro cilíndrico (ver apartado 10.3.1).
- 3) Los tubos cónicos cerrados están obturados en uno de sus extremos (al igual que en los cilíndricos), pero su comportamiento acústico es similar al de los tubos cilíndricos abiertos. El saxofón y el oboe pertenecen a esta categoría.

Excitación de la columna de aire

Para mantener la vibración de la columna de aire, es necesaria la acción de un mecanismo primario de excitación que suministre energía de forma continua. En el caso del clarinete, este mecanismo consiste en la oscilación de la lengüeta situada en la boquilla del instrumento. Veamos el proceso que da lugar a dicha oscilación:

- 1) Cuando se insufla aire a través de la estrecha abertura que se forma entre la caña y la boquilla, de poco más que un milímetro (véase el apartado 7.2.4, pp. 101 y siguiente) se produce un aumento de presión y el exceso de aire escapa a través de dicha hendidura. Esto hace que la caña sea atraída hacia la abertura «por la diferencia de la presión dinámica entre ambos lados de la lengüeta» (Roederer, 1997, p. 150), siendo este principio el mismo que hace elevarse a un avión.
- 2) La caña entrará en contacto con los raíles y el cordón de la boquilla, bloqueando la abertura. La elasticidad de la propia lengüeta, tras haber interrumpido el flujo de aire,

hará que ésta vuelva a su posición inicial, de modo que la hendidura quedará de nuevo libre, reiniciándose el proceso.

De esta forma, la caña actúa como una válvula colocada frente a la ventana de la boquilla, que oscila cerrando y abriendo la abertura de manera alternativa. El aire entra así en el interior del tubo en soplos periódicos originando un sonido llamado *tono de lengüeta*.

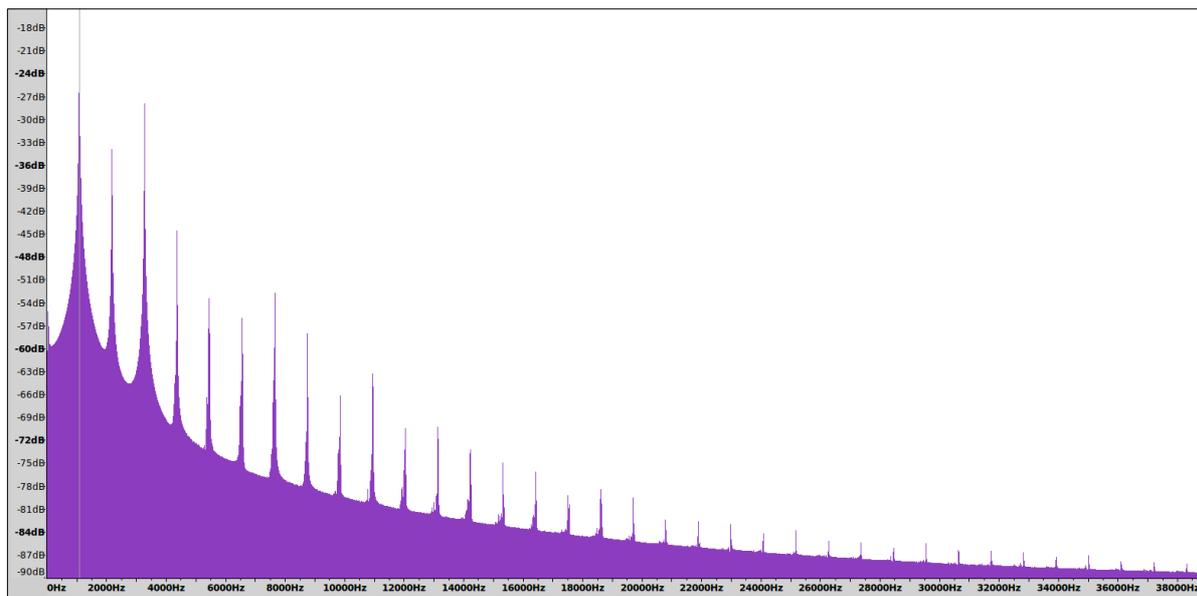


Figura 60: Espectro sonoro de tono de lengüeta con frecuencia lineal en el eje de abscisas (generado con el software Audacity®).



♪ 12

La figura 60 representa el espectro sonoro del sonido obtenido al tocar con una boquilla de clarinete Vandoren® CL5 y una caña 56 rue Lepic de fuerza 3,5+. Los picos de intensidad del espectrograma tienen una frecuencia, simplificando sus valores, de 1.100 Hz, 2.200 Hz, 3.300 Hz, 4.400 Hz, 5.500 Hz, 6.600 Hz, 7.700 Hz, 8.800 Hz, 9.900 Hz, 11.000 Hz, 12.100 Hz, 13.200 Hz y 14.300 Hz, que se corresponden con los trece primeros armónicos del sonido fundamental del tono de lengüeta (Re_5 alto). Esto explica su diferencia tímbrica con respecto al sonido del clarinete, cuyos sonidos fundamentales, como veremos a continuación, presentan una predominancia de los armónicos impares.

Ondas estacionarias en el interior del tubo

Al acoplar la boquilla al instrumento la vibración pasa a estar controlada por la columna de aire contenida en su interior a través de un proceso de retroalimentación, de modo que oscilará de acuerdo con las frecuencias de resonancia del tubo. El primer pulso de compresión se propaga a lo largo del mismo, reflejándose en el extremo abierto y volviendo en forma de pulsación negativa. Al llegar a la boquilla la presión negativa hace que la caña se mantenga aún cerrada o casi cerrada. La pulsación retorna entonces hacia el extremo abierto, reflejándose nuevamente para llegar a la boquilla con la caña ahora separada, repitiéndose el ciclo.

Como hemos señalado, el tono de lengüeta que se obtiene al tocar sólo con la boquilla posee tanto armónicos pares como impares (figura 60), pero al acoplarlo al tubo cilíndrico tan sólo se ven reforzados los armónicos impares, presentes en la curva de resonancia del mismo. No obstante, en relación con la producción de sonidos múltiples, Castellengo (1982) indica que se podrán encontrar las frecuencias propias del sistema excitador durante el ataque de los sonidos y en el mantenimiento de determinados multifónicos (p. 4).

Volviendo a la emisión monofónica, la perturbación generada por el mecanismo de excitación transmite su energía a las partículas vecinas de la columna gaseosa. Éstas se desplazan de su posición de reposo empujando a las partículas contiguas y transfiriendo la energía en efecto dominó a lo largo del tubo. Hay que señalar que la posición relativa de las partículas de la columna de aire no varía entre sí, sino que éstas se aproximan y alejan produciendo diferencias de presión (compresiones y rarefacciones). Cuando la pulsación positiva (de presión alta) llega al extremo abierto del tubo la diferencia con la presión atmosférica, más baja, hace que ésta se refleje hacia la parte alta del tubo en forma de pulsación negativa (de presión baja), que se superpone a una nueva perturbación generada por el mecanismo de excitación. Ambas pulsaciones tienen la misma amplitud y frecuencia, pero viajan en direcciones opuestas. Se genera así un movimiento vibratorio periódico en el que las partículas de la columna gaseosa se comprimen y separan en un recorrido que se repite cíclicamente. Pastor García (2007) señala que

Estos *movimientos vibratorios periódicos* generan concentraciones de partículas a medida que la onda avanza –regiones denominadas *vientres* o *antinodos*–, con lo cual se origina una sobrepresión instantánea seguida de una depresión debido a la

menor concentración de partículas que se produce a continuación –zonas denominadas nodos (p. 93).

Dicho movimiento vibratorio cíclico suele representarse gráficamente mediante una onda sinusoidal en la que los nodos de presión coinciden con vientres de desplazamiento de las partículas, y viceversa, ya que cuando la presión es máxima no puede producirse desplazamiento.

En la figura 61 se muestra la representación gráfica de la onda superpuesta teniendo como referencia la presión (en sombreado) y el desplazamiento (sin relleno). Las siglas VP se refieren a *vientre de presión* y NP a *nodo de presión*.

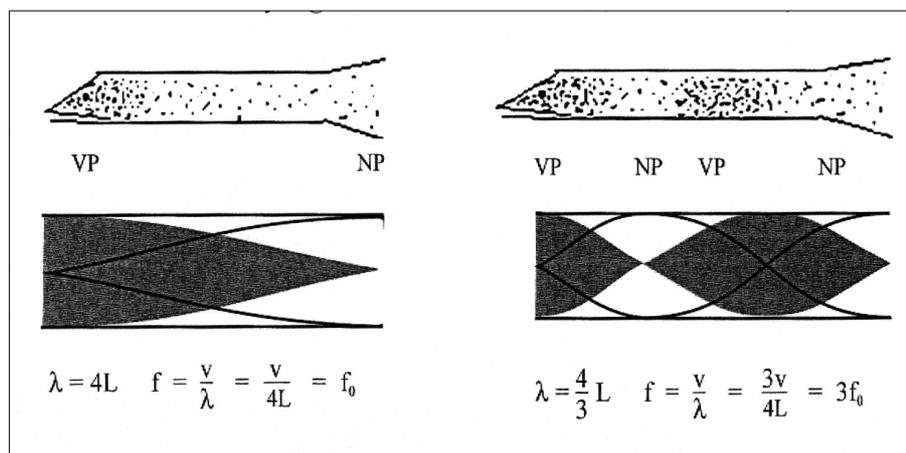


Figura 61: Ondas estacionarias correspondientes al primer y al segundo modo de vibración del clarinete (Pastor García, 2007, p. 101).

Dado que las partículas se mueven de forma paralela a la dirección de propagación de la energía, la onda generada es de tipo longitudinal. Las ondas producidas en el interior del tubo se denominan estacionarias, ya que su perfil no se desplaza en absoluto. La presión en los extremos abiertos es igual a la atmosférica (nodo de presión), de manera que los puntos de máxima compresión (vientres de presión) se forman en el extremo cerrado así como en el interior del tubo a partir del segundo modo de vibración, como veremos más adelante. Sucede lo contrario si se tiene en cuenta el desplazamiento, ya que éste será nulo en los puntos en que la compresión de las partículas es máxima (nodo vibratorio), y viceversa (vientre de desplazamiento en los nodos de presión).

Características acústicas del clarinete como tubo cilíndrico cerrado

La columna de aire contenida en el interior del tubo estará definida por la forma y longitud de éste. Como hemos visto, el clarinete es un instrumento cuyo tubo sonoro se considera, a efectos de su comportamiento acústico, como cilíndrico (a pesar de las secciones con una conicidad poco pronunciada) y cerrado. Esto implica una serie de circunstancias que lo diferencian del resto de los instrumentos de la familia de viento-madera, y que le confieren sus peculiaridades tímbricas y sonoras:

- 1) Un registro grave una octava por debajo de otros aerófonos de viento-madera y una tesitura más amplia con una longitud de tubo similar.⁹¹
- 2) Sólo produce los armónicos impares de la serie armónica a partir de las notas fundamentales. Esto implica que el segundo modo de vibración del tubo suene a la 12ª justa superior (en lugar de la 8ª), una mayor capacidad de control dinámico (al estar sus armónicos más separados) y su timbre de registro fundamental característico.⁹²

10.3.2. Orificios tonales y llave de registro

Los instrumentos de viento-madera emplean un sistema mixto de producción del sonido. Esto quiere decir que tanto los sonidos *fundamentales* (que se corresponden con el primer modo de vibración del tubo) como sus respectivos *armónicos*⁹³ (segundo, tercer, cuarto y quinto modo de vibración) son considerados, desde el punto de vista de la práctica instrumental, como alturas reales de igual entidad. Como veremos a continuación, los

91 Según la Tercera Ley de Bernoulli, «a igualdad de longitud entre un tubo abierto y otro cerrado, el tubo abierto produce un sonido de frecuencia doble que el cerrado, es decir, el abierto produce un sonido a la octava del cerrado» (Calvo-Manzano, 1991, p. 64). Por lo tanto, una nota fundamental con una longitud de tubo dada sonará una octava más grave que la nota producida por un tubo abierto (o cónico cerrado) de la misma longitud.

92 La Cuarta Ley de Bernoulli sentencia que «los tubos abiertos producen la serie completa de armónicos, mientras que los cerrados sólo los armónicos de frecuencia impar de la fundamental» (Calvo-Manzano, 1991, p. 64).

93 Este es el nombre que se les da dentro del ámbito interpretativo, aunque sería más apropiado referirse a ellos como sobretonos al no ser su frecuencia un múltiplo exacto de la fundamental.

veinticuatro orificios dispuestos a lo largo del taladro del clarinete de sistema Boehm, abiertos o cerrados a través de la digitación, permiten, por una parte, modificar la longitud efectiva del tubo (dando lugar a fundamentales diferentes), y por otra, forzar los modos de vibración correspondientes a los registros agudo y sobreagudo.

Modificación de la longitud efectiva del tubo

La longitud de onda⁹⁴ y las frecuencias de resonancia del clarinete están determinadas no sólo por la forma del taladro, sino también por la distribución de los orificios en el mismo. La finalidad de dichos agujeros es dividir la columna gaseosa, de modo que se alargue o acorte mediante la acción de los dedos del músico, abriéndolos o cerrándolos. Los orificios destapados actúan como extremo abierto del tubo, al igual que la campana, haciendo posible la obtención de los sonidos fundamentales, que se distribuirán a lo largo del tubo para dar lugar a las distintas alturas. «Cuando el agujero más bajo se abre, el tubo se acorta y la columna de aire vibra con una frecuencia más alta. Por tanto, mediante la apertura sucesiva desde el agujero inferior, la frecuencia se va incrementando y el diapason sube» (Pastor García, 2010, pp. 81-82). Por el contrario, al tapar de forma progresiva los agujeros abiertos desde el extremo más próximo de la boquilla, en sentido descendente, se aumentará la longitud del tubo, haciendo que baje la frecuencia del sonido emitido.

Se denomina *orificios tonales* a aquéllos que acortan o alargan la longitud del tubo, modificando así la altura del sonido.⁹⁵ Con todos los agujeros cerrados el extremo abierto será la campana. En el resto de los casos la longitud vendrá determinada por el orificio destapado más próximo a la boquilla, que actuará como extremo abierto. Ahora bien, la longitud acortada del tubo sólo se comportará de esta forma si el diámetro del orificio es comparable al del tubo. Dado que siete de los orificios del clarinete se obturan directamente con la yema de los dedos, su diámetro (y el de las llaves adyacentes, por cuestiones de diseño) será inferior al del taladro. Esta circunstancia está relacionada con el fenómeno conocido como *corrección final del extremo abierto del tubo*, que comentaremos más adelante.

94 En el caso de los tubos cerrados $\lambda = 4L$, siendo λ la longitud de onda y L la longitud del tubo.

95 De acuerdo con la segunda Ley de Bernoulli, «la frecuencia del sonido producido por un tubo, tanto abierto como cerrado, es inversamente proporcional a la longitud del tubo» (Calvo-Manzano, 1991, p. 64).

Llave de registro

Los *orificios de registro* son los que hacen que cambie el modo de vibración de la columna de aire, produciendo un *armónico* agudo a partir de una fundamental determinada. El orificio de registro también se conoce como portavoz, que Olazábal (2007) define como un «pequeño orificio situado cerca del extremo superior (...) que actúa sobre las columnas de aire como apoyado ligeramente sobre una cuerda vibrante, o sea, favoreciendo la producción de los parciales de dichas columnas» (p. 123). De los veinticuatro agujeros del clarinete tan sólo uno de ellos es un orificio de registro propiamente dicho: el correspondiente a la llave 12, en la parte posterior del instrumento, que es accionada con el dedo pulgar de la mano izquierda.

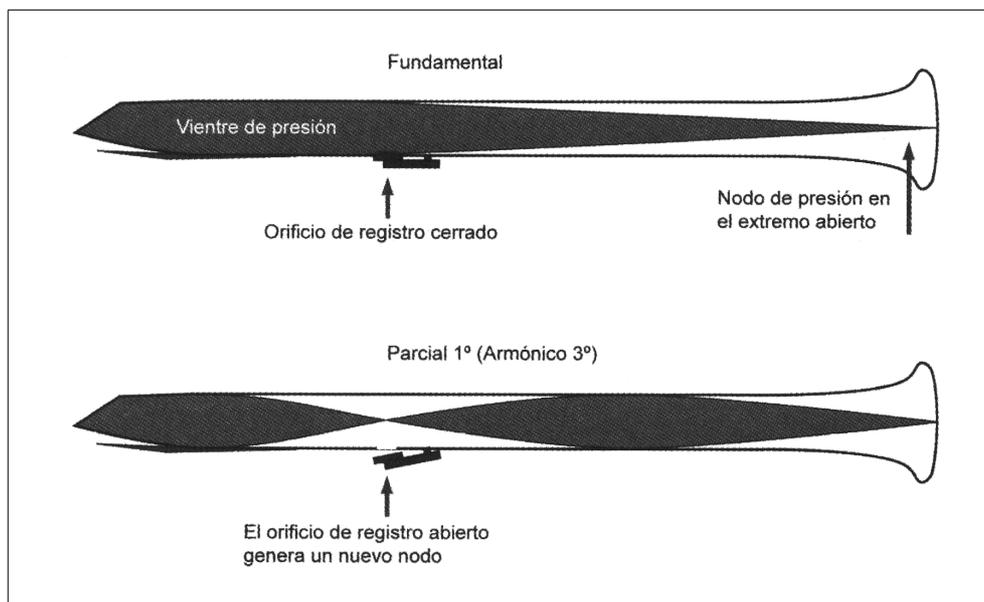


Figura 62: Esquema del funcionamiento acústico de la llave de registro (Pastor García, 2010, p. 85).

Para utilizar el segundo modo de resonancia del tubo (y pasar de esta forma al registro agudo) es necesario reducir la fuerza de la resonancia fundamental. Pastor García (2010) señala que el método más efectivo para tal fin «consiste en liberar una cantidad mínima de aire en un punto donde el modo fundamental tenga una presión máxima» (p. 84). Por lo tanto, la función del orificio de registro consiste en «perturbar la intensidad y frecuencia del modo fundamental para una nota dada, en un punto donde no pueda cooperar con otras

resonancias. De esta forma, este armónico no puede participar del régimen de oscilación y queda así inhibido» (p. 84). La figura 62 (en la página anterior) representa la vibración normal de la columna de aire, con el orificio de registro cerrado, y la generación del segundo modo de vibración al abrir dicho orificio, que fuerza la aparición de un nuevo nodo de presión.

Si el lugar de colocación de la llave de registro tuviera que ser exclusivamente aquel en el que se forma un vientre de la onda del armónico que se desea obtener, serían necesarias tantas como sonidos fundamentales, lo que complicaría enormemente el diseño del instrumento. Pero en la práctica, el orificio de registro se ha colocado en un lugar de compromiso que permita obtener todos los sonidos del registro agudo (segundo modo de vibración) a partir de las diferentes fundamentales. Esta simplificación técnica y mecánica conlleva, no obstante, «que ciertos sonidos de los extremos de la balanza cromática en el segundo registro se suban de afinación, ampliando las relaciones de frecuencia con las fundamentales» (Pastor García, 2010, p. 103).

Olazábal (2007) señala que «el portavoz puede producir además los sonidos que corresponden a la longitud acústica que determina sobre el tubo» (p. 123). De acuerdo con lo anterior, en el caso del clarinete el orificio de registro también se comporta como orificio tonal en la digitación de Sib_3 , nota de registro fundamental con una menor longitud de tubo dentro de la práctica convencional del instrumento. Como veremos, dicho oído también podrá actuar como orificio tonal en la producción de determinados multifónicos. Asimismo, los agujeros tonales pueden actuar a su vez como orificios de registro. Éste es el caso del oído correspondiente al índice de la mano izquierda al comienzo del registro sobreagudo (a partir del $Do\#_5$, ver apartado siguiente), que actúa de forma análoga a la llave de registro creando un segundo punto de ruptura de la columna de aire que da lugar a un nuevo nodo de presión (correspondiente al tercer modo de vibración). Se consigue además corregir la desviación que se produce en la afinación por la corrección del extremo abierto, ya que «este efecto se manifiesta más en las frecuencias agudas que en las graves» (Pastor García, 2010, p. 108). Como veremos en el apartado 10.4.2, esta doble función de determinados orificios que se encuentran a lo largo del tubo del clarinete, que actúan como oído tonal y de registro, está directamente relacionada con la producción de los multifónicos generados a partir de digitaciones complejas.

Digitaciones cruzadas y corrección del extremo abierto

Las digitaciones cruzadas, también denominadas digitaciones de horquilla (en inglés, *cross-fingerings* y *fork fingerings*), se obtienen al tapar dos orificios laterales no consecutivos. Según señala Nederveen (1998) estas digitaciones ya eran empleadas en los instrumentos de viento-madera más antiguos con el fin de obtener semitonos cromáticos al tapar uno o más agujeros por debajo del orificio abierto superior⁹⁶ (p. 3). Puesto que el resultado sonoro de determinadas digitaciones de horquilla no era satisfactorio en cuanto a su afinación, tímbrica y dinámica, la evolución de los instrumentos de viento-madera ha incorporado paulatinamente llaves adicionales para la obtención de semitonos cromáticos, reduciendo el número de digitaciones cruzadas empleadas en la práctica instrumental monofónica. Sin embargo, en el ámbito de la EMF las digitaciones cruzadas desempeñan un papel fundamental, ya que el 99,9 % de las posibles combinaciones de digitación que permite el diseño del clarinete Boehm moderno⁹⁷ podrían considerarse cruzadas. De hecho, del total de las digitaciones realizables en el instrumento, por encima de las trescientas setenta mil, tan sólo cuarenta y una de ellas se pueden considerar como posiciones cromáticas simples (diecinueve de registro grave, quince de registro agudo y siete de sobreagudo), cuyo uso, no obstante, es el más extendido en la práctica tradicional monofónica.

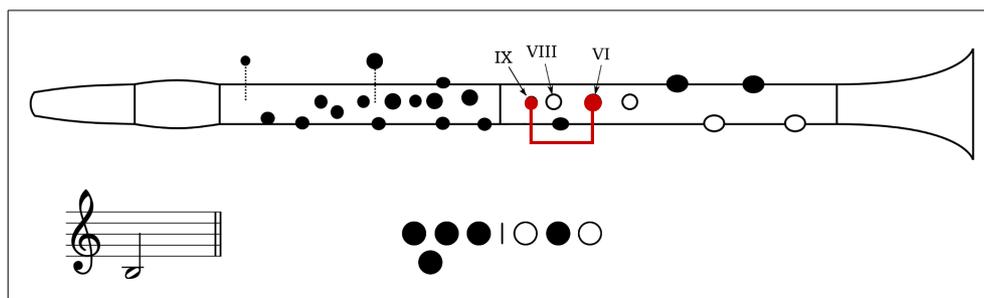


Figura 63: Digitación cruzada para obtener Si_2 . Elaboración propia.

96 Otro procedimiento empleado para tal fin consistía en cubrir parcialmente el agujero a través de la digitación.

97 Un total de 373.248 combinaciones según la estimación de Rehfeldt (1994, p. 42), 419.904 según nuestros cálculos (ver anexo V), sin contabilizar en ninguno de los dos casos los medios agujeros (oídos cubiertos parcialmente por la yema de los dedos).

En el clarinete Boehm, al igual que en otros instrumentos de viento-madera, la forma habitual de obtener los semitonos cromáticos consecutivos se produce abriendo un agujero tonal que ha sido diseñado con este propósito. En el caso que nos ocupa, al tratarse de un instrumento de tubo cilíndrico cerrado cuyo segundo modo de vibración se obtiene a la duodécima justa superior, compuesta por un total de dieciocho semitonos, sería necesario contar con ese mismo número de agujeros tonales para cubrir el registro grave (desde el Mi_2 hasta el $Si\flat_3$) antes de repetir las mismas posiciones con el añadido de la llave de registro. Esta circunstancia fue determinante en la adición de llaves y mecanismo que tuvo lugar en la evolución del instrumento⁹⁸ con el fin de que un solo dedo pudiera actuar sobre dos o más agujeros. En este sentido, Wolfe (1997-2006) afirma que el empleo de las digitaciones cruzadas en los instrumentos modernos tiene por objeto el control de oídos suplementarios. De acuerdo con lo anterior, si observamos la figura 63 (página 209), que representa la digitación diatónica para conseguir la nota Si_2 , veremos que todos los agujeros correspondientes a la mano izquierda (cuerpo superior) están cerrados, mientras que en el cuerpo inferior el dedo D3 obtura simultáneamente los oídos VI y IX, quedando destapado el oído VIII, que se corresponde con D2.

El efecto de las digitaciones de horquilla es directamente proporcional a la frecuencia e inversamente proporcional al diámetro del primer orificio abierto. En este sentido, Wolfe & Smith (2003) señalan que «por debajo de la frecuencia de corte,⁹⁹ la onda estacionaria se propaga pasado el primer agujero por una cantidad que se incrementa con la frecuencia y que disminuye con el aumento del diámetro del oído tonal» (p. 2271). Esto hace que la longitud efectiva del tubo aumente con un incremento de la frecuencia, por lo que, ante una misma longitud de tubo, será más acentuado en los registros agudo y sobreagudo. Dicho fenómeno, conocido como *corrección del extremo abierto del tubo*, es responsable de que la longitud efectiva del tubo sea más larga que la distancia entre el extremo cerrado y la primera abertura. Pastor García (2010) señala que

La columna gaseosa no se secciona completamente en el primer orificio destapado, sino que su longitud siempre rebasa ligeramente la longitud del tubo, debido a que

98 Véase el capítulo 8.

99 Límite en el que las ondas no se reflejan en el primer orificio abierto, sino que continúan por debajo de éste. Dicho límite está condicionado por el diámetro del tubo, el tamaño de la chimenea (que, cuanto más alto sea, albergará una mayor cantidad de aire que ha de ser acelerado para que la onda sea radiada al exterior) y la separación de los oídos.

la diferencia de presión del tubo no puede compensarse exactamente en el mismo punto donde conecta con el aire exterior (p. 83).

Calvo-Manzano (1991) se expresa en el mismo sentido, afirmando que

En la práctica, la longitud de los tubos para producir un sonido determinado, es siempre algo menor que la teórica. Esto es debido a que no es necesario que los vientres [de desplazamiento] se formen exactamente en el extremo del tubo, produciendo igual frecuencia si se forman fuera del tubo. (...) Para un tubo cerrado (...) la corrección es 2,7 veces el radio r del tubo. Luego $L_R = L_T - 2,7r$ (p. 64).¹⁰⁰

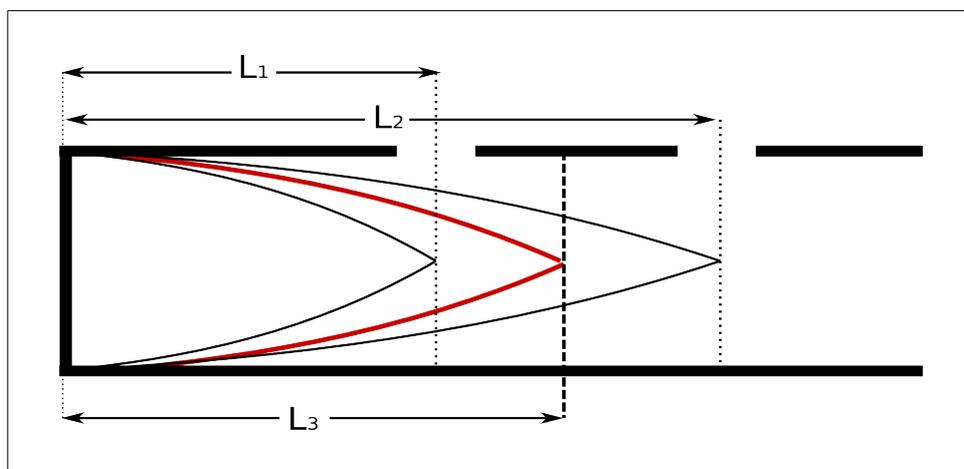


Figura 64: Longitud efectiva de tubo en digitación de horquilla. Elaboración propia.

En relación con lo anterior, Wolfe (1997-2006) señala que el primer agujero abierto conecta la columna de aire con el exterior, cuya presión acústica tiende a cero. Sin embargo, dicha conexión no actúa a modo de corto circuito, sino que el aire contenido en el agujero tonal y próximo a éste requiere de una fuerza para ser movido, por lo que la presión en el interior del taladro por debajo del oído abierto no será igual a cero. Por este motivo, la onda estacionaria formada en el interior del tubo se extiende sobrepasando el primer agujero abierto. Al cerrar el agujero inmediatamente inferior al primer oído destapado la onda estacionaria se extenderá aún más, de forma incrementando la longitud efectiva de la columna de aire determinada por la digitación empleada. Este hecho provoca que las frecuencias de resonancia, y por ende la afinación, sean más bajas. Por lo tanto, en el caso de las digitaciones cruzadas la longitud efectiva del tubo quedará determinada por la

¹⁰⁰ Donde L_R es la Longitud real y L_T la teórica.

posición y diámetro de los dos primeros orificios tonales abiertos, como se representa en la figura 64 (página 211), donde L_1 y L_2 son las longitudes de tubo que determinarían los dos orificios tonales abiertos, y L_3 la longitud real para la frecuencia que suena finalmente (onda en trazo rojo).

Como resultado de la corrección del extremo abierto, las frecuencias agudas tienden a quedar más bajas con respecto a su relación armónica. No obstante, las digitaciones cruzadas provocan cambios modestos en la afinación de los registros grave y agudo, mientras que en el sobreagudo serán más significativos (Wolfe, 1997-2006). Asimismo, Pastor García (2010) indica que, por razones prácticas, los orificios tonales tienen un diámetro relativamente pequeño, que no puede ser equivalente al extremo abierto del instrumento, de manera que «la longitud eficaz del tubo es algo más larga que la distancia real entre el extremo superior del tubo y el agujero abierto» (p. 82). Esta circunstancia tendrá una incidencia significativa en la emisión multifónica con el clarinete, ya que, como veremos más adelante, una misma longitud de tubo podrá mantener dos modos de vibración simultáneos cuya afinación se verá disminuida en diferente medida en función del modo de vibración de cada sonido, siendo la desviación mayor cuanto más aguda sea la frecuencia correspondiente.

10.3.3. Modos de vibración de la columna de aire y registros del instrumento

Hasta ahora hemos visto cómo se genera el sonido en el clarinete y la forma en que se producen las diferentes alturas, ya sea modificando la longitud efectiva del tubo a través de los agujeros tonales, o cambiando de modo de vibración mediante los orificios de registro. A continuación vamos a determinar las notas pertenecientes a cada registro del clarinete. Para ello hemos representado en la figura 65 los registros del instrumento y su extensión teniendo en cuenta el modo de vibración de la columna de aire. El primer pentagrama de la figura se corresponde con las fundamentales que son determinadas por los agujeros tonales, abarcando desde la máxima longitud del mismo hasta el tubo más corto. El segundo pentagrama incluye las notas pertenecientes al registro agudo del instrumento, que se obtienen como el segundo modo de vibración de las fundamentales pertenecientes al primer

registro, que hemos representado con notas de cabeza pequeña en la parte inferior del pentagrama. Este esquema se repite hasta llegar al quinto modo de vibración. No obstante, es preciso señalar que la extensión de los registros se reduce a medida que su tesitura asciende. Esto se debe a que las llaves y oídos que actúan como agujeros de registro, en la zona más próxima a la boquilla, dejan de comportarse como agujeros tonales, por lo que el abanico de sonidos fundamentales se reduce progresivamente por su extremo superior al ir subiendo de registro. Asimismo hay que señalar que en determinados casos una misma nota puede conseguirse a partir de diferentes fundamentales, gracias, por una parte, a que la extensión del registro fundamental del clarinete es superior a una octava y media, y, por otra, a que en las frecuencias más agudas los armónicos están más próximos entre sí.

Figura 65: Registros y tesitura del clarinete soprano en Si bemol. Elaboración propia.

En la figura anterior hemos empleado cabezas de nota blancas para designar las alturas cuyas digitaciones fundamentales son utilizadas de forma habitual en la práctica instrumental gracias a su afinación, estabilidad dinámica y calidad tímbrica. Las cabezas de nota negras señalan las digitaciones que se emplean con menor frecuencia y cuyo uso está condicionado por el contexto musical (su sonido y afinación son menos homogéneos y se utilizan fundamentalmente en pasajes rápidos y trinos). Describamos brevemente cada registro:

- I. Registro grave o de sonidos fundamentales. Se corresponde con el primer modo de vibración. También se le denomina registro *chalumeau*, en recuerdo a dicho instrumento (véase la página 109). Abarca desde el Mi_2 hasta el Sib_3 , pudiéndose obtener las notas Sib_3 y Do_4 mediante el empleo de las llaves de trino (10bis y 11).
- II. Registro agudo o clarino, cuyos sonidos se producen como segundo modo de vibración (tercer armónico) de las longitudes de tubo correspondientes a las fundamentales del primer registro. Las notas que abarcan desde $Do\sharp_5$ a Fa_5 se tocan de forma excepcional con las digitaciones de sus correspondientes fundamentales (comprendidas entre $Fa\sharp_3$ y Sib_3) junto con la llave 12.
- III. Primer registro sobreagudo, cuyos sonidos se corresponden con el tercer modo de vibración (quinto armónico) de sus respectivas fundamentales. Las digitaciones empleadas con mayor frecuencia (siempre en función del contexto musical) abarcan desde $Do\sharp_5$ hasta $Fa\sharp_5$, si bien algunas notas como $La\sharp_4$ (*Si* bemol de Stadler) y Sol_5 pueden utilizarse ocasionalmente. Nótese que el Sol_4 , al principio del pentagrama, debería ser un $Sol\sharp_4$ de acuerdo con la serie armónica. Esta desviación en su afinación se debe a la forma cónica de la campana, como veremos debajo, así como al efecto de corrección del extremo abierto, tratado con anterioridad.
- IV. Segundo registro sobreagudo, obtenido como cuarto modo de vibración (séptimo armónico). Las digitaciones empleadas habitualmente para este registro comprenden desde Fa_5 (cuya fundamental se corresponde con Sol_2) hasta Sib_5 . Hay que señalar que entre $Sol\sharp_5$ y La_5 la distancia de sus respectivas fundamentales es de un tono en lugar de un semitono. Esta pérdida de medio tono con respecto al primer registro se debe a que el efecto de la corrección del extremo, visto con anterioridad, es más pronunciada cuanto mayor es la frecuencia.

V. Registro sobreagudo extremo, generado como quinto modo de vibración, que se corresponde con el noveno armónico. A partir de este registro es posible obtener algunas notas más agudas, como $Do\sharp_6$, Re_6 o incluso $Mi\flat_6$, para lo cual es preciso contar con una combinación de boquilla-caña que permita la emisión y el mantenimiento de las frecuencias de estos sonidos. No obstante, en los tratados modernos de orquestación, como *La técnica de la orquesta contemporánea* de Casella y Mortari (1950), se suele establecer el Do_6 como límite superior de la tesitura del clarinete soprano en *Si bemol*.

De acuerdo con la Cuarta Ley de Bernoulli, el clarinete, al ser un instrumento de tubo cilíndrico cerrado, sólo produce los armónicos impares. Por tanto, los sonidos pertenecientes a los cinco registros de la figura 65 se corresponden, teóricamente, con los armónicos 1º, 3º, 5º, 7º y 9º de la serie armónica, tratada en el apartado 10.2. Las digitaciones para las notas de registro sobreagudo requieren de correcciones con respecto a la posición fundamental de la que se derivan (por ejemplo, adición de la llave 4 y digitaciones de horquilla), de manera que su afinación suba. Como ya hemos indicado, esto se debe a la corrección final del extremo abierto. Gibson (1998) señala que

Para el segundo modo del clarinete este efecto final, o corrección de la longitud del agujero abierto, será el triple que en el primer modo y, para el tercer modo, cinco veces la del primero. Más allá del tercer modo en el clarinete soprano, el efecto de corrección final se hace tan pronunciado que todas las digitaciones requieren modificaciones o aperturas adicionales (p. 21).

Los modos de vibración para las notas agudas y sobreagudas se pueden obtener no sólo a través de la abertura de los orificios de registro (formación de nodos de presión), sino que es posible producirlos mediante sobresoplo (*overblowing*, en inglés). Se trata de forzar un modo de vibración incrementando la presión del aire insuflado y realizando modificaciones en la embocadura y en las resonancias del tracto vocal que permitan una oscilación más rápida de la lengüeta. De esta forma, es posible obtener sonidos parciales de los distintos registros del clarinete conservando siempre la digitación de la fundamental, si bien es cierto que su afinación se alejará de manera más pronunciada con respecto a la serie armónica.

The figure consists of two staves of musical notation. The top staff, titled 'Armónicos impares', shows five fundamental notes with their corresponding odd harmonics (3rd, 5th, 7th, and 9th) indicated by numbers and accidentals. The bottom staff, titled 'Modos de vibración', shows five fundamental notes with their corresponding vibrational modes (I, II, III, IV, and V) indicated by numbers and accidentals. The notes are grouped by vertical dashed lines.

Figura 66: Fundamental y sonidos obtenidos por sobresoplo correspondientes a los cinco primeros modos de vibración de las fundamentales comprendidas entre Mi_2 y Lab_2 . Elaboración propia.



13

En el pentagrama superior de la figura 66 hemos incluido los armónicos impares que se corresponderían con las cinco primeras fundamentales del clarinete (representadas con cabeza blanca), mientras que en el inferior hemos transcrito las alturas que se obtienen por sobresoplo a partir de dichas fundamentales. Esto se consigue ajustando las resonancias del tracto vocal, modificando el punto de contacto del labio con la lengüeta (permitiendo que ésta vibre con mayor libertad) y aumentando la presión del aire insuflado.¹⁰¹ La figura refleja la desviación en la afinación de los cinco primeros modos de vibración con respecto a su frecuencia teórica:

- I. En el primer modo de vibración, las fundamentales coinciden con el primer armónico.
- II. La afinación del segundo modo de vibración es aproximadamente un cuarto de tono más baja en el caso de las tres primeras fundamentales con respecto al tercer armónico, pero no en el caso de Sol_2 y Lab_2 .
- III. En el tercer modo de vibración la desafinación a la baja es de medio tono en comparación con el quinto armónico correspondiente a la fundamental más grave, y de aproximadamente un cuarto de tono en el caso de las cuatro fundamentales siguientes.

¹⁰¹ Los aspectos relativos al control de la técnica instrumental apropiada para la emisión multifónica y sus implicaciones serán analizados en el capítulo 13.

- IV. El cuarto modo de vibración es casi un tono más bajo con respecto al séptimo armónico de Mi_2 , de un semitono en el caso de Fa_2 , y de aproximadamente un octavo de tono en el caso de $Fa\sharp_2$, Sol_2 y Lab_2 .
- V. La desafinación del quinto modo de vibración en relación con el noveno armónico es de un tono en la fundamental más grave, de un cuarto de tono en las dos siguientes, y de aproximadamente un semitono en las dos últimas.

Hay que señalar que la desviación en la afinación de los sonidos obtenidos por sobreplo es más significativa en el caso de las primeras fundamentales, en las que entra en juego la perturbación originada por la conicidad pronunciada de la sección final del tubo. Esta circunstancia se une al fenómeno de la corrección del extremo abierto, que es más acusada en los modos de vibración de mayor frecuencia. En este sentido, Pastor García (2010) afirma que los registros agudo y sobreagudo «tenderán a ser ligeramente más bajos dado que su longitud de onda se incrementará con la corrección del extremo» (p. 109). Para compensar este efecto, las digitaciones empleadas de manera habitual en la práctica instrumental utilizan la llave de registro en el segundo modo de vibración y, a partir del tercero, abren oídos adicionales que permiten corregir su afinación al alza.

10.4. Obtención de multifónicos en el clarinete

En los apartados precedentes hemos descrito el funcionamiento acústico básico del instrumento. Sin embargo, dicha descripción ha sido realizada desde el punto de vista de la emisión convencional. Si bien los principios que rigen la emisión multifónica y monofónica son los mismos, en este apartado procederemos a describir las especificidades de la EMF en relación, por una parte, con la distribución de sus parciales y, por otra, con el comportamiento del instrumento.

10.4.1. Modificación del espectro sonoro

En el apartado anterior hemos visto que los modos de vibración del clarinete se corresponden con los armónicos impares, al comportarse como un tubo cilíndrico cerrado. En relación con la producción de sonidos múltiples, esta característica permitirá discriminar auditivamente las distintas voces con mayor facilidad, ya que la distancia interválica entre los sonidos constituyentes del multifónico será más pronunciada que en otros instrumentos de viento-madera, en los que están presentes tanto los armónicos pares como los impares.

También hemos señalado que los sonidos emitidos por un clarinete (como fruto de la oscilación generada por la lengüeta y transmitida a la columna de aire) consisten en una suma de ondas, en función de cuya distribución e intensidad queda determinado el timbre. Por lo tanto, si se modifica la tímbrica de un sonido monofónico a través de la técnica instrumental se estará cambiando en realidad la distribución e intensidad de sus parciales superiores. De acuerdo con lo anterior, es posible obtener una nota de la misma altura con diferentes timbres por tres vías diferentes:

- 1) Mediante el empleo de digitaciones alternativas. Rehfeldt (1994) las denomina *color fingerings*, (digitaciones de color), y señala que producen esencialmente la misma altura que una digitación normal (o microtonal), pero con el timbre modificado (p. 20).
- 2) Por medio de cambios en la configuración de la embocadura y del tracto vocal. Fritz & Wolfe (2005) señalan que «la caña y el flujo de aire interactúan con el taladro del instrumento y con ondas en el tracto vocal de los intérpretes» (p. 3306). En un experimento en el que midieron la impedancia del tracto vocal (a través de la colocación de un micrófono en la boquilla del clarinete que permitía tocar con comodidad a los intérpretes participantes), estos autores concluyeron que «los valores pico de los espectros de impedancia¹⁰² medidos fueron en algunos casos comparables a los valores pico del instrumento» (p. 3315).
- 3) Mediante la combinación de los dos factores anteriores.

¹⁰² La impedancia acústica (Z) permite medir la resistencia que opone un medio (en este caso el aire) a las ondas que pasan a través de él. Es igual a la división de la presión sonora (p) entre la velocidad de las partículas (v). Su medición a la altura de la boquilla de un instrumento de viento permite cuantificar las resonancias presentes en el mismo.

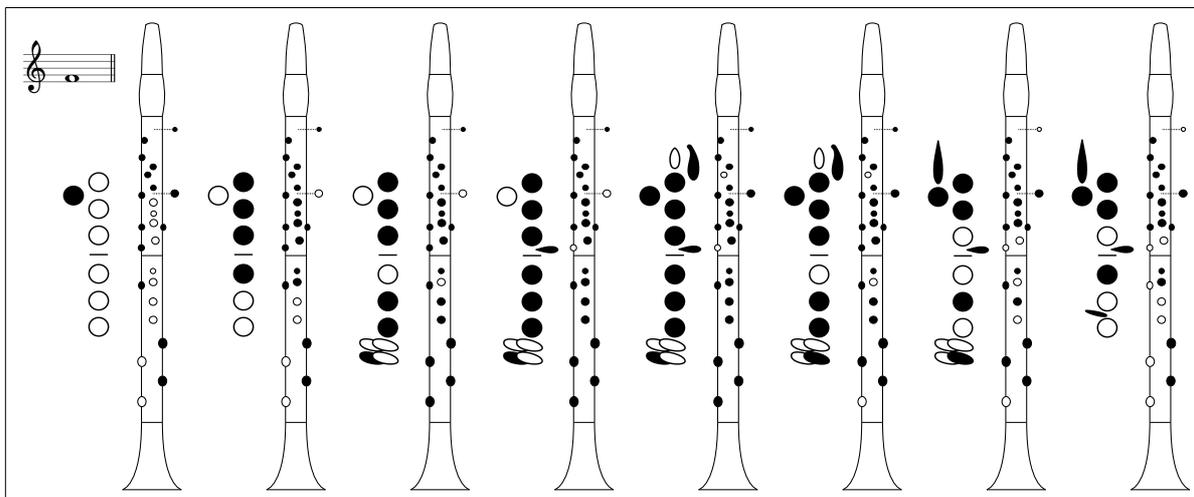


Figura 67: Digitaciones de color para obtener cambios de timbre en Fa_3 . Elaboración propia.



14

En la figura 67 hemos incluido ocho digitaciones acompañadas de la distribución de oídos abiertos y cerrados que determinan en el tubo del instrumento. Empleando la terminología de Rehfeldt (1994), se trata de *digitaciones de color*, que permiten obtener la nota Fa_3 sin realizar ajustes significativos a nivel de la embocadura y de las resonancias vocales. Las ocho posiciones conllevan diferencias en el timbre de la nota que son el reflejo de las modificaciones producidas en su espectro sonoro.¹⁰³ Hemos procedido a realizar el análisis espectral de cada uno de los sonidos obtenidos a través de las digitaciones anteriores, que mostramos en la figura 68 (página 220). Puede observarse cómo en los ocho espectros el sonido fundamental es el de mayor intensidad, que se mantiene constante. Sin embargo, la distribución e intensidad de los parciales, situados a la derecha de éste, varían de forma significativa de un espectro a otro. Como veremos a continuación, los cambios en la distribución de los parciales que acompañan a un sonido fundamental resultan imprescindibles para explicar la emisión de multifónicos con el clarinete.

¹⁰³ De acuerdo con el Teorema de Fourier, visto anteriormente, todo sonido musical complejo puede considerarse como una superposición de ondas simples, cuya composición determina el espectro del sonido.

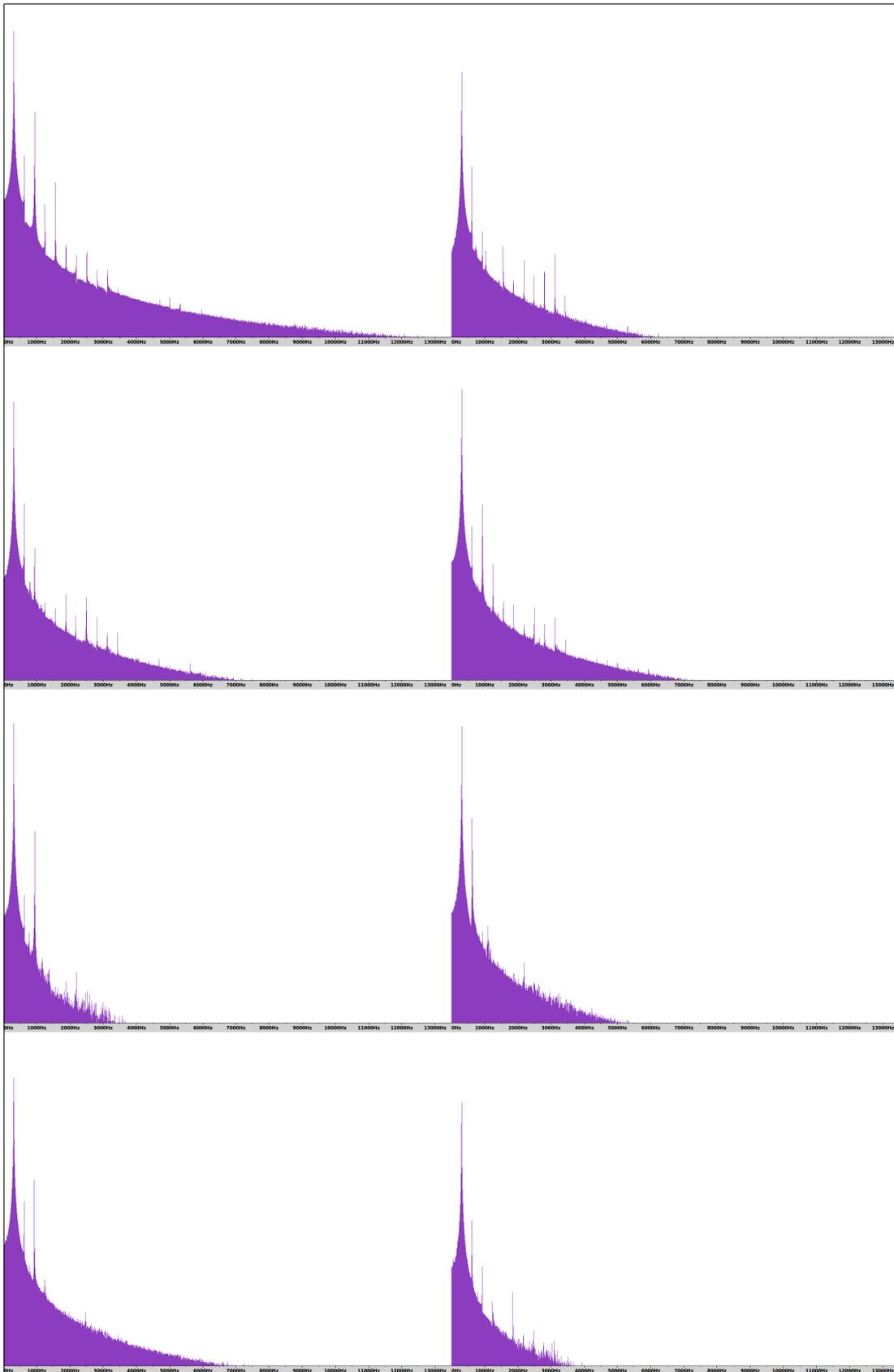


Figura 68: Espectros correspondientes a Fa_3 emitido con las ocho digitaciones propuestas en la figura precedente. Elaboración propia.

10.4.2. La emisión multifónica

Comportamiento de la lengüeta

Los sonidos múltiples en el clarinete se obtienen mediante la emisión simultánea de varias alturas. Esto es posible por la capacidad de vibración de la caña, elemento excitador de la columna de aire, en varias frecuencias al mismo tiempo gracias a su elasticidad. Dicha propiedad le permite realizar dos tipos de oscilación:

- 1) Movimiento de flexión, en dirección longitudinal. Como hemos visto en el apartado 3.3.1.1, la oscilación de la lengüeta hace que ésta abra y cierre el paso del flujo de aire al interior de la boquilla.
- 2) Movimiento de torsión, en dirección transversal. La caña se comporta como una lámina encastrada (ver figura 69, en la página siguiente) cuyo espesor no es uniforme.

Con respecto al comportamiento de la lengüeta en la producción de sonidos múltiples, Seve (1991) afirma que

En el caso de los multifónicos, el movimiento de torsión está privilegiado para sostener simultáneamente varias frecuencias. La caña ya no trabaja solamente en sentido longitudinal, sino que también es distorsionada lateralmente para responder a las exigencias multifrecuenciales provocadas por la técnica de soplo y de las digitaciones específicas de los multifónicos (p. 11).

Por técnica de soplo debemos entender no sólo el mantenimiento del flujo de aire insuflado, sino también la configuración del tracto vocal y de la embocadura, pues ambos factores influyen directamente en su caudal. De acuerdo con lo anterior, la caña es capaz de mantener dos tipos de oscilación simultánea, que darán lugar a sendas ondas estacionarias superpuestas en el interior del tubo, que pueden estar o no armónicamente relacionadas. Como hemos visto, cuando se toca un sonido monofónico, el tubo y la caña vibran en la misma frecuencia. Pastor García (2010) indica que «una oscilación multifónica se produce por las cooperaciones que se establecen entre varios componentes de la resonancia», señalando que «la caña y la columna de aire también pueden vibrar simultáneamente en

frecuencias que no están relacionadas armónicamente» (p. 171). Esto se consigue desplazando las resonancias de la columna de aire para que pueda vibrar en dos frecuencias inarmónicas, a través de digitaciones que dividen el tubo en varias secciones (como veremos más abajo) y mediante ajustes en la embocadura y en el tracto vocal.

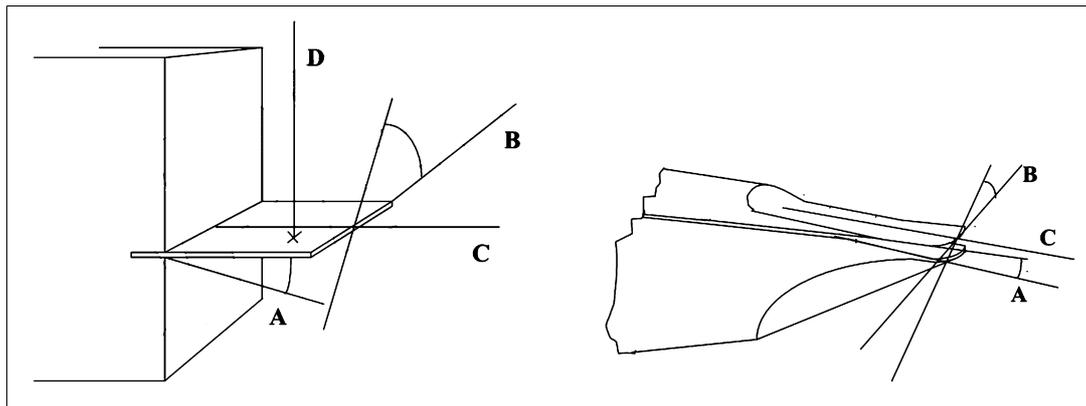


Figura 69: Flexión y torsión en una lámina encastrada (izqda.) y en el conjunto de caña y boquilla (dcha.). A: flexión; B: torsión; C: eje de simetría; D: peso (Seve, 1991, p. 10).

En relación con lo anterior, Backus (1978) señala que «la caña suministra el acoplamiento no lineal entre las dos vibraciones. Vibra a las dos frecuencias, respondiendo y manteniendo las vibraciones de la columna de aire» (p. 592). Por lo tanto, la lengüeta es capaz de alimentar de forma simultánea dos vibraciones que son determinadas por las resonancias del tubo. Dichas resonancias podrán derivarse de una o dos fundamentales, en función de la digitación empleada.

Multifónicos producidos a partir de una fundamental

Una digitación en la que el sonido fundamental está determinado por el extremo abierto del tubo, (ya sea el pabellón o los agujeros tonales), permite producir un multifónico a través de la potenciación y modificación de los parciales superiores de dicho sonido, de forma que adquieren una intensidad que hace que éstos sean percibidos como sonidos independientes y

simultáneos. Esto se consigue por medio de modificaciones en la posición y presión de la embocadura y en la configuración del tracto vocal.¹⁰⁴ Neverdeen (1998) señala que

El tracto vocal no es una cámara con una presión constante, sino que también es un resonador en el extremo superior de la excitación. Para los sistemas excitadores de tipo lengüeta se puede considerar que la caña está situada entre dos resonadores, relacionándose con ambos (p. 133).

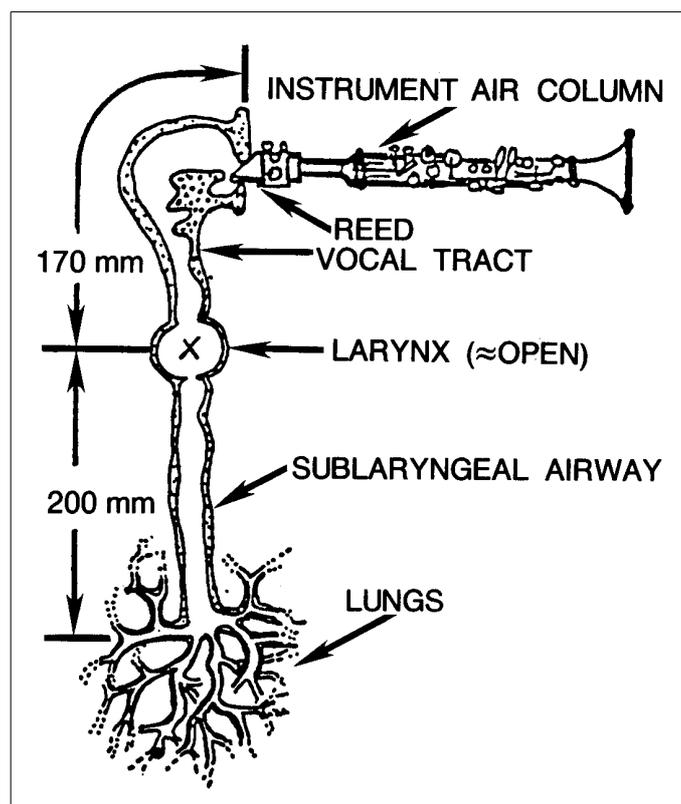


Figura 70: Esquema de las vías respiratorias y de la columna de aire del instrumento (Benade, 1986, p. 28).

En el mismo sentido, Benade (1986) considera que, acústicamente, las vías respiratorias del intérprete son simétricas a la columna de aire del propio instrumento, estando emparentadas con ambos lados de la lengüeta (figura 70). Asimismo, afirma que determinadas «colocaciones especiales de un pico [de resonancia] de las vías respiratorias del intérprete pueden trabajar con los picos pertenecientes a la columna de aire del

¹⁰⁴ Las indicaciones corporales relativas a la forma de interactuar con el instrumento para la obtención de multifónicos serán tratadas en el capítulo 13.

instrumento para producir sonidos inarmónicos complejos que los músicos conocen como “multifónicos”» (p. 31). Dichas colocaciones conllevan a su vez un cambio en el espectro del sonido determinado por la digitación, lo que implica, por un lado, un timbre diferente, y por otro, una composición específica de frecuencias en el multifónico. Es importante remarcar que en el caso de los multifónicos de una fundamental se trata de una digitación sencilla y de registro *chalmereau*, de manera que el taladro del instrumento no queda dividido en secciones, evitando que ninguno de los agujeros abiertos pueda actuar como orificio de registro (a diferencia de los multifónicos producidos por dos fundamentales, como veremos en el apartado siguiente).

En relación con lo anterior, Rehfeldt (1994) afirma que «las digitaciones para todos los sonidos fundamentales tienen la capacidad de producir, con manipulaciones de embocadura,¹⁰⁵ parciales superiores de acuerdo con la serie estándar de armónicos», señalando que «en el caso del clarinete (...) sólo los armónicos impares están disponibles» (p. 41). No obstante, la realidad sonora de los multifónicos resulta más compleja, pues la distribución de las alturas en la mayoría de los casos no coincide con la disposición y frecuencia que cabría esperar a partir de la serie armónica. Como hemos visto anteriormente, esto se explica por el efecto de la corrección del extremo abierto, que hace que las frecuencias de los modos de vibración superiores se hagan progresivamente más bajas. Rehfeldt (1994) añade que «los ajustes de embocadura requeridos para producir los sonidos rotos,¹⁰⁶ generalmente también baja la afinación de los parciales superiores» (p. 42).

En la figura 71 hemos transcrito cuatro multifónicos que pueden obtenerse a partir de la fundamental más grave del clarinete (en la que los veinticuatro oídos del instrumento están cerrados). En el pentagrama inferior se indican los sonidos que se obtienen como segundo, tercer, cuarto y quinto modo de vibración (con cabeza blanca) a partir de la digitación correspondiente al sonido fundamental (Mi_2 , con cabeza negra). El cambio de un multifónico a otro se ha conseguido a través de modificaciones en la colocación de la lengua

105 Rehfeldt habla de manipulaciones de labio/mandíbula (*lip/jaw manipulations*), que hemos traducido como embocadura, al estar ambos elementos implicados en su configuración.

106 Los multifónicos obtenidos a partir de las digitaciones monofónica de registro fundamental del instrumento se conocen como *sonidos rotos*. Esta denominación es empleada por autores como Villa-Rojo (1984), quien los considera afines a «sonido real y sonidos armónicos», señalando que se diferencian en la mayor cantidad de armónicos y en su colocación. El nombre se debe a la «pequeña separación interválica (...) con simultaneidad de varios armónicos que, en la resonancia interferencial producida, se rompen intermitentemente» (pp. 57-58).

en la cavidad bucal y del punto de contacto del labio con la caña, y de la presión ejercida con la mandíbula. En el capítulo 13 trataremos los gestos instrumentales implicados en la producción de multifónicos y su influencia en el resultado sonoro.

Figura 71: Multifónicos obtenidos a partir de la digitación fundamental de Mi_2 . Elaboración propia.



♫ 15

Escuchando la pista de audio correspondiente puede llegar a apreciarse cómo cambia la afinación del sonido fundamental de un multifónico a otro, cuya desviación es cercana al semitono (con valores próximos a un cuarto de tono bajo en el ejemplo *a* y un cuarto de tono en *c* y *d*). Esto se debe, por una parte, a la modificación de la presión ejercida con la embocadura sobre la lengüeta, y por otra a los cambios en la configuración del tracto vocal y su incidencia en el espectro sonoro. De las alturas presentes en el multifónico, se han transcrito con cabezas blancas las notas que se oyen con mayor intensidad, mientras que las cabezas romboidales, de menor tamaño, indican los sobretonos que pueden llegar a apreciarse, pero cuya intensidad es menor. En el capítulo siguiente abordaremos en profundidad los aspectos relativos a la notación musical de los multifónicos en el clarinete.

Los números situados a la derecha de las notas muestran la relación interválica entre las frecuencias de los sonidos constituyentes del multifónico, que será tratada en el capítulo 11. En el caso de los ejemplos *a* y *d* (figura 71), se corresponden con la posición relativa de los sonidos dentro de la serie armónica, en la que la fundamental coincide con la nota más grave

(sonidos relacionados armónicamente). En el caso de los multifónicos *b* y *c* se produce una relación inarmónica, ya que el sonido más grave no coincide con la fundamental de la serie. La sonoridad áspera de estos últimos puede explicarse por la interválica disonante que se produce entre los sonidos que lo constituyen, como puede apreciarse en la grabación de audio.¹⁰⁷

Multifónicos producidos a partir de dos fundamentales

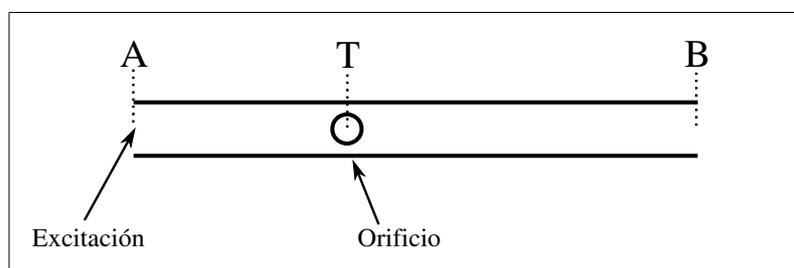


Figura 72: División de un tubo \overline{AB} en segmentos. Elaboración propia.

De acuerdo con Castellengo (1982), al realizar un orificio T en un tubo AB, se obtienen de forma esquemática tres tubos de secciones AT, TB y AB. Cada uno de ellos poseerá sus modos propios de frecuencia, siempre que el diámetro del orificio no sea excesivamente grande, ya que TB y AB podrían verse anulados. «Si por el contrario el agujero es pequeño y alejado del extremo B, el sistema excitador podrá mantener simultáneamente los regímenes de las diferentes secciones del tubo» (p. 4). Esto explica porqué muchas de las digitaciones empleadas en la producción de multifónicos utilizan llaves de trino (cuyas cabezas son de menor tamaño) así como agujeros semiabiertos (destapándolos parcialmente con la yema de los dedos).

Si bien cualquier digitación es susceptible de producir un sonido múltiple, hay que señalar que la mayoría de las posiciones que se emplean para la producción de multifónicos son de tipo complejo: presentan divisiones del tubo en las que un mismo agujero puede actuar como orificio tonal y de registro, posibilitando de esta forma la superposición de dos

¹⁰⁷ El teorema de Tyndall señala que «cuanto más simple sea la relación de frecuencias de dos sonidos, más consonante será el intervalo que forman» (de Diego y Merino, 1998, p. 59).

ondas estacionarias. Seve (1991) llama *digitación compleja*¹⁰⁸ a «toda digitación cuya estructura se encuentra en contradicción al movimiento lineal consistente en la manipulación sucesiva des orificios a lo largo del talador del instrumento» (p. 13). Richards (s.f.) señala que dicho orificio, que denomina *register-terminator hole*, «desempeña dos funciones simultáneas: determina la longitud de tubo más corta y actúa como una apertura de registro para el tubo largo». Pastor García (2010) se expresa en el mismo sentido, indicando que

La onda producida por la vibración de la caña viaja a lo largo del tubo hasta que se refleja parcialmente en el primer orificio abierto, lo que produce una onda estacionaria. El resto de la energía incidente continúa su viaje hasta el orificio abierto donde se refleja y genera una nueva onda estacionaria (p. 171).

En la figura 73 (página siguiente) proponemos la transcripción de un multifónico obtenido a partir de la digitación indicada debajo del pentagrama, que da lugar a la distribución de orificios abiertos y cerrados representada en la parte derecha. El primer agujero abierto (XVI), correspondiente al dedo I2 actúa como orificio tonal para el sonido más grave, $Mi\uparrow b_3$, y a su vez como orificio de registro para los agudos. Por lo tanto, el Sol_4 se obtiene como segundo modo de vibración (tercer armónico) de la longitud de tubo que determina la posición de la mano derecha, en la parte inferior de la digitación,¹⁰⁹ mientras que el Reb_5 se consigue como tercer modo de vibración (quinto armónico) de la misma fundamental.¹¹⁰

Nos encontramos ante una digitación que determinan dos longitudes de tubo, en las que la primera abertura cumple una doble función: como un orificio tonal y de registro. Por una parte, condiciona la longitud efectiva del tubo más corto (primer modo de vibración de la

108 Otros autores como Heaton (1995) las denominan digitaciones especiales (*special fingerings*), en oposición a las digitaciones convencionales. Sin embargo, esta terminología da lugar a confusiones, pues las digitaciones convencionales de las notas de registro agudo y sobreagudo podrían considerarse como complejas, al contar con agujeros que pueden actuar simultáneamente como orificios tonales y de registro.

109 Hay que señalar que el sonido fundamental correspondiente a dicha longitud de tubo sería un Sib_2 ligeramente bajo (que se obtendría bajando el dedo índice de la mano izquierda) cuyo segundo modo de vibración tendría que ser Fa_4 . Sin embargo, su afinación es un tono más alta (Sol_4) debido a que el primer oído destapado actúa como agujero tonal en una digitación de horquilla.

110 En este caso, el quinto armónico debiera ser Re_5 natural (medio tono más alto). La bajada en su afinación se explica por la posición más alejada de la boquilla del orificio de registro, que hace que la longitud de honda se alargue al forzar el nodo de presión en un punto más alejado del primer vientre. Asimismo, hay que tener en cuenta el efecto de la corrección del extremo, más pronunciado en el tercer modo de vibración del tubo que en el segundo.

onda de menor frecuencia) y, por otra, establece un nodo de presión para el segundo y tercer modo de vibración del tubo largo. Pastor García (2010) señala que

La capacidad para que un orificio funcione como orificio de registro depende de su diámetro. En este sentido, cuanto más pequeño sea el diámetro del orificio más facilidad para funcionar como orificio de registro, y cuanto más grande sea la apertura, mayor facilidad para actuar exclusivamente como un extremo eficaz de una longitud de tubo (p. 172).

Las relaciones interválicas entre los sonidos del multifónico anterior son inarmónicas, por lo que no podría hablarse de sonido fundamental. No obstante, empleando la terminología de Bartolozzi (1967) el sonido más grave del ejemplo ($Mi^{\uparrow}b_3$) podría considerarse como la *fundamental aparente* de las dos notas superiores. Asimismo, este autor denomina a los sonidos agudos del multifónico como *armónicos artificiales*, al no formar parte de la serie armónica correspondiente al sonido más grave.

En los multifónicos cuya digitación determina dos fundamentales, al igual que sucede con los multifónicos obtenidos a partir de una sola, los cambios producidos en la posición de la embocadura y en las resonancias vocales inciden en la configuración de los sonidos parciales. Hay que señalar que su influencia es proporcional a la frecuencia, de manera que cuanto más agudo sea el sonido mayor será el descenso de su afinación con respecto a las frecuencias de resonancia del tubo.

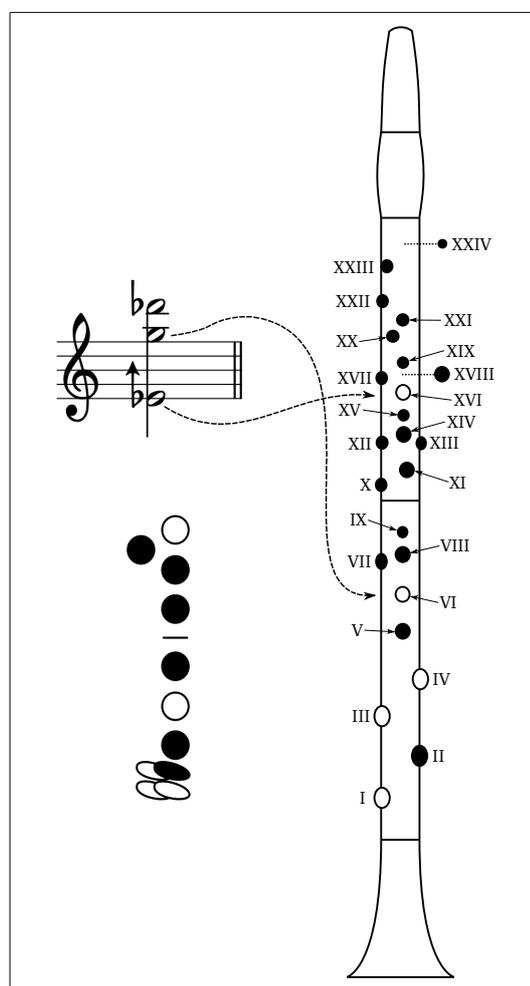


Figura 73: Multifónico obtenido a partir de digitación compleja. Elaboración propia.



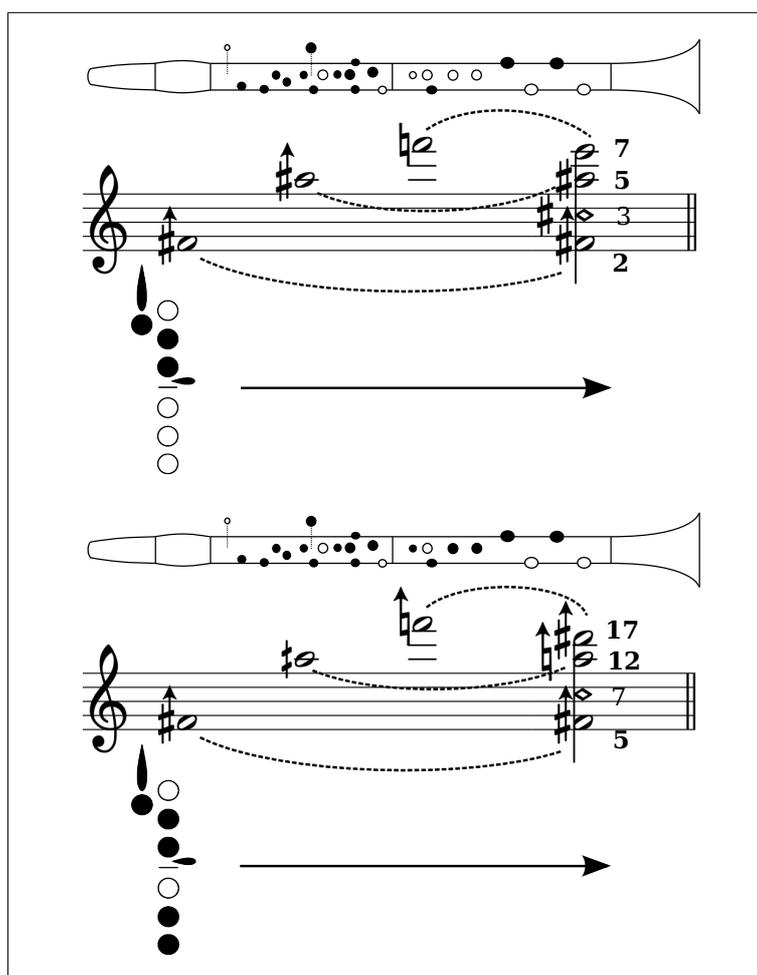


Figura 74: Variación de la altura de los sonidos al tocarlos por separado y simultáneamente con las digitaciones indicadas. Elaboración propia.



17

Siguiendo con la terminología de Bartolozzi (1967), en la figura 74 representamos la *fundamental aparente* y los *armónicos artificiales* obtenidos a partir de dos digitaciones distintas y el resultado sonoro final al emitir los multifónicos que se derivan de sendas digitaciones. Los tres sonidos individuales, a la izquierda de cada pentagrama, han sido tocados con una configuración de embocadura y tracto vocal propios de la práctica habitual encaminada a la obtención de sonidos monofónicos, modificando dicha configuración para obtener el multifónico.¹¹¹ En ambos casos, la afinación del sonido grave se mantiene estable,

111 En el capítulo 13 abordaremos los aspectos relacionados con la técnica instrumental necesaria para la emisión multifónica y su aprendizaje.

mientras que ésta desciende de forma progresiva en los sonidos agudos. En el primer ejemplo, la frecuencia del sonido intermedio ($La\sharp_4$) baja en torno a un octavo de tono al emitir el multifónico, mientras que el sonido superior (Fa_5) desciende un semitono. La desviación en la afinación de los sonidos del multifónico con respecto a las frecuencias de resonancia que determina la digitación es aún más significativa en el caso del segundo pentagrama, en el que el componente superior baja un tono. Las notas con cabeza de rombo representadas en ambos multifónicos ($Do\sharp_4$ en el primer ejemplo y $Do\flat_4$ en el segundo) se obtienen como tonos de combinación y no están presentes en las resonancias del tubo, como veremos en el apartado siguiente.

10.5. Sonidos constituyentes del multifónico

Hasta ahora hemos visto cómo los sonidos presentes en el multifónico se obtienen gracias a la interacción entre las frecuencias de resonancia del tubo determinadas por la digitación (ya sea simple o compleja) y las modificaciones que experimentan a través de la técnica empleada por el instrumentista para su producción simultánea (fundamentalmente, modificaciones en la configuración de la embocadura y en las resonancias del tracto vocal). No obstante, las alturas constituyentes de los multifónicos no se reducen a las frecuencias establecidas conjuntamente por la interacción entre las resonancias del instrumento y la técnica instrumental, sino que en la mayoría de los casos la combinación de dichos sonidos primarios genera alturas secundarias de una intensidad menor pero suficiente para identificarlas auditivamente. Dichos tonos de combinación son el resultado de la suma y la resta de las frecuencias de los sonidos primarios, como veremos en el apartado 10.5.2.

10.5.1. Sonidos generadores o primarios

Dentro de un multifónico, los sonidos de primer orden, que hemos denominado *sonidos generadores*, son aquellos que se obtienen a partir de la interacción entre la digitación y la técnica de soplo, de manera que son mantenidos de forma directa por la oscilación de la lengüeta. Como hemos visto, los multifónicos se producen por la vibración de la columna de

aire en varias frecuencias simultáneas. Backus (1978) señala que «una de estas frecuencias está generada por la resonancia más baja de la columna de aire; la otra está generada por una resonancia superior, como la tercera o la cuarta» (p. 599). El análisis espectral permite constatar que dichas frecuencias poseen una intensidad mayor que el resto de parciales presentes en el multifónico. Asimismo, hay que señalar que los sonidos generadores pueden ser identificados con facilidad desde el punto de vista de la ejecución instrumental, ya que es posible emitirlos por separado a partir de la digitación del multifónico. La frecuencia de los sonidos monofónicos obtenidos de esta forma se desviará en mayor grado con respecto a la de los sonidos primarios que les corresponden dentro del multifónico cuanto más agudos sean, como hemos visto en la figura 74 (página 229). Esto se debe, por una parte, a la corrección del extremo abierto (vista en el apartado 10.3.2, pp. 209 y ss.) y, por otra, a que los ajustes en la embocadura y en la configuración del tracto vocal hacen bajar la afinación del sonido emitido de manera más pronunciada cuanto más aguda sea su frecuencia. De acuerdo con esto último, Rehfeldt (1994) indica que «generalmente, sólo son posibles alteraciones leves hacia arriba (...). Sin embargo, al disminuir la presión, partiendo de una embocadura consistente, los tonos pueden ser bajados siempre, a veces por intervalos bastante amplios» (p. 59). Este aspecto, relacionado con la configuración habitual de la embocadura y del tracto vocal en la práctica convencional, será abordado en el capítulo 13.

Si tomamos en consideración el número de sonidos primarios presentes, nos encontramos con multifónicos de dos, tres y cuatro generadores, siendo estos últimos menos frecuentes. Hay que señalar que no es posible la producción de un multifónico con un sólo sonido primario, pues en ese caso se trataría de un sonido monofónico cuyos parciales superiores no tendrían una intensidad suficiente para que pudieran considerados como alturas independientes. Tampoco hay que asociar necesariamente el número de sonidos primarios con el de secciones en que quede dividido el tubo del instrumento, pues un mismo segmento de la columna de aire puede dar lugar a dos sonidos generadores a partir de sendos modos de vibración de la misma longitud de tubo. A continuación vamos a analizar dos ejemplos de multifónicos dentro de cada una de las tres categorías que hemos establecido en función del número de sonidos primarios presentes.

Multifónicos con dos sonidos generadores

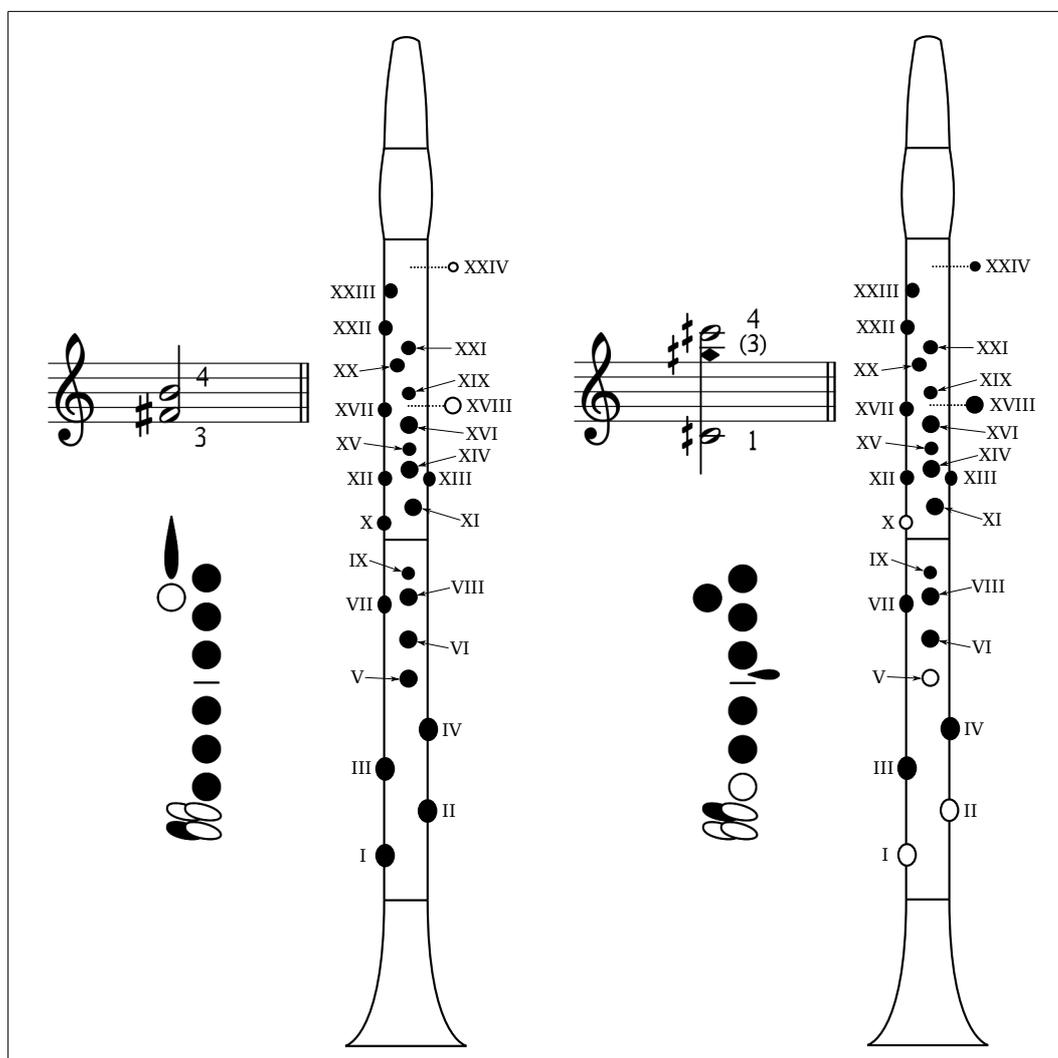


Figura 75: Multifónicos de dos generadores. Elaboración propia.



18

El primer ejemplo de la figura anterior recoge un multifónico de dos sonidos o *díada*, cuyas alturas forman un intervalo de cuarta justa. Este término (*dyad*, en inglés) es utilizado por Rehfeldt (1994) para referirse a una categoría de sonidos múltiples que pueden tocarse únicamente en los niveles de dinámica más suave, de manera que sólo es posible obtener dos alturas (pp. 45-46). Volviendo a la figura 75, el Si_3 del primer multifónico se obtiene como tercer armónico (segundo modo de vibración) de la longitud total del tubo del instrumento (cuya fundamental sería Mi_2). La digitación empleada para su obtención tan

sólo mantiene abiertos los orificios XXIV y XVIII, situados en la parte posterior del cuerpo superior, que inhiben el primer modo de vibración para dicha longitud de tubo (impidiendo que el Mi_2 pueda ser emitido). Ambos oídos abiertos se comportan además como orificios tonales, actuando a modo de digitación de horquilla para dar lugar a la frecuencia de resonancia correspondiente a $Fa\sharp_3$, cuya longitud de tubo abarca desde el extremo de la boquilla hasta un punto intermedio entre ambos orificios, que se encontrará próximo al oído XVIII, dado el menor diámetro del XXIV (correspondiente a la llave de registro).

Los sonidos pertenecientes al segundo multifónico de la figura 75 se encuentran en relación armónica, si bien la digitación propuesta determina dos longitudes de tubo y por lo tanto dos fundamentales diferentes (en este caso, el oído X, correspondiente a la llave 6, es el que cumplirá una doble función como agujero tonal y de registro). Hemos considerado al $Do\sharp_3$ y $Do\sharp_5$ como elementos generadores, debido a su mayor nivel de presión sonora así como a la posibilidad de tocarlos de forma aislada empleando la digitación propuesta, gracias a la cooperación de las frecuencias de resonancia del tubo con la configuración del tracto vocal:

- El sonido más grave del MF se obtiene como primer modo de vibración de la digitación de horquilla formada por los agujeros X y V. Al encontrarse los oídos VI, VIII y IX tapados (que en la digitación habitual del $Do\sharp_3$ estarían abiertos) se provoca que la resonancia del tubo se desplace bajando su afinación un cuarto de tono. En cuanto al cierre del oído III y la apertura del II (acción de la llave B), hay que señalar que ésta apenas tiene incidencia a la baja en la afinación del modo fundamental.
- El sonido más agudo de este segundo multifónico ($Do\sharp_5$) se consigue como quinto armónico (tercer modo de vibración) de la fundamental determinada por los orificios V y II, cuya fundamental sería un La_2 ligeramente bajo (en la digitación normal para La_2 son los orificios V y III los que establecen su longitud de tubo). El oído X, en este caso, actúa como orificio de registro. El efecto de la corrección del extremo abierto, más pronunciada en las frecuencias agudas, hace que la afinación del quinto armónico baje un cuarto de tono.
- Finalmente, el $Sol\sharp_4$, que hemos representado con cabeza negra romboidal, tiene una intensidad menor y no puede obtenerse como altura independiente empleando la misma digitación. Esto se debe a que la corrección del extremo abierto hace que la frecuencia

del segundo modo de vibración correspondiente a la longitud de tubo que determinan los orificios X y V (cuya fundamental sería $Do\sharp_3$) bajo hasta $Fa\sharp_4$, siendo imposible subir su afinación un semitono a través de ajustes en la embocadura. La presencia del sonido intermedio, cuya intensidad permite apreciarlo dentro del multifónico, puede explicarse como sonido diferencial de la resta de las frecuencias de ambos sonidos generadores, como veremos el apartado 10.5.2.

Multifónicos con tres sonidos generadores

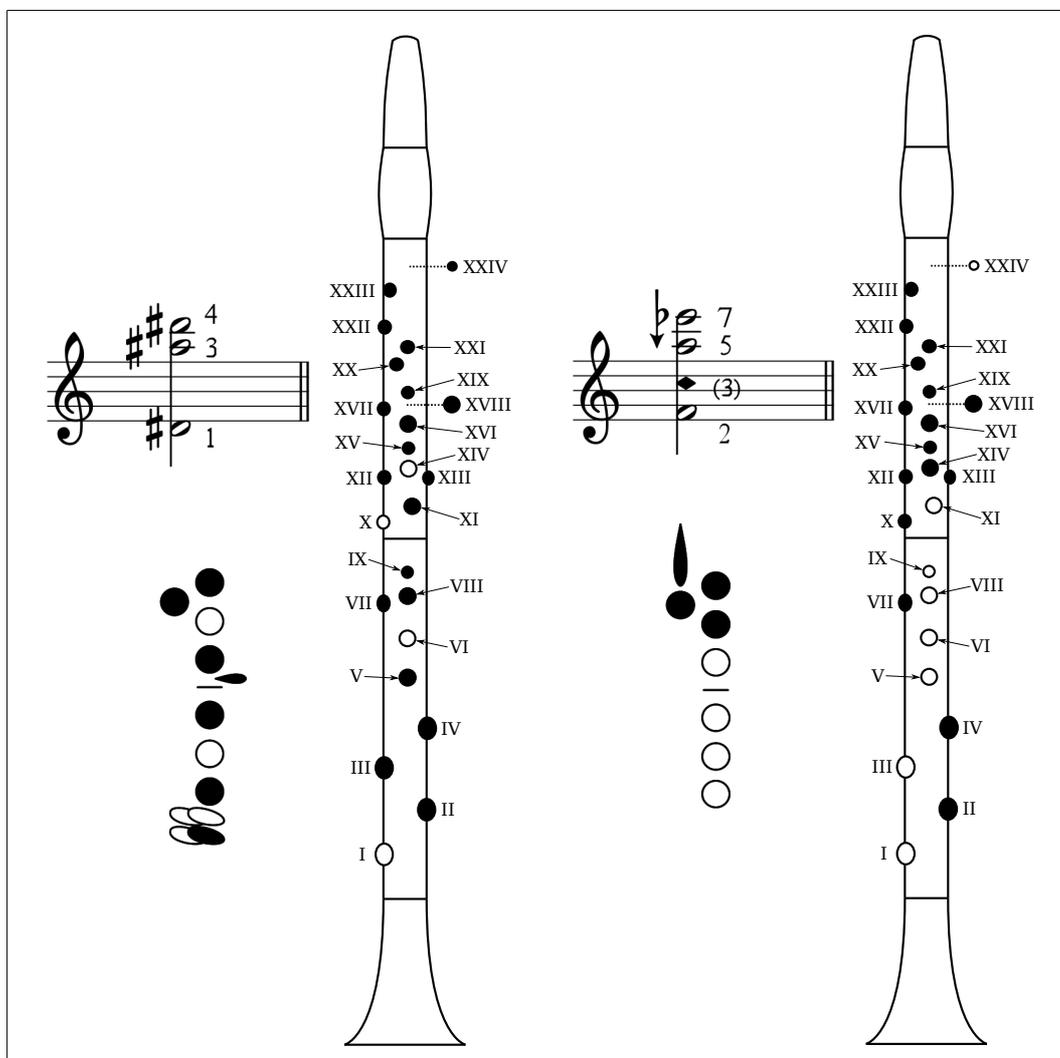


Figura 76: Multifónicos de tres generadores. Elaboración propia.



En el primer ejemplo de la figura 76 hemos incluido un sonido múltiple cuyas alturas se encuentran relacionadas armónicamente, al igual que sucediera en el segundo multifónico analizado con anterioridad. En este caso, no obstante, hemos considerado los tres sonidos presentes como generadores, al ser posible su emisión independiente a partir de la digitación propuesta:

- El elemento grave ($Re\sharp_3$) se obtiene como modo fundamental del primer segmento del tubo, comprendido entre el extremo de la boquilla y los oídos XIV y X.
- El $La\sharp_4$ (sonido intermedio) se produce como segundo modo de vibración (tercer armónico) de la misma sección correspondiente al sonido grave, ya que en este caso las resonancias del tubo permiten su obtención.
- El elemento superior ($Re\sharp_5$), sin embargo, se obtiene como séptimo armónico (cuarto modo de vibración) de la longitud de tubo que se corresponde con el sonido fundamental Fa_2 (cuyo extremo abierto lo determina el agujero I). En este caso el orificio X actúa como oído de registro, y los orificios VI y XIV permiten subir su afinación, contrarrestando el efecto del extremo abierto y la afinación más baja del séptimo armónico con respecto al temperamento igual (ver tabla 11, en la página 199).

Por su parte, el segundo ejemplo de la figura 76 cuenta con tres sonidos primarios (con cabeza de nota blanca) y un sonido secundario representado con cabeza romboidal negra:

- El Fa_3 (sonido grave) se consigue como modo fundamental de una longitud de tubo determinada por los oídos abiertos XXIV y XI, que actúan como orificios tonales a modo de digitación de horquilla.
- El orificio, XXIV, sin embargo, actúa como oído de registro en el caso del sonido generador intermedio (La_4), cuya fundamental se corresponde con Re_3 . De hecho, la digitación empleada en este multifónico es la misma que se utiliza de forma habitual para obtener La_4 como sonido monofónico.
- El elemento superior ($Mi\flat_5$) se obtiene como tercer modo de resonancia de la misma fundamental (cuya longitud queda establecida por el orificio XI). Hay que señalar que su afinación teórica sería un $Fa\sharp_5$, que baja más de un tono debido, por una parte, al efecto de la corrección final del extremo y, por otra, a los ajustes en las resonancias del tracto vocal que tiene lugar para emitir el multifónico.

- Con respecto a Do_4 , de cabeza romboidal, hay que señalar que la presencia de dicha altura, de menor intensidad que los sonidos generadores, no puede explicarse a través de las resonancias que determina la digitación, al encontrarse su fundamental (Fa_2) inhibida por la apertura de los oídos XI, IX, VIII, VI, V y III. Se trata, al igual que sucediera en el segundo caso de la figura 75, de un tono de combinación que será analizado en el apartado 10.5.2.

Multifónicos con cuatro sonidos generadores

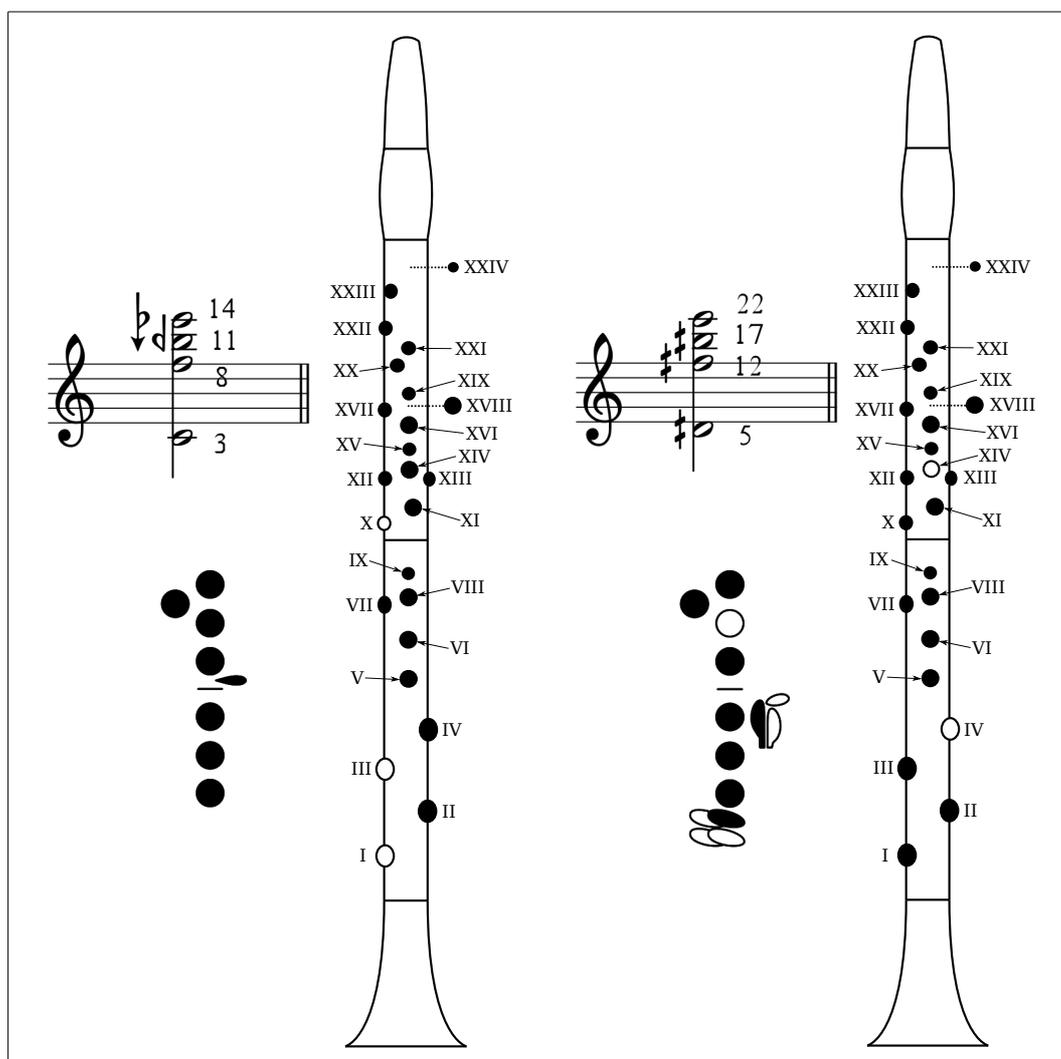


Figura 77: Multifónicos de cuatro generadores. Elaboración propia.



El primer ejemplo de la figura 77 presenta una división del tubo en dos secciones, que dan lugar a los cuatro sonidos constituyentes del multifónico. El oído X (abierto por la llave 6) actúa como agujero tonal en los dos sonidos inferiores y como orificio de registro en los dos superiores:

- La altura más grave (Do_3) se obtiene como modo fundamental de la sección de tubo delimitada por el oído X. La longitud de la columna gaseosa, no obstante, rebasa dicho orificio dado su diámetro reducido, bajando su afinación un semitono con respecto al $Do\sharp_3$ que se obtendría en caso de que los orificios VIII y IX también estuvieran abiertos.
- El Fa_4 , se produce como segundo modo de vibración de la sección de tubo en la que el oído X sigue actuando como orificio tonal. No obstante, la corrección del extremo abierto es ahora más pronunciada, de manera que los orificios cerrados IX, VIII, VI y V hacen que la longitud de la columna gaseosa se prolongue, acentuando su efecto. Por este motivo, en combinación con el ajuste de las resonancias del tracto vocal para obtener el multifónico, la afinación de $Sol\sharp_4$ (que se obtendría como tercer armónico en el caso de que el oído X fuera el primero de los orificios abiertos) baja un tono y medio hasta llegar a Fa_4 .
- En el caso de $Si\flat_4$, como hemos señalado, la llave X actúa ahora como orificio de registro, creando un nodo de presión que fuerza a la columna de aire a ajustarse al tercer modo de vibración (quinto armónico). La nota fundamental (Sol_2) está determinada por la sección de tubo de mayor longitud, que abarca desde la boquilla hasta el oído III. Hay que señalar que la modificación en la afinación del quinto armónico (Si_4) en un cuarto de tono descendente se produce por el ajuste de las resonancias del tracto vocal encaminadas a la emisión del multifónico.
- Con respecto al sonido superior ($Mi\flat_5$), éste se obtiene como cuarto modo de vibración (séptimo armónico) de la sección de tubo de mayor longitud. Al igual que en el caso de la altura anterior, los oídos III y X actúan como orificio tonal y de registro, respectivamente. La fundamental sigue siendo, por tanto, Sol_2 , cuyo séptimo armónico se corresponde con $Fa\flat_5$. El descenso proporcionalmente más pronunciado en su afinación (de un tono) se debe, al igual que en el sonido anterior, a la modificación de

las resonancias del tracto vocal encaminadas a la obtención del multifónico, que tiene una incidencia mayor cuanto más aguda es la frecuencia (ver figura 74, en la pág. 229).

Finalmente, el segundo ejemplo de la figura 77 presenta una división del tubo más compleja, con tres secciones delimitadas por los oídos XIV y IV, así como por el extremo abierto de la campana:

- El elemento más grave del multifónico ($Re\sharp_3$) se produce a partir del modo fundamental de la sección de tubo delimitada por el oído XIV, que actúa como agujero tonal (cuya afinación sería un cuarto de tono más alta si los agujeros XI, VI y V no estuvieran cerrados).¹¹²
- La segunda altura del multifónico ($Fa\sharp_4$) se obtiene como segundo modo de vibración de la sección de tubo cuya longitud abarca desde el extremo de la boquilla hasta un punto intermedio entre los oídos XIV y IV. Dichos agujeros tonales son los primeros oídos abiertos de las notas $La\sharp_4$ y $Re\sharp_4$ (obtenidas como tercer armónico de sus respectivas fundamentales, $Re\sharp_3$ y $Sol\sharp_2$), de manera que la frecuencia de resonancia correspondiente a $Fa\sharp_4$ se encuentra un cuarto de tono más próxima al sonido inferior ($Re\sharp_4$, cuyo agujero tonal IV posee un diámetro mayor).
- En el caso del tercer sonido generador ($Si\sharp_4$) el oído XIV se comporta como orificio de registro. Dicho sonido se obtiene como tercer modo de vibración de la longitud de tubo que abarca desde la boquilla hasta el oído IV, cuya fundamental se corresponde con Lab_2 . Los orificios cerrados III y I acentúan la corrección final del extremo, haciendo que la afinación del quinto armónico (Do_5) baje un cuarto de tono.
- Por último, el elemento más agudo del multifónico (Mi_5) se obtiene como quinto modo de vibración de la longitud total del tubo (desde la boquilla hasta el extremo de la campana, cuya fundamental sería Mi_2), de manera que entra en juego la forma cónica de su sección final. Esta circunstancia hace que la afinación del sonido correspondiente al noveno armónico sea un tono más baja de lo que cabría esperar de acuerdo con los modelos acústicos ($Fa\sharp_5$). Hay que señalar que la abertura del oído IV tiene una incidencia al alza en la afinación de dicho parcial, que contrarresta la bajada ocasionada por el ajuste de las resonancias vocales en la emisión multifónica.

112 Esta distribución de oídos cerrados y abiertos se corresponde con la digitación del Mib_3 de índices, que se obtiene al tapar los agujeros correspondientes a los dedos I1, I2 y D2.

En los seis ejemplos anteriores los sonidos generadores graves pueden considerarse *fundamentales aparentes*, si bien en el segundo ejemplo de la figura 75 (página 232) y en el primero de la 76 (página 234) son coincidentes con la fundamental de la serie armónica. Los números situados a la derecha de cada altura permiten además establecer la relación interválica entre sus frecuencias, designando su posición relativa dentro de la serie armónica, como veremos en el capítulo 11. Por otra parte, en dos de los casos analizados con anterioridad (figuras 75 derecha y 76 derecha) hemos constatado que los sonidos generadores no son las únicas frecuencias identificables auditivamente que se hallan presentes en el multifónico. En el siguiente apartado abordaremos sus características así como el papel que desempeñan dentro de la emisión multifónica.

10.5.2. Sonidos secundarios: tonos de combinación y sonidos resultantes

Dentro de la emisión multifónica nos encontramos con determinados sonidos que no pueden explicarse a través de las resonancias del tubo, pues se originan a partir de la superposición de frecuencias de los sonidos generadores. Backus (1978) verificó experimentalmente la estructura de los multifónicos, realizando el siguiente postulado:

El análisis de la onda estacionaria interna [del multifónico] debe mostrar no sólo dos frecuencias independientes, que designaremos A y B, respectivamente, sino que también mostrará las bandas laterales $B - A$ y $B + A$ producidas por la modulación de las amplitudes de $B \times A$. Es más, puesto que A y B no son sinusoidales y por tanto contienen armónicos (...) debemos esperar estas frecuencias más otras bandas laterales superiores $B - 2A$, $B + 2A$, $2B - A$, etc. Si los armónicos son de amplitud reducida, estos sonidos más agudos serán igualmente pequeños (p. 593).¹¹³

Empleando una terminología más generalizada dentro del ámbito de la acústica musical, lo anteriormente expuesto describe el fenómeno de los *sonidos resultantes*,¹¹⁴ también

113 Backus emplea una terminología propia del ámbito de las telecomunicaciones. El término inglés *sideband* es usado para referirse a las bandas de frecuencias más alta o baja que se producen por la modulación de la onda portadora.

114 Villa-Rojo (1984) denomina como «resultantes» de los «sonidos reales» de registro agudo y sobreagudo del clarinete a las fundamentales aparentes originadas por digitaciones complejas, en las que el oído de registro actúa como orificio tonal. Esta denominación induce a error en relación con la definición de sonido resultante dentro de la acústica musical.

denominados *tonos de combinación*. Con respecto a ellos, Olazábal (2007) señala que cuando inciden sobre el oído «dos sonidos de frecuencias n y m , se producen sonidos armónicos ($2m, 2n, 3m, \dots$) y una serie de sonidos de frecuencia $m + n, n - m, 2n + m, 2n - m \dots$ llamados *sonidos resultantes*» (p. 66).

Hay que señalar que algunos autores consideran a los tonos de combinación como un fenómeno exclusivamente psicoacústico, que se produce a partir de la interacción de dos sonidos de una intensidad suficiente y que puede proceder de diferentes fuentes sonoras (por ejemplo, cuando dos instrumentos de viento mantienen de forma simultánea sonidos monofónicos). A este respecto, Roederer (1997) señala que las frecuencias de los sonidos resultantes «no están presentes en el estímulo sonoro original y aparecen como resultado de la así llamada distorsión no lineal de la señal acústica en el oído» (p. 46).

Los tonos de combinación se dividen en *sonidos adicionales*¹¹⁵ (que se obtienen a partir de la suma de las frecuencias de los tonos originarios) y en *sonidos diferenciales*¹¹⁶ (a partir de la resta). Tanto los primeros como los segundos pueden ser de orden primario ($n + m$ y $n - m$), secundario ($2n + m$ y $2n - m$), terciario ($3m + 2n$ y $3m - 2n$), etc. Su intensidad disminuirá a medida que avancemos de orden. Roederer (1997) indica que «el sonido resultante más fácilmente identificable, para un nivel alto de intensidad de los tonos originales, es aquel cuya frecuencia está dada por la diferencia de las frecuencias componentes» (p. 47). Por su parte, al referirse a la percepción de los tonos de combinación en los multifónicos, Castellengo (1982) señala que ésta dependerá de la intensidad de los sonidos primarios y de la situación relativa de su frecuencia. Asimismo, apunta que todas las combinaciones de sonidos adicionales y diferenciales pueden producirse, aumentando así la complejidad de este fenómeno.

Como hemos señalado, los tonos de combinación dentro de los multifónicos, a diferencia de los sonidos primarios, no se pueden obtener de forma separada a partir de la digitación del sonido múltiple (ya que no coinciden con las frecuencias de resonancia determinados por ésta en colaboración con la configuración del tracto vocal). Asimismo, hay que incidir en que su intensidad será menor, de manera que a la hora de transcribirlos

115 Fueron descubiertos en el siglo XIX por el físico y fisiólogo alemán Helmholtz (1821-1894).

116 Fueron descritos por primera vez en 1740 por el organista y teórico musical alemán Georg Andreas Sorge (1703-1778), aunque se atribuye su descubrimiento al violinista y compositor italiano Giuseppe Tartini (1692-1770), quien los denominó *terzo suono*.

musicalmente sólo tendremos en cuenta los tonos de combinación primarios, procurando reflejar en la partitura esta heterogeneidad dinámica, como veremos en el capítulo siguiente, dedicado a la notación de los multifónicos.

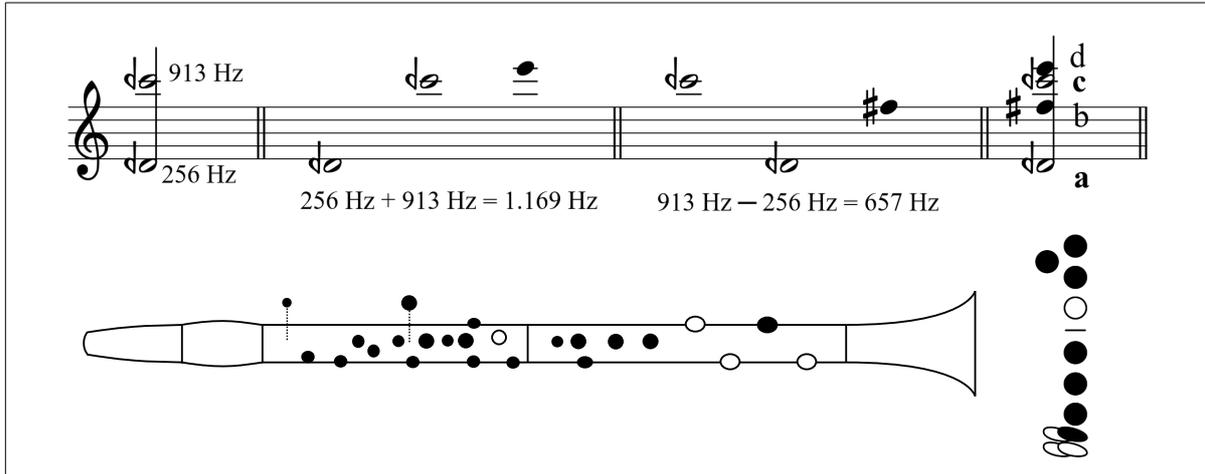


Figura 78: Sonidos adicional y diferencial. Elaboración propia.



21

En la figura 78 hemos representado con cabeza blanca los sonidos generadores (primarios) y con cabeza negra los resultantes (secundarios). Las cifras indican su frecuencia en Herzios, que hemos redondeado para evitar decimales:

- a) $Mi_5 \rightarrow 1.169 \text{ Hz}$
- b) $Do_4 \rightarrow 913 \text{ Hz}$
- c) $Fa\#_4 \rightarrow 657 \text{ Hz}$
- d) $Re_2 \rightarrow 256 \text{ Hz}$

Al realizar la suma y la resta de los valores correspondientes a los sonidos generadores (Re_2 y Do_4) obtenemos que la frecuencia de Mi_5 (sonido adicional) es igual a la suma de las frecuencias respectivas de Re_2 y Do_4 , mientras que la de $Fa\#_4$ es igual a la sustracción de ambas:

$$256 \text{ Hz} + 913 \text{ Hz} = 1.169 \text{ Hz}$$

$$913 \text{ Hz} - 256 \text{ Hz} = 657 \text{ Hz}$$

Analizando los valores numéricos de las frecuencias anteriores, observamos que su relación numérica (es decir, interválica, como hemos visto en el apartado 10.2) podría expresarse de forma simplificada de acuerdo con los números naturales 7, 18, 25 y 32 (cuyo valor se obtiene al dividir las frecuencias correspondientes a los sonidos a, b, c y d de la figura 78 entre 36,5 con un redondeo por debajo de 3 centésimas). Así pues, la proporción existente entre sus frecuencias podría expresarse de la siguiente forma:

$$f_a \approx \frac{7}{18} f_b \approx \frac{7}{25} f_c \approx \frac{7}{32} f_d$$

$$f_b \approx \frac{18}{7} f_a \approx \frac{18}{25} f_c \approx \frac{18}{32} f_d$$

$$f_c \approx \frac{25}{7} f_a \approx \frac{25}{18} f_b \approx \frac{25}{32} f_d$$

$$f_d \approx \frac{32}{7} f_a \approx \frac{32}{18} f_b \approx \frac{32}{25} f_c$$

Donde f_a es la frecuencia de $Re \downarrow_2$ (256 Hz), f_b de Fa_3 (657 Hz), f_c de $Do \downarrow_4$ (913 Hz) y f_d de Mi_5 (1.169 Hz). Hay que señalar que en el cálculo de los sonidos resultantes, la obtención del MCD permite operar directamente con los valores más sencillos que representan sus relaciones interválicas, en lugar de hacerlo con las frecuencias expresadas en Herzios, simplificándose de esta forma el proceso. Así, en el ejemplo anterior:

$$7 + 25 = 32 \text{ (sonido adicional)}$$

$$25 - 7 = 18 \text{ (sonido diferencial)}$$

Retomemos ahora el segundo multifónico de la figura 75 (página 232), de dos sonidos primarios, en cuya notación hemos incluido el sonido diferencial, que se encuentra situado entre ambos generadores. Podemos observar que se cumple la suma y resta de frecuencias (en su valor relativo) propia de los tonos de combinación ($4 - 1 = 3$). Sucede lo mismo en el segundo ejemplo de la figura 76 (página 234), de tres sonidos generadores, al restar la frecuencia del generador grave a la del intermedio ($5 - 2 = 3$). En este caso hay que señalar que la diferencia entre los generadores superior e intermedio coincide con la frecuencia de

la fundamental aparente ($7-5=2$), que se ve reforzada en su percepción. Fijémonos también en los tres ejemplos restantes de las figuras, 76 y 77 (página 236), en los que no hemos tomado en consideración ningún sonido resultante. Sin embargo, se cumple la misma relación numérica entre las frecuencias de los sonidos primarios, de manera que:

- $4-3=1$; $4-1=3$; $3+1=4$ (figura 76, izquierda);
- $14-3=11$; $14-11=3$; $11+3=14$; $11-3=8$; $11-8=3$; $8+3=11$
(figura 77, izquierda);
- $22-5=17$; $22-17=5$; $17+5=22$; $17-5=12$; $17-12=5$; $12+5=17$
(figura 77, derecha).

Con respecto al primer multifónico de la figura 75, hay que señalar que el sonido diferencial no se encuentra comprendido entre los dos generadores, sino que se correspondería con la nota Si_1 . No hemos procedido a su transcripción musical por una doble razón: por una parte, porque dicho sonido se encuentra fuera de la tesitura del instrumento y, por otra parte, porque al tratarse de una díada la intensidad de ambos sonidos primarios impide que el sonido diferencial tenga un volumen sonoro suficiente para su anotación.

El fenómeno de los tonos de combinación resulta primordial en el análisis de la configuración sonora del multifónico, ya que no sólo permite explicar las frecuencias que no se encuentran en las resonancias del tubo, sino que ayuda a reforzar la percepción de los sonidos primarios. En el capítulo 12 propondremos un modelo de clasificación de los sonidos múltiples basado en su análisis interválico.

11. Notación de los multifónicos

En el presente capítulo analizaremos los multifónicos en el clarinete soprano en *Si bemol* desde el punto de vista de su escritura musical. Para ello, tomaremos en consideración los aspectos relacionados con la representación, por una parte, de las alturas percibidas y, por otra, de sus características tímbricas y dinámicas. A lo largo de nuestra argumentación nos serviremos de ejemplos extraídos del repertorio del instrumento, y al final del capítulo propondremos un sistema de notación que refleje las diferencias dinámicas entre los sonidos constituyentes del multifónico, así como la relación numérica entre sus frecuencias.

11.1. Tipologías de notación

Lo primero que tenemos que señalar en relación con la escritura musical de los sonidos múltiples es que no está estandarizada. De acuerdo con lo anterior, Farmer (1977) indica que «las notaciones de los multifónicos varían ampliamente de un compositor a otro» (p. 32). Esta situación se puede explicar por las distintas necesidades compositivas y por las diferencias de lenguaje musical. No obstante, a pesar de esta falta de nivelación en la notación de los sonidos múltiples, es posible encontrar usos notacionales comunes en el repertorio. Para proceder a su análisis vamos a dividirlos en sistemas de notación convencional y no convencional.

11.1.1. Notación de tipo convencional

Por notación convencional de los multifónicos nos referimos a aquélla que procura representar en la partitura los diferentes parámetros del sonido con precisión, de acuerdo con los convencionalismos del sistema musical occidental. De forma esquemática, la altura (frecuencia del sonido) está representada por la posición de las cabezas de notas en el pentagrama, así como por el uso de alteraciones; la duración queda acotada mediante las

diferentes cabeza de nota, plicas y signos correspondientes a las figuras musicales; mientras que la intensidad se representa a través de indicaciones adicionales relativas a los matices y reguladores. En resumen, se trata de una notación análoga a la de tipo convencional para los sonidos monofónicos en el instrumento, con una diferencia en el número de alturas reflejadas de forma simultánea en la partitura. Veamos tres ejemplos de la misma.

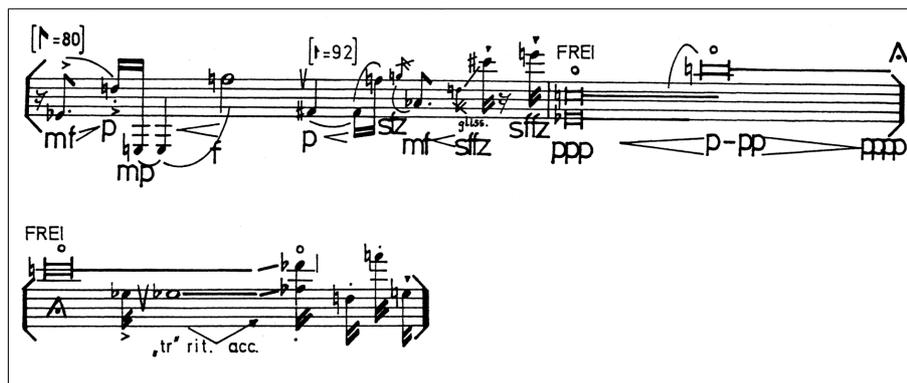


Figura 79: Fragmentos de *Mosaik* [1964] con presencia de multifónicos.
Adaptado de Lehmann, 1980, pp. 4-5.

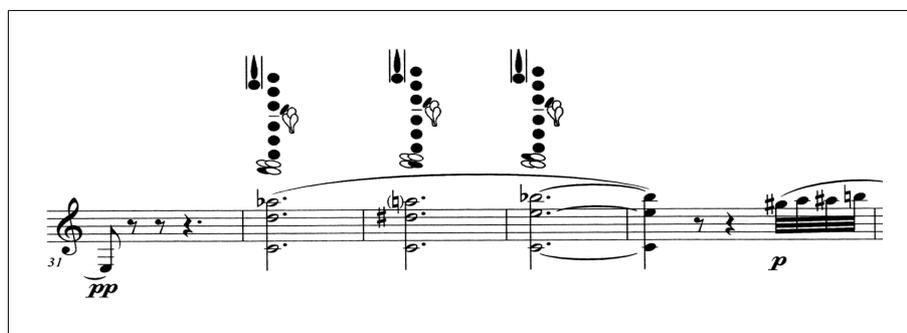


Figura 80: Compases 31 a 35, preludio de *Mikro-sonata* para clarinete solo [1970] por A. Obradovic (2014, p. 2).

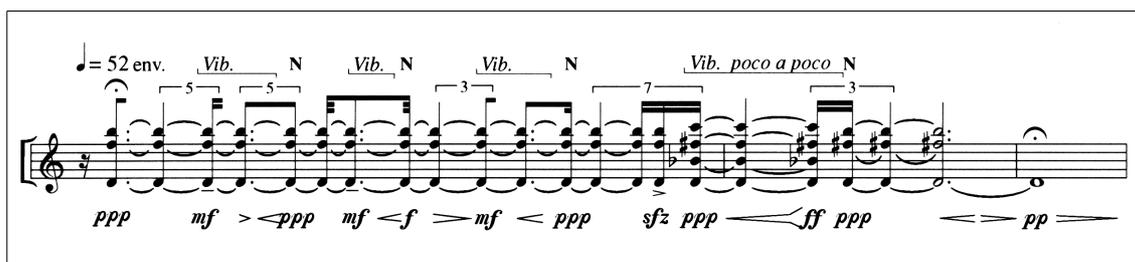


Figura 81: Fragmento de *Ké: 5 pièces pour clarinette solo* [1993] por P. Gaigne (2000, p. 4).



En el pentagrama superior del primer ejemplo (figura 79) Lehmann incluye un multifónico de dos alturas o díada ($Mi\flat_2$ y Do_4), cuya digitación se indica en las notas aclaratorias a la partitura (se obtiene añadiendo la llave 9 a la digitación de registro fundamental correspondiente a Fa_2). Hay que indicar que las cabezas de nota cuadrada se emplean no para señalar que se trata de un multifónico, sino para especificar la duración prolongada de la nota (la figura cuadrada se corresponde con un valor de duración igual a dos redondas). El círculo pequeño ($^\circ$) situado encima del multifónico se utiliza por analogía a la indicación de armónico en los instrumentos de cuerda. Encontramos este símbolo en otras composiciones de autores como Franciosi (2008), Sciarrino (1982) o Waterhouse (2000), mientras que otros compositores emplean un rombo ($^\diamond$) en su lugar, como es el caso de Hannay (1979) o Constant (1975). Volviendo al ejemplo de la figura 79, el sonido múltiple del segundo pentagrama se obtiene a partir de la digitación correspondiente a $Mi\flat_4$, de manera que el Do_5 se consigue como armónico por sobresoplo (el trino se realiza con el dedo I3, levantando los dedos D5 y D4 en el *glissando* final). Queremos subrayar la importancia de este ejemplo, pues se trata de una de las primeras composiciones que emplean sonidos múltiples en el clarinete (fue compuesta en 1964, como hemos señalado en el capítulo 5).

En cuanto al fragmento de la figura 80, Obradovic (2014) escribe tres multifónicos de tres alturas, con duraciones de tres y cuatro tiempos. Las cabezas de nota son de tipo convencional y el autor emplea las alteraciones accidentales propias de la escala cromática ($La\flat_4$ en el primer multifónico, $La\sharp_4$ como alteración de precaución y $Re\sharp_4$ en el segundo, y $Si\flat_4$ en el tercero). Las indicaciones sugeridas para la obtención del multifónico las encontramos situadas en la propia partitura, a diferencia del extracto anterior. Con respecto a la articulación y dinámica de este ejemplo, hay que señalar que los tres multifónicos se enlazan en *legato* dentro del ámbito del *pianissimo*. La partitura consultada es una reedición póstuma de la obra, cuyas ediciones de 1970 y 1984, a cargo de la Asociación de Compositores de Serbia (Udruženja Kompozitora Srbije), se encuentran descatalogadas.

Por último, en la figura 81 Gaigne (2000) hace uso de dos multifónicos diferentes, transcribiendo el primero de ellos con tres alturas, y el segundo con cuatro. El compositor emplea la escritura rítmica convencional (proporción entre los valores de las notas), utilizando el mismo tipo de cabezas de nota para los diferentes sonidos de cada multifónico (negras para los valores de corchea y negra y blancas para los valores de dos tiempos, con puntillos de prolongación cuando la escritura rítmica así lo requiere). En cuanto a las

alteraciones cromáticas, en el segundo multifónico constatamos el uso de *Fa* sostenido y *Si* bemol.¹¹⁷ Este pasaje se completa con indicaciones dinámicas que abarcan desde *ppp* hasta *ff*, con múltiples reguladores. Asimismo, el autor hace indicaciones adicionales para pedir al intérprete la realización de vibrato (*vib.*) sobre el multifónico y el momento preciso en que tiene que detener su oscilación (N, vuelta al sonido normal, no vibrado). En la nota aclaratoria previa a la partitura el autor aporta las dos digitaciones para sendos multifónicos, que aparecerán en distintos momentos de la primera pieza. La obra fue estrenada en 1993 por J. F. Verdier.

En los tres párrafos anteriores hemos descrito características propias del sistema de notación convencional aplicadas a la escritura de los multifónicos en el clarinete. En los apartados 11.2 y 11.3 analizaremos sus parámetros e implicaciones musicales, pero en nuestra argumentación debemos contextualizar antes los sistemas no convencionales de notación multifónica.

11.1.2. Notación no convencional

Por notación no convencional nos referiremos a todas aquellas propuestas compositivas que ponen su acento en los aspectos tímbricos, dejando en segundo plano la representación precisa de algunos de los parámetros mencionados en el apartado anterior. En este tipo de escritura, es habitual que el compositor se sirva de símbolos de propia creación o indicaciones extramusicales. Asimismo, en algunos casos se otorga libertad de elección al intérprete, mientras que en otros tan sólo se indica una de las alturas del conjunto sonoro.

Podríamos considerar las indicaciones textuales que señalan en la partitura la presencia de un sonido múltiple como el tipo más simple y abierto de notación de los mismos. El compositor se sirve de símbolos o abreviaturas para pedir al intérprete que realice un multifónico sobre una nota determinada o que contenga la altura escrita. Así, en el ejemplo de la figura 82 el compositor emplea cabeza de nota romboidal para el sonido de registro fundamental sobre el que se situará el multifónico, acompañado de un asterisco aclaratorio. Más allá de su matiz, *pianissimo* muy suave, el autor no da ninguna información adicional

117 Tenemos que indicar una errata en la edición de la partitura, ya que sobraría el sostenido correspondiente a la nota *Fa*₄ en la vuelta al primer multifónico (cambio súbito a la dinámica *ppp* en el segundo compás).

para su realización, por lo que entendemos que para su obtención se empleará la digitación de la nota escrita. Nos encontraremos por tanto con un multifónico de una sola fundamental cuyo sonido superior (o sonidos superiores) se consigue por sobresoplo. No obstante, también existe la posibilidad de buscar digitaciones alternativas en las que el sonido grave se corresponda con la altura anotada.

D'après les peintures de Gérard Besset **I. TACHES** Alain Roizenblat (1989)
durée 14'

Lent librement

Clarinette Sib *pp tres doux*

Piano *mp* laissez résonner

fluctuant ♩ = 114 env.

mp *pp* croisez les mains

Lent

mp *mp* *mp*

* sons multiples

Figura 82: Comienzo del primer movimiento de *Traces* por A. Roizenblat (1992, p. 1).

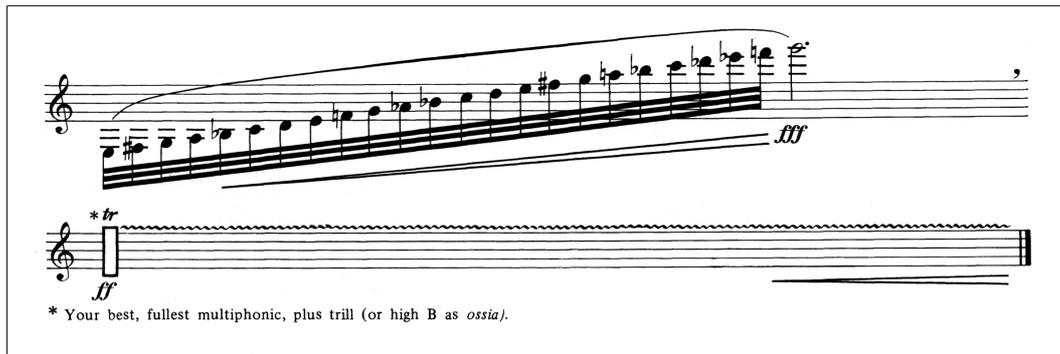


Figura 83: Ejemplo de notación no convencional de multifónico (Bassett, 1978, p. 3).

2
E S C A R G O T S V O L A N T S
Tona Scherchen-Hsiao

① BRILLANT, AGRÉSSIF ET VIOLENT

5-6" 8-9"

f molto più f

Note de base (son réel) A 4FA B #FA C 4LA

Figura 84: Escritura no convencional de multifónicos en el inicio de *Escargots volants* por T. Scherchen-Hsiao (1980, p. 2).

Lento

mf f mf p < f > mf

Figura 85: Ejemplo de escritura de sonoridades múltiples en *Tlapizalli* de M. Enríquez (Villa-Rojo, 1991, p. 133).

El uso de cabeza romboidal dando elección al intérprete en la digitación para la obtención del multifónico (visto en la primera de las cuatro figuras precedentes) lo encontramos en compositores como Parker [1982] o Kupferman (1986). Otros autores emplean abreviaturas del tipo MP (Clyne, 2014), SF o SM (Ballif, 1974), situadas sobre una nota con cabeza convencional,¹¹⁸ así como diferentes indicaciones de texto relacionadas con el término *armónico*: la palabra francesa *harmonique* situada sobre la nota (Boulez, 1970), la abreviatura *harm.* (Xenakis, 1971) o *harm. ad lib.* (Nichifor, 2003), así como las siglas +H (Gistelink, 1994), entre otras denominaciones.

Dentro de los sistemas de notación no convencionales encontramos, asimismo, símbolos de naturaleza diversa para representar los sonidos múltiples, que pueden acompañarse o no de texto aclaratorio. A modo de ejemplo, en la figura 83 (segundo pentagrama) Bassett (1978) emplea un rectángulo blanco sin especificar las alturas ni el número de sonidos, pidiendo al intérprete que toque el multifónico más lleno y sonoro que sea capaz de emitir. La indicación del sonido múltiple se acompaña de la dinámica *ff*, que finaliza en *crescendo*, así como de un trino, por lo que la digitación elegida requerirá la alternancia rápida y repetida de al menos una llave o dedo. El empleo de un rectángulo blanco para representar el MF lo encontramos en otros compositores como Widmann (2005).

Por su parte, la figura 84 recoge un ejemplo de otro tipo de escritura no convencional para representar sonidos múltiples, en la que Scherchen-Hsiao (1980) emplea símbolos especiales con el objeto de reflejar su grado de disonancia:  sonido disonante;  muy disonante; y  semi-consonante. Debajo de estos símbolos la autora indica por escrito la nota de base sobre la que se construye el multifónico, «que debe mantenerse constante y audible durante las variantes a efectuar sobre los sonidos múltiples» (p. 1). En el espacio en blanco de los símbolos correspondientes al multifónico disonante y semi-consonante la compositora añade además cabezas de nota que se correspondería con uno de los sobretonos superiores de cada multifónico. Un sistema similar de notación lo encontramos en Davies (1978), quien emplea rectángulos horizontales con distintos grados de coloración situados debajo de la nota. Por su parte, Rothman (1996) emplea círculos que son atravesados por la plica del multifónico correspondiente con el fin de indicar su extensión y densidad, en una

118 Se trata de las abreviaturas de *multi-phonic* (MP), *son fendu* (SF) y *son multiple* (SM).

escala que abarca desde la sonoridad cristalina (círculo en blanco) hasta un sonido sucio en diferentes grados (círculo oscuro).

En la figura 85 Enríquez (1991) sigue los planteamientos de Villa-Rojo (1984), de acuerdo con las categorías que habíamos señalado en el apartado 9.1. (véase la página 128 y siguientes). Así, en siete de los ocho multifónicos presentes en el ejemplo, el autor señala la nota fundamental sobre la que se desplegarán diferentes *sonidos rotos*, cuyas alturas deben mantenerse estables en unos casos (multifónicos 1º, 2º, 3º, 6º y 7º del ejemplo) y con *vibrato* en otros (multifónicos 5º y 8º). Con respecto al cuarto sonido múltiple, se trataría, empleando la terminología de Villa-Rojo (1984), de *sonido real y resultante* simultáneos, que otros autores como Mandat (1989a) o Krassnitzer (2002) denominan *undertones*. En cuanto a los diferentes tipos de cabeza de nota, su uso obedece a aspectos relacionados con su timbre, pero, sobre todo, con la técnica instrumental conducente a su obtención, de acuerdo con los signos establecidos por Villa-Rojo.

Queremos mencionar un último uso notacional de tipo no convencional que hemos encontrado en autores como Globokar (1993) y Holliger (2008). Se trata de la indicación M situada entre los sonidos superior e inferior del multifónico, sin reflejar el contenido interno del mismo. Una variante de este sistema la encontramos en Beerman (1975), que une ambos extremos del multifónico mediante una línea vertical de trazo grueso, y Smith (1967), que emplea un corchete con el mismo propósito.

La enumeración de notaciones de tipo no convencional que hemos expuesto a lo largo de este apartado no pretende ser una recopilación exhaustiva de las mismas, puesto que cada compositor aporta su propia solución. No obstante, consideramos que los ejemplos elegidos pueden servir como muestra de diferentes tipos de escritura no convencional correspondientes a sonidos múltiples de distinta naturaleza, pero que tienen en común, por una parte, la preponderancia del timbre por encima de otros parámetros musicales y, por otra, la presencia de un cierto componente aleatorio en cuanto a la libertad del intérprete para la búsqueda de la sonoridad deseada.

Antes de proseguir analizando los parámetros musicales a tener en cuenta en la notación de los sonidos múltiples (en el próximo apartado) hay que señalar que el empleo de las notaciones de multifónicos convencional y no convencional puede encontrarse combinado en una misma obra. Éste es el caso de compositores como Fontcuberta (2011), Lachenmann

(1980), Lindberg (1988) o Saunders (2004). Asimismo, otros autores emplean una notación que podríamos considerar convencional, si bien en las notas previas a la interpretación relativizan la importancia de su escritura. En este sentido Cleman (1988), al hacer referencia al uso de los multifónicos en su obra *For clarinet and piano* indica que «las alturas concretas no son tan importantes como la producción de un tipo de sonido fuerte, estridente y batiente para añadir color al clímax dinámico» (en nota previa a la partitura).

En los próximos apartados abordaremos los aspectos implicados en la notación musical, de tipo convencional, de los sonidos múltiples. La representación en la partitura de los mismos no resulta evidente, ya que el compositor debe tomar decisiones en cuanto al número de alturas anotadas, a la correspondencia musical de sus frecuencias (que, como hemos señalado, no están temperadas), a la heterogeneidad dinámica de los sonidos constituyentes (que podrá reflejar o no en su representación gráfica), así como a la forma de indicar la digitación sugerida. Como veremos a continuación, las opciones adoptadas por los diferentes autores con respecto a los parámetros que acabamos de enunciar no han sido homogéneas, si bien en todos los casos que mencionaremos se puede seguir hablando de notación de tipo convencional, ya que se mantiene la voluntad de precisión y concordancia a través del uso de los símbolos y figuras musicales propios de la tradición occidental, excluyéndose el factor aleatorio en la escritura del multifónico.

11.2. Densidad y número de alturas

El primer parámetro que hay que tomar en consideración a la hora de transcribir musicalmente los multifónicos es el número de alturas que serán reflejadas en la partitura. En este sentido, seguiremos la propuesta de Seve (1991) empleando el término *densidad* para referirnos a la cantidad de elementos discernibles auditivamente en condiciones acústicas normales (ver página 146 y siguientes). Hablaremos por tanto de multifónicos de densidad 2, 3, 4 ó 5, en función del número de alturas anotadas en la partitura. De acuerdo con lo anterior, las díadas se corresponderán con los multifónicos de *densidad* 2. Podremos hablar, asimismo, de multifónicos de densidad baja, media o alta en función del número de alturas que puedan ser percibidas (y, por tanto, reflejadas en su representación musical).

Figura 86: Multifónicos de densidades 2, 3, 4 y 5. Elaboración propia.



♪ 23

Dentro del repertorio, encontramos ejemplos de uso de sonidos múltiples de *densidad 2* en compositores como Berio (1980), Carter (1994), Díaz-Jerez (2007), Gilbert (2006), Golightly (1979), Jackson (2006), Lehmann (1980), Mandat (1980, 1989b, 1990, 1994, 2000, 2005, 2007a, 2007b, 2008), Mabry (1983), Rothman (1990 y 1998), Sánchez Verdú (2001), Smith (1981 y 1988), Tôñ-Thât (1979) y Zonn (1968 y 1969). Su empleo se corresponde, en la mayoría de los casos, con pasajes del ámbito dinámico *piano* o *pianissimo*. Otros autores, como Baixauli (2001), Bucchi (1969), Caravan (1992), Carles (1994), Desportes (1977), Dubois (1977), Fontcuberta (2011), Gaigne (2000), Hartley (1999), Keller (1989) o Lauba (1989) incluyen multifónicos de *densidad 3* en sus obras, mientras que Caravan (1979b), Firsova (1978), Laporte (1971) y Reimann (2001) emplean multifónicos de *densidad 4*.

No obstante, también hemos constatado el uso de multifónicos de distintas densidades en una misma obra en función del contexto sonoro. Así, los compositores Bergsma (1973), Feijóo (2007), Flaherty (1982), Grgin (s.f.), Hefti (2004), Jarrell (1995 y 2002), Lavista (1994), Morales (1995), Murail (1978), Perle (1973), Rockmaker (1995) y Seve (1996) escriben MF de *densidades 2 y 3*, Runchak (1991) incluye MF de *densidades 3 y 5*, mientras

que otros autores llegan a reflejar tres y cuatro densidades diferentes en una misma partitura: Obradovic (2014), Sakurai (1988), Sciarrino (1982), Verrall (1970) y Yuasa (1983), que emplean MF de *densidad 2-4*; Bartolozzi (1974) y Fennelly (2009), que incluyen MF de *densidad 3-5*; y Porro (1991), con MF de *densidad 2-5*.

Una vez observada la densidad de los multifónicos presentes en las obras citadas con anterioridad, de acuerdo con la escritura musical de los diferentes compositores, podemos afirmar que los sonidos múltiples más habituales en el repertorio de clarinete son los de densidades 2 y 3. A continuación incluimos tres ejemplos de uso de multifónicos de diferentes densidades.

Figura 87: Multifónicos de *densidad 2* en el final de *Madrigal para clarinete en Si bemol* por M. Lavista (1994, p. 2).

Figura 88: Multifónico de *densidad 3* en *Current* de L. Austin (1967, p. 6).

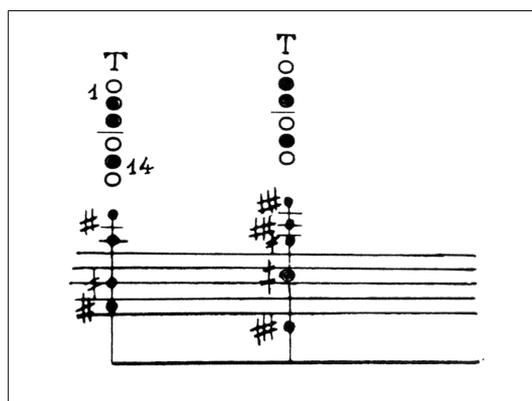


Figura 89: Multifónicos de densidad 4 y 5 en *Collage* de B. Bartolozzi (1974, p. 2).

En la figura 87 (página 255) el compositor M. Lavista (1994) emplea tres multifónicos de *densidad 2*, con alternancia de los dos últimos. El ámbito dinámico de este pasaje está comprendido entre *piano* y *pianissimo*, con reguladores poco pronunciados. Hay que señalar un error de edición en la digitación de la díada formada por $Sol\#_3-Re\#_5$, ya que en los compases tercero, quinto y sexto del fragmento la digitación indicada debiera ser igual a la del penúltimo compás.

Por su parte, en el multifónico de la figura 88 (p. 255), de *densidad 3*, hay que señalar que las cabezas de nota de diferente color no responden a razones tímbricas o dinámicas, como veremos en el apartado 11.4, sino que se deben a la escritura especial de las alteraciones que L. Austin (1967) emplea en esta composición. De acuerdo con la misma, las cabezas de nota blancas se corresponden con las notas sin alterar, mientras que las negras se utilizan para designar los sostenidos. Así pues, el multifónico del ejemplo estará formado por los sonidos $Fa_3-Sol\#_4-Fa\#_5$. En cuanto a la digitación, las espas indican los oídos cerrados por los dedos I1, I2, I3, D2, D3 junto con la llave de registro presionada.¹¹⁹

Por último, en la figura 89, Bartolozzi (1974) escribe dos multifónicos de densidades 4 y 5, respectivamente. En cuanto a la digitación empleada, la T indica que el dedo I1 cierra su oído respectivo, mientras que los números 1 y 14 se corresponden con las llaves 12 y

¹¹⁹ El número 8 hace referencia a *octave key*, de acuerdo con la denominación de la llave de registro que sigue Smith (1967), si bien hubiera sido más correcto designarla con el número 12, por ser el clarinete un instrumento cuyo registro agudo suena a la duodécima superior del fundamental.

4 (nomenclatura francesa). De acuerdo con las explicaciones previas del propio autor, las distintas formas en las cabezas de nota pretenden reflejar su diversidad tímbrica.

Al establecer la densidad de un multifónico, es decir, las alturas a transcribir en la partitura, hay que tener en cuenta que, al igual que en los sonidos monofónicos, cada frecuencia se acompaña de una serie de parciales superiores que configuran el espectro sonoro. Por tanto, será preciso discernir qué sonidos se comportan como generadores, cuáles son resultantes de intensidad suficiente en comparación con los anteriores, y cuáles son armónicos de los primeros. Para ello, nos ayudaremos del análisis de los espectros sonoros, que expondremos en el apartado siguiente, de forma complementaria a la escucha musical.

Análisis de espectrogramas

Comenzaremos examinando los espectros de dos multifónicos de clarinete analizados por Benade (1990), de acuerdo con los datos aportados por el autor (pp. 562-563).

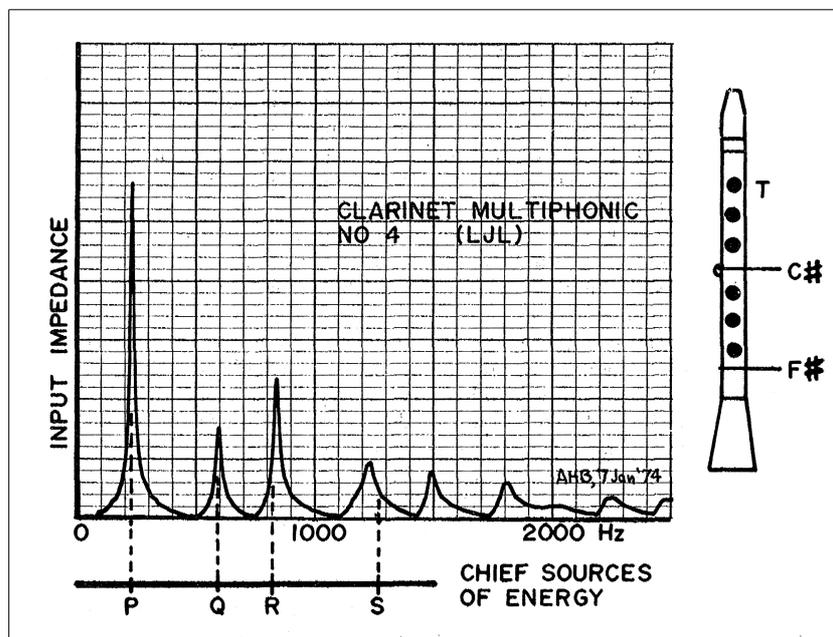


Figura 90: Digitación y componentes del espectro del primer multifónico analizado por Benade (1990, p. 562).



♪ 24

Benade (1990) ofrece los datos relativos a las frecuencias de doce componentes del multifónico representado en la figura precedente, de las que P, Q, R y S poseen la mayor intensidad sonora:

Componente	Frecuencia	Relación
1 (P)	228 Hz	$f_4 - f_2$
2	367 Hz	$f_4 - f_1$
3	455 Hz	$2f_1$
4 (Q)	595 Hz	$f_2 + f_1$
5 (R)	822 Hz	$f_4 + f_1$
6	1050 Hz	$f_5 + f_1$
7 (S)	1278 Hz	$f_6 + f_1$
8	1417 Hz	$f_9 - f_1$
9	1645 Hz	$2f_5$
10	1872 Hz	$f_9 + f_1$
11	2240 Hz	$f_{10} + f_1$
12	2467 Hz	$3f_5$

Tabla 12: Frecuencias pico del multifónico de la figura 90. Fuente: Benade, 1990, p. 562.

Las frecuencias de la tabla anterior se corresponden con las alturas musicales que hemos representado en la figura 91, tomando como referencia el *La* 442.¹²⁰ Para obtener las notas correspondientes a cada frecuencia hemos calculado su distancia con respecto al *La* patrón en tonos, semitonos, cuartos de tono y octavos de tono temperados, cuyos valores son $\sqrt[6]{2}$, $\sqrt[12]{2}$, $\sqrt[24]{2}$ y $\sqrt[48]{2}$, respectivamente.

¹²⁰ En la actualidad, la mayoría de orquestas sinfónicas y constructores de instrumentos toman como referencia el *La* afinado a 442 Hz, en lugar de 440 Hz. Dicha nota se corresponde con un *Si*₃ tocado en el clarinete en *Si* bemol.

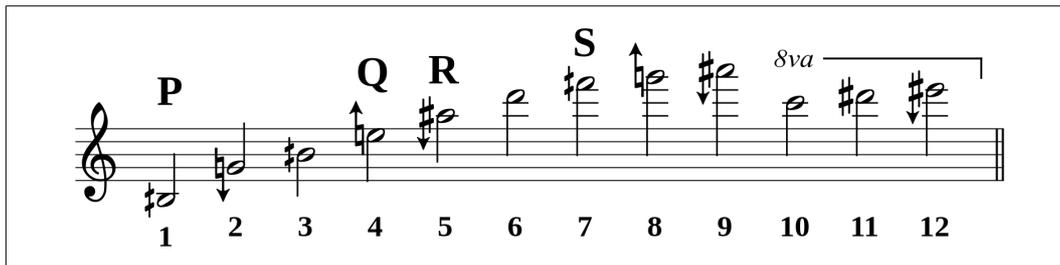


Figura 91: Transcripción musical de las frecuencias de la tabla 12. Elaboración propia.

En la transcripción de los doce sonidos anteriores hemos empleado cuartos y octavos de tono¹²¹ para realizar una aproximación más precisa a las alturas del multifónico que, como hemos comentado, no están temperadas. Hay que señalar que la desviación del séptimo componente (S) es de un dieciseisavo de tono (12,5 *cents* más baja, en lugar de los 25 ¢ correspondientes al octavo de tono). De acuerdo con lo que habíamos indicado en el apartado 10.5.2, las frecuencias de los componentes 1, 2, 4, 5, 6 y 7 del multifónico que estamos analizando son el resultado de la suma de los valores correspondientes al sonido inferior (primer elemento de la serie) más la frecuencia del sonido inmediatamente anterior en la serie:

$$f_2 + f_1 = f_4; f_4 + f_1 = f_5; f_5 + f_1 = f_6; f_6 + f_1 = f_7$$

Dichos sonidos pueden ser tanto generadores como tonos de combinación. En una primera aproximación a la notación del multifónico tomaremos como sonidos primarios a P, Q, R y S, considerando resultantes a los restantes elementos de la serie, dada su menor intensidad (componentes 2º y 6º). Para marcar la diferencia de matiz, emplearemos cabezas blancas para los sonidos de mayor presencia y negras para los demás.

Por otra parte, los componentes 3, 9, y 12 se relacionan de forma armónica con los sonidos P y R que, de acuerdo con la figura 90 (página 257), son los de mayor intensidad:

$$f_3 = 2f_1; f_9 = 2f_5; f_{12} = 2f_5$$

¹²¹ Estas alteraciones microtonales serán abordadas en el apartado 11.3.1.

Los tres componentes restantes, 8, 10 y 11, se explican como tonos de combinación de segundo orden, o sea, como sumas y restas de las frecuencias de los elementos vistos con anterioridad:

$$f_8 = f_9 - f_1; f_{10} = f_9 + f_1; f_{11} = f_{12} - f_1$$

Una vez establecidas las relaciones entre las frecuencias de los doce elementos más destacados del espectro sonoro, vamos a proceder a transcribir el multifónico en una primera aproximación:

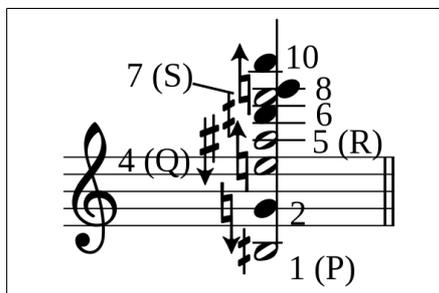


Figura 92: Aproximación inicial a la notación del primer multifónico analizado por Benade (fig. 90).

No hemos incluido los componentes 3, 9 ni 12 porque, al ser armónicos de sonidos de mayor intensidad presentes en el multifónico (2P, 2R y 3R, respectivamente), refuerzan la percepción de dichas alturas como fundamentales, de acuerdo con el mecanismo auditivo de seguimiento de la fundamental (véase el apartado 10.1). En relación con lo anterior, Benade (1990) señala que

Cuando oímos el conglomerado de parciales constituyentes de un multifónico, nuestro sistema auditivo tiende a tomar del conjunto los grupos de componentes relacionados armónica o casi armónicamente. Cada uno de estos grupos es oído entonces como un tono de tipo más o menos normal, con una altura que está relacionada de la forma habitual a la frecuencia fundamental del grupo (p. 567).

La superposición de tonos simples que tiene lugar en los multifónicos, y en los sonidos musicales en general, da lugar a dos fenómenos distintos en su procesamiento auditivo: efectos de superposición de primer orden, que tienen lugar como fruto del procesamiento

mecánico en el oído interno (en el fluido cloquear y a lo largo de la membrana basilar); y efectos de segundo orden, fruto del procesamiento neuronal de los estímulos auditivos. De acuerdo con la *Teoría de la localización*, relacionada con los efectos de primer orden, cada punto de la membrana basilar, (sobre la que se asientan los terminales del nervio auditivo), se corresponde con una determinada frecuencia vibratoria que es transmitida desde el oído medio al fluido linfático a través de la ventana oval. Merino (2006) señala que «cuando el oído recibe un sonido musical con todos sus armónicos, cada una de las frecuencias captadas excita un punto de la membrana basilar», de manera que «el cerebro puede interpretar no sólo la altura del sonido, sino también su timbre» (p. 275). Es decir, en función de cuáles y en qué intensidad sean excitadas las terminaciones nerviosas auditivas se percibirá un sonido de una altura y timbre determinados. En cuanto a los efectos de segundo orden, la *Teoría de la periodicidad*, por su parte, señala que la frecuencia con la que el cerebro recibe los estímulos acústicos determina la percepción del tono, y se relaciona con la forma en que el sistema auditivo es capaz de detectar cambios cíclicos dentro de un patrón vibratorio.¹²² Volviendo al multifónico que nos ocupa, hay que señalar que en su transcripción musical tampoco hemos reflejado los sonidos 11 ni 12 ya que se encuentran fuera de la tesitura del instrumento, por encima del límite de su registro sobregado (ver apartado 10.3.3).

A fin de poder comprobar la adecuación de la notación que hemos dado al multifónico analizado por Benade (figura 90), hemos procedido a reproducirlo a través de MIDI para comparar el resultado sonoro con el que sonido múltiple que habíamos grabado de forma previa (pista 25 de audio). Puede apreciarse que existe una diferencia significativa en su sonoridad, que se explica por la densidad excesiva del multifónico transcrito en la figura 92. Esto se debe a que los ocho sonidos de los que consta, al ser generados de forma digital, se acompañan de sus respectivos armónicos. Sucedería lo mismo en caso de que dichos sonidos se tocaran de forma simultánea por ocho clarinetistas. En la figura de la página siguiente hemos comparado los espectros del multifónico generado digitalmente (derecha) con el original y tocado con el clarinete (izquierda).

¹²² Para profundizar en el mecanismo de la percepción sonora consúltese Roeder (1997, pp. 30-66), Merino (2006, pp. 267-297), y Pastor García y Romero Moreno (2011, pp.123-166).

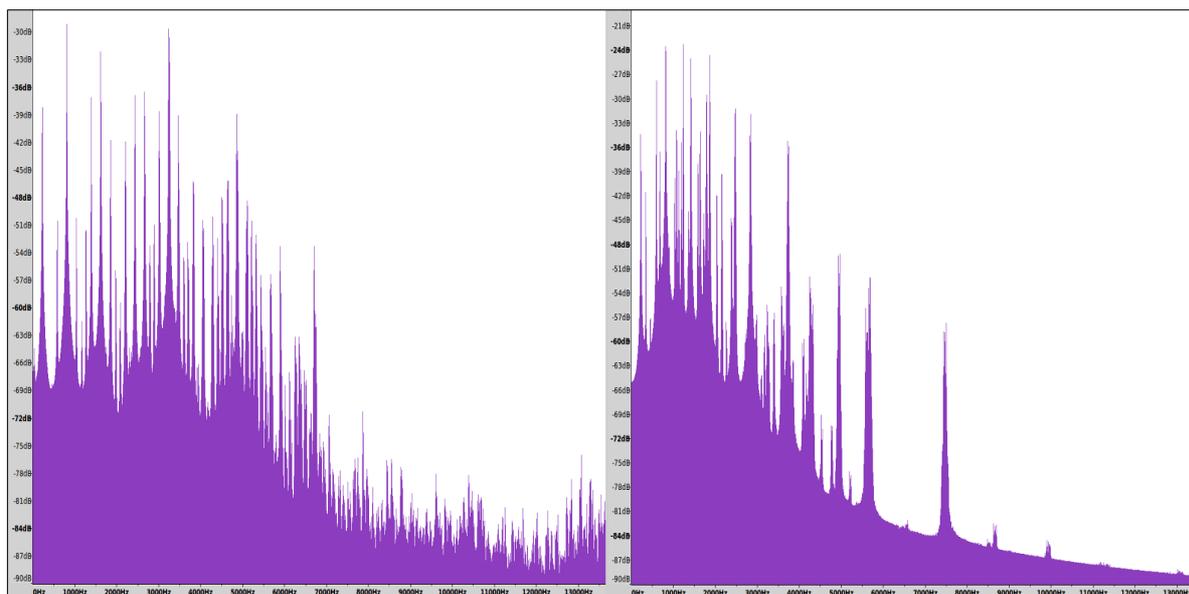


Figura 93: Comparación de los espectros del multifónico interpretado de forma acústica y generado digitalmente. Elaboración propia.



♪ 25

Procederemos ahora a realizar una nueva propuesta de notación que incluya únicamente los sonidos P, Q, R y S, por ser los de mayor intensidad sonora, de acuerdo con el espectrograma de Benade (figura 90). Vamos a emplear cabezas blancas para los tres primeros, ya que dichos sonidos pueden obtenerse de forma separada a través de la digitación. Sin embargo, en esta ocasión utilizaremos una cabeza negra para el componente S, debido a su menor intensidad con respecto a los otros tres sonidos.¹²³ Asimismo, hay que indicar que para su obtención de forma separada como sonido monofónico a partir de la digitación del multifónico es preciso realizar cambios en la forma de interactuar con el instrumento más pronunciados que los que tienen lugar en la propia EMF.¹²⁴ Esto se debe a que necesita un ajuste más significativo de las resonancias del tracto vocal, por lo que su consideración como sonido primario podría cuestionarse.

123 Benade no ofrece los datos relativos al nivel de presión sonora de las frecuencias pertenecientes a los multifónicos analizados, señalando únicamente cuáles son los cuatro sonidos de mayor intensidad, que designa con las letras P, Q, R y S, como hemos visto.

124 Los gestos instrumentales encaminados a la producción de multifónicos con el clarinete serán abordados en el capítulo 13.

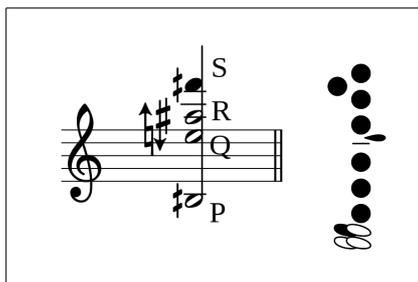


Figura 94: Notación final del multifónico analizado por Benade (figura 90). Elaboración propia.



♪ 26

Al comparar el multifónico sintetizado a partir de la nueva notación con el mismo tocado en el clarinete (pista de audio 26) podemos apreciar que su sonoridad es ahora más próxima. No obstante, hay que señalar que existirá siempre una desviación en la afinación con respecto al temperamento igual, que puede ser mitigada a través de la notación de tipo microtonal, como veremos en el apartado 11.3. Continuaremos ahora con el análisis del segundo multifónico propuesto por Benade (1990, p. 563), que incluimos en la figura siguiente.

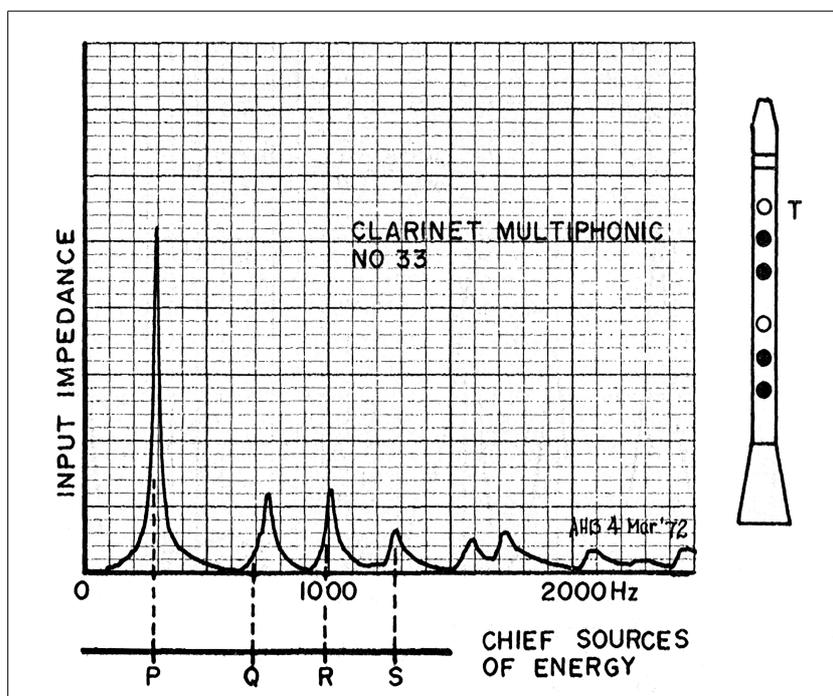


Figura 95: Segundo multifónico analizado por Benade (1990, p. 563).



♪ 27

Componente	Frecuencia	Relación
1 (P)	286 Hz	$f_4 - f_2$
2	409 Hz	$f_4 - f_1$
3	572 Hz	$2f_1$
4 (Q)	695 Hz	$f_2 + f_1$
5	858 Hz	$3f_1$
6 (R)	981 Hz	$f_4 + f_1$
7 (S)	1.267 Hz	$f_6 + f_1$
8	1.553 Hz	$f_7 + f_1$
9	1.676 Hz	$f_6 + f_4$
10	1.839 Hz	$f_7 + f_3$
11	1.962 Hz	$2f_6$
12	2.125 Hz	$f_7 + f_5$

Tabla 13: Frecuencias pico del multifónico de la figura 95. Fuente: Benade, 1990, p. 563.

Al igual que en el MF analizado con anterioridad, comenzaremos determinando las alturas musicales que se corresponden con las frecuencias pico de la tabla 13, cuya transcripción musical ofrecemos debajo.

Figura 96: Transcripción musical de las frecuencias de la tabla 13. Elaboración propia.

Al trasladar el multifónico al pentagrama incluiremos únicamente los sonidos P, Q, R y S. El resto de componentes, de menor intensidad y que no serán reflejados en la partitura, son armónicos de los sonidos primarios y tonos de combinación de primer y segundo orden:

Categoría	Componente	Relación
Armónicos de los sonidos primarios	3º	$2f_p$
	5º	$3f_p$
	11º	$2f_R$
Tonos de combinación de primer orden	2º	$f_Q - f_P$
	8º	$f_S + f_P$
	9º	$f_R + f_Q$
Tonos de combinación de segundo orden	10º	$f_S + 2f_P$
	12º	$f_S + 3f_P$

Tabla 14: Relación de las frecuencias pico secundarias del multifónico de la figura 95 con los componentes primarios.

En la figura siguiente hemos transcrito únicamente los componentes P, Q, R y S. Éste último ha sido escrito con cabeza negra porque no es posible obtenerlo de forma separada a partir de la digitación del multifónico. Escuchando la pista de audio 28 puede apreciarse la similitud entre el multifónico interpretado con el instrumento y el generado de forma digital a partir de la notación propuesta.

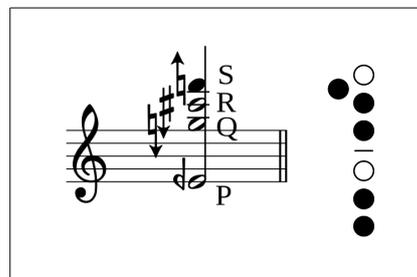


Figura 97: Notación final del segundo multifónico analizado por Benade (figura 95). Elaboración propia.



♫ 28

Comentaremos por último un tercer espectrograma, correspondiente al sonido múltiple de la figura 78, en el capítulo anterior (página 241). Para ello, vamos a utilizar el analizador de espectros del programa Audacity®, señalando los picos que se encuentran dentro de la tesitura ampliada del instrumento (desde los 140 Hz que se corresponderían con Mib_2 hasta los 2.227 Hz de $Re\sharp_6$).

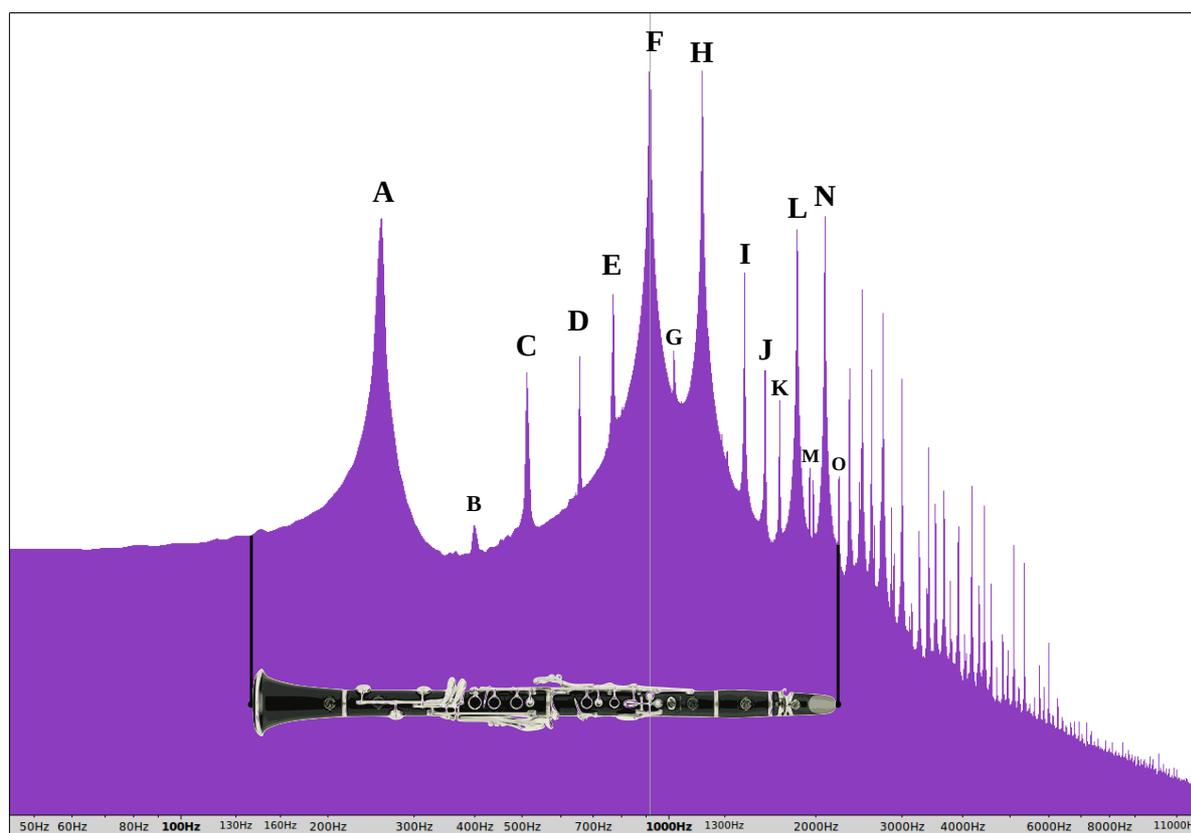


Figura 98: Espectro del multifónico de la figura 78. Elaboración propia.



♪ 29

Hemos procedido a anotar las frecuencias e intensidades de los picos del espectro del tercer multifónico en la tabla 15, tomando en consideración aquéllos que estarían comprendidos en la tesitura del clarinete. En dicha tabla también señalamos las relaciones numéricas entre los diferentes elementos constituyentes del espectro sonoro (cuarta columna), así como su posición relativa con respecto a los intervalos derivados de la serie armónica (sexta columna).

Pico	Frecuencia	Intensidad	Relación numérica	Anotado	Posición
A	256 Hz	-28,6 dB	$f_D - f_B, f_F - f_D, f_H - f_F, f_I - f_H \dots$	Sí	7
B	401 Hz	-58,4 dB	$f_D - f_A, f_F - f_C, f_I - f_G$	No	11
C	512 Hz	-44,3 dB	$2f_A, f_H - f_D, \frac{1}{2}f_G$	No	14
D	657 Hz	-42,0 dB	$f_A + f_B, f_F - f_A, f_I - f_E$	Sí	18
E	768 Hz	-35,1 dB	$3f_A, f_C + f_A, f_I - f_D$	No	21
F	913 Hz	-9,0 dB	$f_A + f_D, f_B + f_C, f_H - f_A$	Sí	25
G	1.023 Hz	-42,1 dB	$2f_C, 4f_A, f_E + f_A, f_I - f_B$	No	28
H	1.169 Hz	-16,5 dB	$f_A + f_E, f_C + f_D, f_I - f_A$	Sí	32
I	1.425 Hz	-32,8 dB	$f_A + f_H, f_C + f_F, f_D + f_E$	No	39
J	1.570 Hz	-38,7 dB	$f_L - f_A, f_O - f_D, f_N - f_C$	No	43
K	1.681 Hz	-45,6 dB	$f_A + f_I, f_C + f_H, f_M - f_A$	No	46
L	1.826 Hz	-25,4 dB	$2f_E, f_J + f_A, f_B + f_I$	No	50
M	1.937 Hz	-50,8 dB	$f_K + f_A, f_C + f_I, f_E + f_H$	No	53
N	2.082 Hz	-24,8 dB	$f_L + f_A, f_C + f_J, f_F + f_H$	No	57
O	2.227 Hz	-47,9 dB	$f_B + f_L, f_D + f_J$	No	61

Tabla 15: Valores y relación numérica de los picos correspondientes al espectrograma de la figura 98. Elaboración propia.

Las frecuencias de los componentes recogidas en la tabla anterior se corresponden con las alturas musicales que hemos representado en la figura siguiente:

A B C D E F G H I J K L M N O

Figura 99: Transcripción musical de las alturas del tercer multifónico analizado. Elaboración propia.

Asimismo, en la quinta columna de la tabla precedente hemos indicado los elementos que incluiremos en la notación final del multifónico. En su elección hemos descartado tanto los sonidos que son múltiplos de las frecuencias indicadas (por ejemplo, C, E, G y L, al tratarse de armónicos que refuerzan la percepción de sus respectivas fundamentales), como los elementos de menor intensidad y que se generan como tonos de combinación (que no poder explicarse mediante las resonancias del tubo). Escuchando la pista de audio 30 puede compararse el resultado sonoro de la notación generada mediante MIDI con el multifónico original, cuyo espectro acabamos de analizar.

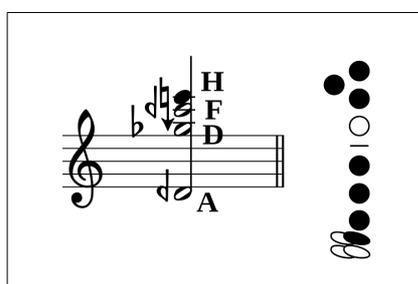


Figura 100: Notación propuesta para el tercer MF analizado (fig. 98).
Elaboración propia.



♪ 30

11.3. Afinación y alteraciones

En el apartado 10.2 hemos visto que los sonidos constituyentes del multifónico no están temperados, ya que las relaciones entre sus frecuencias se encuentran dentro de la afinación justa o natural (las razones numéricas se corresponden con los intervalos de la serie armónica). Esta desviación con respecto al temperamento igual hace que se lleguen a producir diferencias cercanas al cuarto de tono en determinados sonidos. Con el fin de que la notación de los multifónicos refleje con más precisión la frecuencia de las alturas presentes, proponemos dos soluciones:

- 1) Emplear una notación microinterválica para ajustar la desviación entre la altura anotada y el sonido real.
- 2) Señalar la razón interválica que se produce entre las frecuencias del multifónico.

11.3.1. Alteraciones y microtonalismo

En el sistema musical occidental la octava se divide en doce semitonos, que constituyen la distancia más pequeña entre dos notas. Sin embargo, el microtonalismo plantea otras unidades por debajo del semitono, como cuartos, quintos, sextos u octavos de tono, cuyo uso se ha extendido a lo largo del siglo XX por compositores como el checo A. Hába (1984), el mejicano J. Carrillo o los rusos A. Schnittke y S. Gubaidulina.¹²⁵ En la tabla siguiente reflejamos la notación de cuartos y octavos de tono, además de los semitonos convencionales, haciendo uso de los signos correspondientes a las alteraciones que consideramos más estandarizadas, de acuerdo con las empleadas por G. Grisey (1998) en su obra *Quatre chants pour franchir le seuil* (p. 4):

Alteración	Denominación	Acción	Efecto en cents
##	Triesis (sostenido y medio)	Sube $\frac{3}{4}$ tono	+150 ¢
♯↑	Sostenido alto	Sube $\frac{5}{8}$ tono	+125 ¢
♯	Diesis (sostenido)	Sube $\frac{1}{2}$ tono	+100 ¢
♯↓	Sostenido bajo	Sube $\frac{3}{8}$ tono	+75 ¢
♯↔	Monesis (medio sostenido)	Sube $\frac{1}{4}$ tono	+ 50 ¢
♯↑↔	Becadro alto	Sube $\frac{1}{8}$ tono	+25 ¢
♯↔	Becadro	Anula otras alteraciones	0
♯↓↔	Becadro bajo	Baja $\frac{1}{8}$ tono	-25 ¢
♯↔↓	Mobemol (medio bemol)	Baja $\frac{1}{4}$ tono	-50 ¢
♯↔↑	Bemol alto	Baja $\frac{3}{8}$ tono	-75 ¢
♯↔	Bemol	Baja $\frac{1}{2}$ tono	-100 ¢
♯↔↓	Bemol bajo	Baja $\frac{5}{8}$ tono	-125 ¢
♯↔↔	Tribemol (bemol y medio)	Baja $\frac{3}{4}$ tono	-150 ¢

Tabla 16: Alteraciones empleadas en la transcripción musical de los multifónicos. Elaboración propia.

125 Para ampliar acerca del microtonalismo consúltese Goldáraz Gáinza (2004, pp. 218-235).

En la tabla precedente, las denominaciones para designar los cuartos de tono *monesis*, *diesis*, *triesis*, *mobemol* y *tribemol* han sido tomadas de Bartolozzi (1974). Hay que señalar que las alteraciones microtonales presentan diferencias significativas de unos compositores a otros, de modo que un mismo símbolo puede tener significados distintos. A modo de ejemplo, las indicaciones que hemos señalado para representar los octavos de tono son usadas por autores como T \hat{o} n-Th \hat{a} t (1979), Wildberger (1980), Holab (1988), Lauba (1989), Holliger (2008) o Widmann (2013) para designar los cuartos de tono, mientras que Hefti (2004) mezcla ambas denominaciones de forma indistinta para señalar dichos intervalos. Otros compositores como Verrall (1970), Yuasa (1983), Bartolozzi (1974) o Cleman (1988) —ver figura 101—, emplean los cuartos de tono ascendentes que hemos recogido en la tabla 16 (\sharp y $\sharp\sharp$), pero para designar el medio bemol usan el símbolo \flat . Estos dos últimos autores designan además los tres cuartos de tono descendentes mediante el signo \flat . Por su parte, Caravan (1992) utiliza \flat para representar el cuarto de tono descendente y $\flat\flat$ para el bemol y medio. Asimismo, encontramos autores que representan diesis y triesis con los signos \sharp y $\sharp\sharp$, como en el caso de Reimann (2001), mientras que Mabry (1983) emplea el primer símbolo para el cuarto de tono ascendente, usando el bemol tachado para el cuarto de tono descendente.

El uso de cuartos de tono de forma análoga a la tabla 16 lo encontramos en Murail (1978) y Sakurai (1988), mientras que Laporte (1971) usa los mismos símbolos con la excepción de \sharp para el medio sostenido. Por su parte, Firsova (1978), Fontcuberta (2011) y Hartley (1999) sólo emplean los cuartos de tono ascendentes \sharp y $\sharp\sharp$. Entre los compositores que usan tanto cuartos como octavos de tono, con una notación similar a la recogida en la tabla podemos citar a Jarrell (1995), Mandat (1980, 1994, 2000, 2005 —ver figura 102—, 2007a, 2007b, 2008), Rothman (1996, 1998 y 2006 —en el anexo IV—), Feijóo (2007) y Caravan (1979a y 1979b). La escritura de este último autor presenta una diferencia en el cuarto de tono bajo (\flat), como hemos visto en el párrafo anterior. Además de Caravan (1979a), entre los autores comentados en el capítulo 9 encontramos que Bartolozzi (1967), Seve (1991) y Wolfe (1997-2006) emplean cuartos de tono en la notación de los sonidos múltiples, mientras que Krassnitzer (2002) y Richards (s.f.) señalan cuartos y octavos de tono.

Dentro del repertorio también hemos constatado casos de compositores que emplean los signos “+” y “-” para señalar una diferencia en la afinación de la nota al alza o a la baja, sin

especificar si se trata de cuartos, octavos de tono u otro tipo de distancia microinterválica, como es el caso de Farmer (1982), Flaherty (1982), Rehfeldt (1994) y Fennelly (2009). En el mismo sentido, otros autores como Crousier (1986), Smith (1988) y Mandat (1989b) utilizan flechas ascendentes y descendentes (\uparrow \downarrow) junto a las cabezas de las notas. Por último, indicaremos que hay compositores que incluyen microtonos en sus obras pero no en la transcripción de los sonidos múltiples. Este es el caso de Austin (1967), Beerman (2001), Bettinelli (1972), Blake (1981), Carles (1994), Golightly (1979), Morales (1995) y Gaigne (2000), quien usa las alteraciones microtonales correspondientes a la tabla 16, pero no las emplea en los multifónicos anotados.

Figura 101: Ejemplo de empleo de alteraciones microtonales en *For clarinet and piano* de T. Cleman (1988, p. 9).

Figura 102: Ejemplo de uso de cuartos y octavos de tono en *Rowzer!* de E. P. Mandat (2005, p. 2).

II. Marco teórico

$cents = \log(n) \cdot (1200 / \log 2)$			Semitono temperado		Cuarto de tono		Octavo de tono	
Armónico (n)	Distancia en cents	Redondeo	Valor en ¢	Desviación	Valor en ¢	Desviación	Valor en ¢	Desviación
1	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1200,0000000000	1200	1200	0	1200	0	1200	0
3	1901,95500086539	1902	1900	2	1900	2	1900	2
4	2400,0000000000	2400	2400	0	2400	0	2400	0
5	2786,31371386483	2786	2800	-14	2800	-14	2775	11
6	3101,95500086539	3102	3100	2	3100	2	3100	2
7	3368,82590646913	3369	3400	-31	3350	19	3375	-6
8	3600,0000000000	3600	3600	0	3600	0	3600	0
9	3803,91000173078	3804	3800	4	3800	4	3800	4
10	3986,31371386483	3986	4000	-14	4000	-14	3975	11
11	4151,31794236476	4151	4200	-49	4150	1	4150	1
12	4301,95500086539	4302	4300	2	4300	2	4300	2
13	4440,52766176931	4441	4400	41	4450	-9	4450	-9
14	4568,82590646913	4569	4600	-31	4550	19	4575	-6
15	4688,26871473022	4688	4700	-12	4700	-12	4700	-12
16	4800,0000000000	4800	4800	0	4800	0	4800	0
17	4904,95540950041	4905	4900	5	4900	5	4900	5
18	5003,91000173078	5004	5000	4	5000	4	5000	4
19	5097,51301613230	5098	5100	-2	5100	-2	5100	-2
20	5186,31371386484	5186	5200	-14	5200	-14	5175	11
21	5270,78090733451	5271	5300	-29	5250	21	5275	-4
22	5351,31794236476	5351	5400	-49	5350	1	5350	1
23	5428,27434726842	5428	5400	28	5450	-22	5425	3
24	5501,95500086539	5502	5500	2	5500	2	5500	2
25	5572,62742772967	5573	5600	-27	5550	23	5575	-2
26	5640,52766176931	5641	5600	41	5650	-9	5650	-9
27	5705,86500259616	5706	5700	6	5700	6	5700	6
28	5768,82590646912	5769	5800	-31	5750	19	5775	-6
29	5829,57719415309	5830	5800	30	5850	-20	5825	5
30	5888,26871473022	5888	5900	-12	5900	-12	5900	-12
31	5945,03557246425	5945	5900	45	5950	-5	5950	-5
32	6000,0000000000	6000	6000	0	6000	0	6000	0
33	6053,27294323014	6053	6100	-47	6050	3	6050	3
34	6104,95540950041	6105	6100	5	6100	5	6100	5
35	6155,13962033396	6155	6200	-45	6150	5	6150	5
36	6203,91000173077	6204	6200	4	6200	4	6200	4
37	6251,34403875474	6251	6300	-49	6250	1	6250	1
38	6297,51301613230	6298	6300	-2	6300	-2	6300	-2
39	6342,48266263470	6342	6300	42	6350	-8	6350	-8
40	6386,31371386484	6386	6400	-14	6400	-14	6375	11
41	6429,06240554170	6429	6400	29	6450	-21	6425	4
42	6470,78090733451	6471	6500	-29	6450	21	6475	-4
43	6511,51770564252	6512	6500	12	6500	12	6500	12
44	6551,31794236476	6551	6600	-49	6550	1	6550	1
45	6590,22371559561	6590	6600	-10	6600	-10	6600	-10
46	6628,27434726842	6628	6600	28	6650	-22	6625	3
47	6665,50662201317	6666	6700	-34	6650	16	6675	-9
48	6701,95500086539	6702	6700	2	6700	2	6700	2
49	6737,65181293825	6738	6700	38	6750	-12	6750	-12
50	6772,62742772967	6773	6800	-27	6750	23	6775	-2
51	6806,91041036580	6807	6800	7	6800	7	6800	7
52	6840,52766176931	6841	6800	41	6850	-9	6850	-9
53	6873,50454547584	6874	6900	-26	6850	24	6875	-1
54	6905,86500259616	6906	6900	6	6900	6	6900	6
55	6937,63165622959	6938	6900	38	6950	-12	6950	-12
56	6968,82590646913	6969	7000	-31	6950	19	6975	-6
57	6999,46801699769	6999	7000	-1	7000	-1	7000	-1
58	7029,57719415309	7030	7000	30	7050	-20	7025	5
59	7059,17165923421	7059	7100	-41	7050	9	7050	9
60	7088,26871473022	7088	7100	-12	7100	-12	7100	-12
61	7116,88480507546	7117	7100	17	7100	17	7125	-8
62	7145,03557246425	7145	7100	45	7150	-5	7150	-5
63	7172,73590819990	7173	7200	-27	7150	23	7175	-2
64	7200,0000000000	7200	7200	0	7200	0	7200	0

Tabla 17: Equivalencia en cents de los 64 primeros armónicos y cálculo de su distancia con respecto a semitonos, cuartos y octavos de tono temperados. Elaboración propia.

Por razones obvias, los microtonos no pueden reproducirse en un piano convencional, pero sí en los instrumentos de viento (a través de posiciones alternativas y modificaciones en la embocadura, con algunas limitaciones determinadas por su diseño organológico), y con posibilidades más amplias en la familia de cuerda frotada.¹²⁶ Hay que señalar que el empleo de los octavos de tono como unidad interválica menor en la notación de los sonidos múltiples permite un aumento significativo de la precisión en la representación de las alturas, pero como veremos en el párrafo siguiente, lleva aparejada un aumento de la complejidad en la escritura musical.

Con el fin de poder determinar la desviación en *cents* de los diferentes intervalos naturales, derivados de las razones de la serie armónica, con respecto al temperamento igual (en una escala de semitonos, cuartos y octavos de tono) hemos procedido a obtener sus equivalencias, que recogemos en la tabla 17, mediante la aplicación de la fórmula que indicamos en la parte superior izquierda de la propia tabla. Los valores en *cents* de la columna correspondiente a los semitonos temperados son múltiplos de 100, mientras que los cuartos y octavos de tono lo son de 50 y 25, respectivamente. Hemos señalado en verde las desviaciones poco significativas, inferiores a 10¢, mientras que las diferencias comprendidas entre 10¢ y 20¢ las hemos marcado en amarillo. Finalmente, las desviaciones más pronunciadas, entre 21¢ y 49¢, han sido marcadas en rojo. Hay que indicar que, si bien al pasar de un rango de semitonos a cuartos de tono temperados se produce una reducción pronunciada de la desviación en la afinación entre alturas temperadas y naturales (las desviaciones en la afinación significativas pasan de 31 a 9 sobre 64, reduciéndose en un 34% sobre el total), dicha mejora es menos marcada al pasar a los octavos de tono (se reduce en un 14%). Sin embargo, el número de símbolos correspondientes a las alteraciones se duplica al emplear los cuartos de tono y se cuadruplica al tomar en consideración los octavos (véase la tabla 16). Por este motivo, consideramos que la transcripción musical de las alturas presentes en los sonidos múltiples en una escala de cuartos de tono puede representar una solución intermedia entre la precisión en su escritura y la complejidad

126 Gevaert (1885) establece una división de los instrumentos musicales en tres categorías: a) *instrumentos de entonación fija*, que producen únicamente alturas de frecuencias predeterminadas; b) *instrumentos de entonación libre*, que pueden producir sonidos de cualquier frecuencia dentro de su tesitura; c) *instrumentos de entonación ligeramente variable*, capaces de modificar de forma moderada la afinación de los sonidos emitidos (p. 16). Dentro del primer grupo se encuentran instrumentos como el piano, el órgano o el arpa; al segundo grupo pertenecen los instrumentos de la familia de cuerda frotada y la voz humana; mientras que la mayoría de los instrumentos de viento (con la excepción del trombón de varas) se encuadran en la tercera categoría.

notacional y performativa ligada a la notación microtonal. En este sentido, hay que señalar que la división en octavos de tono ha sido rechazada por compositores como Hába (1984), quien establece una división en cuartos, tercios, sextos y doceavos, pero no de octavos de tono.

En la figura siguiente hemos transcrito los tres multifónicos analizados a lo largo de este apartado empleando una escala de cuartos de tono (izquierda) y octavos de tono (derecha), señalando la desviación en *cents* de cada una de las alturas transcritas con respecto al temperamento igual:

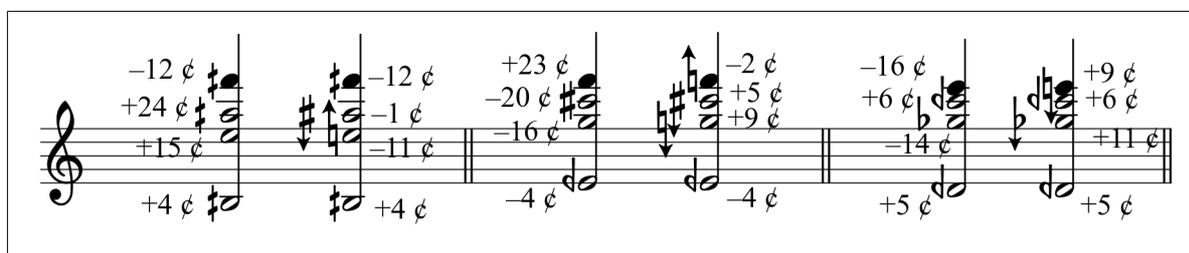


Figura 103: Desviación en *cents* de los tres multifónicos analizados en el apartado 11.2, transcritos en una escala de cuartos y octavos de tono. Elaboración propia.

En el caso del primer multifónico de la figura 103, la diferencia más significativa se produce en el $La\sharp_4$, que se desvía 24¢ con respecto a la frecuencia teórica dentro de un sistema de cuartos de tono temperados. Dicha desviación queda reducida a 1 cent al emplear octavos de tono. Las dos alturas superiores del segundo multifónico presentan sendas desviaciones de 23¢ y 20¢ , que son mitigadas al transcribirlas en una escala de octavos de tono, reduciéndose a 2¢ y 5¢ , respectivamente. Por último, en el caso del tercer multifónico, las desviaciones más significativas en su afinación se reducen de forma poco significativa al pasar de una notación en cuartos a octavos de tono: en el caso de $Sol\flat_4$ se reduce en 3 cents , ya que pasa de ser 14¢ más baja a 11¢ más alta; mientras que el Mi_5 pasa de ser 16¢ más bajo con respecto a lo escrito a estar 9¢ más alto, reduciéndose la desviación en valores absolutos en 7 cents . El resto de alturas que no hemos comentado mantienen la misma diferencia poco significativa en su afinación con respecto al temperamento igual independientemente de que empleemos cuartos u octavos de tono (no sucede lo mismo al transcribirlas en una escala de semitonos temperados, donde la desviación sería más significativa).

11.3.2. Relación entre las frecuencias

La notación microtonal con cuartos y octavos de tono temperados permite aproximarse a la realidad sonora del multifónico, haciendo posible que sus alturas reciban un tratamiento similar a los sonidos monofónicos desde el punto de vista de la armonía (entendida en un sentido amplio como la combinación de sonidos). No obstante, en la figura 103 puede apreciarse que continúan existiendo desviaciones de entre 9 y 12 *cents* en la afinación de los sonidos constituyentes del multifónico que el empleo de la escritura microtonal con una precisión de 25¢ no es capaz de minimizar. Por este motivo, consideramos conveniente señalar, junto con las alteraciones microtonales, la relación interválica de las alturas dentro de la afinación justa (no temperada). En este sentido, Castellengo (1982) hace las siguientes observaciones con respecto a la notación de los multifónicos:

Los intervalos entre los sonidos de la serie armónica son inmutables. Desde el momento en que nos referimos a ellos resulta inútil multiplicar los signos especiales de corrección de las notas que se ven en los métodos. Basta con anotar el grado del componente. Además, esta notación hace más coherentes ciertas disposiciones heteróclitas (p. 17).

De acuerdo con lo anterior, Keefe & Laden (1991) señalan que la relación entre las frecuencias f_2/f_1 de los pares de sonidos base [sonidos generadores] en los multifónicos de viento-madera se aproxima bien a través de relaciones de números enteros de pequeño valor, como 4/3 u 8/5 (p. 1755). Así pues, para determinar compararemos la distancia entre los sonidos del multifónico con los intervalos naturales, sustituyendo las frecuencias de los sonidos constituyentes del multifónico por la razón interválica correspondiente, expresada en números enteros (véase la tabla 10, en la página 197). Situaremos estos valores numéricos a la derecha de las cabezas de nota, como mostramos en la figura siguiente:

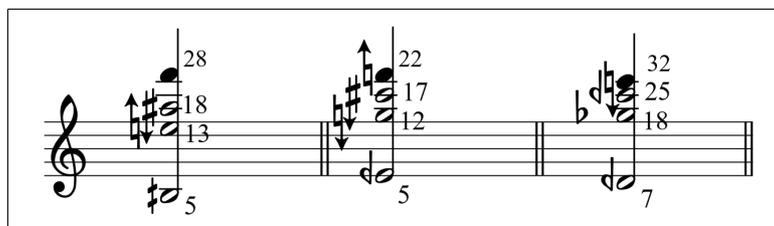


Figura 104: Indicación de la relación interválica entre los sonidos constituyentes de los tres multifónicos analizados en el apartado 11.2. Elaboración propia.



31

Las razones entre las frecuencias de los tres multifónicos que hemos analizado en el apartado 11.2 pueden reducirse a los números enteros que se muestran en la figura 104. Dichos valores se derivan de los intervalos originados en la serie armónica, como verificaremos a continuación. Para designar a los multifónicos indicaremos la nota más grave de los mismos (fundamental aparente) seguida de las ratios simplificadas que se producen entre sus frecuencias.

- 1) MF₁=Si[♯]₂{5:13:18:28}. Las frecuencias de sus alturas (ver tabla 12, en la página 258) son 228 Hz, 595 Hz, 822 Hz y 1.278 Hz, de manera que:

$$\frac{595}{228} = 2,6097, \text{ lo que equivale a } \frac{13}{5} = 2,6 ;$$

$$\frac{822}{595} = 1,3816 \approx \frac{18}{13} = 1,3846 ;$$

$$\text{y } \frac{1278}{822} = 1,5547 \approx \frac{28}{18} = 1,5556 .$$

- 2) MF₂=Mi[♭]₃{5:12:17:22}, cuyas frecuencias son 286 Hz, 695 Hz, 981 Hz y 1.267 Hz (ver tabla 13, página 264), cumpliéndose lo siguiente:

$$\frac{695}{286} = 2,43 \approx \frac{12}{5} = 2,40 ;$$

$$\frac{981}{695} = 1,4115 \approx \frac{17}{12} = 1,4167 ;$$

$$\text{y } \frac{1267}{981} = 1,2915 \approx \frac{22}{17} = 1,2941 .$$

- 3) MF₃=Re[♭]₃{7:18:25:32}, con las frecuencias de 256 Hz, 657 Hz, 913 Hz y 1.169 Hz (ver tabla 15, página 267), de modo que:

$$\frac{657}{256} = 2,5664 \approx \frac{18}{7} = 2,5714 ;$$

$$\frac{913}{657} = 1,3896 \approx \frac{25}{18} = 1,3889 ;$$

$$\text{y } \frac{11769}{913} = 1,2804 \approx \frac{32}{25} = 1,28 .$$

Podemos apreciar que las desviaciones en la medición de las frecuencias a través de los espectrogramas (derivadas de los redondeos en el cálculo y de la oscilación de la afinación del multifónico grabado) resultan poco significativas a la hora de determinar su interválica, por ser de orden centesimal. Como veremos en el capítulo siguiente, la equiparación de la ratio producida entre las diferentes frecuencias del multifónico con las razones de los intervalos de la afinación justa permitirá clasificarlos en función de las relaciones interválicas que se producen entre sus sonidos constituyentes.

11.4. Heterogeneidad dinámica

Hemos visto cómo los sonidos múltiples pueden transcribirse con dos, tres, cuatro o cinco alturas en función de su densidad. Esta representación musical no refleja con exactitud su sonoridad, que se caracteriza por una falta de homogeneidad dinámica entre las alturas que los constituyen, con la excepción de las díadas. En este sentido, Rehfeldt (1994) afirma que «los multifónicos no pueden ser equiparados realmente a acordes», ya que «las alturas aparecen en grados de intensidad variables» (p. 43). Para reflejar esta circunstancia, algunos de los compositores que hemos citado en los apartados anteriores han optado por representar las cabezas de nota con distintas formas, colores y tamaños, en función de su nivel dinámico. Veamos cuatro ejemplos diferentes:

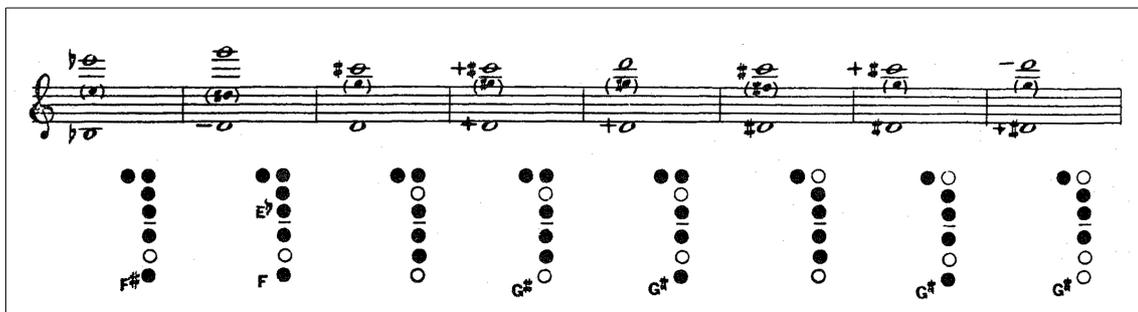


Figura 105: Ejemplo de notación de las dinámicas internas del multifónico (Rehfeldt, 1994, p. 43).

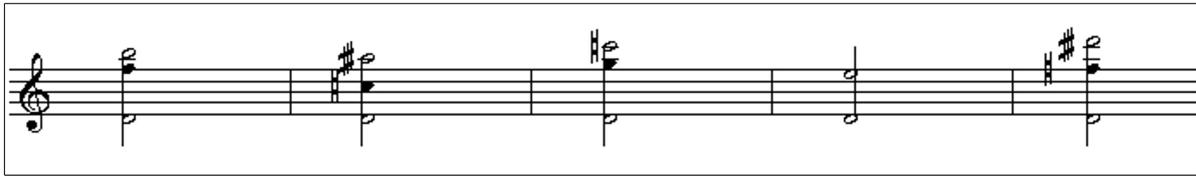


Figura 106: Ejemplo de notación de dinámica interna del multifónico empleando cabezas de nota de distinto color (Seve,1991, p. 64).

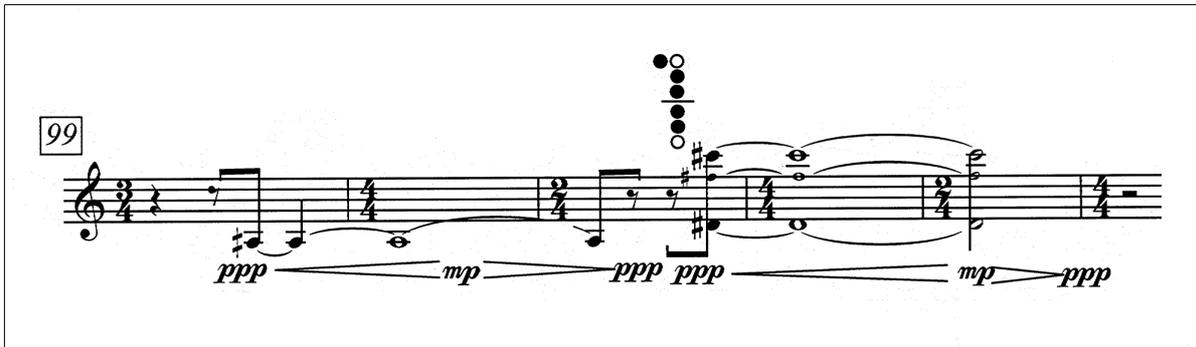


Figura 107: Ejemplo de notación de multifónico para clarinete en Si bemol en *Preludio a Borís* por C. Fontcuberta (2011). Obra ganadora del primer premio “Xavier Montsalvatge” en la XXII edición del Premio de Jóvenes Compositores de la Fundación Autor-CNDM.

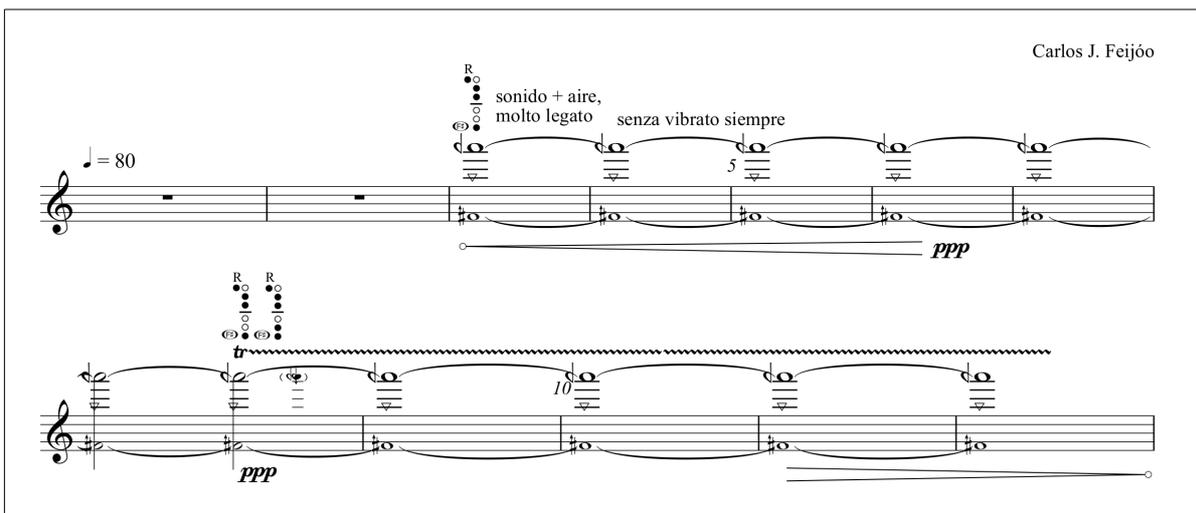


Figura 108: Fragmento inicial de la parte de clarinete de *Pulsión* para ensemble instrumental por C. J. Feijóo (2007, p. 1).

En el ejemplo de la figura 105 (página 277) Rehfeldt (1994) refleja la intensidad sonora menor del componente intermedio del multifónico mediante una cabeza de nota negra situada entre paréntesis, en contraposición a las cabezas blancas de mayor tamaño de los sonidos superior e inferior, que se corresponderán con un nivel más alto de intensidad. Este tipo de notación lo encontramos en autores como Holab (1988), Runchak (1991), Lavista (1994), Jarrell (1995 y 2002) o Fennelly (2009). La figura 106 recoge un uso notacional similar al anterior, en el que se mantiene la diferencia en el color de las cabezas de las alturas, pero sin el empleo de paréntesis para señalar los sonidos de menor intensidad. Entre los compositores que emplean este segundo tipo de notación para las dinámicas del multifónico podemos citar a Bergsma (1973), Farmer (1982), Flaherty (1982) o Seve (1991). Sin embargo, este segundo tipo de escritura no resulta compatible con la notación rítmica, en el caso de que la duración del multifónico sea igual o inferior a una negra. Esta situación queda resuelta en la figura 107, donde encontramos un ejemplo de escritura de multifónico para clarinete en la que el autor disminuye el tamaño de la cabeza de la nota central con el fin de representar gráficamente la menor intensidad sonora de dicho sonido. Asimismo, en el ejemplo de la figura 108, Feijóo (2007) emplea tres cabezas de nota distintas para un mismo multifónico de *densidad 3*: el sonido superior, sobre el que se realiza un trino de timbre, posee una cabeza redonda de mayor tamaño que la inferior, mientras que para el sonido central se utiliza una forma triangular y más pequeña. A través de este tipo de escritura el compositor pretende señalar la diferencia dinámica y tímbrica a la hora de percibir los sonidos simultáneos. Un sistema análogo es empleado por Sciarrino (1982), quien combina cabezas de nota romboidales y redondas de diferente tamaño en la notación de los multifónicos. Asimismo, otros autores emplean de cabezas de forma romboidal para señalar los sonidos de menor intensidad o bien para marcar diferencias tímbricas entre los diferentes componentes del sonido múltiple, como es el caso de Childs [1968], Bartolozzi (1974), Constant (1975), Villa-Rojo (1977), Waterhouse (2000), Sánchez Verdú (2001) y Jackson (2006). Por último, queremos señalar el empleo de cabezas de color gris, que se corresponderían con los sonidos de menor intensidad presentes en el multifónico, frente a las notas de cabeza negra, de mayor presencia sonora. Este sistema es empleado por Sparnaay (2011) en la segunda columna de su tabla de multifónicos (véase la figura 55, página 180), si bien este autor considera más operativo un tipo de notación no convencional en el que representa únicamente una o dos alturas del multifónico, utilizando un rectángulo sobre la plica de la nota para indicar que se trata de un sonido múltiple.

Desde nuestro punto de vista, en los multifónicos de densidad 3, 4 ó 5 resultaría apropiado el empleo de cabezas de forma romboidal, ligeramente más pequeñas, para los sonidos secundarios de menor intensidad, con el fin de conseguir una notación musical que refleje de forma más precisa sus características sonoras. Estas cabezas podrán ser de color negro o blanco, en función de su valor rítmico, mientras que los sonidos primarios mantendrán su forma convencional. Asimismo, el uso de cabezas de nota de color apagado (en una escala de grises) o de tamaño reducido puede resultar una opción apropiada para señalar notacionalmente la menor intensidad de los sonidos integrantes del multifónico. En la figura siguiente hemos transcrito los tres multifónicos analizados en el apartado 11.2 con los tres tipos de notación señalados en este párrafo. De los sistemas propuestos, no obstante, nos decantamos por el primer ejemplo, correspondiente a la cabeza romboidal, ya que continúa con la práctica notacional de otros autores y refleja la diferencia no sólo dinámica, sino también tímbrica de dichos sonidos.

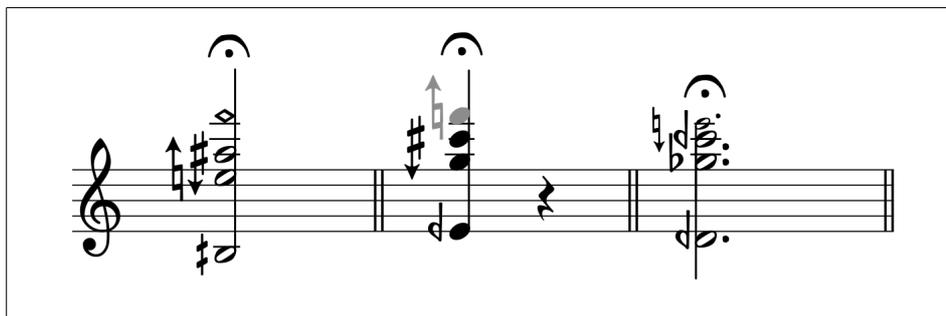


Figura 109: Tres ejemplos de notación que permiten mostrar diferencias dinámicas entre los sonidos constituyentes del multifónico sin alterar el valor rítmico de la figura musical. Elaboración propia.

11.5. Indicaciones instrumentales

Hasta el momento hemos establecido el número de alturas a incluir en el multifónico, el tipo de cabeza de nota para señalar las diferencias en su dinámica y carácter, las alteraciones microtonales a utilizar, así como la razones de los intervalos puros que determinan sus sonidos. Hay que añadir un último elemento para completar la notación de los multifónicos

desde el punto de vista interpretativo: la digitación empleada, así como aquellas indicaciones relativas a la configuración de la embocadura que contribuyan a la EMF.

Como hemos visto, los sonidos múltiples pueden obtenerse a través de digitaciones sencillas y complejas, ya sean convencionales (entendidas como las habituales para la obtención de sonidos monofónicos) o no. Bartolozzi (1967) señala que «el número disponible de digitaciones practicables es enorme, ya que es el resultado de todas las combinaciones posibles de agujeros tapados con los dedos multiplicadas por todas las combinaciones de llaves cromáticas» (p. 7). Hemos cuantificado un total de 419.904 combinaciones de digitación posibles (véase el anexo V), sin contar aquéllas que conllevan el uso de oídos obturados parcialmente mediante la yema de los dedos. Con respecto a éstos últimos, hay que indicar que los orificios más idóneos para su práctica son los correspondientes al dedo I4 (el único que no está rodeado por un anillo) así como los oídos tapados por los dedos D2 e I1, por cuestiones ergonómicas. No obstante, cualquiera de los cuatro agujeros tonales restantes son susceptibles de ser cerrados de forma parcial.

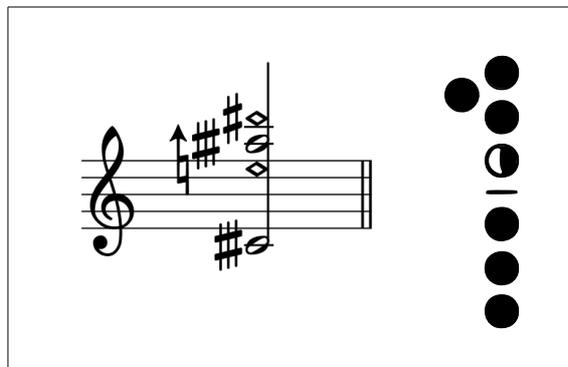


Figura 110: Multifónico obtenido a partir de digitación con un oído semiabierto. Elaboración propia.



♪ 32

Debido al elevado número de digitaciones disponibles, consideramos que resulta conveniente reflejar la digitación con la que se ha obtenido el multifónico a la hora de plasmarlo en la partitura, ahorrando al intérprete el trabajo de búsqueda de una digitación que permita producirlo o, al menos, sirviéndole de orientación para encontrar posiciones alternativas. Por este motivo, es habitual que los compositores incluyan un esquema que

represente la digitación del instrumento, donde se señalará qué agujeros deben estar tapados y abiertos, así como las llaves que es preciso accionar. Como hemos podido constatar a través del análisis notacional de los multifónicos en el repertorio consultado, la mayoría de los autores han optado por indicar la digitación de los multifónicos, ya sea en las explicaciones previas a la interpretación, ya sea directamente en la partitura junto al sonido múltiple correspondiente, en función de las características de la obra y del número de sonidos múltiples presentes en ella. Entre los autores que señalan las posiciones recomendadas para la obtención de los multifónicos únicamente en las explicaciones previas a la obra (figura 111) encontramos, entre otros, a Desportes (1977), Carter (1994), o Gaigne (2000). Sin embargo, la digitación incluida junto al texto musical resulta con una diferencia notable el uso más extendido.

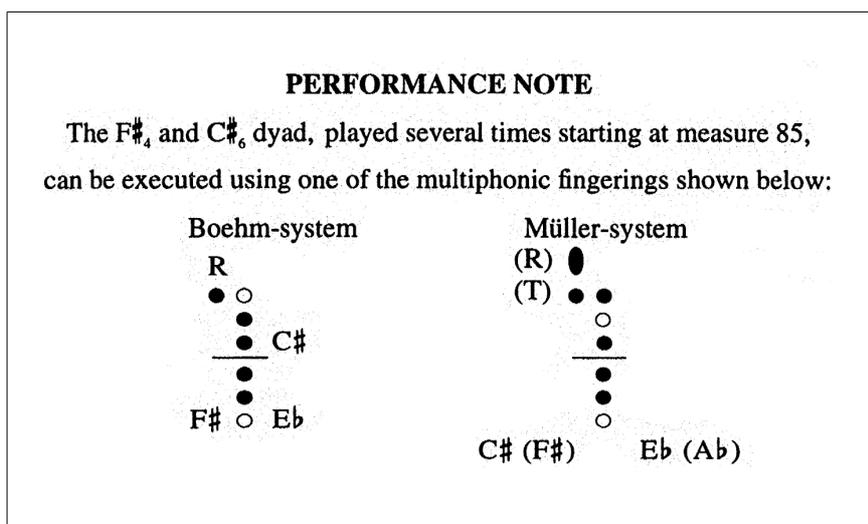


Figura 111: Explicaciones previas para la obtención del multifónico incluido en la sección final de *GRA* para clarinete solo de E. Carter (1994).

Hay que indicar que la denominación de las llaves correspondiente al clarinete Boehm difiere de unos ámbitos geográficos a otros. De acuerdo con lo expuesto en la página 31, en España la nomenclatura francesa es la que cuenta con mayor difusión. No obstante, dentro del ámbito anglosajón la denominación de las llaves se realiza a través del nombre de la nota cromática que les corresponde, con la excepción de la llave de registro (que será designada mediante la letra erre mayúscula), como puede apreciarse en el esquema de la izquierda de la figura anterior.

Para concluir con este apartado haremos referencia a una última forma de señalar la digitación del multifónico que hemos encontrado en autores como Crousier (1986), Kovács (2009), y Fléchier (2011). Se trata de señalar la posición de una nota de registro fundamental, escribiéndola en el pentagrama, sobre la que se añade una llave que da lugar a una digitación compleja a partir de la que se genera el sonido múltiple (figura 112).

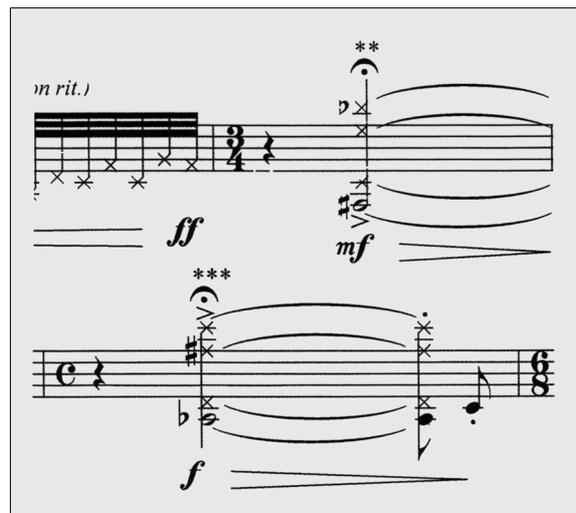


Figura 112: Ejemplo de notación de la digitación con la posición de partida señalada en la partitura (Kovács, 2009, p. 2).

En la figura anterior vemos un ejemplo de dos multifónicos cuya digitación de partida se señala en el propio pentagrama. El primero de ellos se obtiene desde la posición correspondiente a $Fa\sharp_2$, sobre la que el compositor señala, a pie de página, que hay que añadir la llave seis. Las alturas del multifónico se representan con cabezas de nota en forma de aspa. En el segundo sonido múltiple del ejemplo la posición de partida se corresponde con $La\flat_2$, con el añadido de la llave 7. Si bien este sistema puede generar equívocos a la hora de representarse de forma mental la sonoridad del multifónico, pues el sonido de registro grave correspondiente a la digitación de partida no estará presente, consideramos que podría servir de simplificación a la hora de leer el esquema del mecanismo del instrumento. Por lo tanto, en nuestra opinión este tipo de escritura podría tener sentido como una indicación complementaria para los aprendices del instrumento más jóvenes que se inicien en la práctica de los multifónicos con el clarinete.

Multifónicos diferentes a partir de una misma digitación

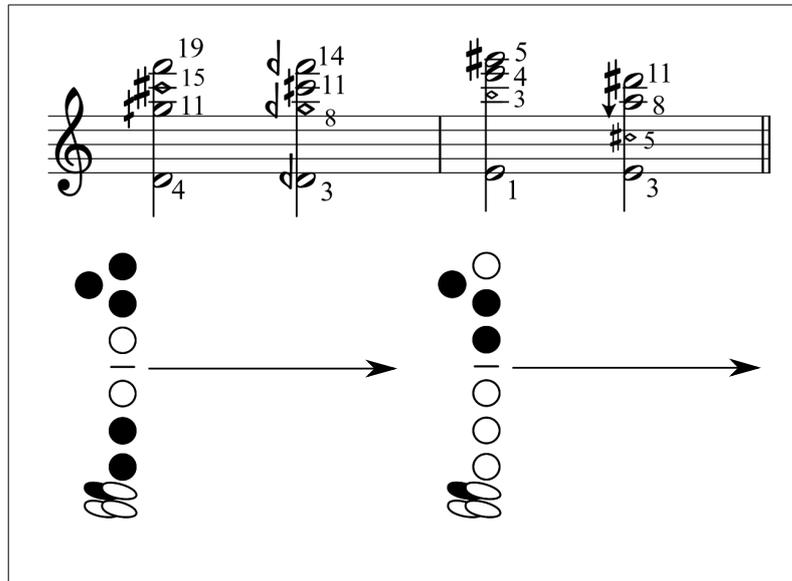


Figura 113: Obtención de dos multifónicos a partir de la misma digitación. Elaboración propia.



33

Con respecto al uso de indicaciones instrumentales debemos tomar en consideración un factor adicional relacionado con la notación de los multifónicos: a partir de una misma digitación se pueden obtener varios sonidos múltiples, de forma análoga a lo que sucede con los sonidos monofónicos. En la práctica convencional con el clarinete, cuando se consigue una nota distinta de la esperada a través de una digitación determinada, el intérprete realiza las correcciones pertinentes para emitir el sonido deseado. De igual modo, al tocar un multifónico es posible operar de la misma manera. Así pues, en el caso de obtener unas alturas que no se correspondan con lo escrito, será preciso modificar la forma de interactuar con el instrumento en planos corporales complementarios a la digitación:

- en el punto de contacto del labio inferior con la caña,
- en la presión ejercida con la mandíbula,
- en la posición de la lengua dentro de la cavidad oral,
- en la abertura de la glotis,
- en la velocidad y presión del aire insuflado.

Estos aspectos serán profundizados en el capítulo 13, destinado al aprendizaje de la técnica instrumental implicada en la EMF. No obstante, en cuanto a su notación hay que señalar que dichos elementos pueden reflejarse en la partitura con indicaciones instrumentales adicionales a la digitación. En la figura siguiente incluimos un ejemplo de las aclaraciones previas a la interpretación extraído de Bartolozzi (1967). Los signos relativos a los multifónicos hacen referencia al punto de contacto de los labios con la caña (cantidad de embocadura, al final de la columna izquierda), a la presión ejercida con los labios (círculos y cuadrados de la columna derecha), así como a la presión del aire insuflado (columna derecha, abajo).

SYMBOLS			
‡	(monesis) = quarter-tone sharp	C.D.	with the teeth on the reed
#	(diesis) = half-tone sharp	○	relaxed lip pressure
##	(trisesis) = 3 quarter-tones sharp	◐	slightly relaxed lip pressure
♭	(mobemol) = quarter-tone flat	●	very relaxed lip pressure
b	(bemolle) = half-tone flat	□	increased lip pressure
♭♭	(tribemol) = 3 quarter-tone flat	◑	slightly increased lip pressure
↙	: Instrument downwards	■	much increased lip pressure
↘	: Instrument upwards	Pr.N.	normal air pressure
●	closed	M.Pr.	much pressure
○	open	P.Pr.	little pressure
▽	little embouchure	A.Pr.	increase pressure
▽	normal embouchure	D.Pr.	diminish pressure
▽	much embouchure		

Figura 114: Aclaraciones previas relativas a la notación musical y a las indicaciones instrumentales en *Collage* para clarinete solo por B. Bartolozzi (1974).

Desde nuestro punto de vista, las indicaciones relativas al incremento o disminución de la presión de labio (sería más correcto hablar de presión ejercida con la mandíbula de forma

indirecta a través del labio) recogidas en la figura anterior tienen un componente subjetivo, pudiendo presentar una variabilidad significativa de unos intérpretes a otros en función del material empleado y de la propia técnica instrumental. No obstante, a través de nuestra práctica hemos podido constatar que una disminución en la presión ejercida con la embocadura colabora de forma positiva en la EMF. En cuanto al punto de contacto del labio con la caña (cuyos signos están recogidos al final de la columna izquierda, figura 114) creemos que puede constituir una referencia más objetiva, si bien en este aspecto también podremos constatar diferencias en las concepciones técnicas individuales. Con respecto a estas últimas indicaciones, consideramos que el signo correspondiente a la *embocadura normal*, (en la que el punto de contacto del labio con la lengüeta se encuentra ubicado en una zona intermedia) no resulta necesario, ya que sería suficiente con señalar los casos en los que ésta se desplaza hacia la punta (*little embouchure*, en la figura anterior) o hacia la base de la caña (*much embouchure*). Por este motivo, en la tabla de multifónicos que hemos elaborado (en el anexo I) usaremos únicamente los dos signos de la figura siguiente para indicar un cambio en la posición del labio inferior con respecto a la lengüeta del instrumento:

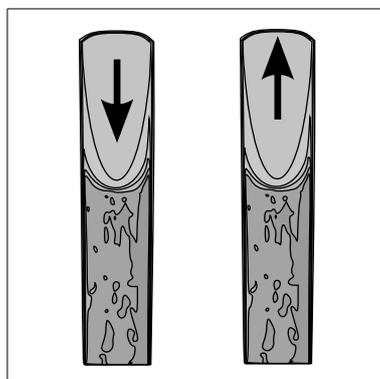


Figura 115: Indicaciones sobre el punto de contacto del labio con la caña. Elaboración propia.

Asimismo, en la citada tabla de multifónicos, añadiremos los signos correspondientes a las vocalizaciones /i/, /o/ y /a/ para reflejar los cambios significativos que, a nuestro entender, se producen en la colocación de las resonancias del tracto vocal implicadas en la EMF. Este aspecto será desarrollado en el capítulo 13.

III. Marco empírico-pedagógico

12. Clasificación de los multifónicos

En este capítulo propondremos un nuevo sistema de clasificación de los sonidos múltiples en el clarinete que se distribuye en doce categorías, establecidas en función de su interválica interna. El modelo que será propuesto a continuación resulta novedoso, pues plantea una ordenación de los sonidos múltiples basada en su configuración interválica interna, a diferencia de las clasificaciones de tipo tímbrico y performativo (referidas a la técnica instrumental), que hemos visto en la revisión bibliográfica y webgráfica realizada en el capítulo 9.

Como hemos señalado en los dos capítulos precedentes, tanto los sonidos generadores como resultantes presentes en los diferentes multifónicos están relacionados numéricamente con respecto a sus frecuencias, de manera que resulta posible establecer ordenaciones de alturas a partir del comportamiento de los tonos de combinación primarios (como suma y resta de las frecuencias). Siguiendo la terminología de Castellengo (1982), hemos denominado a la disposición de las alturas presentes en el multifónico como *series heteróclitas* (p. 17), en contraposición a la serie armónica. El término heteróclito procede del griego ἑτερόκλιτος, que en un sentido literal quiere decir *de diferente inclinación*. Si bien este término, de acuerdo con su primera acepción en el diccionario en línea de la Real Academia Española (2001), significa «irregular, extraño y fuera de orden», veremos que sus elementos (ya sean sonidos generadores o tonos de combinación) guardan una relación numérica no armónica que hace posible agruparlos en categorías. Dichas series nos permitirán clasificar los multifónicos en función de los intervalos existentes entre sus sonidos constituyentes, que serán expresados como una razón numérica sencilla (véase la tabla 10, en la página 197).

12.1. Interválica interna del multifónico

En el apartado 10.2 (página 195 y siguientes) hemos visto que las relaciones interválicas de los sonidos constituyentes del multifónico tienen su origen en la serie armónica, por lo que su afinación se desvía con respecto al temperamento igual. Dichos intervalos se expresan a través de fracciones cuyo numerador y denominador son números enteros. Así pues, para sumar y restar intervalos es necesario multiplicar o dividir sus respectivas razones. A modo de ejemplo, la décima menor (razón 12/5) se puede obtener mediante la suma de una tercera menor (6/5) y una octava (2/1), de modo que:

$$\frac{6}{5} \times \frac{2}{1} = \frac{12}{5} .$$

Por lo tanto, las ratios de las frecuencias correspondientes a los sonidos constituyentes del multifónico, ya sean primarios o secundarios, expresan los intervalos que se producen entre cada uno de ellos. Veamos un ejemplo:

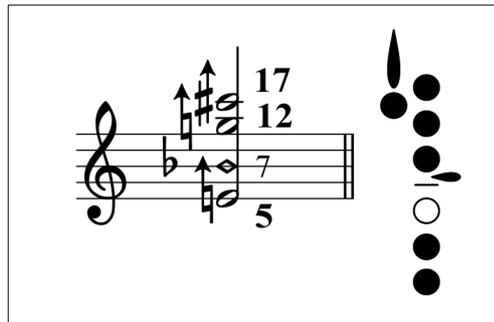


Figura 116: Multifónico de cuatro alturas con expresión de las razones interválicas entre sus elementos. Elaboración propia.



34

En el multifónico de la figura anterior encontramos las razones 5/7 (quinta disminuida pequeña), 12/7 (sexta mayor grande) y 17/12 (cuarta aumentada). De acuerdo con su interválica interna, podemos expresar el conjunto de elementos presentes en el multifónico con el formato siguiente:

$$MF_x = SF_i\{a, b, c, d... n\}$$

Donde MF_x es un multifónico dado, SF_i es el sonido fundamental (ya sea aparente o no) con indicación de su índice acústico i (de acuerdo con la nomenclatura franco-belga), y los valores $a... n$ son los componentes del multifónico correspondientes a su posición relativa dentro de la serie armónica. Esta fórmula, que será la que emplearemos en adelante, nos permitirá describir el número de alturas y las razones entre sus frecuencias de manera precisa. También nos ayudará a establecer categorías basadas en las relaciones interválicas de los sonidos constituyentes del multifónico.

Veamos la aplicación práctica de la expresión anterior con el ejemplo de la figura 116: $MF_{116} = Mi_{\sharp 3}^{\uparrow} \{5:7:12:17\}$. Esto quiere decir que dicho multifónico se construye sobre la nota $Mi_{\sharp 3}^{\uparrow}$ y cuenta con cuatro sonidos que se distribuyen conforme a los intervalos $7/5$, $12/7$ y $17/12$. Asimismo podríamos expresar los intervalos entre a_3 y a_1 ($12/5$), a_4 y a_1 ($17/5$) así como entre a_4 y a_2 ($17/7$).

12.2. Relación aritmética entre las frecuencias del multifónico

Consideremos como sonidos constituyentes del multifónico a aquéllos de una intensidad y frecuencia que los hace relevantes desde el punto de vista de la notación musical. Observando las relaciones interválicas de los sonidos múltiples vistos hasta el momento y el comportamiento de los tonos de combinación hemos hallado un patrón matemático en la distribución de las frecuencias de las alturas percibidas. Vamos a describir dicho patrón en tres categorías, para los multifónicos de densidades 3, 4 y 5, si bien hay que señalar que el principio numérico por el que se rigen (derivado de la suma y resta de frecuencias) es el mismo en los tres casos:

1) Multifónicos de tres elementos $\{a, b, c\}$

En un multifónico de tres elementos, de frecuencias a , b y c , éstas se relacionan de manera que $a+b=c$. De lo anterior se deduce que $c-a=b$ y $c-b=a$.

2) Multifónicos de cuatro elementos $\{a, b, c, d\}$

En un multifónico de cuatro elementos, de frecuencias a, b, c y d , éstas se relacionan de modo que $a+b=c$ y $a+c=d$. Luego $c-b=a$, $c-a=b$, $d-a=c$ y $d-c=a$.

3) Multifónicos de cinco elementos $\{a, b, c, d, e\}$

En un multifónico de cinco elementos, de frecuencias a, b, c, d y e , éstas se relacionan de manera que $a+b=c$, $a+c=d$ y $a+d=e$. Luego $c-b=a$, $c-a=b$, $d-a=c$, $d-c=a$, $e-d=a$ y $e-a=d$.

Analizando las tres categorías anteriores vemos que es posible establecer una progresión aritmética que actúa como regla general para todas ellas. En un multifónico de n elementos, que se corresponden con un número entero positivo en función de sus relaciones interválicas, la primera altura (a_1) tendrá un valor x , la segunda (a_2) tendrá un valor y , la tercera y siguientes ($a_{3..n}$) serán iguales a la suma de su predecesora más el valor del primer elemento (x). Así pues:

$$\{ a_1=x, a_2=y, a_3=y+x, a_4=a_3+x, a_5=a_4+x \dots a_n=a_{(n-1)}+x \}$$

De donde se deduce que

$$\{ a_1=x, a_2=y, a_3=x+y, a_4=2x+y, a_5=3x+y \dots a_n=(n-2)x+y \}$$

Las variables x e y se pueden relacionar entre sí, ya que es posible obtener y como x más un valor, al que llamaremos Δ (la diferencia entre los dos primeros elementos de la sucesión): $a_2=y=x+\Delta$. Luego

$$\{ a_1=x, a_2=x+\Delta, a_3=2x+\Delta, a_4=3x+\Delta, a_5=4x+\Delta \dots \}$$

Lo anterior se puede expresar en forma de progresión aritmética, a partir del segundo valor

$$\{ a_1=x, a_{(2..n)}=(n-1)x+\Delta \}$$

Como hemos señalado, $\Delta = a_2 - a_1$. Al sustituir las variables x y Δ obtenemos lo siguiente:

$$\{ a_1, a_{(2\dots n)} = (n-2)a_1 + a_2 \}$$

La expresión a la que acabamos de llegar resume la estructura interna de los multifónicos en el clarinete, de acuerdo con sus componentes más relevantes desde el punto de vista de la percepción musical. De ella podemos obtener la ecuación siguiente, que nos permite relacionar los valores comprendidos entre a_2 y a_n , ambos incluidos, en función de a_1 y a_2 :

$$a_{(n>1)} = (n-2)a_1 + a_2$$

Comprobemos su adecuación aplicándola a cinco multifónicos de distintas tipologías, en cuanto al número y distribución de sus alturas.

Figura 117: Ejemplos de relación numérica entre los sonidos del multifónico.
Elaboración propia.



En primer lugar, sustituiremos los valores de a_1, a_2, a_3 , etc. en los ejemplos 117a y 117c, para comprobar el cumplimiento de la ecuación $a_{(n>1)} = (n-2)a_1 + a_2$:

- $MF_a = Fa \uparrow_3 \{2:3:5:7\}$, donde $a_1 = 2$ y $a_2 = 3$, cumpliéndose que $a_2 = (2-2) \cdot 2 + 3 = 3$; $a_3 = 5 \Leftarrow (3-2) \cdot 2 + 3$; $a_4 = 7 \Leftarrow (4-2) \cdot 2 + 3$.
- $MF_c = Mi \downarrow_3 \{1:3:4\}$, donde $a_1 = 1$; $a_2 = 3 \Leftarrow (2-2) \cdot 1 + 3$; $a_3 = 4 \Leftarrow (3-2) \cdot 1 + 3$.

En segundo lugar, partiendo de las frecuencias de a_1 y a_2 , vamos a aplicar la ecuación para predecir el valor de a_3, a_4 y a_5 en el multifónico 117b:

- $MF_b = Mi \uparrow_3 \{5:7:12:17\}$, donde $a_1 = 5$ y $a_2 = 7$, de manera que $a_3 = (3-2) \cdot 5 + 7 = 12$, $a_4 = (4-2) \cdot 5 + 7 = 17$ y $a_5 = (5-2) \cdot 5 + 7 = 22$. Constatamos que los valores obtenidos coinciden con la interválica del ejemplo b.

En tercer lugar, vamos a averiguar el valor de a_1 en el multifónico 117d, partiendo de dos elementos consecutivos a_n y $a_{(n+1)}$, suponiendo que desconocemos su posición dentro del mismo, siendo $n > 1$ (es decir, $a_n > a_1$):

- $MF_d = Re_3 \{2:5:7:9\}$. Comenzaremos por los valores 5 y 7: $a_n = 5 = (n-2) \cdot a_1 + a_2$; $a_{(n+1)} = 7 = (n-1) \cdot a_1 + a_2$. Sustrayendo $a_{(n+1)} - a_n$ obtenemos que $(n-1)a_1 + a_2 - (n-2)a_1 - a_2 = 7 - 5 \Rightarrow a_1 = 2$.
Realizaremos la misma operación con los valores 7 y 9: $a_n = 7$; $a_{(n+1)} = 9 \Rightarrow a_1 = 9 - 7 = 2$.
Observamos que en ambos casos el valor de a_1 se corresponde con la nota fundamental del multifónico 117d.

Por último, aplicaremos la ecuación en el ejemplo 117e para despejar a_2 a partir de a_1 y de cualquier otro elemento posterior a éste del que se pudiera conocer su posición dentro del multifónico, siempre que $a_n > a_2$:

- $MF_e = La \downarrow_3 \{3:8:11:14:17\}$. Para $a_1 = 3$, si $a_3 = 11 = (3-2) \cdot 3 + a_2 \Rightarrow a_2 = 8$; si $a_4 = 14 = (4-2) \cdot 3 + a_2 \Rightarrow a_2 = 8$; si $a_5 = 17 = (5-2) \cdot 3 + a_2 \Rightarrow a_2 = 8$.
Comprobamos que en los tres casos el valor del segundo elemento en el multifónico 117e es igual a 8.

Como hemos visto, la expresión $a_{(n>1)} = (n-2)a_1 + a_2$ nos permite relacionar cualquier elemento del multifónico con las variables a_1 y a_2 . A través de su aplicación podremos predecir las frecuencias de los elementos superiores del multifónico, conocer el valor de a_1 a partir de dos elementos consecutivos, así como el de a_2 sabiendo la posición y frecuencia de un elemento superior con respecto a a_1 . La ecuación nos servirá para establecer una clasificación de los multifónicos a partir de las relaciones interválicas de sus frecuencias, que expondremos en el apartado siguiente.

12.3. Series heteróclitas

Las series heteróclitas incluyen aquellos componentes que se obtienen como suma de las dos primeras frecuencias percibidas dentro del multifónico, que dan lugar a la progresión aritmética $a_{(n>1)} = (n-2)a_1 + a_2$, donde a es la posición del elemento de la serie y n el valor correspondiente a la razón de su frecuencia en su expresión simplificada. En ellas incluiremos un máximo de seis elementos, que serán suficientes para reflejar las alturas del multifónico, cuyas densidades están comprendidas entre 2 y 5, como hemos visto en el apartado 11.2.

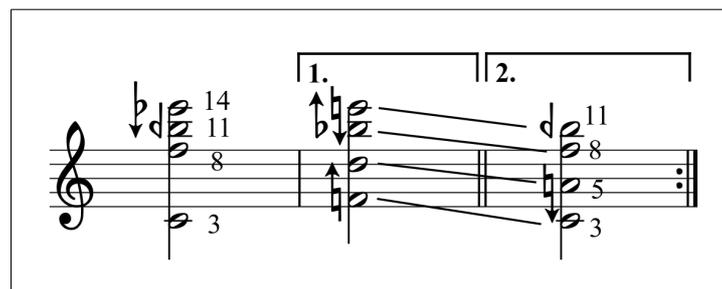


Figura 118: Comparación de dos multifónicos pertenecientes a la serie $\{3:5:8:11:14\}$ mediante la transposición del segundo de ellos. Elaboración propia.



36

Si volvemos a observar las figuras 77 (p. 236) y 86 (p. 254) veremos que el primer y el tercer multifónico de los respectivos ejemplos presentan una interválica muy próxima. De hecho, ambos podrían agruparse dentro de la ordenación de frecuencias {3:5:8:11:14}, diferenciándose en que en el primer caso no está presente el componente 5 de la serie, mientras que en el segundo el elemento que falta es el 14. Si bien su distribución interválica no es idéntica y la intensidad de sus componentes difiere en función de la tesitura, ambos pueden agruparse dentro de la misma serie. Para comprobar la proximidad interválica y tímbrica de ambos sonidos múltiples hemos transportado el segundo de ellos como se muestra en la figura 118 (página 295). Escuchando la grabación de audio correspondiente (pista 36) puede apreciarse la similitud entre ambos sonidos múltiples, el segundo de los cuales ha sido transportado mediante el software Audacity®, con el que hemos bajado su afinación un 26,667% a fin de igualar las frecuencias de sus respectivas fundamentales aparentes a 231 Hz.

Partiendo de la expresión $a_1, a_{(2...n)} = (n-2)a_1 + a_2$, que resume la relación entre las frecuencias del multifónico vamos a determinar a continuación las series heteróclitas que nos permitan clasificar los sonidos múltiples producidos en el clarinete de acuerdo con su interválica interna y la razón numérica entre sus frecuencias. Para ello sustituiremos a_1 y a_2 por números enteros, comenzando por 1, teniendo en cuenta que a_2 será siempre mayor que a_1 y menor que el doble de éste.

12.3.1. Series heteróclitas derivadas de $a_1=1$

La primera serie que obtenemos es {1:2:3:4:5:6}, cuyas razones coinciden con las de la serie armónica. Al continuar con $a_2=3$ vemos que la serie resultante {1:3:4:5:6...} está incluida dentro de la primera, por lo que tan sólo formularemos una única serie cuyo primer elemento sea igual a 1. La sonoridad de los multifónicos pertenecientes a esta categoría podría definirse como transparente, por lo que exigen un balance adecuado con respecto a la afinación de los generadores, para conseguir así un multifónico estable y sin batimentos. En todos los casos el sonido fundamental está más presente que los demás componentes, ya que se ve potenciado por todas las restas de las frecuencias entre los elementos contiguos (los sonidos diferenciales coinciden con el elemento grave). En función del contexto sonoro, los multifónicos de esta categoría podrían equipararse a acordes de tónica del modo mayor.

En la tabla 18 señalamos las series heteróclitas comprendidas entre $a_1=1$ y $a_1=25$ cuyas razones son equivalentes a la serie $\{1:2:3:4:5:6\}$. Nótese que en la tabla el valor de a_2 nunca será mayor que el doble de a_1 , ya que en ese caso se trataría en realidad del tercer elemento de otra serie heteróclita (por ejemplo, 7:15:22... se corresponderá con 7:8:15:22...).

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
1	2	3	4	5	6	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
2	4	6	8	10	12	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
3	6	9	12	15	18	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
4	8	12	16	20	24	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
5	10	15	20	25	30	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
6	12	18	24	30	36	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
7	14	21	28	35	42	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
8	16	24	32	40	48	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
9	18	27	36	45	54	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
10	20	30	40	50	60	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
11	22	33	44	55	66	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
12	23	35	47	59	71	1,917	1,522	1,343	1,255	1,203
12	24	36	48	60	72	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
13	25	38	51	64	77	1,923	1,520	1,342	1,255	1,203
13	26	39	52	65	78	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
14	27	41	55	69	83	1,929	1,519	1,341	1,255	1,203
14	28	42	56	70	84	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
15	29	44	59	74	89	1,933	1,517	1,341	1,254	1,203
15	30	45	60	75	90	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
16	31	47	63	79	95	1,938	1,516	1,340	1,254	1,203
16	32	48	64	80	96	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
17	33	50	67	84	101	1,941	1,515	1,340	1,254	1,202
17	34	51	68	85	102	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
18	35	53	71	89	107	1,944	1,514	1,340	1,254	1,202
18	36	54	72	90	108	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
19	37	56	75	94	113	1,947	1,514	1,339	1,253	1,202
19	38	57	76	95	114	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
20	39	59	79	99	119	1,950	1,513	1,339	1,253	1,202
20	40	60	80	100	120	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
21	41	62	83	104	125	1,952	1,512	1,339	1,253	1,202
21	42	63	84	105	126	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
22	43	65	87	109	131	1,955	1,512	1,338	1,253	1,202
22	44	66	88	110	132	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
23	45	68	91	114	137	1,957	1,511	1,338	1,253	1,202
23	46	69	92	115	138	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
24	47	71	95	119	143	1,958	1,511	1,338	1,253	1,202
24	48	72	96	120	144	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200
25	48	73	98	123	148	1,920	1,521	1,342	1,255	1,203
25	49	74	99	124	149	1,960	1,510	1,338	1,253	1,202
25	50	75	100	125	150	2,000	1,500	1,333	1,250	1,200

Tabla 18: Series heteróclitas análogas a $\{1:2:3:4:5:6\}$. Elaboración propia.

Las seis columnas de la izquierda en la tabla anterior designan las series de elementos equivalentes a $\{1:2:3:4:5\}$, mientras que las cinco columnas siguientes recogen sus razones numéricas en una escala de milésimas. Las cifras en negro y fondo blanco se corresponden con las series cuyos valores son múltiplos exactos de $\{1:2:3:4:5:6\}$, mientras que los números en rojo indican aquéllas cuya expresión puede simplificarse equiparándola a la primera de ellas. Las casillas con fondo verde señalan las diferencias interválicas iguales o menores a una centésima, el color amarillo las comprendidas entre 1 y 2 centésimas, y el naranja las superiores a 2 centésimas.

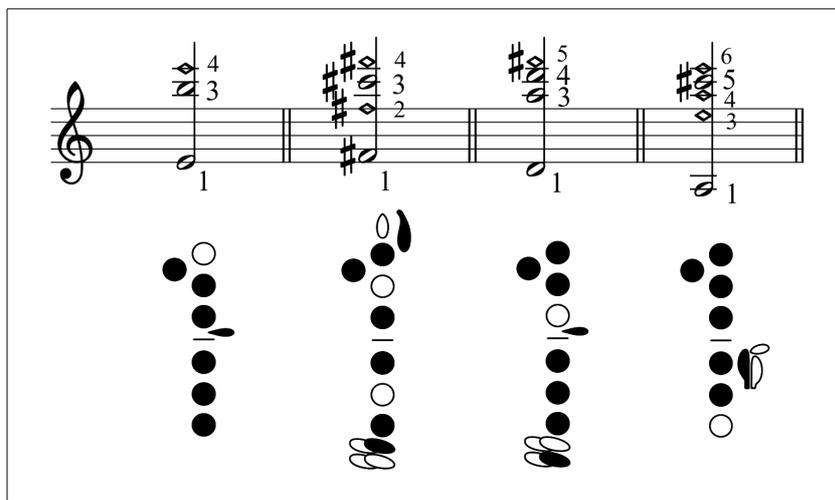


Figura 119: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{1:2:3:4:5:6\}$. Elaboración propia.



37

12.3.2. Series heteróclitas derivadas de $a_1=2$

Comenzando por $a_2=3$ obtenemos la serie $\{2:3:5:7:9:11\}$, que presenta los intervalos de quinta justa ($3/2$), sexta menor ($5/3$) y quinta disminuida ($7/5$) entre sus tres primeros componentes. Al continuar con $a_2=4$ vemos que las razones de la serie resultante ($2:4:6:8\dots$) se corresponden con la primera serie heteróclita $\{1:2:3:4\dots\}$ (ver tabla 18). Por su parte $a_2=5$ da como resultado una serie $\{2:3:5:7:9\dots\}$ que puede incluirse dentro de la primera, por lo que tampoco es preciso tomarla en consideración. Por lo tanto, la expresión $a_1, a_{(2\dots n)}=(n-2)a_1+a_2$ podría matizarse señalando que $a_1 < a_2 < 2a_1$.

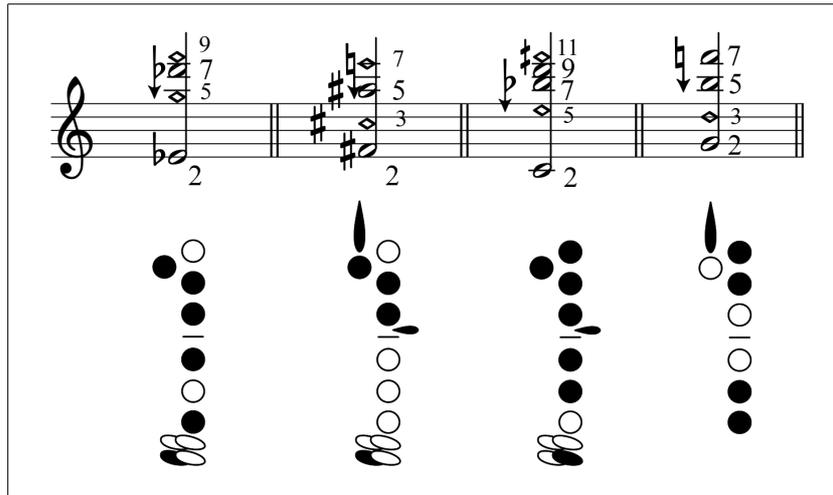


Figura 120: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {2:3:5:7:9:11}. Elaboración propia.



38

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
2	3	5	7	9	11	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
4	6	10	14	18	22	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
6	9	15	21	27	33	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
8	12	20	28	36	44	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
10	15	25	35	45	55	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
11	16	27	38	49	60	1,455	1,688	1,407	1,289	1,224
12	18	30	42	54	66	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
13	19	32	45	58	71	1,462	1,684	1,406	1,289	1,224
13	20	33	46	59	72	1,538	1,650	1,394	1,283	1,220
14	21	35	49	63	77	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
15	22	37	52	67	82	1,467	1,682	1,405	1,288	1,224
15	23	38	53	68	83	1,533	1,652	1,395	1,283	1,221
16	24	40	56	72	88	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
17	25	42	59	76	93	1,471	1,680	1,405	1,288	1,224
17	26	43	60	77	94	1,529	1,654	1,395	1,283	1,221
18	27	45	63	81	99	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
19	28	47	66	85	104	1,474	1,679	1,404	1,288	1,224
19	29	48	67	86	105	1,526	1,655	1,396	1,284	1,221
20	29	49	69	89	109	1,450	1,690	1,408	1,290	1,225
20	30	50	70	90	110	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
21	31	52	73	94	115	1,476	1,677	1,404	1,288	1,223
21	32	53	74	95	116	1,524	1,656	1,396	1,284	1,221
22	33	55	77	99	121	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
23	34	57	80	103	126	1,478	1,676	1,404	1,288	1,223
23	35	58	81	104	127	1,522	1,657	1,397	1,284	1,221
24	35	59	83	107	131	1,458	1,686	1,407	1,289	1,224
24	36	60	84	108	132	1,500	1,667	1,400	1,286	1,222
24	37	61	85	109	133	1,542	1,649	1,393	1,282	1,220
25	37	62	87	112	137	1,480	1,676	1,403	1,287	1,223
25	38	63	88	113	138	1,520	1,658	1,397	1,284	1,221

Tabla 19: Series heteróclitas análogas a {2:3:5:7:9:11}. Elaboración propia.

Los multifónicos pertenecientes a la categoría $\{2:3:5:7:9:11\}$ (figura 120, p. 299) son estables y flexibles en cuanto a su dinámica y emisión. Queremos señalar que estos sonidos múltiples poseen una sonoridad característica, desde el punto de vista de la armonía tradicional, de acorde de dominante. Esto se debe a que los sonidos 2, 5 y 7 determinan una séptima de dominante (tercera mayor y séptima menor a la octava aguda de la fundamental), mientras que los sonidos 3 y 9 también pertenecen a dicho acorde (quinta y novena mayor). En la tabla 19 hemos incluido las series heteróclitas equivalentes a $\{2:5:7:9:11\}$ hasta un valor máximo de $a_1=25$.

12.3.3. Series heteróclitas derivadas de $a_1=3$

Se dividen en dos categorías: $a_2=4$, que da lugar a la serie $\{3:4:7:10:13:16\}$; y $a_2=5$, que se corresponde con la serie $\{3:5:8:11:14:17\}$. Vamos a abordarlas por separado.

Serie $\{3:4:7:10:13:16\}$

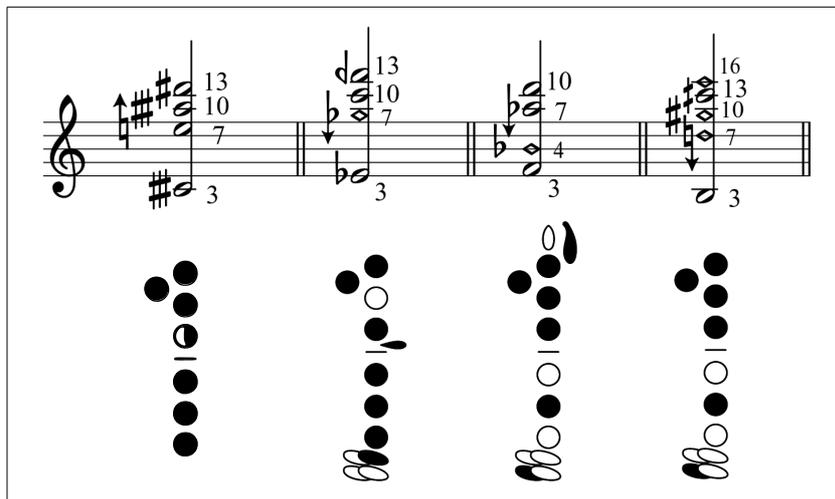


Figura 121: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{3:4:7:10:13:16\}$. Elaboración propia.



Los dos primeros elementos de esta serie están a distancia del intervalo de cuarta justa ($4/3$), si bien el segundo elemento de la misma se obtendrá como sonido resultante cuando se corresponda con una altura del registro fundamental (tercer multifónico de la figura 121). Esto se debe a que la distancia de tubo más corta determina el primer elemento de la serie, de manera que el segundo sonido generador debe obtenerse como un modo de resonancia superior correspondiente al tubo de mayor longitud. En el caso del cuarto multifónico del ejemplo, la presencia de la nota $Re\flat_4$ tampoco puede explicarse por las resonancias del tubo. En la tabla siguiente incluimos las primeras series heteróclitas cuya interválica podría considerarse equivalente a $\{3:4:7:10:13:16\}$.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
3	4	7	10	13	16	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
6	8	14	20	26	32	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
9	12	21	30	39	48	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
10	13	23	33	43	53	1,300	1,769	1,435	1,303	1,233
11	15	26	37	48	59	1,364	1,733	1,423	1,297	1,229
12	16	28	40	52	64	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
13	17	30	43	56	69	1,308	1,765	1,433	1,302	1,232
14	19	33	47	61	75	1,357	1,737	1,424	1,298	1,230
15	20	35	50	65	80	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
16	21	37	53	69	85	1,313	1,762	1,432	1,302	1,232
17	23	40	57	74	91	1,353	1,739	1,425	1,298	1,230
18	24	42	60	78	96	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
19	25	44	63	82	101	1,316	1,760	1,432	1,302	1,232
19	26	45	64	83	102	1,368	1,731	1,422	1,297	1,229
20	27	47	67	87	107	1,350	1,741	1,426	1,299	1,230
21	28	49	70	91	112	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
22	29	51	73	95	117	1,318	1,759	1,431	1,301	1,232
23	30	53	76	99	122	1,304	1,767	1,434	1,303	1,232
23	31	54	77	100	123	1,348	1,742	1,426	1,299	1,230
24	32	56	80	104	128	1,333	1,750	1,429	1,300	1,231
25	33	58	83	108	133	1,320	1,758	1,431	1,301	1,231
25	34	59	84	109	134	1,360	1,735	1,424	1,298	1,229

Tabla 20: Series heteróclitas análogas a $\{3:4:7:10:13:16\}$. Elaboración propia.

Serie {3:5:8:11:14:17}

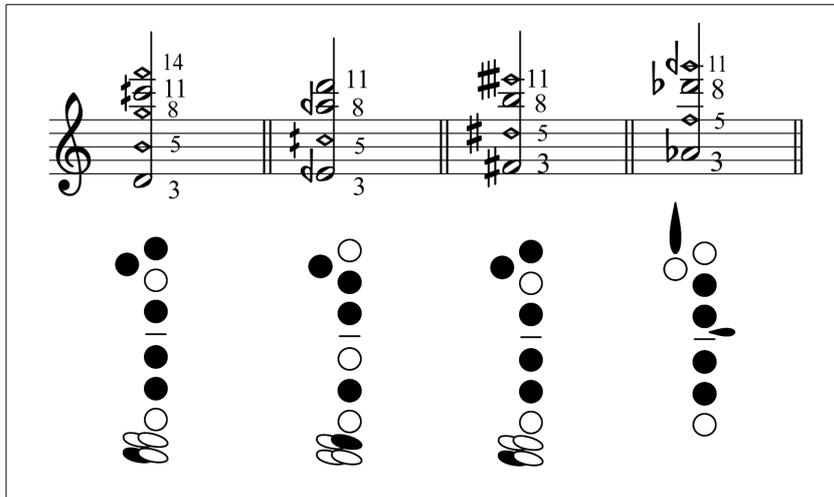


Figura 122: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {3:5:8:11:14:17}. Elaboración propia.



40

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
3	5	8	11	14	17	1,667	1,600	1,375	1,273	1,214
6	10	16	22	28	34	1,667	1,600	1,375	1,273	1,214
9	15	24	33	42	51	1,667	1,600	1,375	1,273	1,214
10	17	27	37	47	57	1,700	1,588	1,370	1,270	1,213
11	18	29	40	51	62	1,636	1,611	1,379	1,275	1,216
12	20	32	44	56	68	1,667	1,600	1,375	1,273	1,214
13	22	35	48	61	74	1,692	1,591	1,371	1,271	1,213
14	23	37	51	65	79	1,643	1,609	1,378	1,275	1,215
15	25	40	55	70	85	1,667	1,600	1,375	1,273	1,214
16	27	43	59	75	91	1,688	1,593	1,372	1,271	1,213
17	28	45	62	79	96	1,647	1,607	1,378	1,274	1,215
19	32	51	70	89	108	1,684	1,594	1,373	1,271	1,213
20	33	53	73	93	113	1,650	1,606	1,377	1,274	1,215
22	37	59	81	103	125	1,682	1,595	1,373	1,272	1,214
23	38	61	84	107	130	1,652	1,605	1,377	1,274	1,215
23	39	62	85	108	131	1,696	1,590	1,371	1,271	1,213
24	41	65	89	113	137	1,708	1,585	1,369	1,270	1,212
25	41	66	91	116	141	1,640	1,610	1,379	1,275	1,216
25	42	67	92	117	142	1,680	1,595	1,373	1,272	1,214

Tabla 21: Series heteróclitas análogas a {3:5:8:11:14:17}. Elaboración propia.

Los multifónicos de esta serie tienen una sonoridad rica y densa, y permiten tocar en un ámbito dinámico amplio. Se caracterizan por el intervalo de 11ª justa (cuarta justa más octava, razón 8/3), como puede apreciarse en los cuatro ejemplos de la figura 122. Hay que señalar que los elementos {3:5:8} se corresponden con la interválica propia del acorde mayor en segunda inversión. En la tabla 21 incluimos las dieciocho primeras series heteróclitas expresadas en proporciones más sencillas cuya interválica podría considerarse equivalente a {3:5:8:11:14:17}.

12.3.4. Series heteróclitas derivadas de $a_1=4$

La serie que se obtiene al sustituir $a_2=6$ {4:6:10:14...} es equivalente a {2:3:5:7:9:11} (ver tabla 19, en la página 299), de manera que este grupo se dividirá en dos series: {4:5:9:13:17:21} y {4:7:11:15:19:23}, cuyo segundo elemento es $a_2=5$ y $a_2=7$, respectivamente. Podemos inferir por tanto que a_1 y a_2 no deben tener divisores comunes para dar lugar a una serie heteróclita, ya que, en caso contrario, generarán la repetición de una serie de razones idénticas que puede ser expresada con valores más sencillos.

Serie {4:5:9:13:17:21}

Figura 123: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {4:5:9:13:17:21}. Elaboración propia.



Los componentes agudos de los multifónicos pertenecientes a esta serie tienen una intensidad mayor que el generador grave, lo que provoca una descompensación dinámica entre las voces. Los choques interválicos, al ser las relaciones de las frecuencias de los sonidos superiores más complejas que en las series anteriores hacen que los elementos agudos produzcan batimientos que caracterizan su sonoridad vibrante (ver nota al pie 107, en página 226, acerca del teorema de Tyndall). En la tabla siguiente señalamos las series heteróclitas de valores más sencillos cuya interválica puede considerarse equivalente a la de la serie {4:5:9:13:17:21}.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
4	5	9	13	17	21	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
7	9	16	23	30	37	1,286	1,778	1,438	1,304	1,233
8	10	18	26	34	42	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
11	14	25	36	47	58	1,273	1,786	1,440	1,306	1,234
12	15	27	39	51	63	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
13	16	29	42	55	68	1,231	1,813	1,448	1,310	1,236
15	19	34	49	64	79	1,267	1,789	1,441	1,306	1,234
16	20	36	52	68	84	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
17	21	38	55	72	89	1,235	1,810	1,447	1,309	1,236
17	22	39	56	73	90	1,294	1,773	1,436	1,304	1,233
18	23	41	59	77	95	1,278	1,783	1,439	1,305	1,234
19	24	43	62	81	100	1,263	1,792	1,442	1,306	1,235
20	25	45	65	85	105	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
21	26	47	68	89	110	1,238	1,808	1,447	1,309	1,236
22	27	49	71	93	115	1,227	1,815	1,449	1,310	1,237
23	29	52	75	98	121	1,261	1,793	1,442	1,307	1,235
24	30	54	78	102	126	1,250	1,800	1,444	1,308	1,235
24	31	55	79	103	127	1,292	1,774	1,436	1,304	1,233
25	31	56	81	106	131	1,240	1,806	1,446	1,309	1,236
25	32	57	82	107	132	1,280	1,781	1,439	1,305	1,234

Tabla 22: Series heteróclitas análogas a {4:5:9:13:17:21}. Elaboración propia.

Serie {4:7:11:15:19:23}

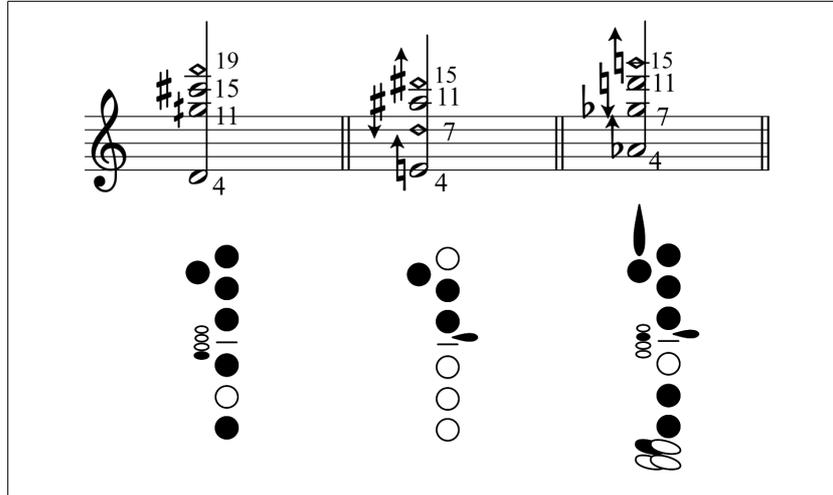


Figura 124: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {4:7:11:15:19:23}. Elaboración propia.



42

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
4	7	11	15	19	23	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
7	12	19	26	33	40	1,714	1,583	1,368	1,269	1,212
8	14	22	30	38	46	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
11	19	30	41	52	63	1,727	1,579	1,367	1,268	1,212
12	21	33	45	57	69	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
13	23	36	49	62	75	1,769	1,565	1,361	1,265	1,210
15	26	41	56	71	86	1,733	1,577	1,366	1,268	1,211
16	28	44	60	76	92	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
17	29	46	63	80	97	1,706	1,586	1,370	1,270	1,213
17	30	47	64	81	98	1,765	1,567	1,362	1,266	1,210
18	31	49	67	85	103	1,722	1,581	1,367	1,269	1,212
19	33	52	71	90	109	1,737	1,576	1,365	1,268	1,211
20	35	55	75	95	115	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
21	37	58	79	100	121	1,762	1,568	1,362	1,266	1,210
22	39	61	83	105	127	1,773	1,564	1,361	1,265	1,210
23	40	63	86	109	132	1,739	1,575	1,365	1,267	1,211
24	42	66	90	114	138	1,750	1,571	1,364	1,267	1,211
25	43	68	93	118	143	1,720	1,581	1,368	1,269	1,212
25	44	69	94	119	144	1,760	1,568	1,362	1,266	1,210

Tabla 23: Series heteróclitas análogas a {4:7:11:15:19:23}. Elaboración propia.

Los multifónicos de la serie $\{4:7:11:15:19:23\}$ tienen una sonoridad áspera y se acompañan de unos batimientos muy rápidos y marcados, que se asemejan al efecto del *frullato*. Esto se debe la interválica disonante que se produce entre los sonidos que los componen. Por ejemplo, entre los elementos $11/4$ se forma un tritono (más una octava), entre $7/4$ una séptima menor, entre $15/4$ una séptima mayor (más octava), y entre $15/7$ una novena menor (semitono más octava). Los valores de la tabla 23 (página 305) se corresponden con las series heteróclitas análogas que pueden expresarse de forma más sencilla.

12.3.5. Series heteróclitas derivadas de $a_1=5$

A partir de $a_1=5$ se derivan cuatro series con los valores $\{5:6:11:16:21:26\}$, $\{5:7:12:17:22:27\}$, $\{5:8:13:18:23:28\}$ y $\{5:9:14:19:24:29\}$, en las que a_2 es igual a 6, 7, 8 y 9, respectivamente. Veámoslas por separado.

Serie $\{5:6:11:16:21:26\}$

Figura 125: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{5:6:11:16:21:26\}$. Elaboración propia.



Las características sonoras de esta serie son similares a las del grupo anterior, de modo que también se percibe una oscilación rápida e intensa, originada por su interválica disonante. Desde el punto de vista técnico, estos multifónicos son menos estables y presentan una flexibilidad dinámica menor. La tabla de debajo recoge otras series heteróclitas de valores análogos a {5:6:11:16:21:26}.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
5	6	11	16	21	26	1,200	1,833	1,455	1,313	1,238
6	7	13	19	25	31	1,167	1,857	1,462	1,316	1,240
9	11	20	29	38	47	1,222	1,818	1,450	1,310	1,237
10	12	22	32	42	52	1,200	1,833	1,455	1,313	1,238
11	13	24	35	46	57	1,182	1,846	1,458	1,314	1,239
14	17	31	45	59	73	1,214	1,824	1,452	1,311	1,237
15	18	33	48	63	78	1,200	1,833	1,455	1,313	1,238
16	19	35	51	67	83	1,188	1,842	1,457	1,314	1,239
17	20	37	54	71	88	1,176	1,850	1,459	1,315	1,239
19	23	42	61	80	99	1,211	1,826	1,452	1,311	1,238
20	24	44	64	84	104	1,200	1,833	1,455	1,313	1,238
21	25	46	67	88	109	1,190	1,840	1,457	1,313	1,239
23	27	50	73	96	119	1,174	1,852	1,460	1,315	1,240
23	28	51	74	97	120	1,217	1,821	1,451	1,311	1,237
24	29	53	77	101	125	1,208	1,828	1,453	1,312	1,238
25	30	55	80	105	130	1,200	1,833	1,455	1,313	1,238

Tabla 24: Series heteróclitas análogas a {5:6:11:16:21:26}. Elaboración propia.

Serie {5:7:12:17:22:27}

En esta categoría, los elementos 5, 7, 12 y 17 determinan un acorde de séptima disminuida (ver figura 126, en la página siguiente), que confiere a estos multifónicos una sonoridad característica. Los sonidos múltiples de esta serie son estables y flexibles, y presentan un equilibrio en cuanto a la intensidad de las distintas voces (entre los sonidos generadores por una parte, y los resultantes, que tendrán siempre una intensidad menor, por otra). En la tabla 25 (página 308) incluimos las razones interválicas de las series heteróclitas equivalentes.

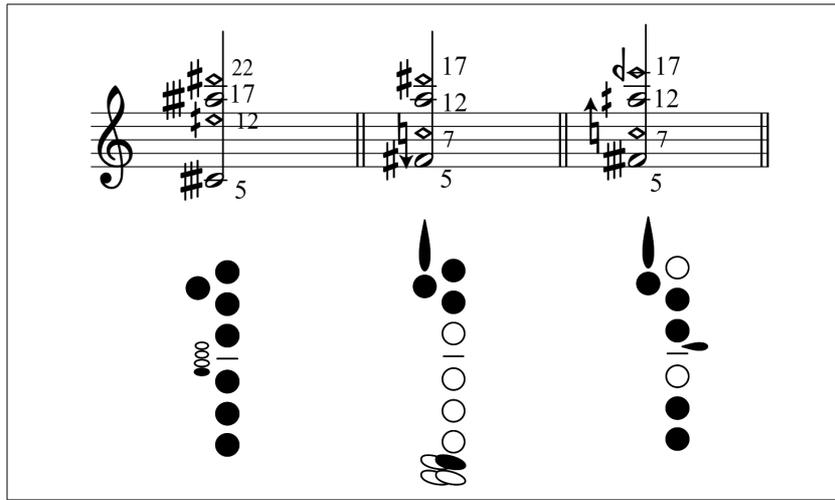


Figura 126: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:7:12:17:22:27}. Elaboración propia.



44

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
5	7	12	17	22	27	1,400	1,714	1,417	1,294	1,227
7	10	17	24	31	38	1,429	1,700	1,412	1,292	1,226
8	11	19	27	35	43	1,375	1,727	1,421	1,296	1,229
9	13	22	31	40	49	1,444	1,692	1,409	1,290	1,225
10	14	24	34	44	54	1,400	1,714	1,417	1,294	1,227
12	17	29	41	53	65	1,417	1,706	1,414	1,293	1,226
13	18	31	44	57	70	1,385	1,722	1,419	1,295	1,228
15	21	36	51	66	81	1,400	1,714	1,417	1,294	1,227
16	23	39	55	71	87	1,438	1,696	1,410	1,291	1,225
17	24	41	58	75	92	1,412	1,708	1,415	1,293	1,227
18	25	43	61	79	97	1,389	1,720	1,419	1,295	1,228
19	27	46	65	84	103	1,421	1,704	1,413	1,292	1,226
20	28	48	68	88	108	1,400	1,714	1,417	1,294	1,227
21	29	50	71	92	113	1,381	1,724	1,420	1,296	1,228
22	31	53	75	97	119	1,409	1,710	1,415	1,293	1,227
23	32	55	78	101	124	1,391	1,719	1,418	1,295	1,228
23	33	56	79	102	125	1,435	1,697	1,411	1,291	1,225
25	35	60	85	110	135	1,400	1,714	1,417	1,294	1,227
25	36	61	86	111	136	1,440	1,694	1,410	1,291	1,225

Tabla 25: Series heteróclitas análogas a {5:7:12:17:22:27}. Elaboración propia.

Serie {5:8:13:18:23:28}

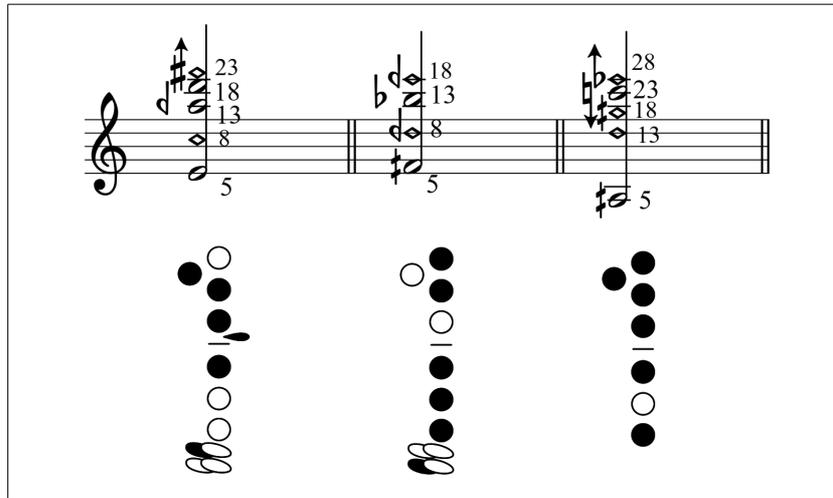


Figura 127: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:8:13:18:23:28}. Elaboración propia.



45

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
5	8	13	18	23	28	1,600	1,625	1,385	1,278	1,217
7	11	18	25	32	39	1,571	1,636	1,389	1,280	1,219
8	13	21	29	37	45	1,625	1,615	1,381	1,276	1,216
9	14	23	32	41	50	1,556	1,643	1,391	1,281	1,220
10	16	26	36	46	56	1,600	1,625	1,385	1,278	1,217
11	17	28	39	50	61	1,545	1,647	1,393	1,282	1,220
12	19	31	43	55	67	1,583	1,632	1,387	1,279	1,218
13	21	34	47	60	73	1,615	1,619	1,382	1,277	1,217
15	24	39	54	69	84	1,600	1,625	1,385	1,278	1,217
16	25	41	57	73	89	1,563	1,640	1,390	1,281	1,219
17	27	44	61	78	95	1,588	1,630	1,386	1,279	1,218
18	29	47	65	83	101	1,611	1,621	1,383	1,277	1,217
19	31	50	69	88	107	1,632	1,613	1,380	1,275	1,216
19	30	49	68	87	106	1,579	1,633	1,388	1,279	1,218
20	32	52	72	92	112	1,600	1,625	1,385	1,278	1,217
20	31	51	71	91	111	1,550	1,645	1,392	1,282	1,220
21	34	55	76	97	118	1,619	1,618	1,382	1,276	1,216
22	35	57	79	101	123	1,591	1,629	1,386	1,278	1,218
23	37	60	83	106	129	1,609	1,622	1,383	1,277	1,217
23	36	59	82	105	128	1,565	1,639	1,390	1,280	1,219
25	40	65	90	115	140	1,600	1,625	1,385	1,278	1,217
25	39	64	89	114	139	1,560	1,641	1,391	1,281	1,219

Tabla 26: Series heteróclitas análogas a {5:8:13:18:23:28}. Elaboración propia.

Desde el punto de vista técnico, los multifónicos de la serie {5:8:13:18:23:28} son menos estables que los de las anteriores, y presentan una flexibilidad dinámica más reducida. Al igual que sucedía en las series precedentes, su interválica es disonante. Hay que señalar que el intervalo de sexta menor (razón 8/5) sólo está presente en los ejemplos de la figura 127 (página 309) como sonido resultante.

Serie {5:9:14:19:24:29}

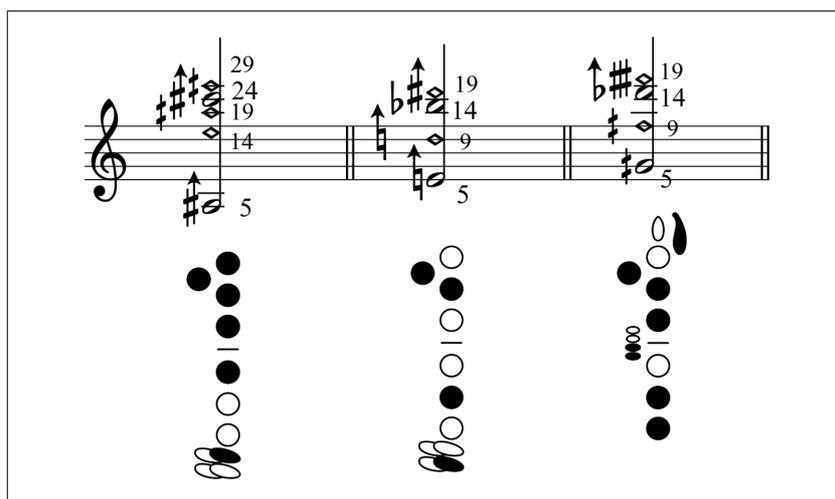


Figura 128: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie {5:9:14:19:24:29}. Elaboración propia.



46

Esta serie se caracteriza por su sonoridad batiente, lo que se explica por la presencia de intervalos correspondientes a las inversiones de la segunda mayor y menor (9/5, séptima menor, y 19/5, séptima mayor más octava), así como por la duodécima disminuida (14/5, quinta disminuida más octava). En la tabla 27 recogemos las quince primeras series heteróclitas equivalentes a {5:9:14:19:24:29}.

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
5	9	14	19	24	29	1,800	1,556	1,357	1,263	1,208
6	11	17	23	29	35	1,833	1,545	1,353	1,261	1,207
9	16	25	34	43	52	1,778	1,563	1,360	1,265	1,209
10	18	28	38	48	58	1,800	1,556	1,357	1,263	1,208
11	20	31	42	53	64	1,818	1,550	1,355	1,262	1,208
14	25	39	53	67	81	1,786	1,560	1,359	1,264	1,209
15	27	42	57	72	87	1,800	1,556	1,357	1,263	1,208
16	29	45	61	77	93	1,813	1,552	1,356	1,262	1,208
17	31	48	65	82	99	1,824	1,548	1,354	1,262	1,207
19	34	53	72	91	110	1,789	1,559	1,358	1,264	1,209
20	36	56	76	96	116	1,800	1,556	1,357	1,263	1,208
21	38	59	80	101	122	1,810	1,553	1,356	1,263	1,208
23	42	65	88	111	134	1,826	1,548	1,354	1,261	1,207
23	41	64	87	110	133	1,783	1,561	1,359	1,264	1,209
24	43	67	91	115	139	1,792	1,558	1,358	1,264	1,209
25	45	70	95	120	145	1,800	1,556	1,357	1,263	1,208

Tabla 27: Series heteróclitas análogas a {5:9:14:19:24:29}. Elaboración propia.

12.3.6 Series heteróclitas derivadas de $a_1=6$

Esta categoría no tendrá aplicación, ya que las series generadas a partir de $a_1=6$ se pueden sustituir por otras equivalentes:

- Las series 6/8/14/20/26/32 y 6/10/16/22/28/34, derivadas de $a_2=8$ y $a_2=10$, tienen el número 2 como divisor común con $a_1=6$, por lo que sus razones son iguales a las obtenidas a partir de las series {3:4:7:10:13:16} y {3:5:8:11:14:17}, respectivamente (ver las tablas 20 y 21, pp. 301 y 302). Sucede lo mismo con la serie {6:9:15:21:27:33}, generada a partir de $a_1=6$ y $a_2=9$, cuyas razones son iguales a las de {2:3:5:7:9:11} (ver tabla 19, p. 299), siendo 3 el divisor común en este caso.
- Las dos series restantes, {6:7:13:19:25:31} y {6:11:17:23:29:35}, presentan una interválica cuyas razones pueden considerarse equivalentes a las de las series {5:6:11:16:21:26} y {5:9:14:19:24:29} (ver tablas 24 y 27, pp. 307 y 311), por lo que tampoco las tomaremos en consideración.

12.3.7. Series heteróclitas derivadas de $a_1=7$

De este grupo tan sólo desarrollaremos las series {7:8:15:22:29:36}, derivada de $a_2=8$, y {7:13:20:27:34:41}, derivada de $a_2=13$. Esto se debe a que las series restantes presentan unas relaciones interválicas cuyos valores son equivalentes a los de otras ordenaciones heteróclitas vistas hasta el momento:

- {7:9:16:23:30:37} equivale a {4:5:9:13:17:21} (ver tabla 22, en la página 304);
- {7:10:17:24:31:38} \approx {5:7:12:17:22:27} (ver tabla 25, p. 308);
- {7:11:18:25:32:39} \approx {5:8:13:18:23:28} (ver tabla 26, p. 309);
- y {7:12:19:26:33:40} \approx {4:7:11:15:19:23} (ver tabla 23, p. 305).

Serie {7:8:15:22:29:36}

En esta serie hay que señalar que el intervalo 8/7 (tono grande) no llega a producirse, ya que se encuentra demasiado próximo a la nota fundamental. En el caso de las digitaciones sencillas la interválica entre los dos primeros elementos será más amplia (al pertenecer el primer sonido al registro fundamental y el segundo al agudo), mientras que a partir de digitaciones complejas tan sólo conseguiremos díadas en las que no se llegue a percibir un tercer elemento de la serie. Con respecto a la técnica instrumental, estos multifónicos son más inestables y requieren de un equilibrio y control precisos en el plano de la embocadura, con una colocación del sonido hacia las alturas intermedias del multifónico. Un exceso de presión puede hacer que la interválica del sonido múltiple se acerque a la de la serie {5:6:11:16:21:24}. De hecho, la digitación con la que hemos obtenido el segundo ejemplo de la figura 129 coincide con la del cuarto multifónico de la mencionada serie (figura 125, p. 306).¹²⁷ Por el contrario, si la presión es insuficiente podría dar lugar a un sonido múltiple del tipo {7:13:20:27:34:41}. En el capítulo siguiente ahondaremos en el análisis de la técnica instrumental implicada en la emisión multifónica.

¹²⁷ En los apartados 4.4 y 11.5 hemos comentado la posibilidad de obtener dos o más multifónicos diferentes a partir de la misma digitación.

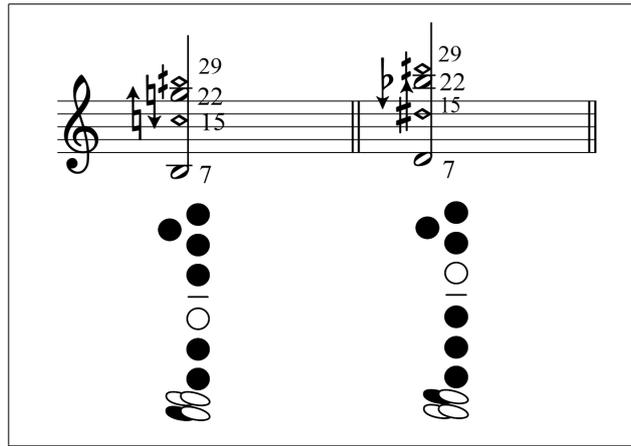


Figura 129: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie {7:8:15:22:29:36}. Elaboración propia.



47

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
7	8	15	22	29	36	1,143	1,875	1,467	1,318	1,241
8	9	17	25	33	41	1,125	1,889	1,471	1,320	1,242
9	10	19	28	37	46	1,111	1,900	1,474	1,321	1,243
10	11	21	31	41	51	1,100	1,909	1,476	1,323	1,244
11	12	23	34	45	56	1,091	1,917	1,478	1,324	1,244
12	13	25	37	49	61	1,083	1,923	1,480	1,324	1,245
13	14	27	40	53	66	1,077	1,929	1,481	1,325	1,245
13	15	28	41	54	67	1,154	1,867	1,464	1,317	1,241
14	15	29	43	57	71	1,071	1,933	1,483	1,326	1,246
14	16	30	44	58	72	1,143	1,875	1,467	1,318	1,241
15	16	31	46	61	76	1,067	1,938	1,484	1,326	1,246
15	17	32	47	62	77	1,133	1,882	1,469	1,319	1,242
16	17	33	49	65	81	1,063	1,941	1,485	1,327	1,246
17	18	35	52	69	86	1,059	1,944	1,486	1,327	1,246
17	19	36	53	70	87	1,118	1,895	1,472	1,321	1,243
18	19	37	55	73	91	1,056	1,947	1,486	1,327	1,247
19	20	39	58	77	96	1,053	1,950	1,487	1,328	1,247
19	21	40	59	78	97	1,105	1,905	1,475	1,322	1,244
19	22	41	60	79	98	1,158	1,864	1,463	1,317	1,241
20	21	41	61	81	101	1,050	1,952	1,488	1,328	1,247
20	23	43	63	83	103	1,150	1,870	1,465	1,317	1,241
21	22	43	64	85	106	1,048	1,955	1,488	1,328	1,247
21	23	44	65	86	107	1,095	1,913	1,477	1,323	1,244
21	24	45	66	87	108	1,143	1,875	1,467	1,318	1,241
22	23	45	67	89	111	1,045	1,957	1,489	1,328	1,247
22	25	47	69	91	113	1,136	1,880	1,468	1,319	1,242
23	24	47	70	93	116	1,043	1,958	1,489	1,329	1,247
23	25	48	71	94	117	1,087	1,920	1,479	1,324	1,245
23	26	49	72	95	118	1,130	1,885	1,469	1,319	1,242
24	25	49	73	97	121	1,042	1,960	1,490	1,329	1,247
25	26	51	76	101	126	1,040	1,962	1,490	1,329	1,248
25	27	52	77	102	127	1,080	1,926	1,481	1,325	1,245
25	28	53	78	103	128	1,120	1,893	1,472	1,321	1,243
25	29	54	79	104	129	1,160	1,862	1,463	1,316	1,240

Tabla 28: Series heteróclitas análogas a {7:8:15:22:27:32}. Elaboración propia.

Serie {7:13:20:27:34:41}

Los multifónicos de esta categoría son más estables que los de la serie heteróclita anterior, gracias a que sus intervalos se hallan a una distancia mayor. Los dos primeros componentes se encuentran separados por una séptima mayor (reducida en un octavo de tono), mientras que los dos elementos superiores conforman una cuarta justa.

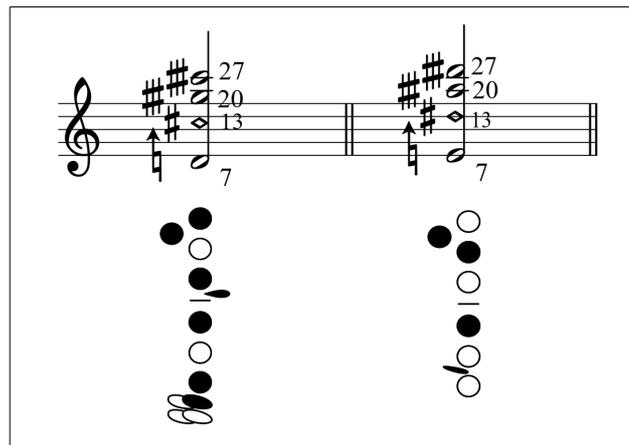


Figura 130: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie {7:13:20:27:34}. Elaboración propia.



48

a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_2/a_1	a_3/a_2	a_4/a_3	a_5/a_4	a_6/a_5
7	13	20	27	34	41	1,857	1,538	1,350	1,259	1,206
8	15	23	31	39	47	1,875	1,533	1,348	1,258	1,205
9	17	26	35	44	53	1,889	1,529	1,346	1,257	1,205
10	19	29	39	49	59	1,900	1,526	1,345	1,256	1,204
11	21	32	43	54	65	1,909	1,524	1,344	1,256	1,204
13	24	37	50	63	76	1,846	1,542	1,351	1,260	1,206
14	26	40	54	68	82	1,857	1,538	1,350	1,259	1,206
15	28	43	58	73	88	1,867	1,536	1,349	1,259	1,205
17	32	49	66	83	100	1,882	1,531	1,347	1,258	1,205
19	36	55	74	93	112	1,895	1,528	1,345	1,257	1,204
19	35	54	73	92	111	1,842	1,543	1,352	1,260	1,207
20	37	57	77	97	117	1,850	1,541	1,351	1,260	1,206
21	39	60	81	102	123	1,857	1,538	1,350	1,259	1,206
21	40	61	82	103	124	1,905	1,525	1,344	1,256	1,204
22	41	63	85	107	129	1,864	1,537	1,349	1,259	1,206
23	44	67	90	113	136	1,913	1,523	1,343	1,256	1,204
23	43	66	89	112	135	1,870	1,535	1,348	1,258	1,205
25	47	72	97	122	147	1,880	1,532	1,347	1,258	1,205
25	46	71	96	121	146	1,840	1,543	1,352	1,260	1,207

Tabla 29: Series heteróclitas análogas a {7:13:20:27:34:41}.
Elaboración propia.

12.3.8 Series heteróclitas derivadas de $a_1=8...n$

Las sucesivas series heteróclitas podrían considerarse equivalentes a las vistas hasta el momento, ya que sus razones serán análogas a las de las doce series expuestas, con una divergencia máxima igual o menor al 4% en el primer intervalo de la serie, y despreciable en las razones de los siguientes elementos. Por ejemplo, la serie {8:9:17:25:33:41}, que sería la siguiente de ellas, puede sustituirse por {7:8:15:22:29:36}, de razones numéricas más simples:

$$\frac{a_2}{a_1} \Rightarrow \frac{9}{8} = 1,125 \approx \frac{7}{4} = 1,75 \quad , \text{ con una divergencia del } -1,6\%;$$

$$\frac{a_3}{a_2} \Rightarrow \frac{17}{9} = 1,889 \approx \frac{15}{8} = 1,875 \quad , \text{ con una diferencia del } 0,747\%;$$

$$\frac{a_4}{a_3} \Rightarrow \frac{25}{17} = 1,471 \approx \frac{22}{15} = 1,467 \quad , \text{ con una divergencia del } 0,273\%;$$

$$\frac{a_5}{a_4} \Rightarrow \frac{33}{25} = 1,32 \approx \frac{29}{22} = 1,318 \quad ; \text{ con una diferencia del } 0,152\%$$

$$\text{y } \frac{a_6}{a_5} \Rightarrow \frac{41}{33} = 1,242 \approx \frac{36}{29} = 1,241 \quad , \text{ con una divergencia del } 0,081\%.$$

En la tabla 28 (p. 313) hemos incluido las series generadas a partir de $a_1=8$ hasta $a_1=25$ que pueden considerarse equivalentes a {7:8:15:22:29:36}.

12.4. Categorías

En el transcurso del capítulo hemos visto que es posible sistematizar la interválica interna de los multifónicos en el clarinete de acuerdo con doce series que parten de una progresión aritmética y que hemos denominado heteróclitas: {1:2:3:4...}, {2:3:5:7...}, {3:4:7:10...}, {3:5:8:11...}, {4:5:9:13...}, {4:7:11:15...}, {5:6:11:16...}, {5:7:12:17...}, {5:8:13:18...}, {5:9:14:19...}, {7:8:15:22...} y {7:13:20:27...}. Los sonidos múltiples pertenecientes a cada una de dichas categorías poseen una sonoridad característica, así como unas implicaciones

similares desde el punto de vista de la técnica instrumental. Asimismo, hemos señalado que dichas series son menos estables y más disonantes a medida que las relaciones interválicas aumentan en complejidad, como puede apreciarse en la figura siguiente:

The figure displays six musical systems, each representing a heteroclit series. Each system consists of a treble clef staff and a bass clef staff. The treble staff shows a vertical line indicating the starting fret and a set of notes with fingerings. The bass staff shows the fundamental of synchronization (Do₃) for each series, marked with a black dot and a bar line. The series are numbered 6, 11, 16, 17, 21, 23, 26, 27, 28, 29, 36, 41. The first series is marked 'F.S.'.

Figura 131: Series heteróclitas construidas sobre Do_3 y fundamental de sincronización. Elaboración propia.

En la figura 131 hemos representado musicalmente los seis primeros elementos de las doce series heteróclitas establecidas en el desarrollo del capítulo, tomando la nota Do_3 como altura inicial. Esto nos permitirá compararlas entre sí teniendo en cuenta su interválica interna, constituyendo además una herramienta que nos servirá de ayuda en la notación de los multifónicos. En el pentagrama inferior, con cabeza negra, hemos señalado la *fundamental de sincronización*, siguiendo la terminología de Castellengo (1982, p. 17), de

cada una de las series. Dicha altura se corresponde con el MCD de las frecuencias presentes en sus respectivas secuencias heteróclitas, de manera que su posición sería coincidente con la fundamental de una hipotética serie armónica sobre la que podríamos superponer los multifónicos de su propia categoría.

Consideramos conveniente subrayar que la representación musical de la figura precedente constituye un modelo de doce tipologías de multifónico, que no hay que confundir con los sonidos múltiples propiamente dichos. También queremos añadir que las alturas presentes en las series anteriores no podrán ser transportadas a cualquier tono, sino que estarán condicionadas por la distribución de los orificios y del sistema de llaves sobre el tubo del instrumento. En este sentido, el primer sonido de los multifónicos pertenecientes a cada una de las series no podrá en ningún caso encontrarse fuera de la tesitura del registro grave del instrumento (ver figura 65, p. 213). En el anexo I hemos incluido una tabla con los sonidos múltiples que hemos propuesto como ejemplo a lo largo del texto, con la intención de que puedan ser empleados con una finalidad compositiva.

13. Aprendizaje de la técnica instrumental

En los capítulos previos hemos tratado el comportamiento acústico de los sonidos múltiples en el clarinete y los aspectos relacionados con su notación musical. Asimismo, hemos realizado una propuesta de clasificación de los multifónicos de acuerdo con su interválica interna, planteando un modelo de ordenación que no había sido desarrollado hasta el momento. Vamos a abordar ahora la manera en la que el cuerpo interactúa con el clarinete en la EMF, estableciendo los elementos que es necesario controlar para su aprendizaje y práctica.

En la técnica de los instrumentos de viento-madera, los gestos que realiza el intérprete para la producción, mantenimiento y modulación del sonido pueden dividirse en cinco planos: apoyo del flujo de aire, configuración del tracto vocal, ajustes en la embocadura, articulación y digitaciones. Dichos gestos tienen lugar de forma predominantemente interna, con la excepción de las digitaciones y la parte visible de la embocadura. Esta circunstancia conlleva una dificultad añadida en las etapas iniciales de su enseñanza y aprendizaje en comparación con otras familias instrumentales en las que los gestos instrumentales son fundamentalmente externos (como es el caso de la cuerda y la percusión), al no ser posible el establecimiento de referencias visuales. Se hace necesario, por tanto, desarrollar la capacidad de atención hacia las propiocepciones, constatando la relación entre el resultado sonoro y los gestos internos, ya sean intencionales o compensatorios. En este sentido, Peñalba (2011) señala que

La propiocepción nos proporciona información sobre el estado de nuestro propio cuerpo y nos permite adaptar nuestras acciones a la información sensorial. Funciona tanto en el plano consciente como en el inconsciente: de forma subconsciente ajusta los músculos y articulaciones para el movimiento global, y de manera consciente permite acceder a la consciencia de una parte concreta del cuerpo en cualquier momento (p. 219).

Como veremos, la obtención de multifónicos en el clarinete requiere de ajustes significativos en la forma de interactuar con el instrumento con respecto a la emisión monofónica en los niveles de respiración, tracto vocal y embocadura, cuya acción será

planteada en el apartado 13.2. La articulación¹²⁸ se comporta de forma análoga en los sonidos simples y múltiples, si bien en estos últimos la dificultad de conseguir un ataque homogéneo y preciso es mayor. La emisión simultánea y diferida de los sonidos del multifónico, así como la posibilidad de realizar ataques sin lengua serán abordadas en los apartados 13.1.3 y 13.2.1. Por su parte, las digitaciones complejas que dan lugar a una parte de los multifónicos (véase la página 226 y siguientes) no requieren una programación y acción motora diferentes a la técnica convencional (entendida como la encaminada a la emisión monofónica), de modo que sólo haremos consideraciones con respecto a algunos casos especiales.

13.1. El cuerpo en la emisión multifónica

Antes de analizar los gestos implicados en la producción de multifónicos en el clarinete desde el punto de vista de su práctica y aprendizaje, realizaremos una descripción de los elementos corporales que están directamente involucrados en ella: respiración, tracto vocal, articulación y embocadura. En este apartado no haremos referencia a la digitación, por no plantear divergencias significativas con respecto a la emisión monofónica.

13.1.1. Gesto respiratorio

El establecimiento y control del flujo de aire en los instrumentos de viento, que constituye la base de la técnica instrumental y de la producción sonora, se realiza a través de la acción del aparato respiratorio, cuya función principal es la hematosis.¹²⁹ Dentro del gesto respiratorio hay diferentes órganos y estructuras implicadas: pulmones, vías respiratorias, estructura ósea y musculatura.

128 Interrupción de la oscilación de la lengüeta a través del contacto de la lengua con su punta, volviendo a entrar en movimiento al retirarla. Esto permite separar los sonidos emitidos dando lugar a los diferentes tipos de articulación o picado (término propio de los instrumentos de viento) en función del tiempo que esté la lengua en contacto con la caña.

129 Transformación de la sangre venosa en sangre arterial gracias a la absorción del oxígeno presente en el aire y la liberación del CO₂ que se produce como deshecho de la actividad celular.

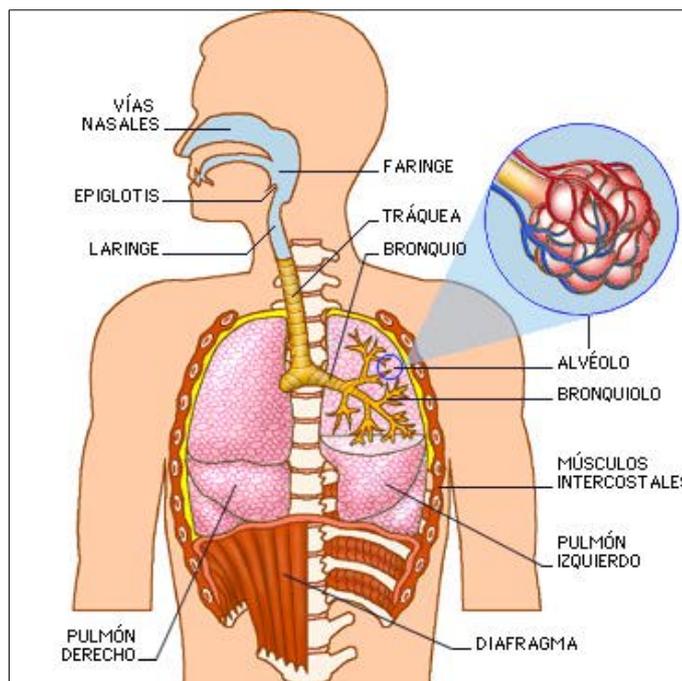


Figura 132: Aparato respiratorio. Imagen recuperada de http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/galeria_imagenes/recursos_galeria.htm.

Los pulmones son los órganos encargados del intercambio gaseoso, que tiene lugar en los alvéolos pulmonares, altamente irrigados. De tejido esponjoso y elástico, los pulmones están recubiertos por la pleura, una membrana doble que permite su adherencia a la caja torácica así como su movilidad. Las vías respiratorias son las encargadas de llevar el aire desde el exterior al interior de los pulmones y viceversa. Se dividen en vías aéreas superiores e inferiores. Las superiores están alojadas en la cabeza y el cuello y constituyen el tracto vocal (ver apartado siguiente). Las vías respiratorias inferiores se sitúan en el tórax, y están formadas por la tráquea, que se ramifica en dos bronquios y éstos a su vez en bronquiolos (figura 132).

La caja torácica es la estructura responsable de la sujeción de los pulmones, así como de permitir su movimiento. Está formada por la columna dorsal, las costillas, los cartílagos costales y el esternón. Hay que destacar que se trata de una estructura flexible gracias a sus numerosas articulaciones, lo que permite que se expanda y contraiga mediante la acción de la musculatura. Los músculos implicados en la respiración se dividen en inspiradores y espiradores. Los primeros agrupan al diafragma y los inspiradores costales (pectorales

mayor y menor, serrato mayor, serrato menor superior, supracostales, escalenos y esternocleidomastoideo). El diafragma es el músculo inspirador principal: tiene forma de cúpula y se encuentra unido a la base de los pulmones a través de la pleura, separando la caja torácica y la zona abdominal. Calais-Germain (2006) indica que no es fácil sentir la acción del diafragma de forma directa porque es un músculo «poco inervado desde el punto de vista sensitivo» (p. 86). Los inspiradores costales, por su parte, se encargan de aumentar el volumen de la caja torácica, elevando y separando las costillas. Por su parte, los músculos espiradores se dividen en abdominales y espiradores costales. Los primeros son los antagonistas del diafragma y están formados por el transverso, el oblicuo mayor y menor, y el recto mayor. La acción de los espiradores costales aproxima las costillas entre sí, disminuyendo de esta forma el volumen de la caja torácica. Éstos últimos se dividen en el triangular menor, el cuadrado lumbar, el serrato menor inferior y en los intercostales.

Las estructuras vistas con anterioridad se combinan para permitir el ciclo respiratorio, que consta de cuatro fases: inspiración, apnea inspiratoria, espiración y apnea espiratoria. En primer lugar, la inspiración provoca la entrada de aire en los pulmones a través de las vías aéreas. Esto se consigue mediante dos acciones: 1) gracias a la contracción y descenso del diafragma, que tira de la base de los pulmones a modo de émbolo, haciendo que éstos aumenten de volumen; 2) por la acción de los inspiradores costales, que hacen que la caja torácica se eleve y expanda. En segundo lugar, la apnea inspiratoria consiste en un instante de pausa o retención con los pulmones llenos. Este momento de espera precisa que la musculatura inspiradora mantenga su actividad y ayuda a que se produzca un mejor intercambio gaseoso. En tercer lugar, la espiración, fase opuesta a la inspiración, consiste en expeler el aire del interior de los pulmones al exterior. Puede producirse por dos tipos de movimiento: 1) por la vuelta elástica de los pulmones a su tamaño inicial (especialmente después de una inspiración forzada), gracias a la relajación de los músculos inspiradores; 2) por la acción de los músculos espiradores: los abdominales empujarán de forma indirecta al diafragma hacia arriba, mientras que los espiradores costales harán que el volumen de la caja torácica disminuya. Por último, la apnea espiratoria es una pausa que se produce tras la espiración y que precede a una nueva inspiración, cerrando el ciclo.

De acuerdo con Calais-Germain (2006), tomando en consideración los gestos que intervienen en inspiración y espiración, así como sus combinaciones, podemos determinar dos tipologías básicas de respiración: diafragmática y torácica (también denominadas

abdominal y costal), que difieren en función de la musculatura y zonas movilizadas. La respiración diafragmática es el gesto respiratorio más adecuado para la práctica musical con los instrumentos de viento. Gil Valencia (1991) lo justifica señalando que este tipo de respiración moviliza la parte baja de los pulmones, por ser «la que más cantidad de aire puede albergar» (p. 69). En el gesto inspiratorio el diafragma desciende desplazando las vísceras que se encuentran por debajo de él, lo que produce un abombamiento del abdomen. Durante la espiración el diafragma vuelve paulatinamente a su posición de reposo, elevándose por el retorno elástico de los pulmones a su volumen inicial. Calais-Germain (2006) señala que «el tejido elástico pulmonar, puesto en tensión extrema, posee una enorme fuerza de retorno elástico» (p. 120). Así pues, en el caso de realizar una inspiración amplia (necesaria para la práctica musical en el clarinete y para la EMF) la fuerza de retorno elástico de los pulmones exigirá que el diafragma mantenga un cierto grado de tensión para evitar un retorno súbito de los mismos, dosificando de esta forma el flujo de aire exhalado.

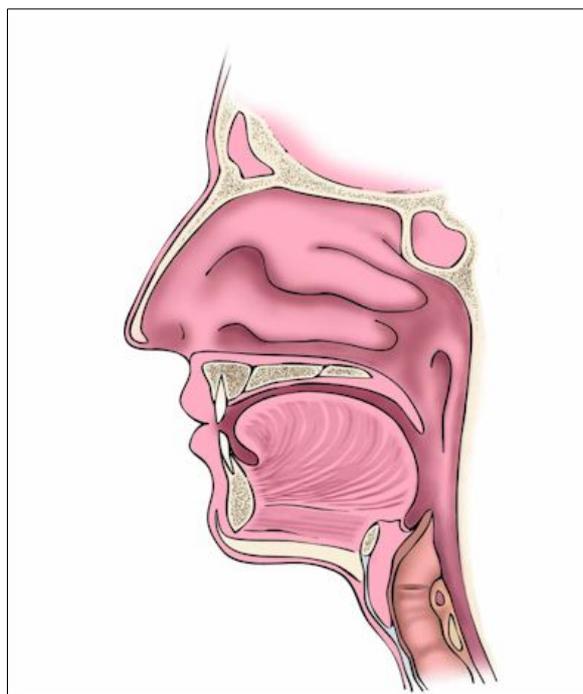


Figura 133: Tracto vocal. Imagen recuperada de http://recursostic.educacion.es/ciencias/biosfera/web/profesor/galeria_imagenes/recursos_galeria.htm.

13.1.2. Tracto vocal

Las vías respiratorias superiores están formadas por las fosas nasales, boca, faringe y laringe (figura 133, en la página anterior). Su función principal, desde el punto de vista de la respiración, es la de calentar, humedecer y depurar el aire que pasa a través de ellas. Estas estructuras forman además parte del aparato fonador, encargado de la producción y modulación de la voz. Los estudios llevados a cabo por autores como Johnston, Clinch & Troup (1986), Fritz (2004), o Fritz & Wolfe (2005) acerca del papel del tracto vocal en el control del sonido por parte de los clarinetistas señalan que su influencia puede ser muy marcada en la afinación de los registros agudo y sobreagudo, así como en la transición entre sonidos. Los principales elementos corporales que el intérprete puede controlar, ya sea a través de gestos efectivos o compensatorios,¹³⁰ son la abertura de la glotis y la posición de la lengua dentro de la cavidad bucal. Al generarse el flujo de aire en los instrumentos de viento, la glotis debe permanecer abierta para evitar que la vibración de las cuerdas vocales interfiera en el sonido. En la enseñanza de la técnica instrumental, la oclusión de la glotis se denomina de forma común como bloqueo del paso del aire en la garganta.

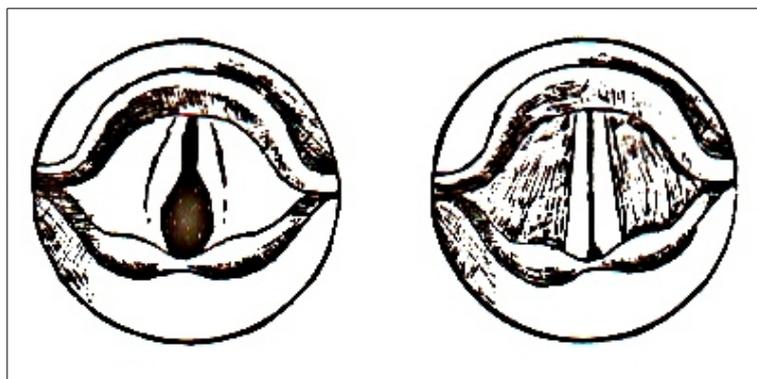


Figura 134: Glotis abierta (izquierda) y cerrada (derecha). Imagen tomada de *Los sonidos del lenguaje*, (p. 41), por J. Gil Fernández, 1988, Madrid: Síntesis.

¹³⁰ Los gestos efectivos están dirigidos a la producción sonora, mientras que los compensatorios podrían considerarse como los ajustes que se realizan para conseguir el sonido deseado, pudiendo ser conscientes o inconscientes. En el apartado 13.2.2 hablaremos acerca de la relación contingente entre percepción y acción.

Para que el flujo de aire se conduzca a la cavidad bucal es preciso que el velo del paladar, o paladar blando, se eleve haciendo que la úvula cierre el paso del aire a la cavidad nasal (figura 135). En cuanto a la acción de la lengua, Pay (1995) destaca la importancia de su posición en el control de la afinación del instrumento, señalando que puede influir en el comportamiento habitual del instrumento, de modo que un simple cambio en su colocación permite realizar un *glissando* descendente igual o mayor a una sexta a partir de Do_5 (p. 111).

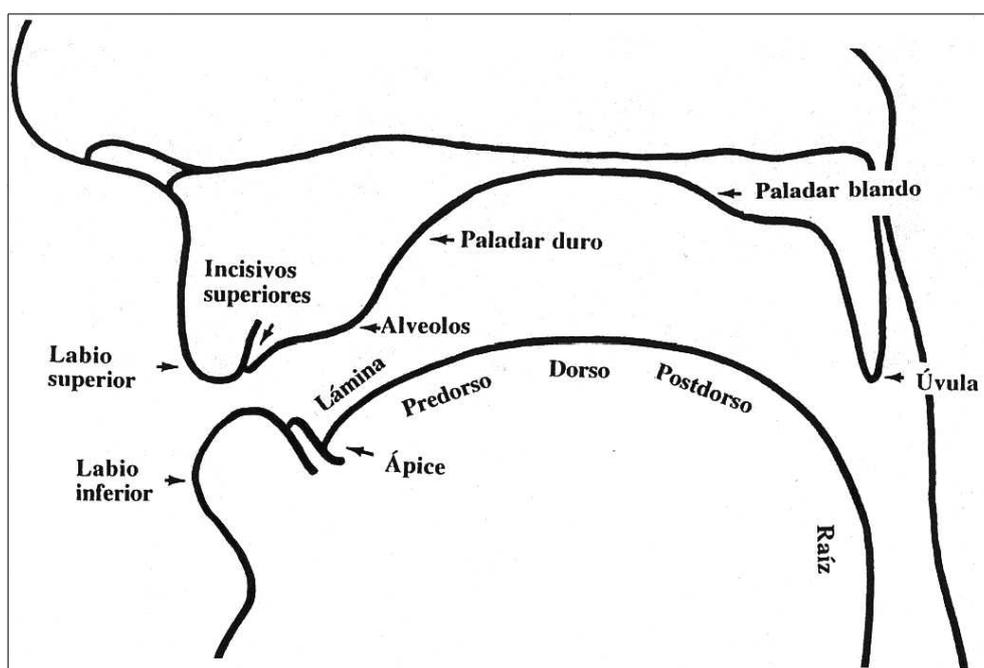


Figura 135: Representación esquemática de la cavidad bucal. Imagen tomada de Los sonidos del habla, por J. Llisterri Boix. En C. Martín Vide (ed.), 1996, *Elementos de lingüística*, p. 81. Barcelona: Octaedro.

La lengua desempeña un papel fundamental en la configuración del paso de aire y de las resonancias bucales. Su posición en el interior de la cavidad bucal puede analizarse en función de los planos vertical y horizontal. En primer lugar, la posición vertical de la lengua puede ser: 1) cerrada o alta, en la que la parte superior de la lengua se encuentra muy próxima a la parte superior del tracto bucal; 2) semiabierta, de manera que la parte más elevada de la lengua se encuentra en una posición intermedia entre cerrada y abierta., 3) abierta o baja, con la parte más elevada de la lengua muy separada de la parte superior de la cavidad bucal. En segundo lugar, la colocación desde el punto de vista horizontal de la

lengua se divide en: 1) anterior o palatal, donde la parte superior de la lengua se sitúa en la zona anterior de la boca; 2) central, situada en la parte intermedia de la cavidad bucal; y 3) posterior o velar, en la que la parte superior de la lengua se posiciona en la zona posterior de la cavidad oral. En el capítulo 14 constataremos la importancia de las vocalizaciones en el aprendizaje de la técnica encaminada a la obtención de multifónicos.

13.1.3. Articulación

La acción de la lengua no se limita a determinar la forma de la cavidad oral en relación con el paso del aire, sino que desempeña un papel fundamental en la separación del sonido. De hecho, «el uso más obvio de la lengua es la articulación» (Pay, 1995, p. 114), entendida como la interrupción de la vibración de la caña con el fin de separar los sonidos musicales. El contacto de la lengua con la punta de la caña frenará su movimiento de oscilación, que se reiniciará cuando ésta se retire de la misma, siempre que no se haya interrumpido el apoyo abdominal del flujo de aire. El gesto correspondiente a frenar la vibración de la caña mediante la acción de la lengua se denomina *picado* dentro del ámbito de la técnica instrumental de viento. La calidad y tipologías de picado variará fundamentalmente en función del tiempo en el que la lengua esté en contacto con la lengüeta del instrumento. En un extremo encontramos el *staccato*,¹³¹ consistente en una separación pronunciada de los sonidos, cuya duración se reduce de forma notable al estar la lengua en contacto con la caña durante al menos la mitad del valor de la nota articulada. En el extremo opuesto tenemos los sonidos ligados, en cuya transición no interviene la lengua, de manera que su duración se mantiene durante todo el valor de la figura musical.

En cuanto a la emisión de sonido, también denominada *ataque* (Pino, 1998, p. 82), podemos establecer dos tipologías básicas en función de la intervención o no de la lengua: emisión con lengua y emisión *diafragmática* (Gil Valencia, 1991, pp. 86-91). En la primera de ellas la lengua impide el paso del aire, que es presionado de forma previa a la emisión, de manera que la caña entrará en vibración al retirar la lengua. En la emisión sin lengua el

131 Término italiano que puede traducirse como *separado* o *destacado*.

sonido se inicia directamente a partir del apoyo abdominal del flujo de aire sin que la lengua interrumpa su paso, siendo el diafragma el músculo encargado de frenar su salida. Hay que señalar que en este tipo de emisión la glotis debe permanecer abierta, para impedir una emisión que podríamos denominar *de garganta*. Consideramos que ésta última resulta contraproducente, al ser un tipo de emisión indirecta, ya que es necesario que el flujo respiratorio ponga en movimiento al volumen de aire contenido entre la glotis y la boquilla (dando lugar a un retardo leve en la generación del sonido).

13.1.4. Embocadura

Estellés (1995) define la embocadura como «la manera de aplicar los labios y la boca a la boquilla del instrumento» (p. 38). Pino (1998) la describe como «la salida adecuadamente formada y reforzada a través de la cual el flujo de aire debe pasar para ser recibido por el instrumento» (p. 53), mientras que Harris (1995) se refiere a ella como «la formación de los labios y de los músculos faciales asociados alrededor de la boquilla» (p. 128). En la técnica moderna del clarinete, la mentonera de la boquilla (ver figura 29, p. 119) se apoya contra los dos incisivos centrales superiores, mientras que la caña descansa sobre el labio inferior. Weston (1976) y Pay (1995) señalan, entre otros autores, que el contacto de los labios con la caña debe producirse sobre el punto donde ésta comienza a separarse de los raíles de la boquilla. Pay (1995) afirma además que «existen muchos tipos de embocadura básica porque hay muchos tipos de boquillas, y resulta evidente que la fuerza de la caña también marca una diferencia» (p. 117). Con respecto al punto de contacto de los dientes con la mentonera, éste dependerá no sólo de las características de la boquilla, sino también de la propia configuración dental del músico.

En la disposición de la embocadura, los dos elementos corporales a tener en cuenta son la posición de los labios y de la mandíbula. Los primeros deben rodear la boquilla para evitar pérdidas de aire, mientras que la mandíbula es la encargada de ejercer presión sobre la caña y de determinar el punto de contacto del labio inferior con ella. Dicho punto de contacto puede desplazarse hacia la punta de la lengüeta o hacia su base al mover la mandíbula hacia detrás o hacia delante, como veremos en el apartado 13.2.1.

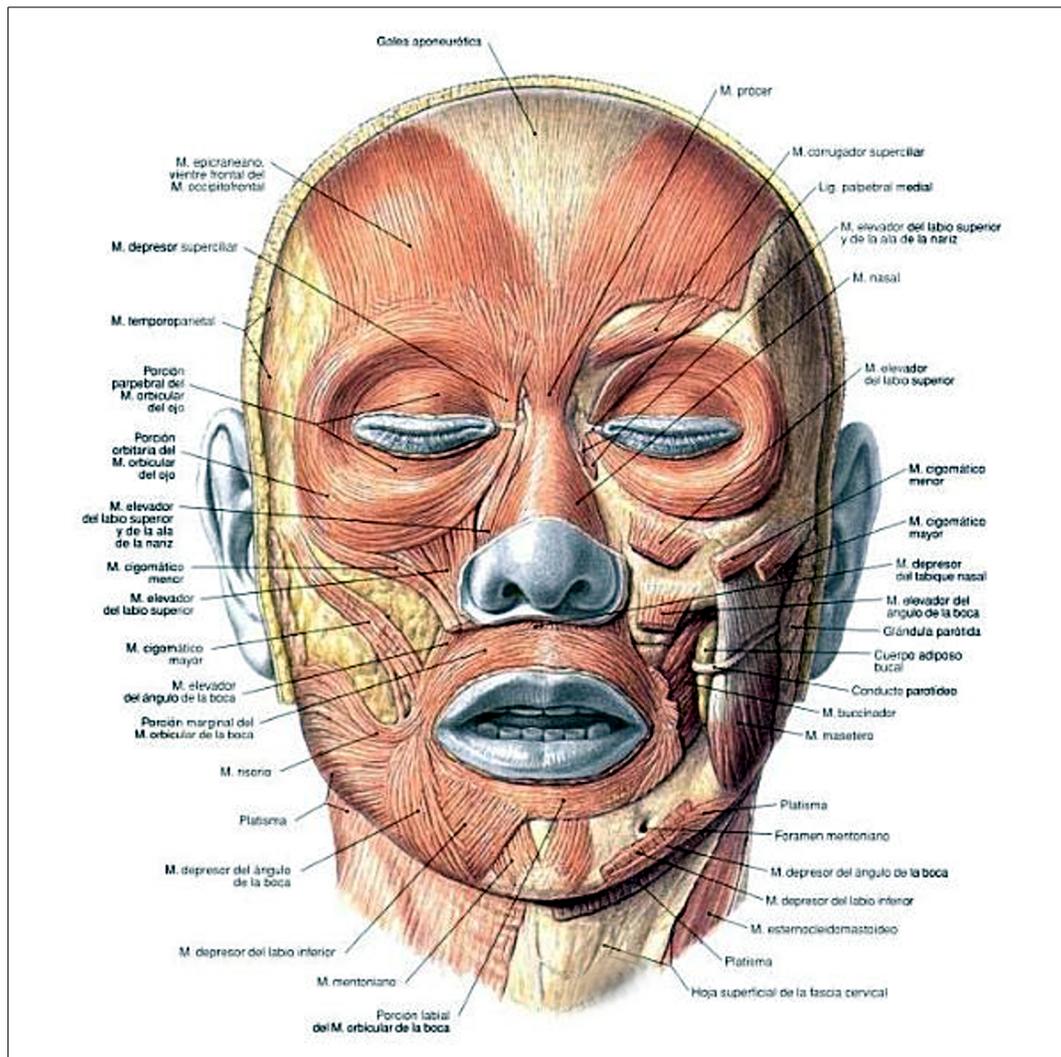


Figura 136: Musculatura facial y masticadora. Imagen tomada de *Atlas de anatomía humana: cabeza, cuello y miembro superior* (vol. 1, p. 70), por J. Sobotta, R. V. Putz y R. Pabst, 2007, Madrid: Panamericana.

Con respecto a la musculatura implicada (figura 136), Rosset y Fàbregas (2005) señalan que «los músculos que contribuyen a conformar la embocadura son extremadamente delgados y, además, no tienen puntos de anclaje sólidos al hueso. Unos se interconectan con los otros constituyendo una especie de red muscular» (p. 95). En la formación de la embocadura del clarinete destacaremos el papel del músculo orbicular de la boca, del buccinador y del masetero.

13.2. La emisión multifónica y su aprendizaje

En este apartado vamos a analizar la forma en que interactúa el músico con el clarinete en la producción de los multifónicos desde el punto de vista corporal y de su aprendizaje. Para ello aplicaremos el modelo de estudio del papel del cuerpo en la interpretación musical propuesto por Peñalba (2008). Dicho modelo se articula en cuatro estadios: programación, acción motora, control a través de la percepción y almacenamiento.

- 1) Programación motora. Antes de realizar un movimiento es necesario planificarlo. Los gestos implicados pueden ser conscientes o inconscientes: los primeros dependen de la imagen corporal, mientras que los segundos están relacionados con el esquema corporal. Gallagher & Cole (1995) diferencian los conceptos de imagen y esquema corporal, de modo que la primera podría considerarse como el conjunto de percepciones, representaciones mentales, creencias y actitudes relacionadas con el cuerpo que se caracterizan por la intencionalidad. El esquema corporal, a diferencia de la imagen, involucra el sistema motor de capacidades, habilidades y hábitos que permiten el movimiento y el equilibrio postural, pero que son inconscientes desde el punto de vista de la intencionalidad.
- 2) Acción motora. Una vez programado el gesto, éste se hará efectivo a través de una acción física corporal. Los gestos realizados por el intérprete podrán ser efectivos o acompañantes: los primeros son los que están implicados de forma directa en la producción sonora, a diferencia de los acompañantes. Estos últimos pueden ser designados con otros términos, como gestos *instrumentales* o *interactivos*. (Wanderley, 1999).
- 3) Control a través de la percepción. La percepción y la acción se relacionan de forma contingente. En el aprendizaje de la técnica instrumental es preciso conocer y experimentar la forma en que los gestos dan lugar a diferentes sonidos, y cómo los sonidos nos guían hacia determinados movimientos.
- 4) Almacenamiento. Las formas en las que interviene el cuerpo en la técnica instrumental se interiorizan como resultado de la propia experiencia en los planos motriz, sonoro, cognitivo y emocional.

13.2.1. Programación y acción motora

Como hemos señalado, cualquier digitación es susceptible de producir diferentes sonidos monofónicos y múltiples mediante el ajuste de los elementos corporales implicados en la producción sonora: embocadura, tracto vocal y respiración. Dividiremos el análisis de este apartado en dichos planos corporales.

Respiración

Para que la oscilación de la caña y la consecuente vibración de la columna gaseosa contenida en el tubo del instrumento tengan lugar, es necesario generar un flujo de aire con un caudal suficiente.¹³² Esto se consigue a través del apoyo continuado del soplo mediante la combinación de los dos tipos de acción muscular correspondientes a los gestos de inspiración y espiración, descritos con anterioridad. Pay (1995) explica la técnica de apoyo del soplo (*support*) mediante la acción antagonista de la musculatura abdominal y del diafragma. La contracción de la musculatura abdominal y de los espiradores costales empujará el aire contenido en los pulmones hacia el exterior, a través de las vías respiratorias. Para dosificar el volumen de aire exhalado será necesaria la acción simultánea del diafragma durante la fase de espiración, de manera que contrarreste la fuerza ejercida por los espiradores y por el retorno elástico de los pulmones a su posición inicial.

A partir de la observación de nuestra propia práctica instrumental hemos constatado que la producción de multifónicos necesita una cantidad mayor de aire para sostener la oscilación de la lengüeta, pero con una velocidad menor de salida. En este sentido, Farmer (1982) señala que «la presión de aire puede ser descrita como menos forzada, intentando producir un flujo de aire lento y constante» (p. 13). Se trata de aumentar el área por la que pasa el aire insuflado (en los planos del tracto vocal y de la embocadura), disminuyendo su velocidad de paso.

En relación con la enseñanza-aprendizaje de los multifónicos, hemos podido constatar en reiteradas ocasiones cómo los alumnos de los primeros cursos de clarinete obtienen sonidos múltiples de forma accidental al intentar tocar notas de registro agudo. Una de las razones que explica esta circunstancia es que éstos aún no han desarrollado una técnica de

¹³² El caudal es la cantidad (volumen) de un fluido que pasa por un área en una unidad de tiempo.

respiración que les permita controlar la velocidad de salida del aire insuflado. Los registros agudo y sobreagudo del clarinete requieren mayor velocidad de aire en comparación con el registro grave, en el que es posible emitir y mantener el sonido ejerciendo un esfuerzo menor con la musculatura abdominal. Al comenzar la práctica de estos sonidos los alumnos deben desarrollar nuevos hábitos técnicos que les permitan insuflar el aire en el instrumento con mayor presión y velocidad de salida. Esta situación se combina con las características de las digitaciones de tipo complejo empleadas para la obtención de las notas agudas y sobreagudas, que pueden contribuir a la emisión de multifónicos a través de la división en secciones que determinan en la columna de aire.

Tracto vocal

Como hemos señalado en el apartado 13.1.2, en la enseñanza y aprendizaje de los instrumentos de viento se emplean los conceptos *abrir y cerrar la garganta* para referirse a la apertura y oclusión glótica, respectivamente. En este sentido, dentro de la emisión monofónica, Pérez Mora (1997) señala que «la garganta debe estar abierta, como si se fuese a bostezar» (p. 81). La frase anterior puede resultar apropiada dentro de la enseñanza de la técnica instrumental con el fin de evitar interrupciones en el paso del flujo de aire a la altura de la glotis,¹³³ pero resulta incorrecta desde el punto de vista de la configuración del tracto vocal en la producción de sonidos monofónicos, según demuestran las investigaciones de Fritz (2004), Fritz & Wolfe (2005), Chen, Smith & Wolfe (2009), o Fritz, Causse, Kergomard & Wolfe (2005). Tras la realización de un experimento en el que midieron las resonancias vocales de diecisiete clarinetistas a través de la colocación de un micrófono en el interior de la boquilla, Fritz & Wolfe (2005) señalan que la apertura de la glotis tiene un efecto pronunciado en las resonancias del tracto vocal. Afirman además que los clarinetistas expertos la mantienen casi cerrada en la producción de sonidos monofónicos, mientras que los aficionados la cierran parcialmente (p. 3315). Esta podría ser una de las razones que explica la obtención accidental de multifónicos por parte de los alumnos que aún no tienen un control de la sonoridad del instrumento.

133 Un defecto técnico común son las llamadas *emisiones de garganta*, consistentes en cerrar el paso del aire a la altura de la glotis a la vez que se ejerce presión con la musculatura abdominal, realizándose el ataque del sonido cuando se relaja la musculatura glótica. Este tipo de emisión presenta inconvenientes relacionados con la afinación, calidad sonora y precisión en los ataques.

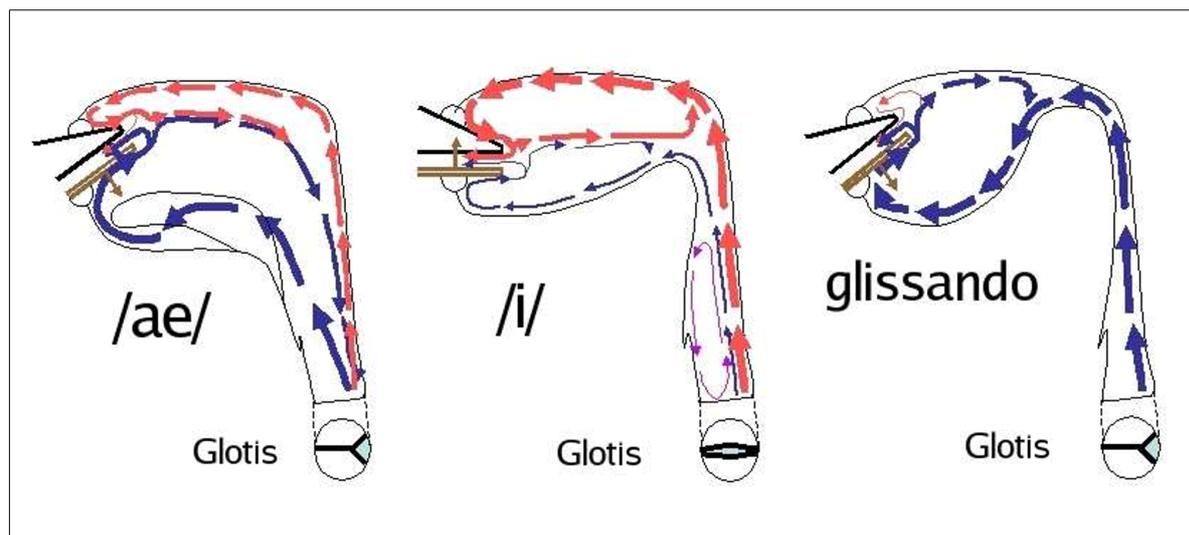


Figura 137: Representación esquemática de las tres configuraciones del conducto vocal que ilustran la circulación de aire. Adaptado de Fritz, 2004, p.182.

En la figura anterior hemos incluido un esquema de la influencia de la posición de la lengua con respecto al flujo de aire según Fritz (2004). En azul se representa el aire circulando sobre la lengua con dirección a la caña, y en rojo el aire circulando hacia el paladar, en dirección a la mentonera (extremo superior de la boquilla, en su cara posterior). En la configuración /æ/, la lengua deja pasar lateralmente el chorro de aire por debajo, de forma contraria a las otras dos configuraciones. En el gráfico correspondiente a la configuración /i/ el ángulo de la embocadura ha sido modificado para acentuar la diferencia de circulación. En el círculo inferior se señala una vista esquemática de la glotis en la posición que la autora le supone en cada una de las tres configuraciones.

Con respecto a la EMF, Rehfeldt (1994) afirma que la garganta ha de estar relajada para obtener una resonancia máxima y un sondio centrado (p. 43). Farmer (1982) se expresa en el mismo sentido, añadiendo que la relajación de la musculatura de la garganta tiene por objeto evitar la focalización del sonido en una sola altura (p. 13). No obstante, es preciso señalar que ambos autores se expresan a partir de su propia experiencia como clarinetistas, sin haber verificado dichas afirmaciones de forma experimental.

En el apartado precedente hemos indicado que para la obtención de multifónicos es necesario disminuir la velocidad de salida del flujo de aire. Dicha disminución implica un aumento del área por la que circula el caudal de aire en comparación con los sonidos

monofónicos. Hay que señalar que este incremento en la abertura de las vías respiratorias superiores no sólo se produce por la acción de la glotis, sino también por la posición de la raíz y el post-dorso de la lengua (ver figura 135, p. 325). Este órgano desempeña un papel destacado en el paso del aire y en el control de las resonancias vocales. Dentro de la cavidad bucal, su posición horizontal y vertical determina configuraciones distintas que contribuirán a la obtención de diferentes sonidos, ya sean simples o múltiples. El movimiento de la lengua podrá ser planificado a través de la imagen corporal que ofrecen las vocalizaciones. Tenemos que señalar que no existe consenso con respecto a este aspecto. Dentro de la producción sonora monofónica, Pérez Mora (1997, pp. 81-83) indica que es preciso pensar en el sonido /ui/, mientras que Gil Valencia (1991, p. 82) afirma que la disposición correspondiente a la vocal /o/ es la más adecuada. Por su parte, Seve (1991) afirma que las vocales más cerradas, /ü/¹³⁴ e /i/, se corresponden con los sonidos de los registros agudo y sobreagudo, mientras que la posición abierta /a/ es más adecuada para el registro medio y grave. Señala además que «los grados de abertura intermedios permiten la emisión simultánea de los elementos del multifónico» (p. 28), remarcando que la fisiología y morfología de cada músico conlleva variaciones pronunciadas. En relación con lo anterior, Fritz & Wolfe (2005) concluyen, a raíz de un experimento realizado, que diferentes clarinetistas profesionales de gran nivel consiguen un sonido de calidad empleando configuraciones del tracto vocal distintas, pero coinciden en que intentan mantener una configuración estable a lo largo de la mayor parte del registro del instrumento (p. 3315).

A partir nuestra propia experiencia instrumental y docente, consideramos que la posición vertical cerrada (alta) de la lengua, cuyo dorso se mantiene próximo al paladar, contribuye a la producción de sonidos monofónicos, mientras que las posiciones semiabierta y abierta son más adecuadas para la obtención de sonidos múltiples. Con respecto al plano horizontal, una posición palatal (anterior) favorecerá la obtención de frecuencias agudas, mientras que su desplazamiento hacia la parte posterior (velar) contribuirá a la emisión de frecuencias más graves. De acuerdo con Fritz & Wolfe (2005), en la práctica convencional los clarinetistas emplean fundamentalmente las configuraciones vocales correspondientes a los sonidos /i/ y /o/,¹³⁵ que implican un desplazamiento de la lengua en sentido anterior y posterior, respectivamente.

134 U francesa.

135 El texto está redactado en inglés, por lo que los autores representan dichos fonemas como ee /i:/ y aw /o:/.

Embocadura

Los dos gestos básicos relacionados con la embocadura son la apertura y cierre de la mandíbula, y su desplazamiento en sentido anterior y posterior. Hay que tener en cuenta que la boquilla forma un ángulo de aproximadamente cuarenta y cinco grados con respecto al eje vertical del instrumentista, por lo que no podemos hablar de desplazamiento en sentido horizontal y vertical de la mandíbula. En el caso del clarinete el maxilar inferior debe estar ligeramente separado del superior para permitir la colocación de la boquilla. Weston (1976) señala que «para controlar el sonido en el clarinete es preciso aplicar presión sobre la caña en diferentes grados con la mandíbula a través del labio en el punto en que la caña se une con la boquilla» (p. 55). La abertura y presión ejercida con la mandíbula estará determinada por las características de la boquilla y caña. Si la presión es excesiva cerraremos el paso de aire entre la lengüeta y la boquilla, impidiendo la producción sonora. El control de la abertura entre la caña y el cordón de la boquilla (ver figura 29, p. 119) mediante la presión ejercida con la mandíbula determina el área que atraviesa el caudal de aire. Una abertura menor supondrá una disminución en el caudal (pero un aumento en su velocidad de paso), mientras que a mayor abertura el caudal se incrementará pero la velocidad de salida del flujo de aire se reducirá.

En cuanto al desplazamiento de la mandíbula en sentido anterior y posterior, siguiendo el eje central de la lengüeta, Pay (1995, pp. 117-118) indica que el balanceo del punto de contacto del labio con la caña puede apagar la vibración de los parciales superiores (al desplazarse hacia la punta de la misma, mediante el movimiento de la mandíbula en sentido posterior), mientras que su desplazamiento hacia la base dará lugar al efecto contrario (potenciación de los parciales superiores). En el capítulo 9 hemos visto los símbolos empleados por Bartolozzi (1967) y Bok (2002) para realizar indicaciones relativas a la presión ejercida con el aire y con la embocadura (ver figuras 38 y 53, en las páginas 141 y 175). Sin embargo, Farmer (1977) considera que los ajustes relacionados con la embocadura así como con la presión ejercida con los labios y el aire insuflado son prácticamente imposibles de determinar de forma universal debido a las diferencias individuales entre intérpretes, señalando con respecto a la EMF que

La embocadura y el soporte de aire para cada individuo debe estar sujeto a la experimentación con las sensaciones interpretativas físicas –esto es, el “sentimiento” de la caña en el labio inferior y el “sentimiento” de determinadas cuantías de aire introduciéndose en la boquilla–. Una sensibilidad marcada a estas

variables y la capacidad de modificarlas a voluntad son de extrema importancia en la ejecución de multifónicos (p. 33).

Un último aspecto relacionado con la embocadura es la tensión muscular del labio inferior, sobre el que se apoya la lengüeta. Pay (1995) afirma que la flexibilidad del labio permitirá realizar cambios sutiles que ajusten la calidad del sonido. Por lo tanto, consideramos más apropiadas para la obtención de multifónicos aquellas configuraciones de embocadura que eviten ejercer una tensión excesiva en la colocación del labio inferior. Pino (1998) señala que pensar en el labio como un *cojín para la caña* (p. 58) puede ayudar al alumno a configurar la embocadura en este sentido. En relación con la técnica necesaria para la producción de sonidos múltiples propiamente dichos, a través de nuestra propia práctica instrumental hemos podido constatar que es preciso disminuir la presión ejercida sobre la lengüeta con respecto a la emisión de sonidos monofónicos. De acuerdo con esto, Farmer (1982) señala que la relajación de la embocadura y de la cavidad oral acompañada de menos presión en el labio permitirá desarrollar una sensibilidad mayor hacia la vibración de la caña, facilitando la producción de multifónicos más fiables (p. 13).

Ataque y articulación

Conseguir una emisión multifónica en la que todas las alturas del sonido múltiple comiencen de forma conjunta es quizás uno de los aspectos de mayor dificultad en el control de esta técnica instrumental extendida. Al igual que en la emisión monofónica, podemos realizar un ataque de aire o de lengua. Con respecto a ambos Seve (1991) señala que el ataque de diafragma puede conllevar un retardo muy leve en la aparición de los elementos superiores, mientras que el ataque de lengua propiciará la aparición de un único sonido (por lo general el más grave), retrasando sensiblemente la aparición de los sonidos restantes. Así pues, consideramos que el ataque sin lengua facilitará la obtención de los multifónicos, como hemos podido constatar a través de nuestra propia práctica instrumental y del trabajo llevada a cabo con los alumnos, que detallaremos en el capítulo siguiente.

En cuanto a la articulación, hay que señalar que los ataques repetidos sobre un mismo multifónico con una digitación mantenida únicamente serán posibles a un tempo moderado. La práctica de la articulación en la EMF requerirá de una mayor sensibilidad y control en la acción de la lengua, lo que podrá reportar beneficios en la limpieza y precisión de la articulación propia de la práctica convencional.

Digitación

Podría considerarse como el factor que entraña menor dificultad en la enseñanza-aprendizaje de la técnica instrumental, pues nos proporciona exterocepciones de tipo visual y táctil. Hay que señalar que la programación y acción motora es idéntica en la producción de sonidos monofónicos y multifónicos. No obstante, determinadas digitaciones complejas empleadas en la obtención de sonidos múltiples exigen los siguientes gestos atípicos en la práctica convencional:

- 1) Tapar medios agujeros en los casos de los oídos obturados directamente con la yema de los dedos (véase la figura 111, p. 282).
- 2) Deslizar los meñiques de una llave a otra en el enlace de sonidos múltiples diferentes. Este movimiento de digitación es común en otros instrumentos de viento-madera, como el saxofón o la flauta travesera, así como en el clarinete de sistema alemán, pero en el clarinete Boehm se realizan de forma excepcional dentro de la interpretación monofónica convencional.
- 3) Accionar las llaves laterales 10 y 10 bis con el dedo pulgar de mano derecha. Este dedo desempeña un papel fundamental en la sujeción del instrumento, por lo que su desplazamiento requiere una redistribución del peso del clarinete entre ambas manos y la embocadura.

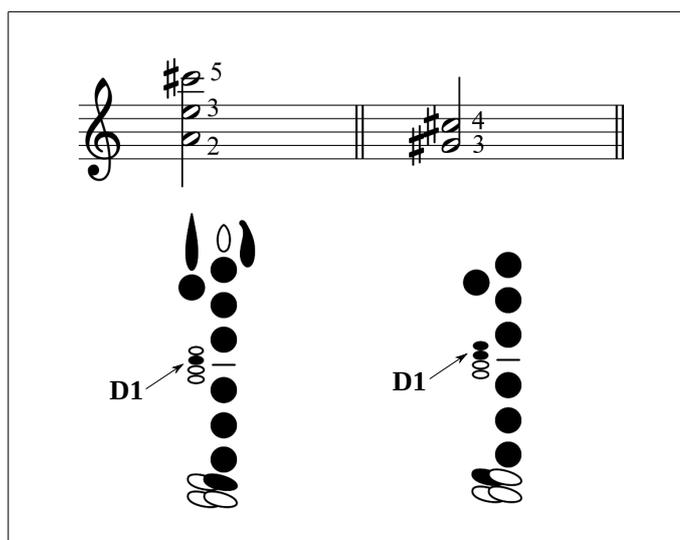


Figura 138: Digitaciones en las que el pulgar derecho debe desplazarse para accionar llaves laterales. Elaboración propia.



En la figura anterior las llaves señaladas con la flecha deben accionarse con el dedo pulgar de la mano derecha (D1). Nótese que en el segundo multifónico del ejemplo (díada) es preciso presionar las llaves 11 y 10bis de forma simultánea.

13.2.2. Relación contingente entre percepción y acción

Se trata de la relación establecida entre el gesto instrumental y el resultado sonoro, así como las modificaciones del primero en función del sonido producido. Como hemos visto, los gestos respiratorios, vocales y de embocadura están estrechamente relacionados y desempeñan un papel fundamental en la producción sonora con el clarinete, ya sea de sonidos sencillos o múltiples. En dichos movimientos el esquema corporal se encuentra involucrado, pues su ajuste y control se produce de forma predominantemente inconsciente, como fruto de la búsqueda de la sonoridad deseada. En este sentido, Thurston (1964, p. 1) y Weston (1976, p. 55) señalan que el *oído mental* es un requisito indispensable para el desarrollo de un sonido de calidad por parte del alumno. A través de la retroalimentación producida mediante la percepción auditiva, los tres planos corporales citados con anterioridad (respiración, tracto vocal y embocadura) interactúan en la búsqueda del ideal sonoro. En la obtención de multifónicos podemos destacar los gestos compensatorios siguientes:

- 1) Desplazamiento de la mandíbula. Se trata de un balanceo leve que modifica el punto de contacto del labio inferior con la caña. Al avanzar hacia la base de la boquilla se consigue que la lengüeta se mueva con mayor libertad, favoreciendo la obtención de sonidos más agudos. Al retroceder hacia la punta de la caña se mitiga la vibración, consiguiendo sonidos de menor frecuencia.
- 2) Plano vertical de la lengua. Su descenso propiciará la obtención de multifónicos, mientras que su ascenso dará lugar a sonidos de tipo monofónico.
- 3) Plano horizontal de la lengua. Su desplazamiento en sentido posterior (hacia la zona velar) bajará la afinación del sonido producido. Por el contrario, un movimiento en sentido anterior (hacia la zona palatal) subirá la afinación.

- 4) Gestos respiratorios. Se trata de modificar la velocidad de salida del aire a través de la acción del diafragma (que contrarresta el empuje de la musculatura abdominal). Una disminución en la velocidad de salida favorecerá la obtención de sonidos múltiples, mientras que su aceleración contribuirá en la emisión de una sola altura. Recordemos que la acción del diafragma sólo se puede sentir de forma indirecta, al ser un músculo poco inervado desde el punto de vista sensitivo. No obstante, mediante las propiocepciones es posible percibir la presión interna y la velocidad de salida del aire.

13.2.3. Almacenamiento e interiorización

El almacenamiento no constituye el último estadio desde el punto de vista temporal, sino que las fases descritas se encuentran interrelacionadas. Peñalba (2008) señala que «toda programación motora parte de la experiencia almacenada» (p. 244). En el modelo que propone para el análisis del papel del cuerpo en la interpretación musical distingue tres tipos de implicaciones corporales en los procesos mentales de almacenamiento, como resultado del control motor, de prestaciones y de esquemas encarnados.¹³⁶ Abordaremos únicamente los procesos derivados del control motor, ya que el presente capítulo se centra en la producción de multifónicos desde el punto de vista de la técnica instrumental.

La interiorización de los gestos instrumentales involucrados en la producción de multifónicos (respiración, vocalizaciones, embocadura y digitación) conlleva la posibilidad de reproducirlos en el futuro. En el proceso de enseñanza-aprendizaje es preciso focalizar la atención del alumno hacia las propiocepciones relacionadas con el control motor. La evocación de las propiocepciones permitirá realizar una toma de conciencia sobre su influencia en el resultado sonoro (relación contingente entre percepción y acción), contribuyendo a la automatización de los procesos corporales. Hay que señalar que los

¹³⁶ Las prestaciones (*affordances* en inglés) determinan las acciones posibles que un sujeto puede realizar con un objeto o con su entorno. Este concepto procede de la *Teoría ecológica de la percepción visual* propuesta por J. Gibson en 1979. Por su parte, los esquemas encarnados podrían definirse como aquellos patrones recurrentes que son fruto de las experiencias y programas motores que nos permiten comprender determinados elementos musicales desde el punto de vista corporal. Este concepto fue planteado en la teoría de la *Embodied mind*, enunciada por M. Johnson en 1987.

gestos en los planos de la respiración, tracto vocal y embocadura están interrelacionados. Por ejemplo, el desplazamiento del punto de contacto del labio con la caña supondrá un cambio en la posición de la lengua dentro de la cavidad oral y un ajuste en la velocidad del aire insuflado. En el capítulo siguiente realizaremos una propuesta didáctica encaminada al aprendizaje de los gestos instrumentales propios de la EMF dentro del marco de las EE.PP. de música en los conservatorios.

13.3. Influencia del equipamiento

Finalizaremos este capítulo haciendo referencia al equipamiento más adecuado para la ejecución de multifónicos y su influencia en los gestos instrumentales. En principio, cualquier clarinete de sistema Boehm, junto con una boquilla, abrazadera y lengüeta que permitan obtener sonidos monofónicos con una calidad sonora suficiente son susceptibles de producir multifónicos. Rehfeldt (1994) indica que a la hora de seleccionar las boquillas y cañas se puede tomar en consideración sus capacidades multifónicas, sin que sea necesario un material especial, afirmando que «el equipamiento que produce multifónicos generalmente también funciona bien en la práctica instrumental convencional» (p. 43). En el mismo sentido se expresa Farmer (1982), quien a partir de la experimentación con distintos materiales concluye que

La misma boquilla, caña, abrazadera e instrumento empleados para las técnicas interpretativas tradicionales pueden ser usados para producir sonoridades múltiples de todo tipo. Desde la experiencia personal y la experiencia de otros estudiantes y profesores consultados, parece que el material más adecuado es aquél al que está habituado el instrumentista (p. 15).

No obstante, este autor aconseja el uso de una caña más ligera y una boquilla medio abierta. El mantenimiento de una onda estacionaria compleja originada a través de la oscilación de la lengüeta implica que cuanto más flexible sea ésta y menos resistencia oponga al paso del aire, más fácil será la producción de sonidos múltiples. Como hemos señalado en el capítulo 8, la dureza de la caña estará en relación con la longitud y abertura de la boquilla. De acuerdo con Farmer (1982), a partir de nuestra propia experiencia instrumental y docente consideramos que el material más apropiado para la obtención de

multifónicos son boquillas que no sean excesivamente cerradas (con una abertura de 1,15 mm en adelante) y de tabla larga o medio larga, combinadas con cañas cuya numeración oscilará entre el 2½ y 3½. No obstante pueden existir variaciones entre las diferentes marcas y fabricantes disponibles en el mercado. Así pues, al iniciar la práctica de la EMF consideramos apropiado comenzar con lengüetas de menor fuerza,¹³⁷ pasando de forma progresiva a una numeración mayor. En este sentido, Errante (1976) afirma que «una caña ligera proveerá una mayor libertad de respuesta» (p. 6). Una vez que se haya interiorizado la configuración del tracto vocal, embocadura y presión del aire insuflado (fase de almacenamiento), al cambiar a materiales más resistentes será preciso realizar compensaciones en el plano corporal (dentro de los tres niveles citados), por medio del control auditivo y de las sensaciones físicas del instrumentista (relación contingente entre percepción y acción).

Para finalizar con este capítulo, señalaremos que, si bien una lengüeta excesivamente blanda nos permitirá emitir con facilidad los multifónicos, hay que tener en cuenta que la calidad sonora en los sonidos monofónicos será deficiente. Además, su capacidad dinámica será reducida, de manera que resultará difícil tocar con ella en los matices de *forte* y *fortissimo* sin que se desvirtúe el sonido. Por lo tanto, a la hora de seleccionar el material a emplear en la ejecución instrumental será preciso buscar un compromiso entre la facilidad de emisión de los multifónicos y la calidad sonora de los sonidos convencionales. Para su elección deberemos tomar en consideración las características del repertorio a interpretar, que podrá combinar de maneras muy distintas los sonidos monofónicos y múltiples, así como su cantidad y distribución a lo largo de la obra.

137 En el ámbito de la práctica musical con el clarinete, se denominan como duras o fuertes a las cañas que ofrecen una resistencia elevada, de manera que las emisiones de sonido son costosas y al tocar suena una proporción elevada de ruido de aire mezclado con el sonido. Por el contrario, las lengüetas excesivamente débiles o blandas producen un sonido nasal y su oscilación puede llegar a ahogarse por la presión ejercida a través de la embocadura. Entre los factores que determinan la dureza de una caña se encuentran su grosor, espesor de las fibras, equilibrado, dibujo interno, etc. Para profundizar en sus características y posibles rectificaciones y ajustes a realizar sobre ellas consúltese Pérez Aranda y Luján Artero (1997).

14. Propuesta didáctica

Desde nuestro punto de vista, el trabajo de la emisión multifónica en las EE.PP. de clarinete puede resultar muy beneficioso para los alumnos que se hallan en esta etapa formativa. En este sentido, Rehfeldt (1977) sugiere que un intérprete que encuentre dificultades con los multifónicos mejorará su forma de tocar (entendida como la técnica encaminada a la producción sonora) aprendiendo a emitir dichos sonidos (p. 21). A lo largo de este capítulo propondremos una serie de recursos didácticos y actividades encaminados a la enseñanza preparatoria de la EMF, cuyo objetivo será dotar a los alumnos de herramientas que les permitan controlar y afianzar los gestos instrumentales implicados en la misma. Los materiales propuestos son el resultado, por una parte, de la reflexión sobre la propia técnica instrumental empleada en la producción de multifónicos, y por otra, del trabajo de los mismos durante los cursos 2013/2014 y 2014/2015 con los alumnos de EE.PP. en el Conservatorio Profesional de Música de Torrelavega. Se trata de un centro educativo de creación reciente que lleva en activo desde el año académico 2004/05.

14.1. Contexto sociocultural y educativo de los alumnos

Torrelavega, con una población cercana a los 55.000 habitantes,¹³⁸ es el segundo municipio en tamaño de la Comunidad Autónoma de Cantabria. Capital de la comarca del Besaya, se encuentra a ocho kilómetros de la costa y a veinticinco de Santander. La ciudad cuenta con una actividad industrial significativa y con un mercado de ganados que hace de ella un referente comarcal. Hay que mencionar la presencia destacada del pequeño comercio y la

¹³⁸De acuerdo con las estadísticas del Padrón Continuo a 1 de enero de 2014 del Instituto Nacional de Estadística, recuperado de <http://www.ine.es/>, el municipio de Torrelavega cuenta con 54.196 habitantes.

existencia de un teatro municipal que fue inaugurado en 2007. El conservatorio de la ciudad tiene su sede en el barrio de Campuzano, ocupando las antiguas instalaciones del Colegio Público Manuel Llano desde que éste cesara su actividad por falta de alumnado.

Los alumnos del Conservatorio de Música de Torrelavega proceden en su mayoría de la propia ciudad así como de los municipios circundantes. Asimismo, el centro recibe estudiantes de poblaciones alejadas, como Cabezón de la Sal o San Vicente de la Barquera, en el límite occidental de la provincia. Las familias de los alumnos proceden de una extracción socio-económica media y compaginan su formación en el conservatorio con la educación obligatoria, así como, en su caso, el Bachillerato o la Formación Profesional. Los estudios reglados de música en los conservatorios de la Comunidad Autónoma de Cantabria se dividen, al igual que en el caso de Castilla y León, en enseñanzas elementales y profesionales, con una duración de cuatro y seis años, respectivamente. El *Decreto 9/2008, de 17 de enero, por el que se establece el currículo de las Enseñanzas Elementales de Música y se regula su acceso en la Comunidad Autónoma de Cantabria*, establece los 8 años como edad recomendada para el inicio de dichas enseñanzas, de manera que la formación musical en dicho nivel está concebida para que se realice de forma simultánea con los cursos 3º, 4º, 5º y 6º de Educación Primaria. Por su parte, las EE.PP. de música en la práctica totalidad de las especialidades instrumentales, con la excepción del canto, están concebidas para que sean cursadas de forma simultánea con los estudios de Educación Secundaria Obligatoria y, en su caso, Bachillerato, de acuerdo con lo dispuesto en el R.D. 1577 (2006), así como en el *Decreto 126/2007, de 20 de septiembre, por el que se establece el currículo de las Enseñanzas Profesionales de Música y se regula su acceso en la Comunidad Autónoma de Cantabria*. Por lo tanto, en este segundo nivel nos encontraremos con alumnos con edades comprendidas, en principio, entre los 12 y los 18 años de edad. No obstante, hay que señalar que en las especialidades de viento es habitual que los alumnos se inicien en el estudio de las mismas en edades superiores a los 8 años, debido a la mayor exigencia física que pueden exigir, en un principio, en comparación con otras familias instrumentales. Como puede apreciarse en la tabla 30, los alumnos A y C tienen una edad en concordancia con su curso, mientras que en el resto de los casos sus edades son superiores a la del nivel que a priori debiera corresponderles (un año en el caso de los alumnos D, J y L, tres en el caso de B y cuatro en el de N).

Curso 2015/16 Conservatorio de Música de Torrelavega		
Alumno/a	Edad	Curso
D	14	2º EE.PP.
J	15	3º EE.PP.
L	15	3º EE.PP.
A	16	5º EE.PP.
B	19	5º EE.PP.
N	20	5º EE.PP.
C	17	6º EE.PP.

Tabla 30: Alumnos de EE.PP. de clarinete matriculados en el Conservatorio de Torrelavega. Elaboración propia.

Con independencia de sus edades, los alumnos de EE.PP. llevan realizados un total de cuatro años de estudios de EE.EE. más los que se correspondan a su curso. Así, el alumno D se encontraría en su sexto año de formación instrumental, mientras que en el caso de C estaríamos ante un estudiante en su décimo curso de conservatorio. En este cómputo no hemos tenido en cuenta las eventuales repeticiones de curso o ampliaciones de matrícula, que sumarían o restarían un año al número total de cursos en el caso de los alumnos en los que hubieran concurrido dichas circunstancias. De acuerdo con lo anterior, podríamos considerar a los estudiantes de clarinete de EE.PP. como intérpretes de un nivel intermedio, con una base sólida de lenguaje musical, pero con una técnica instrumental en desarrollo. En este sentido, Marín (2013) afirma lo siguiente:

Los estudiantes intermedios, a diferencia de los principiantes, están fundamentalmente centrados en el control técnico. Este resultado tiene sentido si consideramos que, presumiblemente, estos estudiantes tienen unas destrezas de lectura musical más desarrolladas que los principiantes, de forma que decodificar no supone ya un reto de aprendizaje tan fundamental, lo que deja espacio para otra meta, el control de las posibilidades del instrumento (p. 186).

Los materiales que planteamos en nuestra propuesta didáctica están estructurados en una secuencia de dificultad progresiva que parte de los conocimientos previos de los alumnos (en el caso de la práctica instrumental podríamos hablar más bien de destrezas instrumentales asentadas) planteando nuevos retos dentro de su zona de desarrollo próximo, con el fin de ampliar la base sobre la que tendrán lugar aprendizajes posteriores. En el anexo VI hemos incluido las partituras de los ejercicios, estudios y obras propuestas. Los materiales que han sido trabajados con los alumnos pueden dividirse en las siguientes categorías:

- (a) Estudios monofónicos preparatorios, encaminados al control de los gestos involucrados en la EMF.
- (b) Obtención de notas de registro grave a partir de digitaciones de registro agudo.
- (c) Trabajo de multifónicos cuyas digitaciones facilitan la emisión.¹³⁹
- (d) Obtención de multifónicos a partir de sonidos monofónicos de registro agudo (*undertones*).
- (e) Trémolos de multifónicos sencillos.
- (f) Enlaces de sonidos múltiples y monofónicos.
- (g) Enlaces de sonidos monofónicos y múltiples.
- (h) Concatenación de sonidos múltiples.
- (i) Emisión de multifónicos a partir de digitaciones de registro fundamental por *sobresoplo*.
- (j) Trabajo de un repertorio seleccionado, para clarinete solo, en el que se incluyen multifónicos.

En cuanto al marco temporal, las actividades señaladas con anterioridad se han desarrollado durante los cursos 2013/14 y 2014/15, de acuerdo con el esquema detallado en la tabla 31.

¹³⁹ Se trata de digitaciones complejas que establecen dos longitudes de tubo que determinan la altura de los sonidos múltiples emitidos.

Alumno	Material trabajado	
	Curso 2013/14	Curso 2014/15
D	— *	(a), (b), (c)
J	(a), (b)	(a), (b), (c), (e)
L	(a), (b), (c)	(a), (c), (d), (e), (f)
A	(a), (b), (c), (e)	(a), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (j)
B	(a), (b), (c), (e)	(a), (c), (d), (e), (f), (g), (h), (i)
N	(a), (b), (c), (e)	(a), (b), (c), (e), (f), (g)
C	(a), (b), (c), (e), (f)	(a), (c), (d), (e), (f), (g), (j)
* El alumno D no trabajó ningún material en aquel curso por encontrarse en las EE.EE.		

Tabla 31: Actividades desarrolladas con los alumnos. Elaboración propia.

14.2. Ejercicios monofónicos preparatorios

Para el trabajo preparatorio de la EMF consideramos necesario partir de la emisión monofónica, por ser esta la forma habitual de producción sonora con la que los alumnos están familiarizados desde su iniciación con el clarinete. Como hemos visto en el capítulo anterior, los gestos instrumentales de los planos de embocadura, tracto vocal y respiración están estrechamente relacionados, de manera que los cambios en uno de ellos deben compensarse en los otros. Los ejercicios que plantearemos en este apartado se enfocan hacia el control progresivo de los gestos relacionados con la producción y mantenimiento del sonido, partiendo de digitaciones de notas conocidas. Su objetivo es desarrollar la flexibilidad de embocadura y mejorar el control del *punto de aplicación del sonido*, siguiendo la terminología de Estellés (1995). En este sentido, Caravan (1974) asocia la flexibilidad de embocadura con la capacidad de obtener multifónicos en el clarinete, afirmando que «probablemente el procedimiento más destacado que el clarinetista [...] puede acometer para intentar desarrollar la flexibilidad en la producción sonora consiste en la práctica de ejercicios de armónicos o sobretonos» (p. 29).

En el ejemplo de la figura 139 (página siguiente) planteamos un ejercicio en el que el alumno debe obtener sonidos de registro agudo y sobreagudo en *legato* a partir de las

digitaciones cromáticas conocidas de registro fundamental. En el primer pentagrama, el paso de la primera a la segunda nota en cada compás se produce mediante el añadido de la llave 12, mientras que para obtener el tercer sonido es necesario levantar el dedo I4, I3 o I2, de acuerdo con la digitación indicada sobre sus notas respectivas. Nótese que los sonidos correspondientes al tercer modo de vibración de la columna de aire (quinto armónico) de los tres primeros compases ($La\#_4$, Si_4 y Do_5) suelen obtenerse como segundo modo (tercer armónico) a partir de las fundamentales $Re\#_3$, Mi_3 y Fa_3 . En el segundo y tercer pentagrama proponemos una modificación en el orden de los mismos, aumentando la dificultad al aumentarse la distancia interválica. En el caso de que el alumno experimente dificultades en la obtención de dichos sonidos puede servirle de ayuda una configuración de la cavidad oral de acuerdo con las vocalizaciones correspondientes a los sonidos /o/ para el segundo modo de vibración e /i/ para el registro sobreagudo (entendido como tercer modo de vibración de la columna de aire). Asimismo, para su control es preciso un desplazamiento leve del punto de contacto del labio inferior (a través del movimiento de la mandíbula) en dirección a la base de la caña para ayudar a obtener las frecuencias más agudas, y hacia la punta de la lengüeta para los sonidos más graves. Esto se explica porque en los sonidos sobreagudos la oscilación de la caña debe mantener una vibración de mayor frecuencia, de manera que necesita una amortiguación menor por parte del labio en su oscilación.

Figura 139: Obtención de los tres primeros modos de vibración de la columna de aire a partir de posiciones de registro fundamental. Elaboración propia.

El ejercicio propuesto en la figura anterior puede extenderse desde el sonido fundamental $Fa\sharp_2$ hasta Mib_3 (ver página 468, en anexos). Una segunda propuesta de mayor dificultad consiste en obtener los sonidos correspondientes a los modos segundo, tercero y cuarto (armónicos 3º, 5º y 7º, respectivamente) a partir de las posiciones de registro fundamental que abarcan desde $Fa\sharp_2$ hasta Mib_3 (ver página 469 y siguiente, en anexos). La práctica de obtención de sonidos armónicos puede complementarse con los ejercicios planteados por Marchi (1994) en su método *Étude des harmoniques et du suraigu*¹⁴⁰ (páginas 480 y siguiente, en el anexo VI).

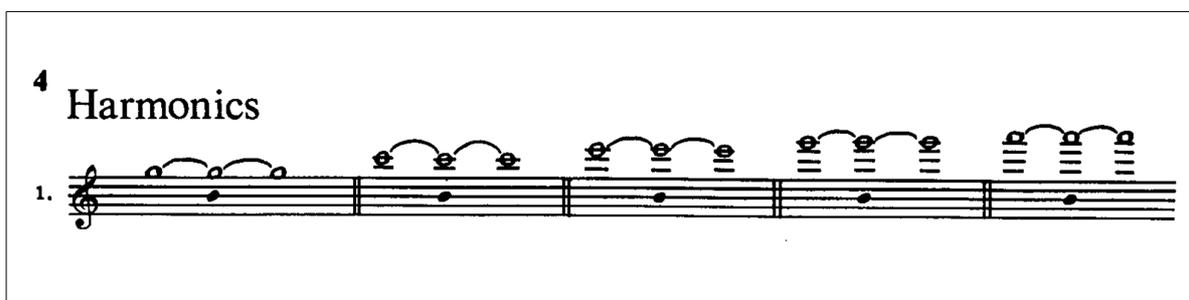


Figura 140: Extracto de ejercicio para la práctica de armónicos (Dolak, 1980, p. 4).

En un nivel ulterior de dificultad, consideramos que los ejercicios planteados por Dolak (1980) correspondientes a la práctica de armónicos y de escalas y arpeggios de armónicos (ver páginas 471 y siguientes, en anexos) pueden ser trabajados en los últimos cursos de las EE.PP. Más allá de su utilidad como preparación para la EMF, la práctica de los ejercicios planteados en este apartado reportará beneficios a los alumnos en el control de la sonoridad de los registros agudo y sobreagudo, dentro de la práctica monofónica convencional.

14.3. Obtención de sonidos fundamentales a partir de posiciones de registro agudo

Dichos sonidos de registro grave podrían denominarse *bajotonos* (término traducido del inglés *undertones*) o fundamentales aparentes, de acuerdo con la terminología de Bartolozzi

¹⁴⁰ Estudio de los armónicos y del sobreagudo.

(1967). Villa-Rojo (1984) se refiere a ellos como sonidos *resultantes*, término que no emplearemos para evitar equívocos con su denominación acústica. Para su práctica seguiremos los ejercicios preliminares propuestos por Caravan (1979a, pp. 19-21), que se dividen en 1) «Tonos de registro fundamental con la llave de registro presionada», 2) «Sonidos ligados desde el registro fundamental al agudo con la llave de registro presionada», 3) «Sonidos ligados desde el registro agudo al fundamental manteniendo la llave de registro presionada», y 4) «Introducción a sonidos de registro fundamental y agudo simultáneamente» (ver páginas 483 y siguientes, en anexos).

Preliminary Exercises

1. Fundamental-register tones with register key depressed.

(Continue with these fingerings)

Figura 141: Fragmento de ejercicio encaminado a obtener *bajotonos* a partir de digitaciones de registro agudo (Caravan, 1979a, p. 19).

Los *bajotonos* se obtienen a partir de digitaciones en las que la llave de registro se encuentra presionada, haciendo que el oído correspondiente a la misma actúe como orificio tonal. Para su obtención es preciso que el punto de contacto del labio con la caña se desplace ligeramente en dirección a la punta de ésta. La presión ejercida con el flujo de aire debe disminuirse, en combinación con una posición de lengua baja dentro la cavidad bucal. A los alumnos que experimenten dificultades con la obtención de sonidos graves a partir de digitaciones de registro agudo les puede servir de ayuda la idea de que el aire exhalado salga a una temperatura mayor. De hecho, los conceptos de *aire caliente* y *aire frío* pueden ser de utilidad a la hora de ayudar al educando a desarrollar un esquema interno de la configuración del tracto vocal.

En el ejemplo de la figura 141, el signo **N** designa las digitaciones monofónicas convencionales para las notas debajo de las cuales se encuentra situado, mientras que la T (del inglés *thumb*) se corresponde con la llave de registro. En una etapa posterior, una vez que el alumno haya adquirido el control de los sonidos de registro grave a partir de posiciones de registro agudo, siendo capaz de emitir uno u otro sonido con la misma digitación, deberá practicar la obtención simultánea de ambas alturas. Para ello, será necesario que encuentre un equilibrio en la colocación del sonido, buscando un punto intermedio entre las configuraciones de ambos registros. Carvan (1979a) señala que, si bien estos ejercicios pueden resultar más difíciles en relación con los sonidos múltiples obtenidos a partir de posiciones especiales, que abordaremos en el apartado siguiente, se trata de un material de estudio preparatorio muy beneficioso gracias a la flexibilidad en la producción del sonido que el intérprete debe conseguir incluso para alcanzar un resultado mínimo (p. 18). En un nivel avanzado, una vez que el alumno haya demostrado un control suficiente de la EMF a partir de estas posiciones, se trabajará el ataque directo de ambas alturas con la intervención de la lengua.

14.4. Emisión de multifónicos estables a partir de digitaciones complejas

Los ejercicios planteados en los dos apartados anteriores tienen por objeto que el alumno realice una toma de conciencia de los gestos instrumentales implicados en la emisión multifónica. En este punto iniciaremos la práctica de sonidos múltiples a partir de digitaciones complejas análogas a las que podrán encontrar en el repertorio. Caravan (1979a) señala que «los multifónicos para clarinete más fácilmente producidos, más confiables y más manejables son aquellos que se producen por medio de configuraciones de digitación no convencionales» (p. 22). Veamos tres ejemplos de digitación cuya configuración facilita la EMF:

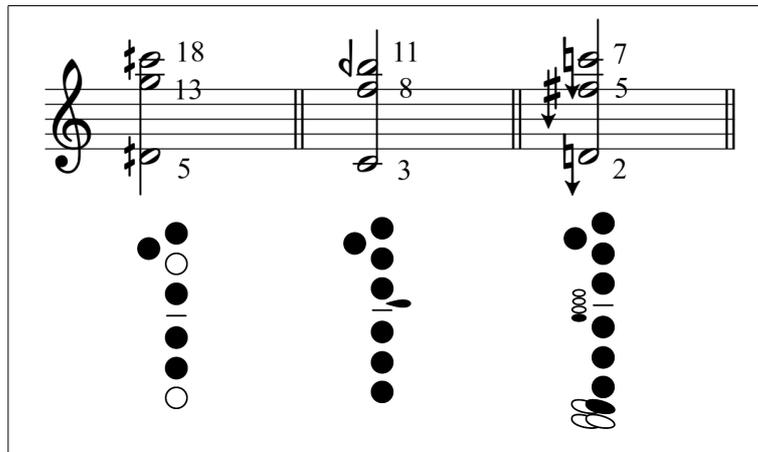


Figura 142: Tres multifónicos de obtención fácil a partir de digitaciones complejas. Elaboración propia.



50

Las digitaciones de los tres multifónicos de la figura 142 establecen dos longitudes de tubo, de manera que el segmento más corto determinará la frecuencia del sonido grave, mientras que el segmento más largo dará lugar a los modos de vibración superiores (véase el apartado destinado a los multifónicos obtenidos a partir de dos fundamentales, en la página 226 y siguientes). En el primer caso, el agujero correspondiente al dedo I3 cumple una doble función de oído tonal y de registro, mientras que en los dos multifónicos restantes este papel es desempeñado por los oídos correspondientes a las llaves 6 y 7, respectivamente. Hay que señalar que los tres ejemplos que incluimos en la figura fueron obtenidos sin dificultad por los siete alumnos de clarinete con los que hemos llevado a cabo el proceso de validación de los materiales didácticos aquí expuestos (véase el apartado 14.1).

Farmer (1982) señala que la práctica por separado de las alturas presentes en el multifónico a partir de la digitación prescrita para su obtención constituye un método adecuado para su aprendizaje. De acuerdo con lo anterior, hemos pedido a los alumnos que emitan de forma separada las alturas inferior, superior e intermedia a partir de la digitación dada. En el caso del primer sonido múltiple de la figura los alumnos A, B y C obtuvieron en primer lugar el sonido más agudo, mientras que D, L y N emitieron primero el elemento inferior del multifónico. Esta circunstancia puede servir como indicador de la configuración habitual de la embocadura y del centro de sonido de los estudiantes. En el caso del alumno J

el multifónico $Re\#_3\{5:13:18\}$ fue conseguido de forma directa en el primer intento, lo que podría ser una evidencia de un apoyo insuficiente del soplo en la práctica convencional con el instrumento por su parte. Dentro de los sonidos múltiples obtenidos a partir de digitaciones complejas, hay que indicar que las díadas constituyen un caso especial de mayor dificultad, por lo que consideramos que su práctica deberá reservarse para los alumnos de cursos más avanzados (en nuestro caso, 5º y 6º de EE.PP.).

14.5. Trinos y trémolos de multifónicos

Por trinos nos referiremos a la alternancia rápida de dos notas a distancia igual o menor a un tono. Cuando la separación interválica sea mayor a un tono hablaremos de trémolos. Dentro de la EMF encontraremos casos en los que una de las alturas permanece sin variaciones, mientras que uno o dos de los sonidos del multifónico cambian de altura. Los trinos y trémolos de multifónicos que incluiremos en este apartado se obtienen por el movimiento repetido de una o dos llaves o dedos. Hay que señalar que en los casos en el que el sonido inferior se mantiene sin variaciones significativas en su afinación los sonidos superiores e intermedios se mueven dentro de una interválica reducida, por lo que hablaremos de trinos de multifónicos. En el caso contrario, cuando la voz superior se mantiene estable, la distancia interválica entre los sonidos graves alternados será mayor, por lo que hablaremos de trémolos. Esta circunstancia se explica porque en el primer caso el agujero que cumple la doble función de oído tonal y de registro (determinando la longitud de tubo más corta) permanecerá abierto, mientras que en los trémolos de multifónicos su cierre dará paso a una única longitud de tubo, correspondiente a los sonidos múltiples obtenidos por *sobresoplo*.

Comenzaremos viendo dos ejemplos de trinos de multifónicos producidos a partir de las digitaciones de los dos primeros multifónicos de la figura 142, cuya obtención les ha resultado más sencilla a los alumnos con respecto a los trémolos de multifónicos en los que se mueve el elemento inferior, que serán tratados después.

14.5.1. Trinos de multifónicos con el sonido inferior mantenido

The figure shows two musical examples of trills. The first example is in G major (one sharp) and consists of two trills: one on G4 (fingerings 18 and 13) and one on A4 (fingerings 7 and 5). The second example is in D major (two sharps) and consists of two trills: one on D5 (fingerings 11 and 8) and one on E5 (fingerings 4 and 3). Below the notation are four diagrams of fingerings for the upper notes of the trills, showing the placement of fingers on the keys.

Figura 143: Dos ejemplos de trinos de multifónicos con el sonido inferior mantenido. Elaboración propia.



51

En los dos ejemplos de la figura anterior, el paso del primer al segundo elemento del trino no requiere ninguna modificación significativa en la configuración de la embocadura ni de la cavidad oral. Con respecto al apoyo del aire, es necesario que éste se mantenga constante para evitar que el sonido se interrumpa o que la emisión multifónica pase a ser monofónica. Los siete alumnos con los que hemos validado los materiales didácticos propuestos en este capítulo pudieron mantener los dos trinos del ejemplo sin problemas, una vez interiorizados los gestos encaminados al mantenimiento de forma estable de los multifónicos vistos en el apartado anterior. Con respecto al balance dinámico de los trinos del ejemplo, hay que señalar que el elemento superior cuenta con una mayor presencia sonora frente al elemento intermedio. Esto se debe a que, en ambos casos, las alturas intermedias del segundo multifónico del trino no se pueden obtener directamente a través de las resonancias del tubo que configura la digitación, sino que se explican como tonos de combinación (véase el apartado 10.5.2).

14.5.2. Trémolos de multifónicos con el sonido superior estable

En este apartado vamos a ver tres ejemplos de trémolos de multifónicos con el sonido superior mantenido. Para ello es preciso conservar la configuración del tracto vocal y de la embocadura constantes, realizando un movimiento repetido en la digitación (en los tres ejemplos propuestos, mediante la acción de un solo dedo). La presión ejercida sobre la lengüeta y el flujo de aire no experimentarán modificaciones.

The figure shows three musical examples of tremolos with sustained upper sound. Each example consists of a musical staff with a treble clef and a key signature of two sharps (F# and C#). The notes are marked with fingerings (5, 3, 7) and slurs. Below the staves are diagrams of the saxophone keys, represented by black and white circles, showing the fingerings for each note in the tremolos.

Figura 144: Tres ejemplos de trémolos de multifónicos con sonido agudo mantenido. Elaboración propia.



52

A la hora de trabajar los trémolos de la figura anterior con los alumnos hay que indicarles que la posición de la lengua y del labio inferior han de mantenerse estables, siendo preciso buscar la nota superior mediante la colocación del sonido a través de una configuración vocal de tipo palatal-cerrado, similar al fonema /i/, y mediante un punto de contacto del labio con la caña ligeramente avanzado hacia la base de la misma. Esta clase de trémolos aparecen en obras como *Summer fancy* de W. O. Smith (2006) o *Let me die before I wake* de S. Sciarrino (1982). La primera de ellas será incluida en la propuesta de secuenciación de contenidos que hacemos en el apartado 14.10. Para concluir esta sección queremos señalar que los trémolos de multifónicos pueden servir de punto de partida en la obtención de multifónicos por sobreesoplo, que abordaremos más adelante.

14.6. Enlaces de sonidos múltiples y monofónicos

1. Approaching multiphonics from clarion-register tones.

Figura 145: Enlace de sonidos monofónicos de registro agudo y multifónicos (Caravan, 1979a, p. 23).



53

Las transiciones entre multifónicos y sonidos monofónicos se pueden realizar a partir de la misma digitación del multifónico (con la que se emitirá un sonido de una única altura), o bien con cambios de posición entre el sonido simple y múltiple. Asimismo, es posible establecer dos categorías en función de que se enlace un sonido sencillo con uno múltiple y viceversa. Los enlaces planteados en este apartado se realizarán en *legato*, sin interrupción del flujo de aire. De las posibilidades de enlace enunciadas, consideramos que la que entraña una menor dificultad consiste en pasar de un sonido simple de registro agudo a un multifónico manteniendo la misma digitación compleja. En el extremo opuesto encontramos los enlaces de sonidos de registro grave y multifónicos de una fundamental sin cambio de digitación, que serán tratados en el apartado 14.8 por separado.

Caravan (1979a) señala un procedimiento para conseguir multifónicos que consiste en partir de digitaciones de tipo complejo junto con la llave de registro a partir de las que se

obtendrán de forma aislada el tercer parcial correspondiente a las mismas. Cuando se produzca el sonido simple los alumnos deberán soltar la llave de registro y realizar un *decrescendo* que dará lugar al multifónico, como se muestra en la figura 145 (como hemos indicado en el capítulo 11, la alteración \flat se corresponde con un cuarto de tono descendente).

Hay que señalar que en determinadas posiciones el sonido obtenido por este medio se encuentra por encima del elemento superior del multifónico (véase la figura 74, p. 229). En este caso la obtención de multifónicos a partir de sonidos monofónicos deberá realizarse mediante el *portamento* descendente. El *portamento* musical podría definirse como la transición entre dos sonidos de diferente altura sin que se produzca una interrupción o salto entre ambos. El clarinete permite realizar este tipo de transiciones a través del control de la afinación en el tracto vocal así como en la embocadura. Chen, Smith & Wolfe (2009) analizan la forma en que el tracto vocal determina la frecuencia de vibración de la caña, demostrando que su influencia es notablemente más marcada en los registros superiores y que resulta mucho más fácil modificar la afinación en sentido descendente que ascendente. En relación con la técnica instrumental, Rehfeldt (1994) señala que el *portamento* se consigue ajustando la presión de los labios y la forma de la cavidad oral a fin de que la altura del sonido descienda (p. 57). El cambio en la afinación de un sonido agudo en sentido descendente en el clarinete puede efectuarse, por tanto, sin realizar cambios en la digitación. Estos gestos son similares a los que se producen en la obtención de multifónicos, pudiendo servir de referencia para el aprendizaje de la técnica instrumental encaminada a su emisión.

The figure shows a musical staff with four measures of music. Each measure contains a single note with a portamento line above it, indicating a descending glide. The notes are: 1) G4 (fingerings 15, 11, 7, 4), 2) F#4 (fingerings 27, 20, 13, 7), 3) F4 (fingerings 15, 11, 7, 4), and 4) E4 (fingerings 27, 20, 13, 7). Below the staff, four diagrams illustrate the fingerings for each note, with black dots representing fingers on keys and white circles representing fingers not on keys. The diagrams show the specific key combinations for each note: G4 (index, middle, ring, thumb), F#4 (index, middle, ring, thumb, 2nd finger), F4 (index, middle, ring, thumb), and E4 (index, middle, ring, thumb, 2nd finger).

Figura 146: Obtención de multifónicos a través de *portamento* descendente. Elaboración propia.



En la figura 146 (página 355) hemos anotado cuatro sonidos agudos, al principio de cada compás, que pueden obtenerse mediante las digitaciones indicadas. Al realizar un *portamento* descendente a partir de los mismos, acompañado de una disminución en la velocidad de salida del aire, se conseguirán los multifónicos que hemos escrito a la derecha de cada uno de ellos. En esta primera etapa, encaminada a conseguir los sonidos múltiples, será preciso efectuar los gestos instrumentales siguientes de forma sincronizada y progresiva:

- Disminución de la presión ejercida con la mandíbula (con la intermediación del labio inferior) sobre la lengüeta. Se trata de mover de manera muy leve el maxilar inferior en sentido posterior.
- Desplazamiento de la lengua en sentido descendente, pasando de una posición cerrada a una abierta o semiabierta.
- Disminución de la presión ejercida en el apoyo del caudal de aire. Este concepto puede ser explicado de forma metafórica a los alumnos de menor edad a través de la comparación con un grifo, que abriremos o cerraremos para obtener mayor o menor velocidad de salida.

Una vez que se controlen los gestos anteriores se intentará pasar del sonido monofónico al multifónico de forma directa, sin *portamento*, con el fin de interiorizar las propiocepciones que indiquen la abertura de la mandíbula, la posición de la lengua dentro de la cavidad bucal y la presión ejercida a través del aire exhalado. Por último, se practicará la emisión de cada uno de los multifónicos de la figura de forma directa.

14.7. Concatenación de multifónicos

En este apartado comentaremos dos ejemplos musicales en los que se enlazan varios multifónicos. En su transcripción hemos simplificado el número de sonidos anotados en la partitura, reduciéndolos a los de mayor intensidad. Hay que señalar que las digitaciones sugeridas se basan en la facilidad de transición entre los sonidos múltiples, pudiendo elegirse otras alternativas.

Figura 147: Progresión de multifónicos de tipo {5:12:17} y {2:5:7}. Elaboración propia.



55

Una vez que los alumnos han desarrollado las estrategias para emitir y mantener multifónicos aislados de forma estable el siguiente paso en la secuencia de aprendizaje que planteamos se corresponde con su enlace. En la figura 147 proponemos una progresión de sonidos múltiples en sentido ascendente para trabajar su concatenación así como para controlar la afinación de las alturas desde el punto de vista horizontal. Con respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje de la EMF con los alumnos, consideramos apropiado comenzar su práctica por pares de elementos, prestando atención a las propiocepciones relativas a la posición de la lengua (desde el punto de vista horizontal y vertical), al desplazamiento del labio inferior sobre la lengüeta, así como a las digitaciones empleadas. Una vez que se controlen todas las transiciones se ejecutará la progresión completa. Además de los cambios de digitación, se encuentran involucrados los gestos instrumentales siguientes:

- Desplazamiento progresivo de la lengua desde la zona velar a una posición palatal. Este movimiento podrá acompañarse de un ascenso moderado, desde una posición abierta a una semiabierta.
- Avance del labio inferior (a través de la acción de la mandíbula) en sentido descendente a lo largo del eje de la caña. Hay que señalar que dicho gesto implicará una abertura leve de la cavidad oral, al formar el eje del instrumento un ángulo de aproximadamente 45° con respecto al plano vertical. Este desplazamiento se compensará con el ascenso de la lengua señalado en el párrafo anterior.

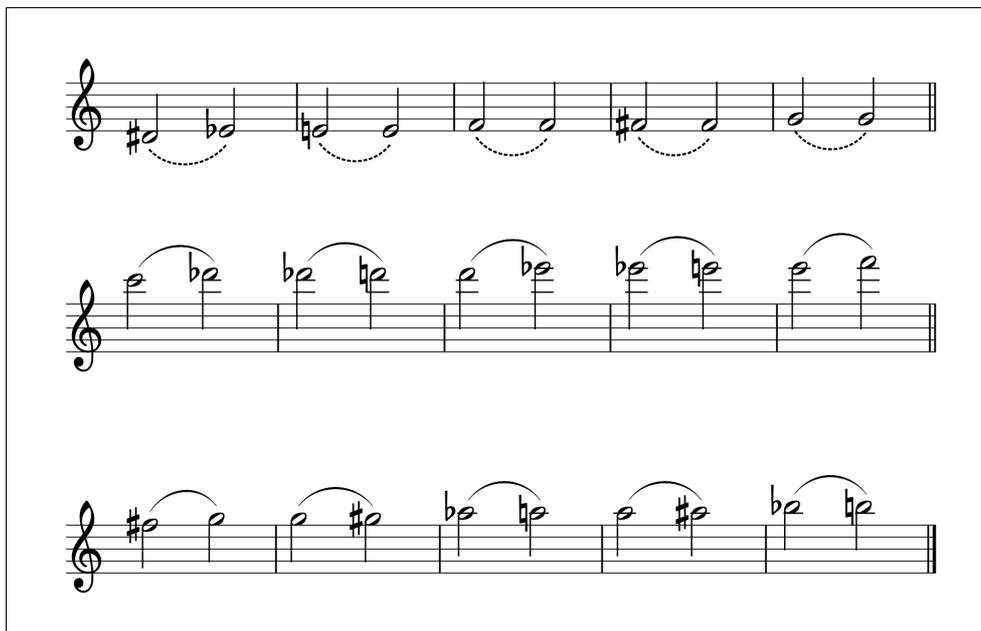


Figura 148: Control de la afinación de las líneas melódicas implícitas en la progresión de multifónicos {5:12:17} y {2:5:7}. Elaboración propia.

En cuanto al control de la afinación, una vez que se hayan enlazado los diez sonidos múltiples de la figura 147 (página 357), se podrá modificar levemente la presión ejercida con la mandíbula de forma indirecta sobre la lengüeta. En este sentido, consideramos de utilidad tocar por separado cada una de las líneas melódicas que se forman, desde el punto de vista horizontal, al enlazar los multifónicos propuestos (figura 148). Esto nos proporcionará una referencia adicional para controlar la afinación de los sonidos múltiples. Los ejemplos de las dos figuras anteriores podrán practicarse tanto en sentido ascendente como descendente (movimiento retrógrado, comenzando por el final), con el fin de asociar los gestos instrumentales con el resultado sonoro.

En la figura 149 proponemos una segunda progresión de multifónicos de diferente contenido desde los puntos de vista melódico y armónico. Su ejecución conlleva, por tanto, cambios en la dirección de los gestos realizados, así como diferentes magnitudes. En este ejemplo el control de la afinación se podrá realizar no sólo en el plano horizontal (melódico), de forma análoga a la figura 148, sino también desde una perspectiva vertical (armónica), gracias a su carácter tonal. En este sentido, Fléchier (2011) afirma que la emisión multifónica ayuda a desarrollar la escucha armónica (p. 20).

Figura 149: Progresión de multifónicos relacionados tonalmente. Elaboración propia.



56

14.8. Obtención de multifónicos por sobresoplo

Se trata de la emisión de sonidos múltiples a partir de posiciones de registro fundamental en las que la digitación determina una única longitud de tubo, cuyos modos de vibración se corresponden con los armónicos impares. La producción de este tipo de multifónicos requiere modificaciones significativas en los planos de la embocadura y la cavidad oral con respecto a los que se obtienen a partir de digitaciones complejas. Esto se debe a la necesidad de compensar a través de los resonadores internos (ver figura 70, p. 223) las cooperaciones limitadas que ofrecen las frecuencias de resonancia del tubo en este tipo de digitaciones (recordemos que el diseño del instrumento está concebido para la emisión monofónica propia de la práctica instrumental convencional). Por este motivo, consideramos que el aprendizaje de los multifónicos a partir de digitaciones fundamentales entraña una mayor dificultad, de manera que su trabajo en clase lo reservaremos para los alumnos de cursos más avanzados (5º y 6º de EE.PP., en el caso que nos ocupa).

La denominación de *sobresoplo* deriva del término inglés *overblow*. Mandat (1989a) agrupa este tipo de sonidos múltiples en una categoría que denomina *normal lower partial fingerings* (digitaciones normales de registro grave). Este tipo de multifónicos también es conocido como *sonidos rotos* (Villa-Rojo, 1984 y 1991), *sons fendus* o *split sounds*, en sus denominaciones francesa e inglesa. Rehfeldt (1977) señala que para su emisión es necesario un aumento de la presión ejercida con la mandíbula, aunque en nuestra opinión sería más

conveniente hablar de un desplazamiento en sentido anterior con el fin de modificar el punto de contacto del labio inferior con la base de la caña, para que ésta pueda oscilar con mayor libertad.

En cuanto a su práctica, Mandat (1989a) recomienda obtener los distintos modos de resonancia a partir de la posición del Mi_2 (nota más grave del instrumento) mediante un cambio de la posición de la lengua en el interior de la cavidad oral. Se trataría de un ejercicio análogo a los expuestos en el apartado 14.3, pero con una digitación fija sin que la llave de registro entre en juego. De acuerdo con lo anterior, el trabajo que realizaremos con los alumnos partirá de la obtención de los *sobretonos* correspondientes a los sonidos más graves del instrumento por separado, buscando su emisión simultánea junto con el sonido fundamental una vez que hayan adquirido un control suficiente de los mismos. Volviendo sobre la figura 71, en la página 225, veremos que en el pentagrama inferior están representados con cabeza blanca los sonidos que el alumno deberá buscar a partir de la digitación de Mi_2 , y en el pentagrama superior el multifónico obtenido por sobresoplo al hacer sonar de forma simultánea dichos sonidos junto con su fundamental. Nótese que la afinación de esta última variará debido a los cambios en la configuración de la embocadura y tracto vocal, así como por la diferente disposición de los parciales superiores.

14.9. Ejercicios de profundización en el control de la EMF

Los ejercicios de este apartado están concebidos para aquellos alumnos que no hayan experimentado dificultades significativas en el aprendizaje de la técnica instrumental encaminada a la emisión multifónica. El primero de ellos consiste en modificar la afinación general del multifónico y el segundo trata acerca de la obtención de multifónicos diferentes a partir de la misma digitación de tipo complejo.

14.9.1. Afinación general del multifónico

Una vez que el alumno es capaz de mantener un multifónico con una distribución interválica estable, es posible realizar pequeños cambios en su afinación general, de manera que afecten

por igual a todos los sonidos presentes en el mismo. Esto se consigue aumentando o disminuyendo la presión ejercida sobre la caña con la embocadura. Al aumentar la presión sobre la lengüeta (movimiento de la mandíbula en dirección perpendicular al eje del instrumento) la afinación subirá. Por el contrario, al disminuir la presión ejercida (mediante el desplazamiento de la mandíbula en sentido opuesto) la afinación bajará.

La figura 150 representa la modificación producida en la afinación general del multifónico al incrementar la presión (subida de aproximadamente 50 *cents*) y al disminuirla (descenso de 100 *cents*, un semitono, con respecto a la afinación más alta), volviendo finalmente al punto de partida inicial. En términos del aprendizaje de la técnica instrumental, podría afirmarse que al obtener un multifónico comenzaremos ejerciendo una presión intermedia con la embocadura, aumentándola o reduciéndola en función del resultado sonoro con el fin de controlar la afinación. Este ejercicio nos servirá asimismo de indicador para comprobar los hábitos instrumentales de los alumnos en cuanto a la presión ejercida sobre la lengüeta. En los casos de aquellos alumnos que aprieten en exceso no será posible subir la afinación del multifónico, mientras que en el extremo opuesto, los alumnos que ejerzan una presión insuficiente con la mandíbula no podrán bajarla.

Figura 150: Modificación de la afinación general del multifónico. Elaboración propia.



♪ 57

14.9.2. Producción de dos multifónicos con la misma digitación

En los capítulos precedentes hemos señalado la posibilidad de obtener multifónicos diferentes a partir de una misma digitación (ver figuras 14 y 113, en las páginas 73 y 284) de forma análoga a la emisión monofónica. En este apartado abordaremos la forma de conseguir los distintos multifónicos implícitos en una digitación desde el punto de vista de la técnica instrumental. Para ello, comentaremos un ejemplo adicional con dos multifónicos que se obtienen a partir de la misma digitación:

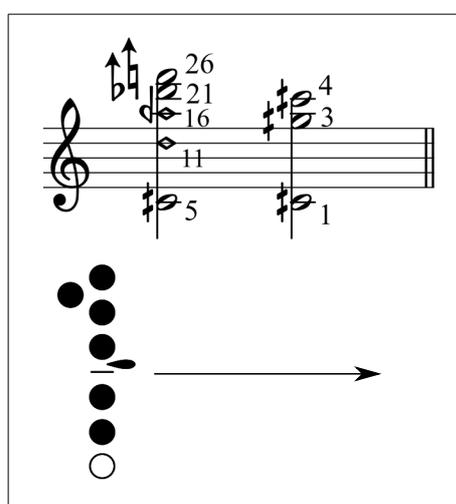


Figura 151: Ejemplo de dos multifónicos obtenidos con la misma digitación.
Elaboración propia.



Los gestos instrumentales necesarios para pasar del primer sonido múltiple de la figura 151 al segundo manteniendo la digitación propuesta, consisten, por una parte, en un desplazamiento del punto de contacto del labio inferior con la lengüeta, a través del movimiento de la mandíbula hacia la punta de la caña (sentido posterior). Hay que señalar que dicho desplazamiento debe ser muy poco pronunciado, de orden milimétrico. Por otra parte, se produce un cambio en la posición de la lengua en el plano horizontal, moviéndose hacia una posición central-posterior para obtener el multifónico más grave. Para realizar este gesto puede resultar de ayuda pensar en las vocalizaciones correspondientes al fonema /i/ (primer multifónico) seguido de /o/ (segundo multifónico). Otra imagen que puede servir de ayuda a los alumnos consiste en pensar que en el primer caso deben dirigir el flujo de aire

hacia la parte superior de la boquilla (por encima de la mentonera), y en el segundo hacia la base de la caña. En el caso de que en primera instancia se obtuviera el sonido múltiple más grave a partir de la digitación propuesta, será preciso realizar los gestos señalados en sentido contrario (avanzar el labio inferior hacia la base de la caña y mover la lengua en sentido anterior) con el fin de obtener el multifónico de la izquierda. Hay que indicar que el desplazamiento horizontal de la lengua y del punto de contacto del labio con la caña deben compensarse con el grado de abertura de la cavidad bucal, la posición vertical de la lengua y la velocidad de salida del aire. Cuando los alumnos hayan adquirido un control suficiente de dichas acciones pasaremos a practicar la emisión por separado de los pares de multifónicos generados desde una misma digitación.

14.10. Propuesta de secuenciación didáctica

Como hemos señalado, el R.D. 1577 (2006) contempla la «iniciación a la interpretación de música contemporánea y al conocimiento de sus grafías y efectos» (p. 2876) en las EE.PP. de música impartidas en el seno de los conservatorios. En este apartado propondremos una distribución de materiales didácticos enfocados a la práctica de los sonidos múltiples con el clarinete, que hemos agrupado en tres tramos de dos cursos (1º– 2º, 3º– 4º y 5º– 6º de las citadas enseñanzas). Esta división se corresponde con las actividades de iniciación, consolidación y profundización que planteamos con respecto al aprendizaje de la EMF, de acuerdo con el propio desarrollo de los alumnos en su proceso de aprendizaje de la técnica instrumental. Hay que señalar que esta distribución permite un cierto grado de flexibilidad que dará cabida a las diferencias individuales de nivel que puedan existir entre los estudiantes de clarinete.

Dentro de cada apartado planteamos ejercicios preparatorios encaminados al control de los gestos instrumentales implicados en la EMF, la práctica de los multifónicos propiamente dichos, así como un repertorio seleccionado, que incluirá tanto estudios como obras para clarinete. En el anexo VI hemos recogido una selección de materiales de elaboración propia junto con los recursos procedentes de las fuentes bibliográficas consultadas. La secuenciación que planteamos en las tablas siguientes pretende servir de orientación para los profesores de clarinete que quieran trabajar la emisión multifónica con sus alumnos de

instrumento, pudiendo realizarse cambios en la distribución y contenido de los mismos en función de su contexto educativo.

Primer y segundo curso de EE.PP.	
Ejercicios previos	Ejercicio monofónico preparatorio 1. Ver p. 468, en anexos. *
	Ejercicios prácticos para la práctica de armónicos 1 y 2 de J. Marchi (1994, p. 9). Ver p. 480, en anexos. **
	Ejercicios de intervalos de terceras 5 y 6 de J. Marchi (1994, p. 9). Ver p. 480, en anexos. **
	Obtención de <i>undertones</i> a partir de digitaciones de registro agudo (emisión monofónica). Ejercicios preliminares 1, 2 y 3 de R. L. Caravan (1979a, pp. 19-20). Ver pp. 483 y siguiente, en anexos.
Práctica de la EMF	Emisión por separado de los sonidos superior e inferior de un multifónico a partir de digitaciones complejas (ver figura 142, p. 350).
	Emisión simultánea sin ataque de lengua de sonidos múltiples de producción sencilla (figura 142).
	Ejercicios preliminares con uso de digitaciones especiales 1 y 2 de R. L. Caravan (1979a, p. 23). Ver p. 486, en anexos.
Repertorio seleccionado	Estudios número 10 y 11 de L. Fléchier (2011, p. 21). Ver p. 496, en anexos.
	<i>Crépuscule</i> para clarinete solo de Th. Muller (2011). Ver p. 497, en anexos.
	Estudio IV por R. L. Caravan (1979a, p. 38). Ver p. 492, en anexos.

Tabla 32: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 1º y 2º de EE.PP. Elaboración propia.

* El ejercicio monofónico preparatorio se puede plantear al inicio de las sesiones como calentamiento instrumental.

** Los ejercicios de Marchi sirven igualmente para el trabajo del registro sobreagudo con los alumnos.

Tercer y cuarto curso de EE.PP.	
Ejercicios previos	Estudio monofónico preparatorio 2. Ver p. 469, en anexos.
	Ejercicios prácticos núm. 3 y 4 de J. Marchi (1994, p. 9). Ver p. 480, en anexos.
	Ejercicios para la práctica de armónicos de F. J. Dolak (1980, pp. 4-6). Ver pp. 471-473, en anexos.
Práctica de la EMF	Emisión por separado de los sonidos superior, inferior e intermedio de un multifónico a partir de digitaciones complejas (ver figura 142, p. 350).
	Emisión simultánea con y sin ataque de lengua de sonidos múltiples de producción sencilla (figura 142).
	Práctica de trinos de multifónicos (ver figura 143, p. 352).
	Obtención simultánea de <i>undertones</i> y sonidos de registro agudo.
	Ejercicio preliminar núm. 4 (introducción al registro clarino y fundamental simultáneamente) por R. L. Caravan (1979a, p. 21). Ver p. 485, en anexos.
	Ejercicios preliminares con uso de digitaciones especiales núm. 3 (ataque directo de MF) y 4 (enlace de MF) por R. L. Caravan (1979a, pp. 23-24). Ver pp. 487 y siguiente, en anexos.
	Práctica de los MF obtenidos a partir de las digitaciones propuestas por Crousier (1986, p. 5). Ver p. 498, en anexos.
Repertorio seleccionado	Estudio de multifónicos por A. J. Berkowitz. Ver p. 482, en anexos.
	Estudio V por R. L. Caravan (1979a, p. 40). Ver p. 493, en anexos.
	Estudio V (dúo) de C. Crousier (1986, p. 7). Ver p. 499, en anexos.
	<i>Summer fancy</i> de W. O. Smith (2006). Ver p. 504, en anexos.

Tabla 33: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 3º y 4º de EE.PP. Elaboración propia.

Quinto y sexto curso de EE.PP.	
Ejercicios previos	Ejercicios de intervalos de tercera núm. 5 y 6, por J. Marchi (1994, p. 9). Ver p. 480, en anexos.
	Ejercicio de intervalos de cuarta núm. 7 por J. Marchi (1994, p. 10). Ver p. 481, en anexos.
	Arpeggios y escalas de armónicos por F. J. Dolak (1980, pp. 7-8). Ver pp. 474 y siguiente, en anexos.
Práctica de la EMF	Práctica de trémolos de multifónicos (ver figura 144, p. 353).
	Ejercicios preliminares de enlace de sonidos simples y multifónicos sin cambio de digitación por R. L. Caravan (1979a, pp. 26-27). Ver pp. 489 y siguiente, en anexos.
	Práctica de multifónicos por <i>sobresoplo</i> (sonidos rotos) a partir de las posiciones fundamentales de Mi_2 , Fa_2 , $Fa\#_2$ y Sol_2 .
	Modificación de la afinación general del multifónico (ver apartado 14.9.1).
	Ejercicios preliminares de enlace de sonidos simples y multifónicos con cambio de digitación por R. L. Caravan (1979a, p. 28). Ver p. 491, en anexos.
	Obtención de dos multifónicos diferentes a partir de la misma digitación (ver figuras 14, 113 y 151, en las páginas 73, 284 y 362).
Repertorio seleccionado	Estudios 3 y 6 por F. J. Dolak (1980, pp. 19-20 y 28-29). Ver pp. 476-479, en anexos.
	Estudio VI por R. L. Caravan (1979a, pp. 41-42). Ver pp. 494 y siguiente, en anexos.
	Estudios VI, IX y XIV (dúo) de C. Crousier (1986, pp. 8, 11 y 16-17). Ver pp. 500-503, en anexos.
	<i>Litany</i> para clarinete y piano de A. Gilbert (2006, pp. 30-31). Ver p. 505, en anexos.
	<i>Variants for solo clarinet</i> de W. O. Smith (1967): primer y cuarto movimiento. Ver p. 506, en anexos.

Tabla 34: Secuenciación de materiales didácticos para el trabajo de la EMF en 5º y 6º de EE.PP. Elaboración propia.

Para concluir este capítulo, señalaremos que la propuesta recogida en las tres tablas anteriores permite el desarrollo de una parte de los objetivos generales planteados para las enseñanzas profesionales de los instrumentos de la familia de viento-madera por el R.D. 1577 (2006), a saber:

- a) «Demostrar la sensibilidad auditiva necesaria para perfeccionar gradualmente la calidad sonora» (p. 2875). El trabajo de la EMF conlleva un desarrollo de la escucha polifónica que incidirá positivamente en la capacidad de discriminación auditiva de los alumnos. Asimismo, el mayor control de los gestos instrumentales exigido en esta técnica extendida permitirá una adaptación más ajustada de la sonoridad en la emisión monofónica. En este sentido, Mandat (1989a) señala que, «como regla general, la variación admisible en la configuración de la embocadura y en las características de la presión de aire requeridas para producir multifónicos es mucho menor que para las notas normales» (p. 27).
- b) «Interpretar un repertorio que incluya obras representativas de las diversas épocas y estilos de dificultad adecuada a este nivel» (p. 2875). Consideramos que las obras seleccionadas en nuestra propuesta didáctica se adecúan al nivel instrumental de los alumnos, permitiendo el trabajo en el aula del repertorio contemporáneo para el instrumento.
- d) «Demostrar autonomía progresivamente mayor para solucionar cuestiones relacionadas con la interpretación: Digitación, articulación, fraseo, etc.» (p. 2875). El trabajo en clase de los ejercicios, estudios y obras planteados permitirá el desarrollo de estos aspectos de forma análoga a otros materiales propios de la emisión monofónica convencional.
- e) «Conocer las diversas convenciones interpretativas vigentes en distintos períodos de la historia de la música instrumental, especialmente las referidas a la escritura rítmica o a la ornamentación» (p. 2875). Este objetivo se verá desarrollado en lo relativo al conocimiento por parte del alumno de determinadas grafías y usos notacionales propios de la música contemporánea.

La numeración no consecutiva de los párrafos anteriores se corresponde con el orden en que se recogen los objetivos citados en el R.D. 1577 (2006).

IV. Marco conclusivo

15. Conclusiones

A lo largo del texto hemos analizado los multifónicos en el clarinete desde los puntos de vista acústico, notacional, performativo y pedagógico. Asimismo, en el desarrollo de la presente tesis doctoral hemos planteado un modelo de clasificación cuantitativa de los sonidos múltiples basado en su interválica interna, así como una propuesta de secuenciación didáctica concebida para las EE.PP. de clarinete impartidas en el seno de los conservatorios de música. En este último capítulo expondremos las conclusiones a las que hemos llegado en relación con los ámbitos mencionados, indicando las aplicaciones y desarrollos futuros que, a nuestro entender, pueden continuar con esta línea de investigación.

15.1. Notación y clasificación

La escritura musical como sistema de representación gráfica del sonido organizado ha ido ganando en precisión a lo largo de la historia de la música. Sin embargo, las técnicas expandidas de interpretación y los efectos sonoros propios del lenguaje contemporáneo han desbordado los elementos de la notación tradicional occidental. Éste es el caso de los multifónicos, cuya transcripción musical ha requerido soluciones notacionales adecuadas al propio universo sonoro de los compositores. De esta forma, se han desarrollado distintos tipos de escritura adaptada al lenguaje compositivo de los autores, quienes han tenido que realizar una toma de decisiones con respecto al número de alturas a incluir en el pentagrama, a la heterogeneidad dinámica de sus sonidos, a su afinación no temperada, así como a las indicaciones corporales (relativas a la digitación y a la embocadura) que faciliten al intérprete su ejecución.

Las obras más recientes dan muestra de una mayor precisión en la escritura de los multifónicos, de tipo convencional, mientras que las composiciones más antiguas que emplean sistemas de notación gráfica no convencional han priorizado su carácter tímbrico

frente a la determinación de las alturas. Esta circunstancia hace que el resultado sonoro final pueda variar de forma sustancial de unos intérpretes a otros. La notación se ajusta en todo caso al contexto estilístico de las composiciones, si bien la falta de estandarización en la escritura de los multifónicos dentro del repertorio para clarinete ha relegado en algunos autores su dimensión polifónica a un segundo plano. Asimismo, las diferencias perceptivas individuales son una de las razones que pueden explicar la disparidad en su transcripción musical y la falta de nivelación existente entre las tablas de multifónicos de los diferentes autores. No obstante, consideramos que el componente polifónico de los sonidos múltiples puede ser implementado a través de un esfuerzo encaminado a aumentar la precisión en su notación. Una representación más exacta de los multifónicos hace de ellos un recurso musical compatible con las corrientes compositivas en las que los componentes matemático y acústico ocupan un lugar destacado, como es el caso del espectralismo.

Con respecto a la búsqueda de precisión mencionada en el párrafo anterior, hay que señalar que el análisis informático puede constituir una herramienta de utilidad para determinar la frecuencia de los sonidos presentes en el multifónico. Sin embargo, este método presenta limitaciones a la hora de establecer qué alturas son percibidas de forma independiente. La entidad musical de los sonidos constituyentes del multifónico no depende únicamente de su intensidad, sino también de la tesitura en la que se encuentren y del propio mecanismo de audición humano, que tiende a agrupar las frecuencias relacionadas armónicamente como un único sonido fundamental así como a seguir los movimientos melódicos implícitos. El análisis auditivo se nos antoja imprescindible a la hora de determinar el número de sonidos que serán reflejados en la partitura, haciendo viable una representación mental cercana a la realidad sonora del multifónico a partir de su lectura. En relación con lo anterior, hay que señalar que las publicaciones de tipo acústico dejan en un segundo plano las indicaciones prácticas y de notación del multifónico, mientras que en los métodos y tratados relativos a las técnicas extendidas el análisis desde el punto de vista científico resulta poco riguroso.

Dentro del repertorio del instrumento, hemos constatado que los sistemas de notación convencional incluyen con mayor frecuencia multifónicos transcritos mediante dos, tres y cuatro alturas. En este sentido, hay que señalar que la densidad de los sonidos múltiples se incrementa de forma directamente proporcional a su intensidad. Así, en los pasajes de menor amplitud dinámica nos encontramos fundamentalmente con díadas, mientras que en aquellos

fragmentos de un nivel sonoro más elevado constatamos la presencia de sonidos múltiples de densidades 3, 4 y 5. Queremos subrayar el hecho de que un mismo multifónico podrá transcribirse, por consiguiente, con dos, tres, cuatro o cinco alturas en función del matiz empleado. Los sonidos generadores estarán presentes en todas las dinámicas, mientras que los tonos de combinación se anotarán de forma progresiva a medida que aumente la intensidad. No obstante, hay que tener en cuenta que no es posible interpretar el conjunto de multifónicos producidos con el clarinete en un rango dinámico completo. En este sentido, Rehfeldt (1977) señala que

Con todos los sonidos múltiples hay un punto por encima del cual es imposible tocar más fuerte y seguir manteniendo el efecto múltiple: la dinámica máxima, por lo tanto, es un factor limitador crítico que debe ser determinado individualmente para cada sonoridad siendo observado siempre de forma estricta (p. 21).

De acuerdo con lo anterior, autores como Rehfeldt (1994), Bok (2002), Krassnitzer (2002) o Sparnaay (2011) reflejan el rango dinámico en el que es posible obtener los multifónicos incluidos en sus tablas. En la selección de sonidos múltiples que recogemos en el anexo I indicamos asimismo el matiz máximo correspondiente a cada uno de ellos.

En cuanto a la falta de homogeneidad dinámica interna del multifónico, consideramos que el empleo de cabezas de nota romboidales para representar aquellos sonidos que poseen una sonoridad más débil en comparación con los de mayor intensidad (de cabeza circular) puede reflejar las diferencias más significativas. Otra posibilidad consiste en el empleo de cabezas de color gris o de menor tamaño. Esta propuesta de notación también tiene implicaciones desde el punto de vista del aprendizaje de la técnica instrumental, pues identifica los sonidos de mayor dinámica como generadores y los más débiles como resultantes: los primeros podrán obtenerse de forma separada a partir de la digitación del multifónico, mientras que en el caso de los segundos esto no será posible. No obstante, hay que señalar que en determinados casos de multifónicos de tres y cuatro generadores se nos han planteado dudas acerca de su naturaleza: 1) cuando un sonido supuestamente generador presenta una intensidad menor (esta circunstancia se produce en el caso de la altura intermedia, comprendido entre la fundamental aparente y el sonido superior); 2) cuando la frecuencia del sonido obtenido de forma aislada se encuentra ligeramente por debajo de la que le correspondería como suma y resta de frecuencias (la técnica instrumental encaminada a la EMF requiere modificaciones en los planos de la embocadura, tracto vocal y respiración que implican un descenso y nunca una subida en la afinación de los sonidos emitidos de

forma individual a partir de la digitación del multifónico); 3) en determinados multifónicos de dos generadores cuyo sonido adicional superior podría conseguirse a partir de la misma digitación, pero con una modificación muy significativa en la técnica instrumental (que no se correspondería con el rango de los gestos necesarios para la obtención de dicho sonido múltiple). Sin embargo, hay que subrayar que la consideración de un sonido como generador o resultante dentro del multifónico no afectará a su relación interválica con el resto de alturas presentes.

En cuanto a la desviación de los sonidos constituyentes del multifónico con respecto al temperamento igual, hemos señalado que sus frecuencias se corresponden con la afinación natural, determinando intervalos puros entre sí. Esta divergencia llega a ser de un cuarto de tono en el caso del armónico undécimo. Con el fin de facilitar el encaje de los sonidos múltiples dentro del sistema temperado propio de la música occidental hemos propuesto el empleo de cuartos y octavos de tono. Desde nuestro punto de vista, la notación rigurosa de las alturas mediante las indicaciones microtonales puede propiciar su uso por parte de aquellos autores que utilicen estos elementos en su lenguaje compositivo. Sin embargo, hay que señalar que si bien los octavos de tono permiten aproximarse de forma más exacta a la afinación de los sonidos del multifónico, aumentan la complejidad de la escritura musical al incrementar de forma significativa el número de alteraciones microtonales empleadas (la octava quedará dividida en cuarenta y ocho tramos iguales). Por este motivo, consideramos que el uso de cuartos de tono puede representar una solución intermedia entre una afinación ajustada a la realidad sonora y una escritura musical más practicable desde el punto de vista instrumental. Volviendo al contexto musical de las propias composiciones para clarinete en las que los sonidos múltiples son empleados, hay que señalar que la dificultad implícita en la emisión multifónica, que puede conllevar un cierto retardo en el ataque, hace que los compositores utilicen fundamentalmente este tipo de sonidos en obras para clarinete solo. Esta circunstancia también puede explicarse por el hecho de que sus sonidos no se hallan temperados, dificultando su uso simultáneo con otros instrumentos de afinación determinada. En los casos de repertorio para clarinete y piano vemos que su empleo se circunscribe a momentos musicales más estáticos y de tipo cadencial. En este sentido, W. O. Smith (1967) señala que «por su dificultad ninguno de estos sonidos debiera ser usado en pasajes rápidos» (en explicaciones previas a la partitura). No obstante, al igual que sucediera con otros aspectos de la técnica instrumental, el trabajo de la EMF por parte del intérprete

puede propiciar una utilización de los sonidos múltiples en contextos sonoros en los que se requiera una mayor precisión en su ataque y articulación.

En cuanto al sistema de clasificación propuesto, la expresión $f_{(n>1)} = (n-2)f_1 + f_2$, que sintetiza la estructura interna del multifónico, nos ha permitido establecer doce series heteróclitas (cuyos componentes se relacionan a través de la suma y resta de frecuencias) dentro de las que se pueden clasificar los diferentes sonidos múltiples producidos con el clarinete. Queremos destacar la objetividad de este modelo frente a otros sistemas de tipo cualitativo presentes en los métodos y manuales sobre las técnicas de interpretación extendida en el clarinete, basados en consideraciones de tipo instrumental y tímbrico. No obstante, la división entre multifónicos obtenidos por *bajosoplo*, *sobresoplo* (a partir de digitaciones convencionales) y de sonidos múltiples obtenidos a través de digitaciones especiales que es planteada por autores como Caravan (1979a), Mandat (1989a) o Krassnitzer (2002) puede tener sentido dentro del ámbito docente.

El modelo de clasificación que hemos desarrollado realiza una aportación a la notación de los multifónicos al representar las razones numéricas entre sus frecuencias en forma de intervalos musicales. Permite determinar asimismo qué sonidos múltiples son realizables *a priori* en el instrumento, de acuerdo con su distribución interválica y tesitura, sirviendo de orientación en la búsqueda de nuevos ejemplos y digitaciones. Cada una de las series heteróclitas a las que hemos llegado refleja la sonoridad de los multifónicos desde el punto de vista armónico (entendido en el sentido amplio del término) y tímbrico, sirviendo como una herramienta compositiva que prioriza la posibilidad de realización del multifónico por encima de las consideraciones relativas a la técnica instrumental. En relación con lo anterior, hay que señalar que en las series que presentan una distancia menor entre los componentes a_1 y a_2 ($\{4:5:9\dots\}$, $\{5:6:11\dots\}$ y $\{7:8:15\}$) el segundo elemento tiende a no estar presente o a oírse como sonido resultante.

Un último aspecto a mencionar con respecto a la escritura de los multifónicos son las indicaciones corporales encaminadas a orientar al intérprete. La posibilidad de emitir varios multifónicos de interválica diferente a partir de la misma posición justifica en nuestra opinión el empleo de anotaciones adicionales que acompañen a la digitación. En los tratados instrumentales analizados encontramos signos relativos al punto de contacto del labio con la lengüeta, a la presión ejercida con la embocadura y con el aire insuflado. En relación con lo anterior, consideramos que las indicaciones acerca de la posición de la lengua en el interior

de la cavidad oral resultan de gran utilidad en el aprendizaje de los multifónicos. Para orientar sobre este aspecto al aprendiz de la EMF con el clarinete hemos propuesto el empleo de los signos correspondientes a los fonemas vocálicos. Este tipo de indicaciones complementarias no han sido incluidas hasta el momento en los métodos y tratados instrumentales que abordan la producción de sonidos múltiples de los que tenemos constancia. Sin embargo, hay que señalar que el modelo planteado trasciende en nuestra opinión la problemática asociada a la variabilidad propia de la técnica y equipamiento de los diferentes intérpretes, categorizando de forma objetiva los sonidos múltiples en función de su interválica interna. Así pues, queremos subrayar la importancia de supeditar la técnica instrumental al resultado sonoro buscado, adaptando la forma de interactuar con el instrumento por parte del intérprete.

De acuerdo con la última afirmación, consideramos preciso insistir en el carácter orientador, no preceptivo, de las indicaciones corporales. En este sentido, es preciso señalar que la obtención de uno u otro sonido múltiple está relacionada con los hábitos corporales y el equipamiento empleado por el intérprete. La configuración habitual de la embocadura y del tracto vocal en la práctica convencional con el clarinete puede diferir de forma considerable de un músico a otro. Un mismo multifónico podrá ser obtenido de forma natural por un clarinetista concreto y resultar forzado para un instrumentista diferente empleando la misma digitación. Puesto que las aproximaciones técnicas encaminadas a obtener un resultado sonoro determinado son divergentes, consideramos que las indicaciones corporales pueden estar enfocadas a delimitar los posibles multifónicos implícitos a partir de una digitación dada, más que a establecer una forma preceptiva de tocar dicho sonido múltiple. En este sentido, queremos señalar el peligro de realizar un número excesivo de acotaciones instrumentales en la partitura, que podría no sólo entorpecer la lectura del texto musical, sino también limitar el margen de acción del intérprete.

15.2. Aprendizaje de la técnica instrumental

En la definición del problema de estudio hemos señalado que en las primeras etapas del aprendizaje de la técnica instrumental del clarinete es frecuente que los alumnos obtengan

multifónicos de forma fortuita. Este hecho puede explicarse por una falta de control de los clarinetistas noveles sobre los gestos instrumentales sutiles que se producen en los planos del tracto vocal, embocadura y apoyo del flujo de aire, como hemos visto en el capítulo 13. Asimismo, hay que añadir que el empleo de un material menos resistente en las etapas iniciales de formación instrumental puede contribuir a la obtención involuntaria de sonidos múltiples. Éstos son percibidos por los alumnos como una sonoridad errónea, de forma que en el proceso de desarrollo de la técnica instrumental aprenden a evitarlos de forma inconsciente por medio de ajustes en la configuración de las resonancias del tracto vocal, en la colocación de la embocadura y en la manera de insuflar el aire en el instrumento. En nuestra opinión, esta situación obedece, por una parte, a una concepción del multifónico como un sonido accidental, no deseado, cuya tímbrica es rechazada por falta de familiaridad con la música contemporánea, y, por otra, a la imposibilidad de discriminar las alturas presentes en los sonidos múltiples, ya que la educación auditiva del alumno aún no ha alcanzado su pleno desarrollo en las etapas iniciales de formación musical. Se consolida así un hábito instrumental que permite controlar los distintos registros del clarinete desde el punto de vista monofónico convencional, pero que resulta poco flexible en relación con la técnica instrumental extendida. El alumno ve limitada de esta forma su capacidad de producción sonora a las exigencias del repertorio clásico-romántico. Así pues, consideramos que el trabajo de la música contemporánea en combinación con el repertorio tradicional en el seno de los conservatorios profesionales de música ofrecerá una formación integral a los alumnos. No obstante, en el caso que nos ocupa, el estudio de una obra en la que estén presentes los sonidos múltiples requerirá un aprendizaje previo de la técnica instrumental encaminada a su obtención voluntaria. Para ello, el alumno ha de realizar una toma de conciencia, desde el punto de vista propioceptivo, de los gestos instrumentales implicados, que podrá iniciarse con los ejercicios monofónicos preparatorios encaminados al control de los armónicos en el instrumento. En el proceso de enseñanza-aprendizaje el profesor de clarinete ayudará a focalizar la atención del alumno y a desarrollar su imagen corporal centrándose de manera especial en la posición de la lengua en la cavidad bucal, en el desplazamiento del maxilar inferior y en la velocidad de salida del aire insuflado.

A través de la observación de nuestra propia técnica instrumental y del trabajo de los materiales expuestos en el capítulo 14 con los alumnos, hemos constatado, por una parte, que en el desarrollo de la técnica instrumental necesaria para la EMF en el clarinete las vocalizaciones desempeñan un papel determinante, ya que permiten adaptar el movimiento

y posición de la lengua en el interior de la cavidad oral: 1) dentro del eje vertical, una posición cerrada (alta) favorecerá la emisión de sonidos monofónicos, mientras que bajarla a una posición abierta o semiabierta ayudará a producir multifónicos; 2) el desplazamiento de la lengua en el plano horizontal hacia una posición anterior potenciará la obtención de parciales más agudos, mientras que una posición velar dará lugar a parciales más graves. Por otro lado, la configuración de una embocadura flexible, en la que el labio no esté sometido a una tensión excesiva, contribuirá a un mejor control de la sonoridad y facilitará la obtención de sonidos múltiples. El movimiento del maxilar inferior modificará el punto de contacto del labio con la caña (a lo largo del eje del instrumento) así como la presión ejercida sobre ésta (en sentido perpendicular al eje del clarinete) a través del labio. De esta forma, a partir de una misma digitación, el desplazamiento del punto de contacto del labio con la lengüeta permitirá obtener distintos multifónicos (con parciales más agudos al avanzarlo hacia la base de la caña). Asimismo, la presión ejercida sobre la caña permitirá modificar la afinación general del multifónico en sentido ascendente (mediante un incremento en la misma) o descendente (a través de una presión menor). En cuanto al plano de la respiración y del soporte del sonido, una disminución en la velocidad de salida del aire contribuirá a la obtención de multifónicos, mientras que su aumento ayudará a la obtención de sonidos monofónicos. Hay que señalar que el gesto respiratorio y la presión ejercida con el aire se encuentran estrechamente relacionadas con la configuración del tracto vocal y de la embocadura. Una modificación de los gestos instrumentales en cualquiera de estos planos corporales requerirá movimientos compensatorios en los demás.

Queremos destacar que el trabajo de la EMF en el aula de clarinete puede servir como indicador de los hábitos instrumentales desarrollados por los alumnos en relación con la producción y mantenimiento del sonido. Así, en una primera aproximación a los multifónicos obtenidos a partir de digitaciones complejas, el sonido emitido por el alumno podrá corresponderse con la altura superior del multifónico, con la altura inferior, o bien dar lugar de forma directa al multifónico. Las tres situaciones descritas se corresponderán con una colocación del sonido y de la embocadura específicas de acuerdo con lo indicado en los dos párrafos anteriores, que darán muestra de los hábitos instrumentales arraigados por parte del alumno. No obstante, la variabilidad de equipamiento y concepciones sobre la técnica instrumental implica que unas indicaciones corporales válidas para un clarinetista puedan no serlo para otro. Por este motivo, estimamos que cada alumno tendrá que realizar una

exploración individual a fin de reproducir el multifónico plasmado en la partitura de la manera más fiel posible.

Si bien cualquier digitación es susceptible de producir un sonido múltiple, determinadas posiciones complejas facilitan la emisión de multifónicos. Esto se debe a que dichas digitaciones determinan dos longitudes de tubo cuyas frecuencias de resonancia exigen modificaciones menos significativas en la técnica habitual de producción y mantenimiento del sonido. Por este motivo, consideramos que pueden constituir un punto de partida adecuado para el control de la EMF. El dominio de los gestos instrumentales involucrados en la misma requiere un entrenamiento propioceptivo en los planos corporales implicados. Desde nuestro punto de vista, el control de la técnica instrumental encaminada a la producción de multifónicos aportará los siguientes beneficios al alumno: 1) permitirá mejorar su control de la afinación y sonoridad de los sonidos de tipo monofónico, desarrollando de esta forma una técnica instrumental más completa y flexible; 2) facilitará el aprendizaje de otros recursos técnicos propios del lenguaje musical contemporáneo, como los cambios de timbre y la realización de microintervalos; 3) el aprendizaje instrumental de los multifónicos se verá acompañado de un desarrollo del oído musical y de la escucha armónica, a la que los instrumentistas de viento están menos habituados; 4) asimismo, supondrá un entrenamiento de la audición desde el punto de vista microinterválico, mejorando en la afinación de las alturas a través del control auditivo. Por último, el conocimiento de la técnica instrumental encaminada a la obtención de multifónicos ampliará el abanico interpretativo a su alcance, haciéndole más accesible el repertorio contemporáneo.

15.3. Aplicaciones

Consideramos que la investigación llevada a cabo en esta tesis doctoral puede ser continuada dentro de los campos interpretativo-compositivo y de la pedagogía instrumental. Entre sus eventuales aplicaciones queremos destacar, en primer lugar, la posibilidad de desarrollar un método enfocado al aprendizaje progresivo de los sonidos múltiples en el clarinete, concebido para el ámbito de las enseñanzas profesionales de música impartidas en los conservatorios, de acuerdo con las categorías interválicas y con la secuenciación

didáctica establecidas en el texto. Con este fin, la tabla de multifónicos recogida en el anexo I podrá ser ampliada y validada por otros clarinetistas.

En segundo lugar, queremos destacar las posibilidades de aplicación del modelo de clasificación de los multifónicos aquí planteado al resto de miembros de la familia instrumental del clarinete que cuentan con una mayor difusión. A saber, requinto en *Mi* bemol, clarinete soprano en *La* y clarinete bajo en *Si* bemol, así como a los instrumentos de sistema alemán. En este sentido, consideramos que la taxonomía de tipo cuantitativo de los sonidos múltiples propuesta en esta tesis puede ser extrapolada a otros aerófonos de lengüeta, como el saxofón o el oboe, mediante el análisis de su comportamiento acústico, lo que serviría como validación de nuestro modelo. En relación con lo anterior queremos subrayar el hecho de que, de acuerdo con Castellengo (1982), los instrumentos de viento-madera antiguos poseen una mayor capacidad de emisión multifónica, gracias al menor diámetro de sus oídos, que permite que éstos actúen con una doble función de oído de registro y tonal de forma simultánea. En relación con esto último, queremos señalar la posibilidad de realizar un estudio sobre la EMF en los clarinetes propios de las corrientes interpretativas historicistas, que son copias de modelos del siglo XVIII y de la primera mitad del siglo XIX. Salvando las distancias, hay que indicar que la interpretación de una parte del repertorio de la segunda mitad del siglo XX en el que están presentes los sonidos múltiples requiere la utilización del clarinete de sistema Boehm completo, hoy en desuso. Éste es el caso, por ejemplo, de las díadas presentes en la *Sequenza IXa* de L. Berio (1980) o de *Let me die before I wake* de S. Sciarrino (1982). El desarrollo de un estudio comparativo de los multifónicos obtenidos en el clarinete de sistema Boehm sencillo y completo podría resultar de gran interés con vistas a la interpretación de dicho repertorio.

En tercer lugar, hay que indicar que la clasificación aquí planteada, junto con la expresión numérica que resume la interválica interna de los sonidos múltiples en el clarinete, puede servir como herramienta para el análisis de los multifónicos presentes en el repertorio. Su aplicación permitiría verificar la precisión de las alturas anotadas, las características dinámicas de los sonidos constituyentes de los multifónicos escritos (determinando cuáles son generadores y cuáles tonos de combinación) así como la adecuación de la digitación sugerida. A partir de dicho análisis se podría establecer una catalogación del repertorio para clarinete en el que los sonidos múltiples tengan una presencia destacada.

En cuanto a las implicaciones formativas, el aprendizaje y práctica de la EMF por parte de los alumnos de EE.PP. tiene en nuestra opinión una incidencia positiva en el desarrollo de su técnica instrumental, que redundará en un mayor control de la sonoridad en los matices más suaves, en una mejora de la calidad sonora y afinación del registro sobreagudo, contribuyendo a una embocadura flexible y a un centro tonal estable. Por este motivo, estimamos que sería de gran interés el desarrollo de una investigación encaminada a cuantificar su influencia y cómo es percibida ésta por parte de los docentes y discentes. Dicha investigación debería implicar a un porcentaje significativo de profesores y alumnos de clarinete pertenecientes a los conservatorios profesionales españoles, si bien el desarrollo de una investigación de tipo cualitativo con un grupo reducido de alumnos podrá resultar más viable. Consideramos que estos estudios contribuirían a aproximar las técnicas ampliadas de interpretación propias de la música contemporánea a los alumnos de conservatorio, desmitificando las creencias infundadas de que su aprendizaje puede perjudicar la calidad del sonido y el fraseo propios de los periodos clásico y romántico. En este sentido, la colaboración con otros clarinetistas en el estudio de los gestos instrumentales encaminados a la producción de multifónicos, así como las características e influencia del equipamiento empleado puede ser de gran interés.

Enlazando con la idea anterior, un estudio comparativo de los materiales utilizados en la EMF se nos antoja fundamental para validar las tablas de multifónicos recogidas en los anexos de la presente investigación. La comparación del mismo sonido múltiple emitido con clarinetes de marcas y modelos diferentes, empleando distintas combinaciones de boquillas, barriletes, abrazaderas y cañas, a través del análisis del resultado sonoro, podría ser desarrollada por un mismo intérprete, así como por clarinetistas diferentes. En este segundo caso habría que tomar en consideración las variables relativas a la técnica instrumental de cada intérprete. No obstante, queremos señalar que, al igual que sucede en la interpretación convencional con el clarinete, en la que se puede llegar a una afinación y calidad tímbrica similares empleando materiales de características distintas (relacionadas con concepciones individuales de la técnica instrumental, por marcadas que sean las diferencias entre individuos y equipamiento empleados), en nuestra opinión, sucede lo mismo con la EMF: siempre que las alturas del multifónico estén dentro de la tesitura del instrumento y reflejen una distribución interválica que se corresponda con las series heteróclitas establecidas podrá llegarse a un resultado sonoro homologable a través de combinaciones diferentes de material, digitación y técnica instrumental.

Con respecto al análisis de los gestos implicados en la EMF que hemos llevado a cabo desde los puntos de vista performativo y pedagógico, consideramos que podría ampliarse a otros recursos propios de la técnica instrumental extendida. De esta forma, el estudio de los gestos instrumentales en los planos corporales de la embocadura, del tracto vocal y de la respiración podrá ser profundizado y aplicado a recursos técnicos como el *glissando*, el *frullato*, el *slap-tongue*, el *vibrato* o la realización de cambios de timbre.

Finalmente, queremos señalar la posibilidad de realizar un estudio acerca de eventuales modificaciones en el diseño del clarinete que permitan ampliar las posibilidades multifónicas del instrumento. Como hemos visto a lo largo del texto, la evolución de su factura se ha mantenido inalterada desde mediados del siglo XIX, mientras que el repertorio de los últimos seis decenios ha experimentado un desarrollo muy pronunciado (tanto idiomático como en el nivel de exigencia técnica requerida para su interpretación), produciéndose un desfase entre ambos aspectos. Así pues, creemos que una eventual modificación poco significativa en el diseño del instrumento podría facilitar la producción de multifónicos a partir de digitaciones complejas mediante el añadido y rediseño de determinadas llaves, a fin de que un mismo oído pueda ser accionado por dedos distintos. Más allá de lo anterior, un replanteamiento completo del diseño del mecanismo encaminado a independizar la acción de los dedos y que permita aberturas de diferentes diámetros en un mismo agujero tonal, junto con una disminución de la conicidad en el extremo inferior del tubo (que implicaría oídos tonales de menor diámetro en esa sección del instrumento) abriría nuevas perspectivas en cuanto a las posibilidades multifónicas del clarinete, cuyo alcance se nos antoja imprevisible. En este sentido, queremos citar el desarrollo de la flauta Prónimo por J. Elvira (<http://pronomosflute.com/>) y sus capacidades de emisión multifónica ampliadas con respecto a la flauta travesera tradicional de sistema Boehm.

Lista de referencias

Bibliografía

- Álvarez López, I. (2014). *Las técnicas extendidas en el clarinete del repertorio español (1970-1990): estudio analítico comparativo*. (Trabajo de Fin de Grado). Universidad de Valladolid, Facultad de Filosofía y Letras. Valladolid.
- Artaud, P. Y. (1995). *La flûte multiphonique*. Paris : G. Billaudot.
- Backus, J. (1978). Multiphonic tones in the woodwind instruments. *Journal of the Acoustical Society of America*, 63(2), 591–599. «The reed supplies the nonlinear coupling between the two vibrations. It vibrates at the two frequencies, responding to and maintaining the air column vibrations». ▪ «One of these frequencies is generated by the lowest resonance of the air column; the other frequency is generated by a higher resonance such as the third or fourth». ▪ «It follows that an analysis of the internal standing wave should show not only the two independent frequencies, which we will designate A and B, respectively, but will also show the two side bands $B - A$ and $B + A$ produced by the amplitude modulation of $B \times A$. Furthermore, to the extent that A and B are not sinusoidal and hence contain harmonics $2A$, $2B$, etc., we should expect these frequencies plus further Sidebands $B - 2A$, $B + 2A$, $2B - A$, etc. If the harmonics are of small amplitude, these higher sidebands will likewise be small». Traducción propia.
- Baines, A. (1991). *Woodwind instruments and their history*. New York: Dover. «[...] the now-familiar rings, through which a finger can operate a key in the same movement as closing its own hole». ▪ «[The instrument] is historically important since it represents perhaps the main direct link between the double pipes of the ancient era of reed-instrument history and the single pipes of the modern era». Traducción propia.
- Barata, A. G. (1988). Sources of information on woodwind multiphonics: an annotated bibliography. *Perspectives of new music*, 26(1), 246–256. «[...] a considerable number of articles have been dedicated to clarinet multiphonics». Traducción propia.

- Bartolozzi, B., Brindle, R. S. (trad.) (1967). *New sounds for woodwind*. London: Oxford University Press. «[...] the number of possible fingerings available is enormous, for it is the result of all the possible combinations of finger and thumb holes multiplied by all the possible combinations of chromatic keys». Traducción propia.
- Benade, A. H. (1990). *Fundamentals of musical acoustics* (2ª ed.). New York: Oxford University Press. «A localized enlargement of the cross section of an air column (a) lowers the natural frequency of any mode having a large pressure amplitude (and therefore small flow) at the position of the enlargement, and (b) raises the natural frequency of any mode having a pressure node (and therefore large flow) at the position of the enlargement». Traducción propia.
- Benade, A. H. (1986). Interactions between the player's windway and the air column of a musical instrument. *Cleveland Clinic Quarterly*, 53(1), 27–32. «[...] special placements of a PWW [player's own windway] peak can work with peaks belonging to the IAC [instrument's air column] to produce complicated inharmonic sounds known to musicians as “multiphonics”». ▪ «When we hear the conglomerate of partials making up a multiphonic sound, our hearing mechanism tends to pick from the collection sets of harmonically related or almost harmonically related components. Each of these sets is then heard as a tone of a more or less normal sort, having a pitch that is related in the normal way to the fundamental frequency of the set». Traducción propia.
- Berkowitz, A. J. (2010). *Advanced contemporary techniques for the clarinet*. Hartford: Autor. «There are two methods of producing these sonorities. The first involves using voicing only and is an exploration of the harmonic series. We'll call this the “direct” style because these sounds are derived directly from the harmonic series. The second type of multiphonic is somewhat better known. We'll call this the “indirect” style because it relies not only on voicing, but also on unique finger combinations. Combining these will allow you to separate or crack apart the separate tones». Traducción propia.
- Berlioz, H. (1843). *Grand traité d'instrumentation et d'orchestration modernes*. Paris: Schonenberger.
- Bisquerra, R. (2000). *Métodos de investigación educativa: guía práctica*. Barcelona: CEAC.

- Bok, H. (2002). *New techniques for the bass clarinet: methods for producing special effects and notation in contemporary music* (2ª ed.). Rotterdam: Autor.
- Calais-Germain, B. (2006). *La respiración: el gesto respiratorio*. Barcelona: La Liebre de Marzo.
- Calvo-Manzano, A. (1991). *Acústica físico-musical*. Madrid: Real Musical.
- Campbell, M. (2001). Multiphonic. En S. Sadie, & J. Tyrrell (eds.), *The new Grove dictionary of music and musicians* (2ª ed., vol. 11, p. 383). New York: Oxford University Press. «Sounds generated by a normally monophonic instrument in which two or more pitches can be heard simultaneously. The term is customarily used to describe chordal sounds played on a woodwind or brass instrument». Traducción propia.
- Caravan, R. L. (1974). *Extensions of technique for clarinet and saxophone*. (Dissertation). Eastman School of Music of the University of Rochester. Rochester, New York. «Probably the most important procedure which the clarinetist [...] can undertake in trying to achieve flexibility with tone production is to practice harmonic or overtone exercises». Traducción propia.
- Caravan, R. L. (1979a). *Preliminary exercises & etudes in contemporary techniques for clarinet: introductory material for the study of multiphonics, quarter tones & timbre variation*. [Oswego]: Ethos. «[...] the most easily produced, most dependable, and most manageable multiphonics for clarinet are those which are produced by means of unconventional fingering configurations». Traducción propia.
- Casella, A., y Mortari, V. (1950). *La técnica de la orquesta contemporánea*. Buenos Aires: Ricordi Americana.
- Castellengo, M. (1982). Sons multiphoniques aux instruments à vent. *Rapports IRCAM, 34/82*. Paris: Centre Georges Pompidou. «Les intervalles entre les sons d'un multiphonique stable sont ceux de la série harmonique ; ils sont distincts de ceux de la gamme tempérée qui nous sert de référence pour l'écoute et pour la notation des hauteurs ». ▪ « [Les variabilités perceptives individuelles] elles jouent un grand rôle et sont une des difficultés rencontrées dans la description et la classification des

sons multiphoniques à l'oreille. La sensibilité de l'oreille à la fréquence, aux variations temporelles, les capacités d'analyse, fort différentes d'une personne à l'autre, interviennent à tour moment dans le jugement ». ▪ « Si au contraire le trou est petit et loin de l'extrémité B, le système excitateur pourra entretenir simultanément les régimes des différentes portions du tuyau ». ▪ « Les intervalles entre les sons de la série harmonique sont immuables. Dès lors qu'on s'y réfère, il est inutile de multiplier les signes spéciaux de corrections des notes que l'on voit dans les méthodes. Il suffit de noter le rang de la composante. De plus, cette notation rend plus cohérentes certaines dispositions hétéroclites ». Traducción propia.

Chen, J. M., Smith, J., & Wolfe, J. (2009). Pitch bending and glissandi on the clarinet: roles of the vocal tract and partial tone hole closure. *Journal of the Acoustical Society of America*. 126(3), 1511–1520.

Danard, R. J. (2011). *Études in performing extended techniques: twelve newly-commissioned Canadian works for solo clarinet*. (Doctor of Musical Arts Document). University of Cincinnati, College-Conservatory of Music. Cincinnati.

Davies, H. (2001). Instrumental modifications and extended performance techniques. En S. Sadie, & J. Tyrrell (eds.), *The new Grove dictionary of music and musicians* (2ª ed., vol. 12, pp. 399–405). London: Macmillan.

Decreto 9/2008, de 17 de enero, por el que se establece el currículo de las Enseñanzas Elementales de Música y se regula su acceso en la Comunidad Autónoma de Cantabria. En *Boletín Oficial de Cantabria*, núm. 21, de 30 de enero de 2008 (pp. 1131–1145).

Decreto 126/2007, de 20 de septiembre, por el que se establece el currículo de las Enseñanzas Profesionales de Música y se regula su acceso en la Comunidad Autónoma de Cantabria. En *Boletín Oficial de Cantabria*, núm. 191, de 1 de octubre de 2007 (pp. 13263–13293).

Diego, A. M. de, y Merino, M. (1998). *Fundamentos físicos de la música*. Valladolid: Universidad de Valladolid, Instituto de Ciencias de la Educación.

- Dobrée, G. (1995). The basset horn. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 57–65). Cambridge: Cambridge University Press. «[...] the bore of the basset horn is closer to that of the clarinets in B and A». Traducción propia.
- Doppelmayr, J. G. (1730). *Historische Nachricht von de Nürnbergischen Mathematicis und Kunstlern*. Nürnberg: P. C. Monath.
- Errante, F. G. (1976). Clarinet multiphonics: practical applications. *The Clarinet*, 3(2), 5–7. «[...] a lighter reed will provide more freedom of response». Traducción propia.
- Estellés, J. L. (1995). La embocadura del clarinetista: saber para olvidar. *Quodlibet*, nº 1, pp. 37–50.
- Farmer, G. (1977). A comprehensive view of clarinet multiphonics. *The Clarinet*, 4(2), 31–37. «Notations for multiphonics vary greatly from composer to composer». ▪ «The embouchure and breath support for each individual must be subjected to experimentation with the physical sensations of performance —that is, the “feel” of the reed on the bottom lip and the “feel” of certain amounts of air entering the mouthpiece. Considerable sensitivity to these variables and the ability to modify them at will are of extreme importance in executing multiphonics». ▪ «[Experimentation with a variety of equipment has led this author to conclude that] the same mouthpiece, reed, ligature and instrument used for traditional performance techniques may be used to perform multiphonic sonorities of all kinds. From personal experience and from the experience of several other students and teachers who were consulted, it appears that the most successful equipment is that which the performer is most accustomed to playing». Traducción propia.
- Farmer, G. (1982). *Multiphonics and other contemporary clarinet techniques*. Rochester, New York: SHALL-u-mo. «The kinds of techniques that appear in *Concert Music for Solo Clarinet* might not have been realized without the knowledge that can be derived from intense collaboration between composer and performer». ▪ «Saxophonist John Coltrane and bass clarinetist/saxophonist/flutist Eric Dolphy were among the earliest to employ multiphonics in the early 1960's». ▪ «Air pressure may usually be described as less forced, with an attempt toward a slow steady flow of air». Traducción propia.

- Fernández Cobo, C. J. (2010). *La metodología europea de clarinete anterior al Método completo para clarinete de Antonio Romero: influencias y aportaciones del autor a la misma*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Filosofía y Letras. Madrid.
- Fernández Vicedo, F. J. (2010). *El clarinete en España: historia y repertorio hasta el siglo XX*. (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Facultad de Filosofía y Letras. Granada.
- Fléchier, L. (2011). *Petite méthode des modes de jeu contemporains pour la clarinette*. Charnay-lès-Mâcon: R. Martin. « Même si cette technique peut s'avérer délicate, les couleurs sonores sont tellement riches et inhabituelles que le travail en est récompensé ». ▪ « [Meilleur] contrôle de la colonne d'air, souplesse de l'embouchure, polyphonie ». Traducción propia.
- Fritz, C. (2004). *La clarinette et le clarinetiste : influence du conduit vocal sur la production du son*. (Thèse de Doctorat). Université Pierre et Marie Curie. Paris.
- Fritz, C., Caussé, R., Kergomard, J., & Wolfe, J. (2005). Experimental study of the influence of the clarinetist's vocal tract. *Forum Acusticum 2005*, European Acoustics Association, Budapest, pp. 1281-1287. Recuperado de http://www.lam.jussieu.fr/Membres/Fritz/HomePage/THESE/Publi/FritzEtAl_ForumAc05.pdf.
- Fritz, C., & Wolfe, J. (2005). How do clarinet players adjust the resonances of their vocal tracts for different playing effects?. *Journal of the Acoustical Society of America*. 118(5), 3306–3315. «The reed and the air-flow past it interact with acoustical waves in the bore of the instrument and with waves in the player's tract». ▪ «The peak values of impedance measured were in some cases comparable with the peak values of that of the clarinet». Traducción propia.
- Gallagher, S., & Cole, J. (1995). Body schema and body image in a deafferented subject. *Journal of Mind and Behavior*. 16(4), 369–390.
- Gallaga Sabín, J. M. (2007). *Estudio completo de las comas acústicas: y del resto de los intervalos en los distintos sistemas de afinación*. Bilbao: Beta III Milenio.

- Garcés, A. (1991). *Primer libro del clarinetista: técnica, práctica y estética*. Madrid: Mundimúsica.
- Gevaert, F. A. (1885). *Nouveau traité d'instrumentation*. Paris-Bruxelles : H. Lemoine.
- Gibson, O. L. (1998). *Clarinet acoustics*. Bloomington: Indiana University Press. «[...] though they mean far more to the player than to the listener». ▪ «The larger the clarinet's bore, the more linear its bell's cone should be». ▪ «For the second mode of the clarinet this end effect, or open hole length correction, will be triple that of the first mode, and, for the third mode, five times that of the first mode. Beyond the soprano clarinet's upper third mode, however, end-effect correction becomes so large that all fingerings require alteration or additional venting». Traducción propia.
- Gil Valencia, F. J. (1991). *El clarinete: técnica e interpretación*. Granada: Anel.
- Gingras, M. (2011). *More clarinet secrets: 100 quick tips for the advanced clarinetist*. Plymouth: Scarecrow Press. «Singing a note into the clarinet while simultaneously playing creates the growl, and its intensity depends on the amount of dissonance created by the two different notes». Traducción propia.
- Godøy, R. I., & Leman, M. (eds.). (2010). *Musical gestures: sound, movement, and meaning*. Routledge.
- Goldáraz Gaínza, J. J. (2004). *Afinación y temperamentos históricos*. Madrid: Alianza.
- González Lapuente, A. (2003). *Diccionario de la música*. Madrid: Alianza.
- Hába, A., Barce, R. (trad.). (1984). *Nuevo tratado de armonía: de los sistemas diatónico, cromático, de cuartos, de tercios, de sextos y de doceavos de tono*. Madrid: Real Musical.
- Harris, P. (1995). Teaching the clarinet. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 123–133). Cambridge: Cambridge University Press. «The use of analogy and imagery is always helpful when putting across new technical concepts to the young player». ▪ «[The embouchure is the word used to describe] the formation of the lips and associated facial muscles around the mouthpiece». Traducción propia.

- Heaton, R. (1995). The contemporary clarinet. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 163–183). Cambridge: Cambridge University Press. «Singing a semitone or quarter-tone away from pitch, resulting in the difference tone beats, is also the last resort for those who cannot flutter-tongue». Traducción propia.
- Hoeprich, E. (2008). *The clarinet*. New Haven: Yale University Press. «The twentieth century witnessed a renewed interest in composing for the clarinet. The instrument was quickly found to suit the needs of composers of ‘new’ music, due to its dynamic range, flexibility and general ability to express a wide range of musical effects». ▪ «Basically, the ‘Reform’ Boehm-system clarinet adds the Boehm key-system to the bore and mouthpiece of the Oehler system». Traducción propia.
- Jerez Gómez, S. (2010). *El clarinete: manual de mantenimiento y pequeñas reparaciones para músicos*. Málaga: Gráficas Las Nieves.
- Johnston, R., Clinch, P. G., & Troup, G. J. (1986). The role of vocal tract resonance in clarinet playing. *Acoustics Australia* 14(3), 66–69.
- Keefe, D. H., & Laden, B. F. (1991). Correlation dimension of woodwind multiphonic tones. *Journal of the Acoustical Society of America*, 90(4), 1754–1765.
- Krassnitzer, G. (2002). *Multiphonics für Klarinette mit deutschem System und andere zeitgenössische Spieltechniken*. Aachen: Ebenos.
- Lawson, C. (1995). Single reeds before 1750. En *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 1–15). Cambridge: Cambridge University Press. «[...] French musical instruments [...] which were invented about twelve years ago [i.e. in 1784] in France». ▪ «[...] that he tended to exaggerate the achievements of local craftsmen and [that] he failed to assess the contributions of other makers to the development of the chalumeau and clarinet». Traducción propia.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. En *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 4 de mayo de 2006 (pp. 17158–17207).
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. En *Boletín Oficial del Estado*, núm. 295, de 10 de diciembre de 2013 (pp. 97858–97921).

- López-Cano, R., y San Cristóbal, U. (2014). *Investigación artística en música: problemas, métodos, experiencias y modelos*. Barcelona: Autor. Recuperado de <http://invaristic.blogspot.com.es/>.
- Mahillon, V. C. (1874). *Éléments d'acoustique musicale et instrumentale : comprenant l'examen de la construction théorique de tous les instruments de musique en usage dans l'orchestration moderne*. Bruxelles : C. Mahillon. « Une erreur généralement répandue est celle qui consiste à croire que la matière dont on fait les tuyaux exerce une grande influence sur la qualité du timbre de l'instrument ». ▀ « La famille des CLARINETTES est excessivement nombreuse : on a construit ces instruments dans presque tous les tons, mais les principaux sont : Les clarinettes (...) : en *mi*_b, en *ut*, à la tierce mineure grave de la précédente en *si*_b, à la seconde majeure [grave de la précédente], en *la*, à la seconde mineure [grave de la précédente]. Les clarinettes altos (...) : en *fa*, appelée aussi Basset horn ou cor de Basset, à la tierce majeure grave de la clarinette en *la* ; en *mi*_b, à la seconde majeure grave de la clarinette alto en *fa*. La clarinette basse (...) : en *si*_b, à la quarte inférieure de la clarinette alto en *mi*_b». Traducción propia.
- Mandat, E. P. (1989a). Expanding timbral: flexibility through multiphonics. *The Clarinet*, 16(3), 27–28. «As a rule, the allowable variance in embouchure formation and wind pressure characteristics required to produce multiphonics is much smaller than that for normal notes ». Traducción propia.
- Marín, C. (2013). *¿Qué aprendo, cómo aprendo?: concepciones sobre el aprendizaje y uso de la notación musical en estudiantes de instrumentos de viento-madera*. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Psicología. Madrid.
- Merino, J. M. (2006). *Las vibraciones de la música*. San Vicente, Alicante: Club Universitario.
- Mersenne, M. (1637). Des instruments à vent. En *Seconde partie de l'Harmonie Universelle* (vol. 5, pp. 225–308). Paris : P. Ballard.
- MIMO (2011). *Revision of the Hornbostel-Sachs classification of musical instruments*. Musical Instruments Museums Online Consortium. Recuperado de <http://www.mimo-international.com/documents/Hornbostel%20Sachs.pdf>.

- Nederveen, C. J. (1998). *Acoustical aspects of woodwind instruments* (2ª ed.). DeKalb: Northern Illinois University Press. «The vocal tract is not a chamber with a constant pressure. It also is a resonator, though at the upstream end of the excitation. For reed-type excitations the reed(s) can be considered to be located between two resonators and to be coupled to both». Traducción propia.
- Odom, D. H. (2005). *A catalog of compositions for unaccompanied clarinet published between 1978 and 1982, with an annotated bibliography of selected works*. (Doctoral treatise). The Florida State University, College of Music. Tallahassee.
- Olazábal, T. de (2007). *Acústica musical y organología*. Buenos Aires: Melos.
- Pace, T. (1943). *Ancie battenti: storia-fisica-letteratura*. Firenze: C. Cya. «Conclude perciò che la varietà timbrica dipende essenzialmente dalle “note estranee” e dalla diversità degli intervalli ch'esse determinano col suono fondamentale e con gli altri armonici». ■ «Altro fenomeno scoperto dal Ferranini, che si collega all'altro precedente, è quello di poter produrre *simultaneamente* con un comune clarinetto sistema Böhm, in modo chiaro e distinto, senza oscillazioni, di identica intensità e per una durata eguale a quella de qualsiasi altro suono, due o più note che *non appartengono alla stessa serie di armonici*, mediante una speciales posizione delle dita e una particolare insufflazione da Lui stesso escogitata». Traducción propia.
- Pastor García, V. (2007). Los instrumentos de viento-madera y su acústica. *Música y Educación*, 20(69), 91–116.
- Pastor García, V. (2010). *El clarinete: acústica, historia y práctica*. Valencia: Rivera.
- Pastor García V., y Romero Moreno, A. (2011). *Acústica musical* (vol. 1). Valencia: Rivera.
- Pay, A. (1995). The mechanics of playing clarinet. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 107-122). Cambridge: Cambridge University Press. «As we progress as players (...) our relationship with this object changes. We are more aware of the results we obtain than we are of the instrument itself». ■ «The most obvious use of the tongue is for articulation». ■ «There are many different types of basic embouchure because there are many different types of mouthpieces, and it is evident that the strength of the reed also makes a difference». Traducción propia.

- Peñalba, A. (2008). *El cuerpo en la interpretación musical: un modelo teórico basado en las propiocepciones en la interpretación de instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, Facultad de Filosofía y Letras. Valladolid.
- Peñalba, A. (2011). Towards a theory of proprioception as a bodily basis for consciousness in music. En D. Clarke & E. F. Clarke (eds.). *Music and consciousness: Philosophical, psychological, and cultural perspectives* (pp. 215–230). Oxford: Oxford University Press. «Proprioception provides us with information about the state of our own bodies and allows us to adapt our actions to sensory information. It works both consciously and subconsciously: subconsciously, it adjusts muscles and joints for global motion, and in a conscious way it allows access to awareness of a particular part of the body at any time».
- Peñarrocha, J. V., y Sanz, J (1991). *Método de clarinete: curso de iniciación*. Madrid: Música Moderna.
- Pérez Aranda, F., y Luján Artero, J. C. (1997). *El ajuste de las cañas en el clarinete y el saxofón*. Madrid: Mundimúsica.
- Pérez Mora, Y. (1997). *Naturaleza y ejecución del clarinete*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Pinksterboer, H. (2003). *Clarinete*. Madrid: Mundimúsica.
- Pino, D. (1998). *The clarinet and clarinet playing*. New York: Dover. «In the first several years after its introduction, the Boehm-system clarinet was by no means universally used; its adherents were definitely a minority and were to be found mainly in France. (...) During the 1870s, however, the Boehm system made significant inroads in Italy, Belgium and America, and almost no other type of clarinet was used any longer in France». ▪ «[An embouchure is nothing more than] the properly shaped and reinforced doorway through which the airflow must pass to be properly received by the instrument». Traducción propia.
- Powell, A. (2002). *The flute*. New Haven: Yale University Press. «Bayr's other claim to fame was the ability to play several notes at once, which aroused such skepticism that he took the trouble to publish a multiphonics manual». Traducción propia.

Randel, D. M. (ed.), Gago, L. C. (trad.) (1997). *Diccionario Harvard de la música*. Madrid: Alianza.

Raschèr, S. M. (1977). *Top-tones for the saxophone: daily embouchure drills and four-octave studies* (3ª ed.). New York: C. Fischer.

Real Decreto 1577/2006, de 22 de diciembre, por el que se fijan los aspectos básicos del currículo de las enseñanzas profesionales de música reguladas por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. En *Boletín Oficial del Estado*, núm. 18, de 20 de enero de 2007 (pp. 2853–2900).

Rehfeldt, Ph. (1977). Some recent thoughts on multiphonics. *The Clarinet* 4(3), 21. «With all multiple sounds there is a point beyond which it is impossible to play louder and still maintain the multiple effect: the maximum dynamic, therefore, is a critical limiting factor which must be determined individually for each sonority and always strictly observed». Traducción propia.

Rehfeldt, Ph. (1994). *New directions for clarinet* (ed. rev.). Berkeley & Los Angeles: University of California Press. «[...] the list of works employing multiphonics has grown enormously». ▪ «[...] multiple sonorities have now become established practice». ▪ «[...] they have unquestionably been attained, if only accidentally, by most beginning students' first attempts with the upper register». ▪ «Fingerings for all fundamental pitches have the capability of producing, with lip/jaw manipulations, upper partials according to the standard overtone series. In the case of the clarinet (...) only the odd-numbered partials are available». ▪ «[...] the lip/jaw adjustments required to produce the split sonority generally also lower the upper partials». ▪ «Generally, only slight upward alterations are possible (...). However, by lessening the pressure, given a firm embouchure, pitches can always be lowered, sometimes by rather large intervals». ▪ «[...] multiphonics really cannot be equated with chords. [The reason for this is that] the pitches characteristically appear at varying degrees of intensity». ▪ «Equipment that produces multiphonics generally also works well for “normal” playing». Traducción propia.

Remnant, M. (2002). *Historia de los instrumentos musicales*. Barcelona: Robinbook.

Rice, A. R. (1992). *The baroque clarinet*. Oxford: Clarendon Press.

- Rice, A. R. (2003). *The clarinet in the classical period*. New York: Oxford University Press.
- Rice, A. R. (2009). *From the clarinet d'amour to the contra bass: a history of large size clarinets, 1740-1860*. New York: Oxford University Press. «The *alto clarinet* was played primarily in wind and military bands and in chamber music, beginning in the 1740s». ▪ «During the second decade of the nineteenth century, the inventor and player Iwan Müller had alto clarinets made with thirteen keys according to his design, as found on the most advanced soprano clarinets». ▪ «These instruments were first made about 1830 and met with limited success as ensemble instruments». ▪ «The first successful contra bass clarinets were made during the 1890s, and the earliest significant musical use occurred in an 1897 opera by Vincent d'Indy». ▪ «[...] the bore of the mouthpiece and upper part of the barrel could be more easily modified by the maker to control intonation». Traducción propia.
- Rimsky-Korsakov, N. (1946). *Principios de orquestación: con ejemplos sacados de sus obras* (vol. 1). Buenos Aires: Ricordi Americana.
- Roederer, J. G. (1997). *Acústica y psicoacústica de la música*. Buenos Aires: Ricordi Americana.
- Romero, A. (1861). *Método completo de clarinete: adaptado para la enseñanza del Real Conservatorio de Música de M. C. y dedicado al mismo*. Madrid: Autor. Copia digitalizada recuperada de <http://bdh.bne.es/bnearch/detalle/bdh0000119862/>.
- Rosset, J., y Fàbregas, S. (2005). *A tono: ejercicios para mejorar el rendimiento del músico*. Barcelona: Paidotribo.
- Sabariego, M., Massot, I., y Dorio, I. (2012). Métodos de investigación cualitativa. En R. Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa* (3ª ed.), (pp. 293–328). Madrid: La Muralla.
- Scavone, G. P. (1997). *An acoustic analysis of single-reed woodwind instruments with an emphasis on design and performance issues and digital waveguide modeling techniques*. (Doctoral dissertation). Stanford University, Department of Music. Stanford. «The production of multiphonics using woodwind instruments became widespread in the 1960's». Traducción propia.

- Seve, A. (1991). *Le paradoxe de la clarinette : Etude générative des multiphoniques, des ¼ de tons, des micro-intervalles*. Paris : Autor. Recuperado de <http://alain-seve.com/pdfs/Le%20Paradoxe%20de%20la%20clarinette.pdf>. « Il est possible d'émettre simultanément plusieurs sons à partir d'un instrument à vent réputé monophonique ».
- « Pour le compositeur, l'usage des multiphoniques est flou. Il lui est difficile de se figurer la réalité acoustique, très fluctuante dans le cas des multiphoniques instables à forte densité [...] ».
 - « Quand un son multiple stable présente 2, 3 ou 4 éléments fixes aisément discernibles, on parlera de *densité 2, 3 ou 4* à son sujet, pour le définir avec précision, en opposition avec les autres classes de multiphoniques (...) dont la densité est fort et aléatoirement variée ».
 - « Dans le cas des multiphoniques, la flexion de torsion est privilégiée pour entretenir simultanément plusieurs fréquences. L'anche ne travaille plus seulement longitudinalement, mais elle est aussi distordue latéralement pour répondre aux sollicitations multi-fréquentielles provoquées par la technique de souffle et la technique des doigtés spécifiques aux multiphoniques ».
 - « Les degrés d'ouverture intermédiaire permettent l'émission simultanée des éléments du multiphonique ».
- Traducción propia.
- Shackleton, N. (1995). The development of the clarinet. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 16–32). Cambridge: Cambridge University Press. «[...] their design was dramatically improved by Adolphe Sax, who enlarged the bore, enlarged the toneholes, redesigned the keywork and enlarged the mouthpiece». Traducción propia.
- Shackleton, N. (2001). The clarinet of western music. En S. Sadie, & J. Tyrrell (eds.), *The new Grove dictionary of music and musicians* (2ª ed., vol. 5, pp. 897–910). New York: Oxford University Press.
- Sherrington, C. S. (1906). *The integrative action of the nervous system*. New Haven: Yale University Press.
- Sparnaay, H. (2011). *El clarinete bajo: una historia personal*. Barcelona: Periferia Sheet Music.
- Thurston, F. (1964). *Clarinet technique* (2ª ed.). London: Oxford University Press.
- Tranchefort, F. R. (1996). *Los instrumentos musicales en el mundo*. Madrid: Alianza.

- Tschaikov, B. (1995). The high clarinets. En C. Lawson (ed.), *The Cambridge companion to the clarinet* (pp. 43–56). Cambridge: Cambridge University Press.
- Vandoren (2014). *Cañas (lengüetas), boquillas y accesorios* [Catálogo de productos en español]. Paris: Vandoren. Recuperado de <http://www.vandoren-es.com/file/155731>.
- Veintimilla Bonet, A. (2002). *El clarinetista Antonio Romero y Andía (1815-1886)*. (Tesis doctoral). Universidad de Oviedo. Departamento de Historia del Arte y Musicología. Oviedo.
- Villanueva, C. (1999). Caramillo. En E. Casares (dir.). *Diccionario de la música española e hispanoamericana* (vol. 3, pp. 163–164). Madrid: Sociedad General de Autores y Editores.
- Villa-Rojo, J. (1984). *El clarinete y sus posibilidades: estudio de nuevos procedimientos* (2ª ed.). Madrid: Alpuerto.
- Villa-Rojo, J. (1991). *El clarinete actual: colección estudiada y comentada*. Madrid: Musicinco.
- Wanderley, M. (1999). Non-obvious performer gestures in instrumental music. *International Gesture Workshop, GW'99 Proceedings*. Gif-sur-Yvette.
- Weston, P. (1976). *The clarinet teacher's companion*. London: R. Hale. «To control sound on the clarinet pressure in varying degrees is applied to the reed by the lower jaw through the lip at the point *where the reed becomes on with the mouthpiece*». Traducción propia.
- Weston, P. (2002). *Clarinet virtuosi of the past*. York: Emerson.
- Wolfe, J., & Smith, J. (2003). Cutoff frequencies and cross fingerings in baroque, classical, and modern flutes. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114(4), 2263–2272.
- Zaldívar, A. (2006). «El reto de la investigación creativa y “performativa”». *Revista Eufonía*, 38. [Versión digital]. Recuperado de https://alojamientos.uva.es/guia_docente/uploads/2012/40815/51760/1/Documento1.pdf.

Webgrafía

Del Grazia, N. (s.f.). *Clarinet multiphonics*. Recuperado de <http://www.clarinet-multiphonics.org/>.

Elvira, J. (s.f.). *Pronomos: la flauta clásica del pasado, mejorada y ampliada para sobrevivir en el siglo XXI*. Recuperado de <http://pronomosflute.com/>.

Pimentel, B. (2001-2015). *Fingering diagram builder*. Consultado en <http://fingering.bretpimentel.com/#!/clarinet/>.

Real Academia Española (2001). *Diccionario de la lengua española* (22^a ed.). [Con las enmiendas incorporadas hasta 2012]. Consultado en <http://lema.rae.es/drae/>.

Richards, E. M. (s.f.). *The clarinet of the twenty-first century: new sonic resources based on principles of acoustics*. Recuperado de <http://userpages.umbc.edu/~emrich/clarinet21.html>. «For the many composers who did not have significant access to expensive electronic equipment (...) the revelation of multiple sounds signified a new direction». ▪ «[The register-terminator hole] performs two simultaneous functions: it terminates the shorter tube and acts as a register opening or vent for the longer tube». Traducción propia.

Wolfe, J. (1997-2006). *Clarinet acoustics*. Recuperado de <http://www.phys.unsw.edu.au/music/clarinet/>.

Fuentes musicales

- Austin, L. (1967). *Current* [1964]. Davis (California): Composer/Performer.
- Baixauli, R. (2001). *Tres piezas para clarinete solo* [1994]. Valencia: Rivera.
- Ballif, C. (1974). *Solfeggietto n° 5: pour clarinette seule*. Paris: Transatlantiques.
- Bartolozzi, B. (1974). *Collage: per clarinetto* [1973]. Milano: Suvini Zerboni.
- Bassett, L. (1978). *Soliloquies: for solo Bb clarinet*. (s.l.): T. Presser.
- Beerman, B. (1975). *Polygraph III: for Bb clarinet and prepared tape*. (s.l.): Autor.
- Beerman, B. (2001). *Evening songs* (ed. rev.) [1990]. (s.l.): Autor.
- Bergsma, W. (1973). *Illegible canons: for clarinet and percussion*. New York: Galaxi Music.
- Berio, L. (1980). *Sequenza IXa: per clarinetto solo*. Milano: Universal.
- Bettinelli, B. (1972). *Studio da concerto: per clarinetto in Sib* [1971]. Milano: Ricordi.
- Blake, D. (1981). *Arias: for clarinet* [1978]. Borough Green, Kent: Novello.
- Boulez, P. (1970). *Domaines: pour clarinette avec ou sans orchestre*. London: Universal.
- Bucchi, V. (1969). *Concerto: per clarinetto solo*. Milano: Ricordi.
- Caravan R. L. (1979b). *Polychromatic diversions: for clarinet*. [Oswego]: Ethos.
- Caravan R. L. (1992). *Recitation: for Bb clarinet & piano*. [Oswego]: Ethos.
- Carles, M. (1994). *Comme une improvisation: pour clarinette seule*. Paris: A. Leduc.
- Carter, E. (1994). *Gra: for Bb clarinet alone* [1993]. New York: Hendon Music.
- Childs, B. [1968]. *Barnard I: for clarinet and piano*. (s.l.): American Composers Alliance.

- Cleman, T. (1988). *For clarinet and piano* (ed. rev.). [1974]. (s.l.): Autor. «[...] the particular pitches are not so important as is the production of a loud, blatant, buzzing sort of sound to add color to the dynamic climax». Traducción propia.
- Clyne, A. (2014). *Rapture: for clarinet in Bb and tape* [2005]. New York: Boosey & Hawkes.
- Constant, M. (1975). *For clarinet*. Paris: Salabert.
- Crousier, C. (1986). *14 Études et duos contemporains*. Courlay: J. M. Fuzeau.
- Davies, P. M. (1978). *Stedman doubles: for clarinet and percussion* [1968]. London: Boosey & Hawkes.
- Desportes, Y. (1977). *La naissance d'un papillon: pour clarinette seule* [1975]. Paris: G. Billaudot.
- Díaz-Jerez, G. (2007). *Three pieces: for clarinet in Bb and piano*. Madrid: Fractal Music Press.
- Dolak, F. J. (1980). *Contemporary techniques for the clarinet: a selective sequential approach through prerequisite studies and contemporary études*. Lebanon, Indiana: Studio P/R.
- Dubois P. M. (1977). *Coïncidence: pour clarinette en Sib et piano*. Paris: A. Leduc.
- Eaton, J. (1971). *Concert music: for solo clarinet* [1961]. Delaware Water Gap, Pensilvania: Shawnee Press.
- Enríquez, M. (1991). Tlapizalli: para clarinete [1988]. En J. Villa-Rojo (comp.), *El clarinete actual* (pp. 125–135). Madrid: Musicinco.
- Feijóo, C. J. (2007). *Pulsión: para ensemble instrumental*. Palencia: Autor.
- Fennelly, B. (2009). *Tesserae VII: for solo clarinet* [1979]. (s.l.): American Composers Alliance.
- Firsova, E. (1978). *Sonata: for clarinet solo* [1976]. [New York]: Boosey & Hawkes.
- Flaherty, T. (1982). *Three pieces for clarinet*. Claremont, California: Autor.

- Fontcuberta, C. (2011). *Preludio a Borís (in memoriam Modest Mussorgsky): para ocho instrumentistas*. Valencia: Autor.
- Franciosi, M. (2008). *Viento del Norte: para clarinete en Sib.* (s.l.): Autor.
- Gaigne, P. (2000). *Ké: 5 pieces pour clarinette solo* [1993]. Paris: G. Billaudot.
- Gilbert, A. (2006). Litany [2004]. En I. Mitchell (comp.), *Spectrum for clarinet: 16 contemporary pieces* (pp. 30–31). London: The Associated Board of the Royal Schools of Music.
- Gistelínck, E. (1994). *Shouts: for clarinet solo* [1971]. Heerenveen: De Haske.
- Globokar, V. (1993). *Prestop I: pour clarinette en Sib et électronique* [1991]. [Milano]: Ricordi.
- Golightly, D. F. (1979). *Moods: for solo B-flat clarinet*. Wear Valley: Modrana Music.
- Grgin, A. (s.f.). *Capriccio n° 3: solo clarinet*. Crans-Montana: M. Reift.
- Grisey, G. (1998). *Quatre chants pour franchir le seuil: pour voix et 15 musiciens*. Milano: Ricordi.
- Hannay, R. (1979). *Pied piper: for Bb clarinet and tape* [1975]. Verona, New Jersey: Seesaw Music.
- Hartley, W. S. (1999). *Sonorities IX: for clarinet & piano* [1997]. [Oswego]: Ethos.
- Hefti, D. Ph. (2004). *O, star!: Mosaik für Klarinette solo* [2003]. Adliswil, Zürich: Kunzelmann.
- Holab, W. (1988). *Woodshedding (practice makes...): solo clarinet* [1987]. New York: Peters.
- Holliger, H. (2008). *Contrechant sur le nom de Baudelaire: for clarinet in Bb* [2007]. Mainz: Schott.
- Jackson, T. (2006). *Sonata: for clarinet alone*. Ampleforth, North Yorkshire: Emerson.
- Jarrell, M. (1995). *Aus Bebung: pour clarinette en Sib et violoncelle*. Paris: H. Lemoine.

- Jarrell, M. (2002). *Assonance: pour clarinette en Sib seule* (ed. rev.) [1983]. Paris: H. Lemoine.
- Keller, G. (1989). *Dialogues: clarinette et piano*. Paris: International Music Diffusion.
- Kovács, B. (2009). *Im memoriam D.T.: for solo clarinet in Bb*. [Leverkusen]: Darok.
- Kupferman, M. (1986). *Infinites #33 for clarinet*. (s.l.): Soundspells Productions.
- Lachenmann, H. (1980). *Dal niente (interieur III): for a solo clarinet player* [1970]. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel.
- Laporte, A. (1971). *Reflections: for clarinet (inner-space music)* [1970]. London: J. & W. Chester.
- Lauba, Ch. (1989). *Rituels: version pour clarinette seule*. Courlay: J. M. Fuzeau.
- Lavista, M. (1994). *Madrigal: para clarinete en Si bemol* [1985]. México D. F.: Mexicanas de Música.
- Lindberg, M. (1988). *Ablauf: für Klarinette und Obbligati*. Copenhagen: W. Hansen.
- Mabry, D. (1983). *Street cries: pour clarinette solo*. Hollywood: Judy Green Music.
- Mandat, E. P. (1980). *Tricolor capers: for solo B-flat clarinet* (ed. rev.). [Carbondale, Illinois]: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (1989b). *The jungle: for solo B-flat clarinet*. [Carbondale, Illinois]: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (1990). *Etude for Barney: for solo B-flat clarinet*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (1994). *Preludes, book I: for solo B-flat clarinet*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (2000). *Coconut candy: for solo B-flat clarinet*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (2005). *Rrowzer!: for solo B-flat clarinet*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.

- Mandat, E. P. (2007a). *Double life: for solo clarinet*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (2007b). *The moon in my window: for solo B-flat clarinet* [rev. 2010]. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mandat, E. P. (2008). *Bipolarang: for two B-flat clarinets*. Carbondale, Illinois: Cirrus Music.
- Mitchell, I. (comp.) (2006). *Spectrum for clarinet: 16 contemporary pieces*. London: The Associated Board of the Royal Schools of Music.
- Morales, J. M. (1995). *Mutacions lumíniques: per a clarinet en Sib*. Valencia: Piles.
- Muller, Th. (2011). Crépuscule. En L. Fléchier, *Petite méthode des modes de jeu contemporains pour la clarinette* (pp. 43–44). Charnay-lès-Mâcon: R. Martin.
- Murail, T. (1978). *Treize couleurs du soleil couchant*. Paris: Transatlantiques.
- Nichifor, S. (2003). *Carnyx: for solo Bb clarinet* [1984]. Palermo: Mnemes.
- Obradovic, A. (2014). *Mikro-Sonata: solo clarinet* [1970]. [Louisville]: Potenza Music.
- Parker, Ph. [1982]. *The blackbird: for Bb clarinet*. (s.l.): Autor.
- Perle, G. (1973). *Sonata quasi una fantasia: for clarinet and piano* [1972]. Bryn Mawr, Pennsylvania: Theodore Presser.
- Phillips, P. (1970). *Fantasy for clarinet: from "A day in the life of a frog"* [1960]. New York: Murbo.
- Porro, M. (1991). ...Un altro capriccio: para clarinete y piano [1988]. En J. Villa-Rojo (comp.), *El clarinete actual* (pp. 95-113). Madrid: Musicinco.
- Reimann, A. (2001). *Solo: for clarinet in Bb* [2000]. Mainz: Schott.
- Rockmaker, J. (1995). *Multiplicities: for solo clarinet in Bb*. Yaddo: Autor.
- Roizenblat, A. (1992). *Traces: 3 pièces pour un clarinetiste et piano*. Paris: International Music Diffusion.

- Rothman, D. (1990). *Cézanne's doubt: a chamber opera for baritone voice, clarinet, trumpet, cello and electronic signal processing*. (s.l.): Autor.
- Rothman, D. (1996). Two figures in dense violet light [1990]. En B. Zelinsky y D. Smeyers (eds.), *Pro musica nova: studies for playing contemporary music for clarinet* (pp. 33–34). Wiesbaden: Breitkopf & Härtel.
- Rothman, D. (1998). *Yes, Philip, androids dream electric sheep*. Venice, California: Autor.
- Rothman, D. (2006). *Soprano clarinet dyads (French system)*. (s.l.): Autor.
- Runchak, V. (1991). *Homo ludens I: per clarinetto* [1991]. Munich: Vierdreiunddreissig.
- Sakurai, Y. (1988). *J'ai rêvé de vous: pour clarinette seule* [1984]. Paris: International Music Diffusion.
- Sánchez Verdú, J. M. (2001). *Qasid 3: für Klarinette, Viola und Klavier*. Wiesbaden: Breitkopf & Härtel.
- Saunders, R. (2004). *Vermilion: for clarinet, e-guitar and violoncello*. Leipzig: H. Litolf.
- Scavarda, D. (1994). Matrix for clarinetist [1962]. En Ph. Rehfeldt, *New directions for clarinet* (pp. 131-133). Berkeley & Los Angeles: University of California Press.
- Scherchen-Hsiao, T. (1980). *Escargots volants: clarinette en Sib* [1979]. Paris: Amphion. «[ils sont tous basés sur une note] qui doit rester constante et audible durant les variantes à effectuer sur les sons multiphoniques». Traducción propia.
- Sciarrino, S. (1982). *Let me die before I wake: per clarinetto in Si bemolle*. Milano: Ricordi.
- Seve, A. (1996). *Free bop: pour clarinette seule*. Paris: Autor.
- Smith, W. O. (1963). *Five pieces for flute and clarinet* [1961]. New York: M.J.Q. Music.
- Smith, W. O. (1967). *Variants for solo clarinet*. London: Universal. «Because of their difficulty, none of this [multiple] sounds should be used in rapid passages». Traducción propia.
- Smith, W. O. (1981). *Jazz set: for solo clarinet*. Rochester: SHALL-u-mo.
- Smith, W. O. (1988). *Nine studies: for solo clarinet* [1978]. Seattle: Ravenna.

- Smith, W. O. (2006) Summer fancy [2004]. En I. Mitchell (comp.), *Spectrum for clarinet: 16 contemporary pieces* (p. 27). London: The Associated Board of the Royal Schools of Music.
- Tôn-Thât, T. (1979) *Bao la: pour clarinette seule* [1977]. Paris: Transatlantiques.
- Verrall, J. (1970). *Brief elegy: solo clarinet in Bb*. (s.l.): Autor.
- Villa-Rojo, J. (1968). *Sonata para clarinete y piano*. Madrid: Ediciones Quiroga.
- Villa-Rojo, J. (1977). *Música para obtener equis resultados: para clarinete incorporado al piano*. Madrid: EMEC.
- Waterhouse, G. (2000). *Contraventings: for solo clarinet in Bb op. 46a* [1998]. Hofheim, Leipzig: F. Hofmeister.
- Widmann, J. (2005). *Fantasie: for clarinet solo* [1993]. Mainz: Schott.
- Widmann, J. (2013). *Three shadow dances: for clarinet*. Mainz: Schott.
- Wildberger J. (1980). *Diario per clarinetto* [1975]. Zürich: Musik Hug.
- Xenakis, I. (1971). *Charisma: pour clarinette et violoncelle*. Paris: Salabert.
- Yuasa, J. (1983). *Clarinet solitude* [1980]. Tokyo: Schott Japan.
- Zonn, P. (1968). *Stray puffs: for solo clarinet*. Tanglewood: Autor.
- Zonn, P. (1969). *Revolutions: for clarinet alone*. Grinnel: Autor.

Glosario e índice analítico

Glosario

Armónico: 1.- Cada uno de los elementos pertenecientes a la *serie armónica*, cuya frecuencia es múltiplo entero con respecto a la del sonido fundamental. 2.- Sonidos obtenidos por *sobresoplo* en los instrumentos de viento.

Armónicos artificiales: Se trata de una terminología tomada del ámbito de los instrumentos de cuerda. Bartolozzi (1967) define como *armónicos naturales* a aquellos «derivados de las notas fundamentales determinadas por la construcción del instrumento», mientras que los *armónicos artificiales* serían los «derivados de un número de sonidos de la misma altura (fundamentales aparentes) obtenidos a través de digitaciones diferentes» (p. 13).

Ataque y decaimiento de envolvente inversa: Consistente en un ataque suave de aire seguido de un *crescendo* y con una finalización súbita del sonido al detener la vibración de la caña con la lengua. Su denominación inglesa es *reverse envelope attack and decay*.

Bajotono: Ver *undertone*.

Batimento: Variación periódica del sonido resultante de dos fuentes vecinas. Castellengo (1982) distingue entre batimentos (*battements*) y *roulements* (oscilaciones), en los que el sonido se interrumpe de forma periódica con la misma frecuencia para todos los componentes.

Bisbigliando: Efecto que también se conoce como *trino de color*. Consiste en una oscilación rápida producida por la alternancia de dos digitaciones que dan lugar a una leve variación en la afinación. En inglés este recurso puede denominarse como *key vibrato*.

Cent: Distancia interválica más pequeña dentro del temperamento igual, cuyo valor se corresponde con la mildoscientosava parte de la octava (centésima parte del semitono). Se representa con el símbolo ¢.

Chalumeau: 1.- Instrumento precursor del clarinete. 2.- Registro grave del instrumento (ver registros).

Clarino: ver registros.

Cuarto de tono: Microintervalo equivalente a medio semitono o 50 cents.

Díada: Multifónico de dos alturas que puede ejecutarse únicamente en los niveles de intensidad más suaves.

Dientes sobre la caña: (En alemán, *Zahntöne*). Mediante el contacto ligero de los incisivos inferiores con la lengüeta es posible obtener un sonido muy agudo, similar a un chirrido, que va más allá de la tesitura del clarinete. Este recurso ya fue descrito por T. Pace (1943, p. 90) como medio para obtener sonidos por encima del registro sobreagudo.

Digitación cruzada: Distribución de los orificios cerrados y abiertos a lo largo del tubo en la que dos o más oídos abiertos no consecutivos inciden en la frecuencia del sonido obtenido.

Doble picado: Articulación alternativa de lengua y de garganta (o viceversa) para conseguir una mayor velocidad en el picado. Dicha articulación combinada puede ser de tipo dental-velar (*ti-ki*) o velar-dental (*ki-ti*).

Espectrograma: Gráfico con la distribución de los armónicos y sobretonos de un sonido, con las intensidades representadas en el eje de ordenadas y sus frecuencias en el de abscisas.

Flutterzunge: Término alemán que se traduciría literalmente como *aleteo de lengua*. También se designa como *flutter tongue* en su denominación inglesa y como *frullato* siguiendo la terminología italiana. Consiste en la vibración de la lengua sobre el paladar imitando la pronunciación del fonema /r/ de forma sostenida. Rehfeldt (1994) señala que puede conseguirse asimismo por una vibración uvular en la garganta al elevar ligeramente la parte posterior de la lengua en la boca. En

España se suele emplear de forma indistinta tanto el término italiano como el alemán. No obstante, Villa-Rojo (1968) denomina a este efecto *redoblillo* en su Sonata para clarinete y piano.

Frullato: Ver *flutterzunge*.

Fundamental: 1.- Primer sonido de la serie armónica. 2.- Sonido de registro grave del clarinete (ver *registros*).

Fundamental aparente: Sonido más grave de las alturas presentes en el multifónico, no coincidente con el sonido fundamental de la serie armónica. Esta terminología es empleada por Bartolozzi (1967, p. 13).

Fundamental ausente: Se trata del sonido correspondiente al MCD de las frecuencias de los sonidos pertenecientes a las series heteróclitas, que no está presente en las mismas (salvo en el caso de la serie {1:2:3:4:5}). Castellengo (1982) emplea también la denominación *fundamental de sincronización* (p. 17).

Glissando: Efecto que permite pasar de una nota a otra modificando la altura del sonido de forma progresiva, sin que se perciba un salto o interrupción en el proceso. Esto se consigue mediante el deslizamiento de los dedos sobre los orificios tonales y el control de las resonancias en el tracto vocal. El ejemplo más conocido de la utilización de este recurso en el clarinete lo encontramos en el inicio de la *Rhapsody in blue* de G. Gershwin.

Growl: También denominado *growling tone* o *buzz tone*, se trata de un recurso a través del que se genera una distorsión del sonido, a modo de gruñido o zumbido, originado por la vibración de las cuerdas vocales de forma simultánea al medio de producción sonora convencional en el instrumento.

Jeu voilé: Término francés que podría traducirse como *interpretación velada*. Este efecto, también denominado *velato* (terminología italiana), consiste en una sucesión rápida de notas, por lo general en dinámicas suaves, que provoca una falta de definición en la percepción de las alturas.

Key clicks: Sonidos de tipo percusivo producidos al golpear con los dedos sobre el mecanismo de llaves.

Kissing effect: Sonido similar a un beso amplificado a través del tubo del instrumento. Se puede realizar tanto con la boquilla acoplada al clarinete como sin ella.

Lip bend: Literalmente, curvatura de labio. Se trata de un efecto que podría considerarse como un *glissando* descendente. Consiste en la modificación progresiva de la afinación de una nota a través de cambios en la colocación de la embocadura.

Lip buzzing: Efecto consistente en tocar sin boquilla haciendo vibrar los labios sobre el barrilete, a la manera de los instrumentos de viento-metal.

Medio clarinete: Recurso consistente en acoplar la boquilla directamente en el cuerpo inferior del instrumento. De esta forma se obtiene una interválica y timbre diferente a partir de las digitaciones de la mano derecha.

Microintervalo: Intervalo musical de por debajo del semitono. Entre ellos encontramos los cuartos de tono temperados, con una distancia de 50 *cents*, y los octavos de tono, de 25 *cents*. Véase *monesis* y *triosis*.

Monesis: Alteración correspondiente al cuarto de tono ascendente (+50¢), cuya representación más habitual es ♯.

Multifónico: Sonido múltiple emitido de forma simultánea por un instrumento de viento-madera.

Notación espacial: Tipo de notación musical no convencional en la que la distribución horizontal de las notas en el espacio de la partitura representa su separación temporal.

Octavo de tono: Microintervalo equivalente a la cuarta parte del semitono cromático, con una distancia de 25 *cents*.

Overtones: Ver *sobretonos*.

Parciales: Vibraciones concomitantes de frecuencia aguda que acompañan a los sonidos fundamentales. Se denominan armónicos cuando sus frecuencias son múltiplos de la fundamental. Estos sonidos tienen una incidencia determinante en la percepción tímbrica.

Propiocepciones: Información que recibe el sistema nervioso central desde el sistema muscular y articular encaminada a regular el gesto. El término propiocepción fue introducido por Sherrington (1906), quien estableció tres campos de recepción sensorial: exteroceptivo, interoceptivo y propioceptivo. Los exteroceptores (*extero-ceptors*) nos proporcionan información exterior al cuerpo, como la visión o el tacto; los interoceptores (*intero-ceptors*) nos informan acerca del estado de los órganos internos; los propioceptores (*proprio-ceptors*) nos ofrecen información acerca de la posición y del movimiento muscular.

Registros: Distribución de los sonidos del clarinete en función de su tesitura y del modo de vibración a través del que se obtienen. Tradicionalmente se dividen en *chalmereau* o fundamental (primer modo de vibración), agudo o *clarino* (segundo modo de vibración, a la 12ª justa superior) y sobreagudo o *altissimo* (tercer modo de vibración y siguientes).

Respiración circular: Técnica consistente en mantener sin interrupción un flujo de aire dentro del instrumento, de manera que el sonido se mantenga de forma indefinida. Esto se consigue hinchando los carrillos, que actuarán como una cámara de aire que será insuflado en el tubo en el momento de realizar una inspiración por la nariz.

Serie armónica: sucesión de alturas cuyas frecuencias son múltiplos enteros del primero de los elementos constituyentes de la serie.

Slap tongue: También denominado *slap*, en su forma abreviada, se trata de un efecto percusivo que se consigue mediante una emisión heterodoxa, en la que la acción de la lengua, colocada sobre una superficie mayor de la caña actúa a modo de ventosa, provoca el golpeo de la lengüeta sobre la ventana de la boquilla.

Smorzato: *Vibrato* muy pronunciado que se obtiene al mover con rapidez la mandíbula.

Sobresoplo: Obtención de sobretonos (armónicos o parciales superiores) a partir de una posición de registro grave de forma simultánea al sonido fundamental.

Sobretonos: Ver *parciales*.

Sonidos eólicos: Efecto tímbrico consistente en hacer pasar el caudal de aire a través del tubo del instrumento sin que la lengüeta entre en oscilación, produciendo un sonido

que carece de altura determinada, similar al ruido blanco. Este efecto sonoro también se denomina ruido de aire, sonido de aire, soplos o sonido sin tono (*tonlos*, en alemán).

Sonido resultante: Terminología empleada por Villa-Rojo (1984 y 1991) para referirse a los *undertones* (ver más abajo).

Sonidos rotos: Multifónicos que se obtienen a partir de posiciones de registro fundamental en las que la digitación conforma un único segmento de tubo.

Sonidos vocales: *Vocal sounds*, en su denominación inglesa. Ver *voz*.

Sons fendus: Ver *sonidos rotos*.

Split sounds: Ver *sonidos rotos*.

Subtone: Efecto consistente en apagar la vibración de la caña contactando con suavidad con la lengua y manteniendo una presión de aire continua, de manera que el sonido resultante tenga una intensidad mucho menor y un timbre oscuro.

Tongue ram: Se trata de un efecto percusivo sin altura definida y de sonido similar a la onomatopeya *plop* (Krassnitzer, 2002, p. 21) que se obtiene al avanzar la lengua con velocidad en digitaciones de registro grave.

Trémolo: Alternancia rápida y repetida de dos notas no adyacentes. En función del intervalo, pueden requerirse digitaciones especiales que facilitan su realización. En relación con los sonidos múltiples, es posible realizar un *trémolo de multifónicos*, consistente en oscilaciones ejecutadas en *legato* que suelen aparejar que el sonido superior se mantenga estable.

Triesis: Alteración correspondiente a tres cuartos de tono ascendentes (+150¢), cuya representación más frecuente es #.

Trino: Alternancia repetida de dos notas adyacentes que tiene lugar con relativa velocidad. En el caso de los multifónicos se corresponde por lo general con la alternancia de los sonidos agudos, mientras que la altura inferior se mantiene constante.

Trino de timbre: También denominado *trino de color* o *Klangfarbentriller*, en su denominación alemana, se trata de un trino efectuado por la alternancia entre dos

digitaciones diferentes de una misma nota, que da lugar a un efecto pulsante. Ver *bisbigliando*.

Triple picado: Esta técnica se asemeja al *doble picado*, pero articula los sonidos agrupados de tres en tres a través de una combinación articulatoria repetida de tipo dental-velar-velar (*ti-ti-ki*) o bien dental-velar-dental (*ti-ki-ti*).

Undertone: Se trata de un sonido de registro fundamental que se obtiene, a partir de una digitación de registro agudo o sobreagudo, al actuar el oído de la llave de registro como orificio tonal. Villa-Rojo (1984 y 1991) los denomina *sonidos resultantes*.

Velato: Ver *jeu voilé*.

Vibrato: Oscilación moderada en sentido descendente y ascendente en la afinación de un sonido mantenido. En el clarinete se divide en *vibrato de embocadura* o (modificaciones en la presión ejercida sobre la caña) y *de diafragma* (cambios en la velocidad del aire insuflado).

Voz [dentro del instrumento]: Amplificación y modulación de la vibración originada por las cuerdas vocales del intérprete a través del tubo del clarinete sin que la lengüeta entre en movimiento.

Voz y sonido: La combinación de voz y sonido producido a través de la oscilación de la caña es considerada por Villa-Rojo (1984 y 1991) como un efecto tímbrico. Berkowitz (2010) denomina a este recurso *Singing while playing* y lo considera como una categoría al margen de los multifónicos, al igual que Rehfeldt (1994), quien emplea el término *Vocal sounds (hum and play)* para referirse a ellos. Algunos autores como Caravan (1979a) y Krassnitzer (2002) consideran a estos sonidos como una categoría de multifónicos.

Índice analítico

A

abrazadera....38, 71, 101, 119 s., 163, 339
ABS (polímero).....117, 122 s.
Alandia, Edgar.....133
Albert, Eugène.....115, 117
alboka.....108
arghul.....107
armónicos artificiales.....160, 228 s.
aulos.....107 s.
Austin, Larry.....78 s., 255 s., 271

B

Baermann
 Carl.....115
 Heinrich Joseph.....78
 sistema.....115 s.
Baixauli, Ricardo.....254
Ballif, Claude.....251
barrilete.....71, 102, 111 ss., 117 s.,
121 ss., 125
Bartolozzi, Bruno.....41, 46, 70, 79, 131,
140 ss., 152, 160, 175, 181, 228 s., 255 s.,
270, 279, 281, 285, 334, 347
Bassett, Leslie.....250 s.
Baumann, Jean Jacques.....113
Bayr, Georg.....45 s.
Beerman, Burton.....252, 271

Beethoven, L. van.....55 s.
Bergsma, William.....254, 279
Berio, Luciano.....254, 380
Berlioz, Hector.....49 s., 54 s., 139
Bertomeu, Agustín.....133
Bettinelli, Bruno.....271
bikkoy.....105
bisbigliando.....149
Blake, David.....271
Boehm
 sistema.....31, 39, 49, 60 ss., 64 s.,
69 s., 102, 105, 115, 117 s., 128, 130 s.,
134, 142, 169, 175, 206, 339, 380,
382
 Theobald.....60
boquilla.....38, 55, 58, 65, 71 s., 100 ss.,
110 ss., 118 ss., 139, 149, 163, 176, 179,
201 ss., 206, 213, 215, 218, 221 s., 227,
233, 235, 237 s., 327, 331 s., 334, 337,
339, 363
Boulez, Pierre.....251
Brahms, Johannes.....55 s., 78
Bucchi, Valentino.....78, 254
Buffet *jeune*, Auguste.....60, 115
Buffet-Klosé, sistema.....61, 116
bumpa (papo).....105
buzz.....149

C

cai-ken-doi.....106

campana.....57 ss., 65, 105, 110, 113, 116, 118, 122, 125, 149, 201, 206, 214, 238

Caravan, Ronald L.....79 ss., 156 ss., 254, 270, 345, 348 s., 354, 364 ss., 375

Carles, Marc.....254, 271

Carter, Elliott.....254, 282

chalumeau

 instrumento.....109 ss.

 registro.82, 128 s., 138, 183, 214, 224

Childs, Barney.....78, 279

clarinete

 alto en *Mi* bemol.....52, 57

 bajo en *Si* bemol.....52, 57 ss., 79 s., 143 ss., 153 s., 169, 175, 179, 181 s., 188, 380

 contrabajo en *Si* bemol.....52, 59

 contralto en *Mi* bemol.....52, 59

di bassetto.....52, 56 s.

piccolo en *La* bemol.....54

 sopranino en *Re*.....55

 soprano en *Do*.....55

 soprano en *La*.....56, 380

 soprano en *Si* bemol...56 s., 105, 154, 188, 213, 215, 245

clarinette omnitonique.....113

clarino, registro.....138, 157, 214, 365

Cleman, Tom.....253, 270 s.

Clyne, Anna.....251

Coltrane, John.....79, 152

Constant, Marius.....247, 279

corno di bassetto.....52, 57

corrección del extremo, efecto.....135, 139, 208 ss., 212, 214, 217, 224, 227, 231, 233, 237

Crousier, Claude.....81, 271, 283, 365 s.

cuartos de tono.....131, 140 s., 146 ss., 156 s., 159, 163, 174, 179, 185, 191, 198, 258, 270, 273 s., 374

D

Dall'Argine, Priamo.....137

Davies, Peter Maxwell.....37, 78, 251, 388

Denner

 Jacob.....110 s.

 Johann Christoph.....110

Desportes, Yvonne.....254, 282

díada.....153, 155, 160 ss., 232, 243, 247, 253, 256, 277, 312, 337, 351, 372, 380

Díaz-Jerez, Gustavo.....254

diesis.....270

digitación

 compleja.....146 s., 186, 208, 227 s., 239, 283, 312, 320, 336, 344, 349 ss., 354, 359, 364 s., 378, 382

 cruzada.....61, 64, 113, 135 s., 146, 156, 167, 209 ss., 215, 227, 233, 235

Dolphy, Eric.....79

Dubois, Pierre Max.....254

Dubrovay, László.....133

E

Eaton, John.....78

ebonita.....119 s., 122 s.

Enríquez, Manuel.....133, 250, 252

Errante, F. Gerard.....67, 80, 340

F

- Feijóo, Carlos J.....254, 270, 278 s.
 Fennelly, Brian.....255, 271, 279
 Ferrannini, Antonio.....78, 138
 Finnissy, Michael.....133
 Firsova, Elena.....254, 270
 Flaherty, Tom.....254, 271, 279
flatterzunge...131, 133, 135, 149, 162, 183
flutter tongue.....158
 Fontcuberta, Carlos.....252, 254, 270, 278
 Franciosi, Marcos.....247
frullato....37, 44, 147, 153, 164, 169, 176,
 179, 306, 382
 fundamental
 aparente.....228 s., 243, 276, 373
 de sincronización.....83, 316
 registro.....111 s., 157, 176, 181, 205,
 208, 213, 224, 247 s., 283, 301, 312,
 344, 346 ss., 359

G

- Gaigne, Pascal.....246 s., 254, 271, 282
 Gentellet, Claude.....113
 Gilbert, Anthony.....81, 254, 366
 Gistelínck, Elias.....251
glissando.....131, 133, 135, 149, 153,
 158 s., 162, 164, 169, 176, 178 s., 183,
 247, 325, 382
 Globokar, Vinko.....252
 Golightly, David F.....254, 271
 Gómez, Manuel.....62 s.
 Grenser, Johann Heinrich W.....113
 Grgin, Ante.....254
 Grisey, Gérard.....59, 269

H

- Hannay, Roger.....247
 Hartley, Walter S.....254, 270
 Hefti, David Philip.....254, 270
 Hermstedt, Johann.....78
 Holab, William.....270, 279
 Holliger, Heinz.....252, 270
 Hornbostel-Sachs.....41, 49, 51, 105

I

- idioglótico (instrumento).....106 s.
 Indy, Vincent d'.....59
 instrumento, cuerpo.....64, 112, 115 ss.,
 121, 124, 210, 233

J

- Jackson, Tom.....254, 279
 Jarrell, Michael.....254, 270, 279
jeu voilé.....176

K

- Keller, Ginette.....254
kissing effect.....149, 176
 Klosé, Hyacinthe.....60, 115
 Kolbe, Louis.....64
 Kovács, Béla.....283
 Kupferman, Meyer.....251

L

- Lachenmann, Helmut.....252
 Laporte, André.....254, 270
 Lauba, Christian.....254, 270
 launeddas.....108, 137

- Lavista, Mario.....254 ss., 279
- Lefèvre
 Jean Xavier.....113 s.
 Simon.....115
- Lehmann, Hans Ulrich.....78, 246 s., 254
- Leyendecker, Ulrich.....133
- Lindberg, Magnus.....253
- M**
- Mabry, Drake.....254, 270
- Mahillon, Victor Charles.....49, 52 s.
- Mahler, Gustav.....54 ss.
- Mandat, Eric Paul.....68, 80 ss., 252, 254, 270 s., 359 s., 367, 375
- Mendelssohn, Felix.....57
- Meyerbeer, Giacomo.....58
- Molter, Johann Melchior.....55
- monaulos.....108
- monesis.....270
- Morales, José M.....254, 271
- Moyencourt, Agnès.....150
- Mozart, Wolfgang Amadeus.....55 ss., 78
- Mühlfeld, Richard.....78
- Müller, Iwan.....56 s., 113 ss., 117, 137
- Muller, Thierry.....150, 364
- Murail, Tristan.....254, 270
- N**
- Nichifor, Serban.....251
- O**
- Obradovic, Aleksandar.....246 s., 255
- octavos de tono...159, 165, 168, 173, 178, 185, 191, 198 s., 258 s., 269 ss., 374
- Oehler
 Oskar.....65, 115, 117
 sistema.....65, 115
- Ottensteiner, Georg.....115
- P**
- Parker, Philip.....251
- Perle, George.....254
- Phillips, Peter.....78
- pibcorn*.....108
- Porro, Mauro.....133, 255
- Prieto, Claudio.....133
- propiocepciones.....39, 73, 94, 101, 319, 338, 356 s.
- R**
- Ravel, Maurice.....54
- Raxach, Enrique.....133
- Reimann, Aribert.....254, 270
- Requinto en *Mi* bemol.....54 s., 153 ss., 169, 188, 380
- respiración circular.....107, 153, 165 s., 176, 179, 183
- Reverdy, Michèle.....133
- Rimsky-Korsakov, Nicolai.....49
- Rockmaker, Jody.....254
- Roizenblat, Alain.....249
- Romero y Andía, Antonio.....62
- Rossini, Gioachino.....55
- Rothman, Daniel B.....251, 254, 270
- Runchak, Volodymyr.....254, 279

S

- Sakurai, Yakari.....255, 270
- Sánchez Verdú, José María.....254, 279
- Sax, Adolphe.....58, 114 s.
- Saunders, Rebecca.....253
- Scavarda, Donald.....78
- Scherchen-Hsiao, Tona.....250 s.
- Sciarrino, Salvatore....247, 255, 279, 353, 380
- serie armónica.....38, 86, 138, 144, 160, 165 s., 193, 195 ss., 205, 214 s., 224 s., 228, 239, 266, 268, 273, 275 s., 289 ss., 296, 317
- serie heteróclita.....295 ss., 300 s., 303 s., 306 s., 310, 314 ss., 375, 381
- Simiot, Jacques François.....113
- sistema de mecanismo
- alemán.....65, 80, 117, 182, 336, 380
 - francés.....ver Boehm
 - Mazzeo.....62
 - McIntyres.....62
 - Stubbins.....62
- slap tongue*.....147, 153, 158, 164, 176, 178 s., 183
- Smith, William Overton..78, 81, 153, 353, 365 s., 374
- smorzato*.....149, 162, 179
- sonidos rotos.....82, 133, 154, 164, 181, 224, 252, 359, 366
- sons fendus*.....181, 359
- split sounds*.....176, 181, 359
- Spohr, Louis.....78
- Stadler, Anton.....78, 214
- Stamitz, Johann.....55

Strauss, Richard.....55

Stravinsky, Igor.....55

T

- tiktiri*.....106
- Tôn-Thât, Tiêt.....254, 270
- tongue ram*.....183
- tonos de combinación....43, 80, 128, 135, 143, 174, 186, 230, 236, 239 ss., 259 s., 265, 268, 289, 291, 352, 373, 380
- tracto vocal. .38, 45, 72 s., 86 s., 100, 131, 139, 160, 168, 200, 215 s., 218, 221 ss., 225, 229 ss., 233, 235, 237 s., 240, 262, 286, 319 ss., 324, 330 s., 333, 337, 339 s., 345, 348, 353, 355, 360, 373, 376 ss., 382
- triosis.....270
- tudel.....57 s., 176, 179
- Tyndall, Teorema de.....226, 304

U

- undertones....78, 82, 252, 344, 347, 364 s.
- uruá*.....106

V

- Verdi, Giuseppe.....54 s.
- Verrall, John.....255, 270
- vibrato*.....133, 135, 149, 153 s., 158, 162, 164, 169, 176, 179, 183, 248, 252, 382
- Villa-Rojo, Jesús.....47, 70, 77, 79, 82, 128 ss., 154, 157, 160, 164, 181, 183, 224, 239, 250, 252, 279, 348, 359

W

- Wagner, Richard.....55
- Waterhouse, Graham.....247, 279

Weber, Carl Maria von.....43, 78

Widmann, Jörg.....251, 270

Wildberger, Jacques.....270

Wurlitzer, Fritz.....64

X

Xenakis, Iannis.....181, 251

Y

Yuasa, Joji.....255, 270

Z

Zonn, Paul.....78, 254

zummâra.....107

Anexos

Anexo I

Tabla de multifónicos de elaboración propia

A continuación recogemos un total de noventa y cinco multifónicos que hemos utilizado a lo largo del texto a modo de ejemplo. En los casos en que se requiere una modificación significativa del punto de contacto del labio inferior con la lengüeta hemos incluido, a la izquierda de la digitación sugerida, una representación de la caña con una flecha en dirección a su punta/base. Asimismo, en algunos casos hemos indicado la posición subjetiva de la lengua en la cavidad oral mediante la vocalización encaminada a la obtención del multifónico. Por último, debajo de la digitación hemos señalado el rango dinámico del multifónico en una escala relativa con cinco gradaciones (*p*, *mp*, *mf*, *f* y *ff*) que representa la intensidad máxima en que es posible emitir el sonido múltiple correspondiente.

The image displays eight examples of multifonics, each consisting of a musical staff, a cane diagram, and a dynamic marking. The musical staves show notes with various accidentals and fingerings (numbers 1-5). The cane diagrams show the cane with an arrow indicating the point of contact (upward or downward) and a small cup-like shape representing the reed's position. The dynamic markings are *ff* for the first six examples and *ff* for the last two.

Example	Musical Staff	Cane Diagram	Dynamic
1	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 3, 4, 5, 6, 7)	Arrow pointing up	<i>ff</i>
2	Notes: C5, D5, E5, F5 (fingering: 10, 13, 16, 19, 22)	Arrow pointing up	<i>ff</i>
3	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 13, 15, 17)	Arrow pointing down	<i>ff</i>
4	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 8, 11, 14, 17)	Arrow pointing down	<i>ff</i>
5	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 3, 4, 5)	Arrow pointing down	<i>ff</i>
6	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 14, 19, 24)	Arrow pointing down	<i>ff</i>
7	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 3, 4, 5, 6)	Arrow pointing down	<i>ff</i>
8	Notes: G4, A4, B4, C5 (fingering: 14, 19, 24)	Arrow pointing down	<i>ff</i>

The image displays three systems of musical notation for saxophone, each consisting of a staff with notes and fingerings, a row of articulation diagrams, and dynamic markings.

System 1:

- Staff notes: 28, 23, 18, 13; 5, 4, 3; 29, 24, 19, 14; 29, 22, 15; 16, 13, 10; 28, 18, 13; 11, 9, 7, 5; 11, 8.
- Fingerings: ♯5, ♭1, ♯5, ♭7, ♭3, ♯5, ♭2, ♭3.
- Articulation: Down-bow, Down-bow, Down-bow, Up-bow, Down-bow, Down-bow, Up-bow, Down-bow.
- Dynamics: *f*, *f*, *ff*, *f*, *f*, *ff*, *mf*, *mf*.

System 2:

- Staff notes: 4, 3; 11, 9, 7, 5; 4, 3; 26, 21, 16; 4, 3; 17, 13, 9; 13, 10, 7; 22, 17, 12.
- Fingerings: ♭1, ♯2, ♯1, ♯5, ♭1, ♯4, ♯3, ♯5.
- Articulation: Down-bow, Down-bow, Up-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow.
- Dynamics: *mf*, *mf*, *mp*, *mf*, *f*, *f*, *mf*, *f*.

System 3:

- Staff notes: 32, 25, 18; 14, 11, 8; 7, 5; 14, 11, 8; 29, 22, 15; 21, 16; 17, 13, 9.
- Fingerings: ♯7, ♯3; ♯2, ♯3; ♯7, ♯3; ♯7, ♯3; ♭7, ♯5; ♭5, ♯5; ♭5, ♯4.
- Articulation: Up-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow, Down-bow, Up-bow, Down-bow.
- Dynamics: *f*, *mf*, *mf*, *f*, *mf*, *mf*, *p*, *f*.

The image displays a table of multi-tones for saxophone, organized into three systems. Each system consists of a musical staff with notes, fingerings, and dynamic markings, and a corresponding fingering diagram for the saxophone keys.

System 1:

- Notes: \sharp^9 7 5, \sharp^{23} 18 13, \sharp^{19} 15 11, \sharp^5 4 3, \sharp^{27} 20 13, \flat^{21} 16 11, \sharp^{10} 7, \sharp^{22} 17 12
- Fingerings: 2, 5, 4, 1, 7, 5, 3, 5
- Dynamics: *mp*, *mf*, *mf*, *f*, *f*, *mf*, *mf*, *f*

System 2:

- Notes: \sharp^7 5, \sharp^{18} 13, \flat^{17} 13 9, \sharp^{17} 12, \flat^{13} 10 7, \flat^9 7 5, \sharp^4 3, \sharp^{17} 12
- Fingerings: 2, 5, 4, 5, 3, 2, 1, 5
- Dynamics: *mf*, *mf*, *f*, *mf*, *f*, *mf*, *f*, *mf*

System 3:

- Notes: \flat^7 5, \sharp^{22} 17 12, \flat^7 5, \sharp^{18} 13, \sharp^{11} 8, \sharp^{22} 17 12, \sharp^{23} 18 13, \sharp^{11} 8
- Fingerings: 2, 5, 2, 5, 3, 5, 5, 3
- Dynamics: *mf*, *mf*, *mf*, *mf*, *f*, *f*, *mf*, *mf*

The fingering diagrams show the positions of the fingers on the saxophone keys, with arrows indicating finger movement. The notes are written in various keys and octaves, with some notes marked with a double sharp or double flat.

27 20 13 7 | 4 3 1 | 5 4 3 1 | 17 12 7 5 | 19 14 9 5 | 7 5 2 | 27 20 13 7 | 10 7 4 3

f *mp* *mp* *mf* *f* *mf* *mp* *mp*

17 12 7 5 | 3 2 1 | 17 13 9 4 | 7 5 3 2 | 7 5 3 2 | 11 8 5 3 | 21 16 11 5

f *p* *mf* *mf* *f* *f* *mp* *p*

17 12 7 5 | 4 3 2 1 | 7 5 3 2 | 11 8 5 3 | 4 3 2 1 | 17 12 7 5 | 17 12 7 5

p *f* *p* *mf* *f* *mp* *p* *mf*

The image displays two rows of musical notation and corresponding fingering diagrams for multi-tones. Each diagram shows a vertical column of circles representing the keys on a saxophone, with black circles indicating which keys are pressed. Dynamic markings and fingering numbers are provided for each note.

Top Row:

- Notes: $\sharp E$ (15/11), $\sharp E$ (7/5), $\sharp E$ (17/12), $\sharp E$ (4/3), $\sharp E$ (5/3), $\sharp E$ (11/8), $\sharp E$ (19/14)
- Dynamic markings: *mf*, *p*, *mp*, *mp*, *mp*, *mf*, *mp*, *mp*
- Vowels: /i/, /o/, /i/

Bottom Row:

- Notes: $\sharp E$ (4/3), $\sharp E$ (7/5), $\sharp E$ (18/13), $\sharp E$ (8/5), $\sharp E$ (15/11), $\sharp E$ (5/3)
- Dynamic markings: *p*, *f*, *mp*, *mf*, *p*, *mp*, *mp*
- Fingering: D1 →

Anexo II

Tabla de multifónicos de Rehfeldt (1994)

A continuación incluimos las digitaciones propuestas por Rehfeldt (pp. 48-52) para el clarinete soprano en *Si* bemol de sistema Boehm. El autor señala que la mayor parte de estas posiciones también pueden ser aplicables para requinto en *Mi* bemol y clarinete soprano en *La*, advirtiendo que su exactitud puede verse afectada. Estos sonidos múltiples se organizan en seis categorías en función de sus características tímbricas, facilidad de emisión y posibilidades de control dinámico.

B-flat soprano (E-flat sopranino and A soprano) multiphonics.

Category 1 (all dynamics, flexible).

This section shows eight examples of multiphonics for Category 1. Each example consists of a musical staff with a note and a fingering diagram below it. The notes are: B-flat, E-flat, A, B, C, D, E, and F. The fingering diagrams use solid black dots for fingers to be pressed and open circles for fingers to be lifted. The diagrams show various combinations of fingerings across the keys, such as using the index finger for B-flat and the middle finger for E-flat.

This section shows eight more examples of multiphonics for Category 1. The notes are: G, A, B, C, D, E, F, and G. The fingering diagrams show various combinations of fingerings, including the use of the thumb for G and the index finger for A. The final example for G includes a trill symbol (tr) and a B-flat key signature.

B-flat soprano (E-flat sopranino and A soprano) multiphonics—continued.

Category 2 (soft attacks, crescendo to mf-f, more resistant).

The first system of notation includes notes B^b, B^b, F, E, F, F, F. Fingerings are: R, B^btr, R, F, E, F, F.

The second system of notation includes notes E^b, G[#], F[#], G[#], F, C[#], B^b. Fingerings are: E^b, G[#], R, G[#], R, G[#], R, G[#].

The third system of notation includes notes A, B^btr, F[#], G[#], E^b, C[#], F. Fingerings are: A, B^btr, R, G[#], R, G[#], R, G[#].

Category 3 (quiet little, or no crescendo).

The notation for Category 3 includes notes F[#], C[#], E, E, E, G[#], F, F. Fingerings are: R, C[#], R, C[#], E, E, E, G[#], F, F.

B-flat soprano (E-flat soprano and A soprano) multiphonics—continued.

First system of musical notation showing notes and fingerings. Notes include B-flat, C, D, E-flat, F, G, A, and B. Fingerings are indicated by 'R' and 'C#'. Diagrams below the staff show finger positions on the keys, with black dots for fingers and white circles for keys.

Second system of musical notation showing notes and fingerings. Notes include B-flat, C, D, E-flat, F, G, A, and B. Fingerings are indicated by 'R', 'E-flat', and 'C#'. Diagrams below the staff show finger positions on the keys, with black dots for fingers and white circles for keys. Some diagrams include the word 'or' between two fingerings.

Third system of musical notation showing notes and fingerings. Notes include B-flat, C, D, E-flat, F, G, A, and B. Fingerings are indicated by 'R', 'G#', and 'E'. Diagrams below the staff show finger positions on the keys, with black dots for fingers and white circles for keys.

Category 4 (loud, with beats).

Fourth system of musical notation showing notes and fingerings. Notes include B-flat, C, D, E-flat, F, G, A, and B. Fingerings are indicated by 'R', 'G#', 'F', and 'E'. Diagrams below the staff show finger positions on the keys, with black dots for fingers and white circles for keys. Some diagrams include the word 'or' between two fingerings.

b-flat soprano (E-flat soprano and A soprano) multiphonics—continued.

Category 5 (dyads, soft).

Diagram illustrating the first row of multiphonics for Category 5 (dyads, soft). The notation shows notes on a staff with various accidentals and dynamics. Below the staff are fingerings for the Right Hand (R.H.) Thumb, indicated by black dots for notes to be played and white circles for notes to be held or released. Labels include G[#], C[#], F, G[#], A, R, G[#], B^btr, R.H. Thumb, and E. Dynamics include -e^b, -a, and -e^b.

Diagram illustrating the second row of multiphonics for Category 5 (dyads, soft). The notation shows notes on a staff with various accidentals and dynamics. Below the staff are fingerings for the Right Hand (R.H.) Thumb, indicated by black dots for notes to be played and white circles for notes to be held or released. Labels include R, C[#], G[#], F, E, G[#], F, C[#], F, G[#], R, G[#], R, and F. Dynamics include -e^b, -e^b, -e^b, and -e^b.

Category 6 (variable in upper partials, shrill, two or more partials possible).

Diagram illustrating the first row of multiphonics for Category 6 (variable in upper partials, shrill, two or more partials possible). The notation shows notes on a staff with various accidentals and dynamics, including some notes with a (2) marking. Below the staff are fingerings for the Right Hand (R.H.) Thumb, indicated by black dots for notes to be played and white circles for notes to be held or released. Labels include B^btr, R, B^btr, R, C[#], G[#], E, C[#], E^b, E^b, and C[#]. Dynamics include -e^b, -e^b, and -e^b.

Diagram illustrating the second row of multiphonics for Category 6 (variable in upper partials, shrill, two or more partials possible). The notation shows notes on a staff with various accidentals and dynamics, including some notes with a (2) marking. Below the staff are fingerings for the Right Hand (R.H.) Thumb, indicated by black dots for notes to be played and white circles for notes to be held or released. Labels include R, F, R, E, R, G[#], R, G[#], R, A, G[#], F, and F. Dynamics include -e^b, -e^b, -e^b, and -e^b.

B-flat soprano (E-flat sopranino and A soprano) multiphonics—continued.

The image displays a musical staff with eight measures of notation, each containing a multi-measure rest. Above each rest is a bracketed fingering diagram with a number in parentheses: (2), (2), (2), (3), (3), (3), (3), and (4). Below the staff are eight vertical diagrams, each representing a specific fingering for a note. Each diagram consists of a vertical line of six dots. Filled circles represent fingers to be pressed, and open circles represent fingers to be lifted. The notes are labeled as follows from left to right: G# (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), E (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), E (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), E (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), F (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), G# (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), C# (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), F (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), G# (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), E# (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6), and E (filled circles on strings 1, 2, 3, 4, 5; open circle on string 6).

Anexo III

Tabla de multifónicos de Farmer (1982)

En este anexo recogemos las tablas de multifónicos propuestas por Farmer (pp. 40-54), para el clarinete Boehm en Si bemol, que divide en tres grupos en función de su facilidad de emisión y versatilidad:

Grupo I. Se trata de los multifónicos más fidedignos y versátiles, en palabras del propio autor. Pueden emitirse con ataque de lengua y articularse, pero resulta más fácil producirlos con un ataque sólo de aire. En cuanto a las dinámicas, su balance sonoro interno óptimo se obtiene en los niveles dinámicos más altos, aunque en la mayoría de los casos es posible el empleo de matices desde el *piano* hasta el *fortissimo*. Asimismo, permiten realizar *crescendi* y *decrescendi*, que pueden ser mantenidos durante una respiración completa. Farmer añade que mediante cambios en la embocadura es posible ajustar su sonoridad con el fin de enfatizar las alturas superiores o inferiores a voluntad, pero con limitaciones a la hora de querer destacar un tono en concreto sin que se altere la dinámica del resto de alturas (p. 41).

Grupo II. Estos multifónicos son más difíciles de producir que los del grupo precedente y requieren de un mayor control en la embocadura y en la presión del aire insuflado. Según Farmer, el intérprete puede facilitar la producción de los sonidos múltiples pertenecientes a este grupo tomando un poco más de boquilla, abriendo ligeramente la mandíbula, incrementando la presión del aire o separando el instrumento del cuerpo. En cuanto a las dinámicas, se reducen a niveles más suaves y en los *decrescendi* una o más alturas pueden desvanecerse. Otra característica de este grupo es el balance dinámico desigual de las alturas

presentes en el multifónico. Su comportamiento en el ataque inicial tiende a emitir los sonidos más graves, incrementándose de forma progresiva la sonoridad de los tonos altos al cabo de unos segundos. Por último, el autor recomienda atacarlos de forma suave (p. 46).

Grupo III. Estos sonidos múltiples tienen un carácter pulsante y se emiten de forma distinta a los dos grupos anteriores. Según el autor, cuentan con un conjunto de parciales superiores en intervalos próximos, que generan batimientos entre los diferentes tonos. Su emisión requiere un desplazamiento de la barbilla hacia abajo, deslizando los dientes a lo largo de la cara interna del labio inferior, con independencia de la digitación empleada. La notación de este grupo consiste en un sonido fundamental claramente indicado que se conecta con los parciales superiores mediante un corchete. Farmer señala que estos multifónicos resultan hasta cierto punto impredecibles, por lo que no es improbable que se obtengan alturas diferentes a las anotadas, ya que son extremadamente sensibles a la configuración de la embocadura y a la dinámica. Finalmente, puesto que estos multifónicos requieren mayor presión de aire, el autor advierte que es posible que se produzca un cierto mareo por hiperventilación durante los primeros intentos de emisión (p. 53).

Los multifónicos de los tres grupos anteriores están designados con un número romano (referido al grupo) seguido de un guión y de su numeración arábiga. Así, los sonidos múltiples pertenecientes al primer grupo abarcan desde I-1 a I-48, los del segundo de II-1 a II-62 y los del tercero de III-1 a III-9.

MULTIPHONIC CHARTS



I-1

F#

I-2

E^b

F

I-3

E^b

F#

I-4

I-5

I-6

I-7

G#

I-8

E

I-9

G#

I-10

I-11

G#

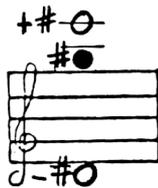
I-12

G#

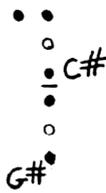
MULTIPHONIC CHARTS



I-13



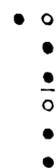
I-14



I-15



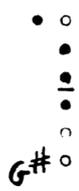
I-16



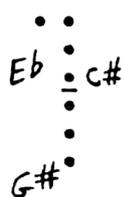
I-17



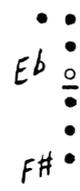
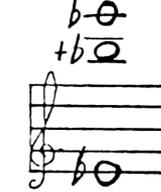
I-18



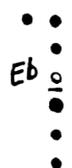
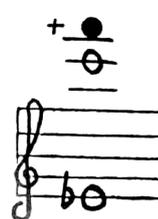
I-19



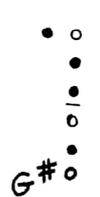
I-20



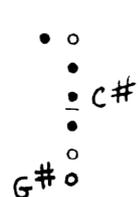
I-21



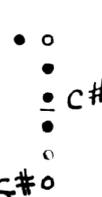
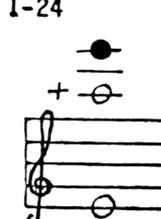
I-22



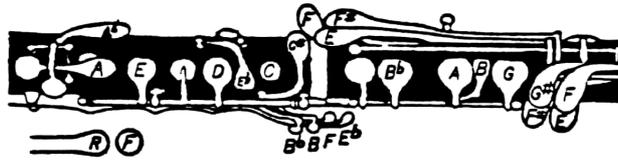
I-23



I-24



MULTIPHONIC CHARTS



I-25

I-26

I-27

I-28

I-29

I-30

I-31

I-32

I-33

I-34

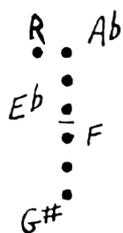
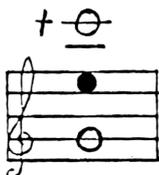
I-35

I-36

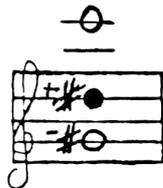
MULTIPHONIC CHARTS



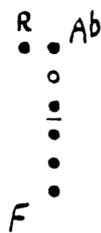
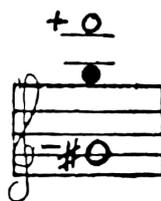
I-37



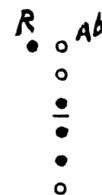
I-38



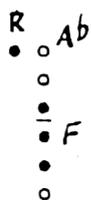
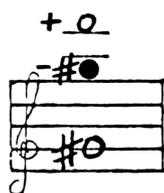
I-39



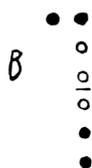
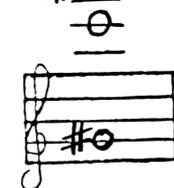
I-40



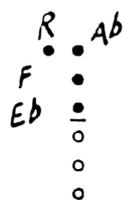
I-41



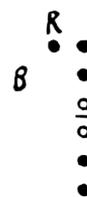
I-42



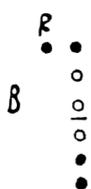
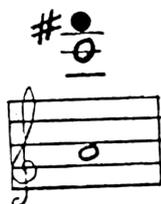
I-43



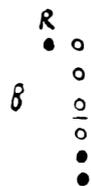
I-44



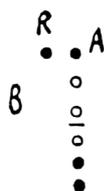
I-45



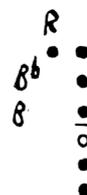
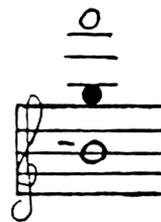
I-46



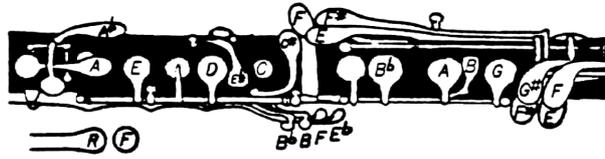
I-47



I-48



MULTIPHONIC CHARTS



II-1

II-2

II-3

II-4

II-5

II-6

II-7

II-8

II-9

II-10

II-11

II-12

MULTIPHONIC CHARTS



II-13

II-14

II-15

II-16

II-17

II-18

II-19

II-20

II-21

II-22

II-23

II-24

MULTIPHONIC CHARTS



II-25

II-26

II-27

II-28

II-29

II-30

II-31

II-32

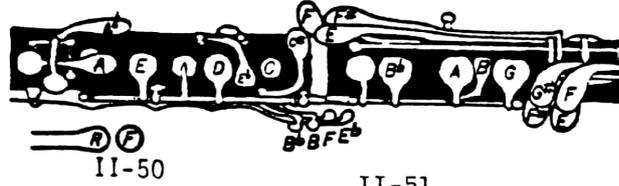
II-33

II-34

II-35

II-36

MULTIPHONIC CHARTS



II-49

II-50

II-51

II-52

II-53

II-54

II-55

II-56

II-57

II-58

II-59

II-60

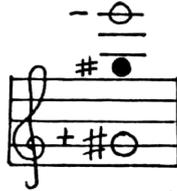
MULTIPHONIC CHARTS



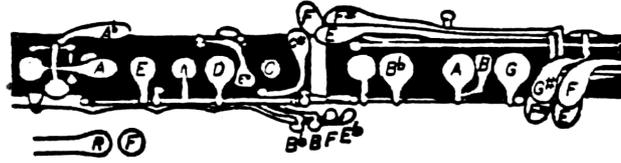
II-61



II-62



MULTIPHONIC CHARTS



III-1

III-2

III-3

III-4

III-5

III-6

III-7

III-8

III-9

Anexo IV

Díadas compiladas por D. Rothman (2006)

En este anexo incluimos, con permiso del autor, un total de ciento sesenta y cinco díadas para clarinete soprano de sistema francés. La nomenclatura de la digitación empleada se corresponde con la siguiente equivalencia:

Dedos							
T	1	2	3	4	5	6	-
I1	I2	I3	I4	D2	D3	D4	oído abierto*

*Situado en el lugar del dedo correspondiente.

Llaves del instrumento													
i	ii	iii	iv	R	E	F	F#	Ab/G#		C#		Ab/G#	A
7	8	10bis	11	12	A/1	3/C	B/2	4	5	6	7bis	9	10

Al final de la tabla Rothman señala que el comportamiento de la digitación para producir los dos tonos muestra que los oídos superiores se abren a medida que el sonido inferior asciende, mientras que los oídos inferiores necesariamente ajustan la longitud total de la onda estacionaria longitudinal que se forma dentro del taladro.

La mayoría de las díadas que incluimos a continuación están presentes en las obras para clarinete del autor: *Cézanne's Doubt* (New World Records) y *Yes, Philip, Androids Dream Electric Sheep* (Los Angeles River Records). Para obtener más información se puede contactar con D. Rothman en dbrmus@aol.com.

151 152 153 154 155 156 157 158

T₂₃_1_456_E R_T_23_5 T_23_iv T_12_456_E T_12_iv T_23_456_F# T_12_iv R_T_12_iv

159 160 161 162 163 164 165

R_T_1-3_iv_456_F R_123_iv R_T_12_45 R_123_4 R_23_45 R_T_123_e#_4-6_Ab R_T_123_e#_4_F#

The sequence of fingerings belie how the tube becomes divided to yield the two tones: higher tone-holes are generally opened as the lower pitch ascends against the upper one, and the lowest tone-holes (E, F, F#, and G#) necessarily adjust the overall length of the longitudinal standing wave produced within the bore.

The dyads provided here were tested by both myself and David Smeyers on Buffet R-13 and RC Bb and A clarinets; Selmer 9* Bb clarinet; Chadash Bb clarinet; and even an A. Robert A clarinet. Needless to say, as David and I have widely different playing habits, embouchures and mouthpieces, it is assumed that they can be reliably produced on most French system clarinets. Nearly all of them can be heard in my clarinet works: "Cézanne's Doubt" (New World Records) and "Yes, Philip, Androids Dream Electric Sheep" (Los Angeles River Records) are both played by David Smeyers; scores to those works, and "I am Thyrsis of Etna, blessed with a tuneful voice," are available by contacting me at dbrmus@aol.com.

—Daniel Rothman (2006)

Anexo V

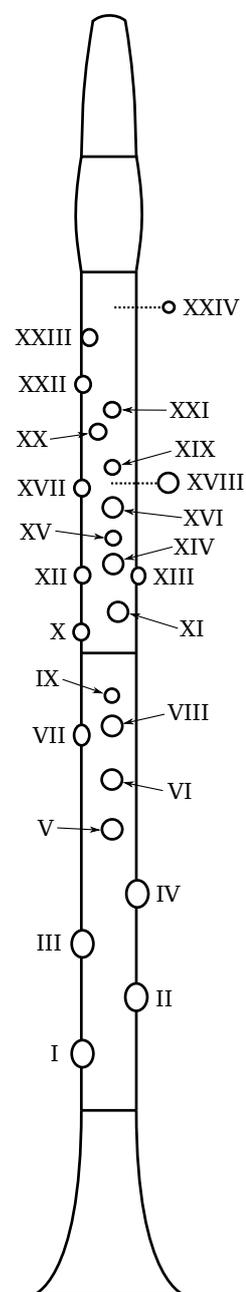
Cálculo de combinaciones de digitación

En el cálculo del número total de combinaciones de digitación realizables en un clarinete de sistema Boehm de 17 llaves no hemos tomado en consideración la posibilidad de cerrar parcialmente los orificios que son obturados directamente con la yema de los dedos. En su cómputo hemos valorado las posibilidades de acción de cada dedo, teniendo en cuenta los oídos sobre los que puede actuar, que han sido señalados en rojo en las figuras correspondientes a cada grupo de digitación. Hemos agrupado los dedos en función de los agujeros sobre los que actúan, teniendo en cuenta su independencia de movimientos:

- Meñiques (I5 y D5) x18 combinaciones.
- Anular y medio de la mano derecha (D4 y D3) x6.
- Índice y pulgar de la mano derecha (D2 y D1) x27.
- Anular y medio de la mano izquierda (I4 e I3) x6.
- Índice y pulgar mano izquierda (I2 e I1) x24.

Total de combinaciones: 419.904

En las páginas siguientes detallamos las combinaciones de cada grupo de dedos, cuyos números hemos multiplicado entre sí para obtener el total de digitaciones posibles.

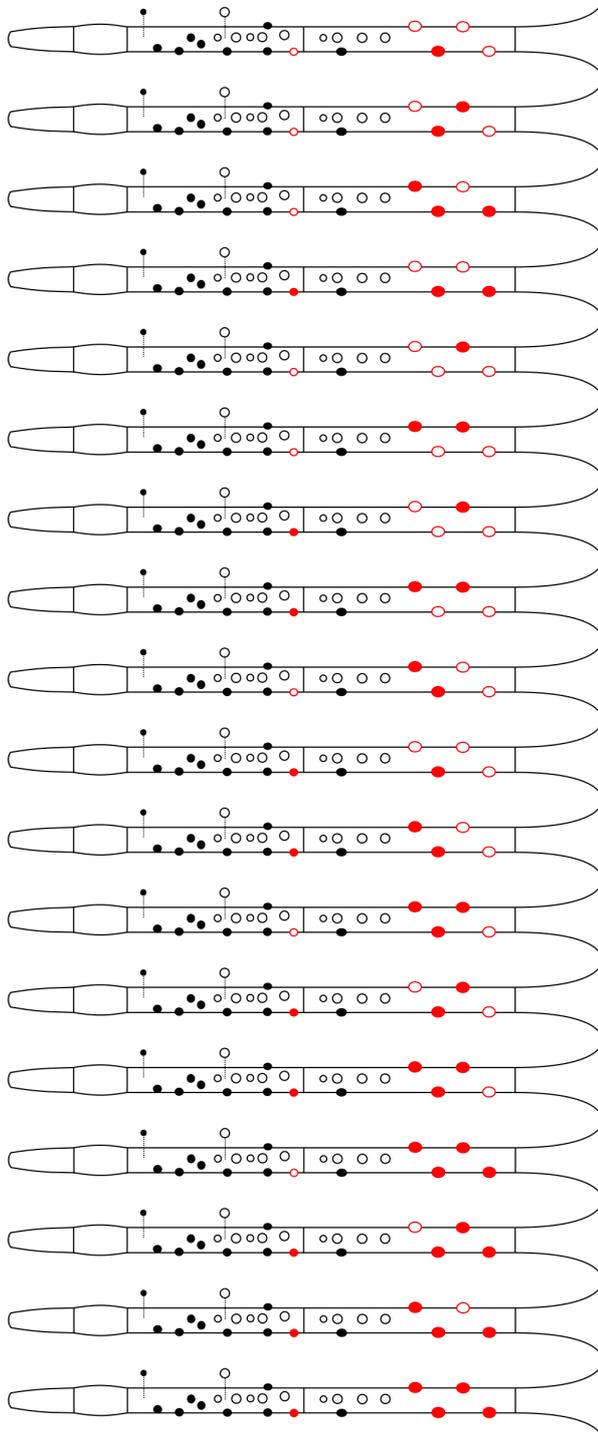


I5 y D5

Estos dedos accionan únicamente llaves (A, B, C, 1, 2, 3 y 4), que actúan sobre los oídos I, II, III, IV y X.

En el cálculo de las digitaciones hemos tomado en consideración la posibilidad de presión simultánea de dos llaves (una correspondiente a cada dedo) y excepcionalmente de tres llaves (cuatro últimas posiciones).

Hemos obtenido un total de **18 combinaciones** independientes del resto de los dedos.



D5:	A	A+2	1+4	A+6	3	C+4	C+6	B	2+4	B+6	-	4	6	6+4	4+1+2	6+B+A	6+4+3	6+4+B
I5:	1	1+B	-	-	C	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1+4+B	-	-	-

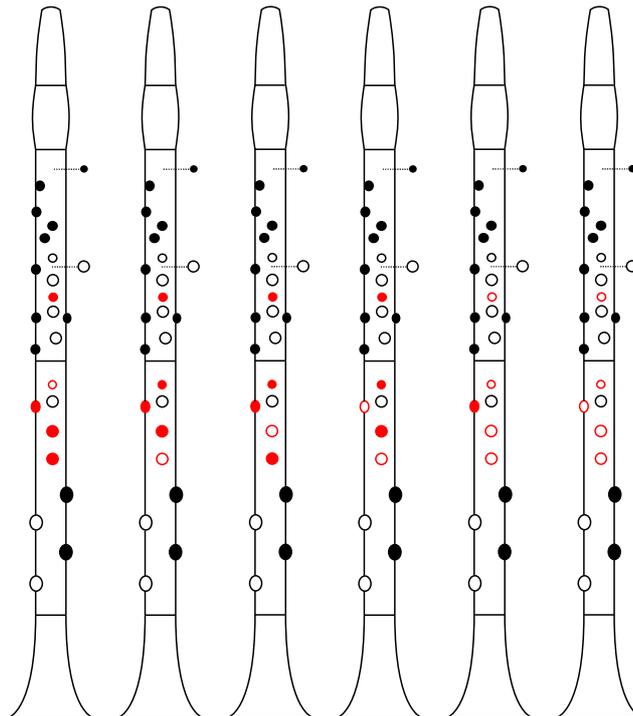
Llaves accionadas con los meñiques izquierdo y derecho y su incidencia sobre los oídos marcados en rojo. Elaboración propia.

D4 y D3

Actúan sobre los oídos V, VI, VII, XIX y XV.

Nótese que el dedo anular derecho no puede presionar la llave 5 y tapar su oído correspondiente de forma simultánea.

6 combinaciones.

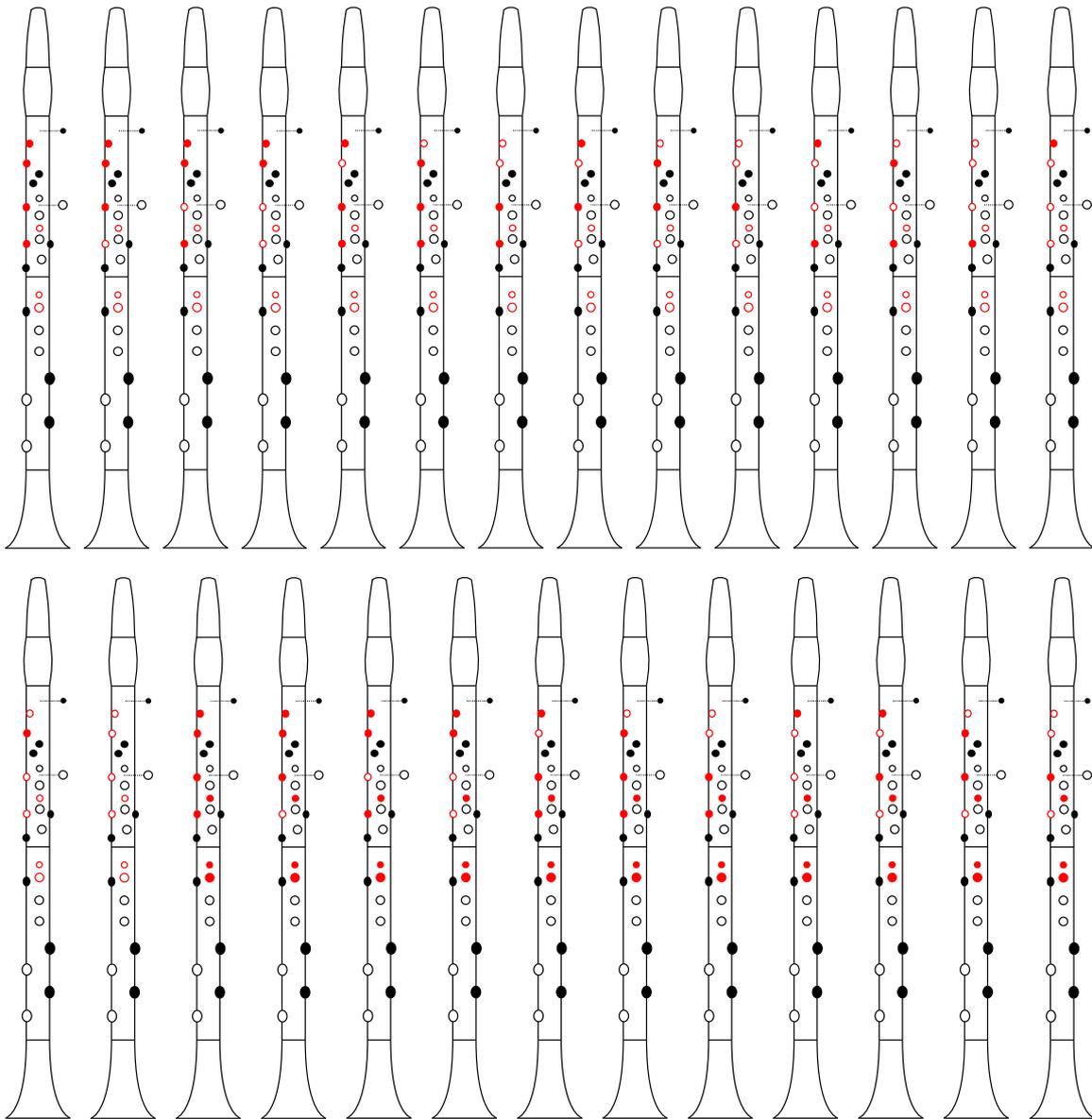


D2 y D1

Actúan sobre los oídos VIII, IX, XII, XV, XVII, XXII y XXIII.

Las llaves 7, 8, 10bis y 11 también pueden presionarse con el dedo pulgar de la mano derecha.

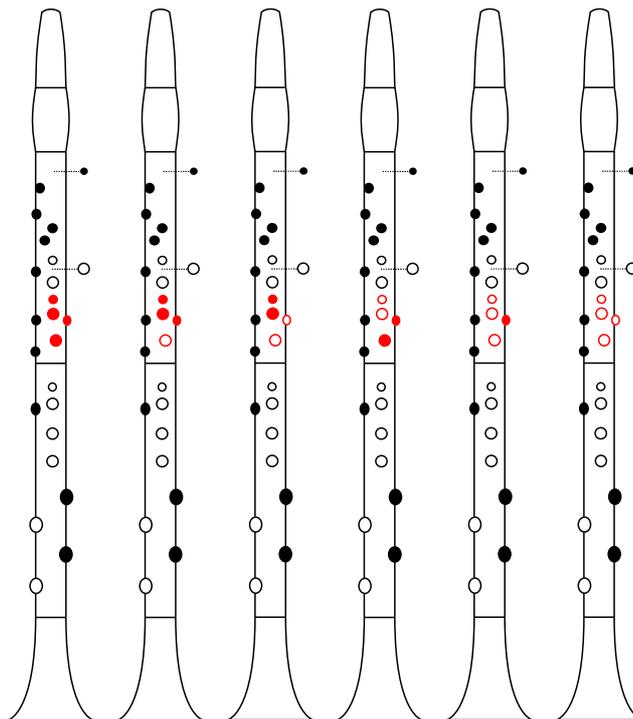
27 combinaciones.



I4 e I3

Actúan sobre los oídos XI, XIII, XIV y XV.

6 combinaciones.

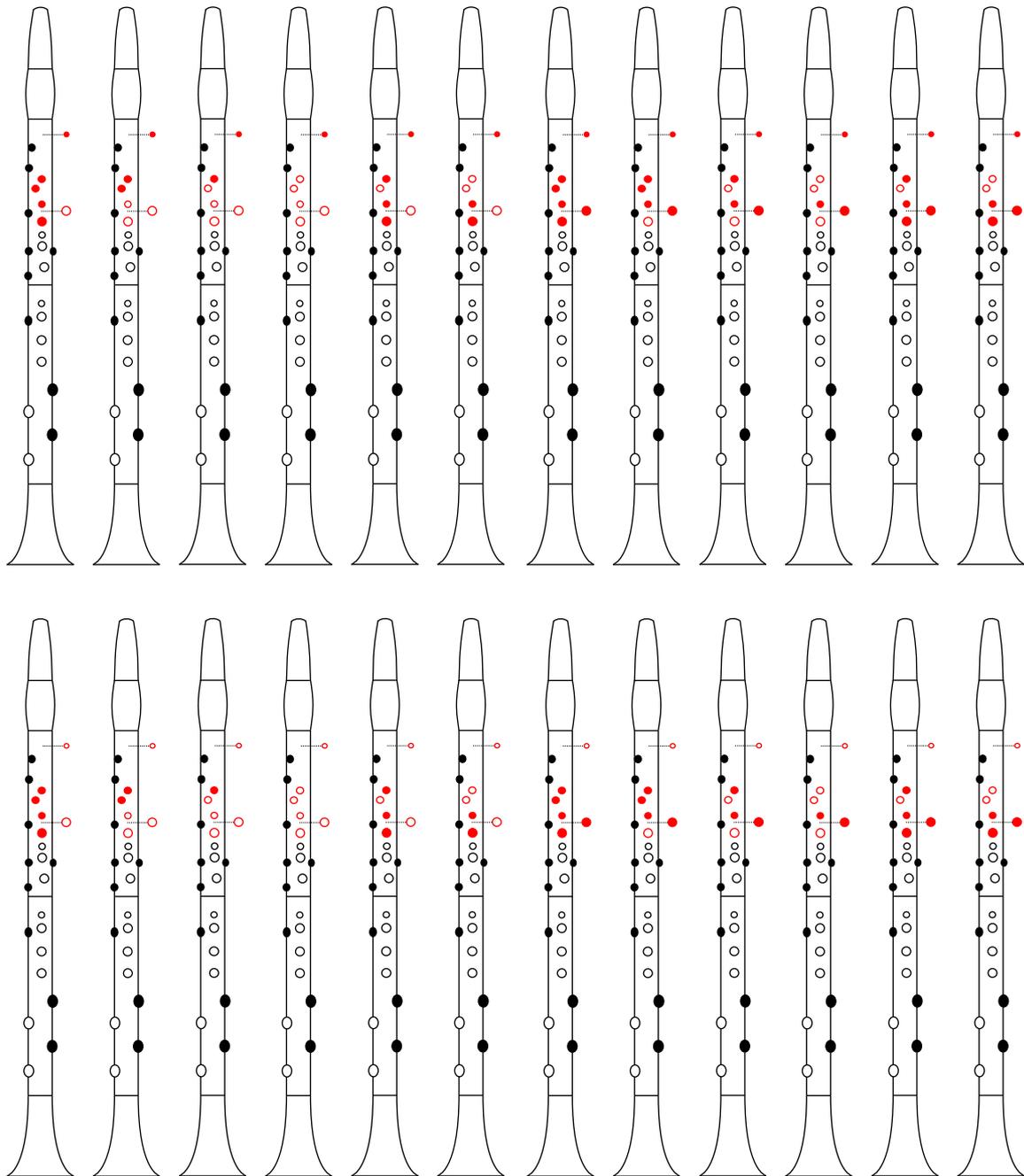


I2 e I1

Actúan sobre los oídos XVI, XVIII, XIX, XX, XXI y XXIV.

Accionan las llaves 9, 10 y 12. El dedo I2 puede tapar su oído correspondiente y accionar las llaves 9 ó 10 de forma simultánea.

24 combinaciones.



Anexo VI

Materiales didácticos

Estudios monofónicos preparatorios (1 y 2). Elaboración propia.....	468
Extracto de los Ejercicios para la práctica de armónicos por F. Dolak (1980, pp. 4-6).....	471
Arpeggios y escalas de armónicos por F. Dolak (1980, pp. 7-8).....	474
Extracto de los estudios núm. 3 y 6 por F. Dolak (1980).....	476
Ejercicios para la práctica de armónicos por J. Marchi (1994, pp. 9-10).....	480
Extracto de <i>Multiphonics Etude</i> por A. J. Berkowitz (2010, p. 53).....	482
Ejercicios preliminares para la obtención de sonidos fundamentales a partir de posiciones de registro agudo por R. L. Caravan (1979a, pp. 19-21).....	483
Ejercicios preliminares para el uso de digitaciones especiales de multifónico por R. L. Caravan (1979a, pp. 23-25).....	486
Ejercicios preliminares para el enlace de multifónicos y sonidos sencillos por R. L. Caravan (1979a, pp. 26-28).....	489
Extracto de los estudios de multifónicos IV, V y VI por R. L. Caravan (1979a).....	492
Estudios de multifónicos 10 y 11 por L. Fléchier (2011, p. 21).....	496
Crépuscule para clarinete solo por Th. Muller (en L. Fléchier, 2011, p. 44).....	497
Sonidos múltiples propuestos por C. Crousier (1986, p. 5).....	498
Extracto de los Estudios V, VI, IX y XIV por C. Crousier (1986).....	499
Extracto de <i>Summer fancy</i> para clarinete solo por W. O. Smith (2006).....	504
Extracto de <i>Litany</i> para clarinete y piano por A. Gilbert (2006).....	505
Primer y cuarto movimiento de Variants para clarinete solo por W. O. Smith (1967).....	506

Ejercicio monofónico preparatorio 1. Elaboración propia.

Obtención de sonidos correspondientes a los modos de vibración primero, segundo y tercero (armónicos 1º, 3º y 5º) en *legato*.

The image displays a musical score for a monophonic exercise, consisting of two systems of three staves each. The first system is in 12/8 time, and the second system is in 6/4 time. The music is written in treble clef and features a sequence of notes across five measures, with each measure separated by a vertical dashed line. Above each measure in both systems are diagrams of a guitar fretboard showing fingerings for the notes. The first system includes a 'sim.' (sustain) marking with a hairpin symbol. The second system begins with a '5' marking above the first measure. The notes in the first system are: Measure 1 (F#, G, A, B, C), Measure 2 (D, E, F, G, A), Measure 3 (B, C, D, E, F), Measure 4 (G, A, B, C, D), and Measure 5 (E, F, G, A, B). The second system continues with: Measure 1 (C, D, E, F, G), Measure 2 (A, B, C, D, E), Measure 3 (F, G, A, B, C), Measure 4 (D, E, F, G, A), and Measure 5 (B, C, D, E, F).

Ejercicio monofónico preparatorio 2. Elaboración propia.

Obtención de sonidos correspondientes a los modos de vibración primero, segundo, tercero y cuarto (armónicos 1º, 3º, 5º y 7º) en *legato*.

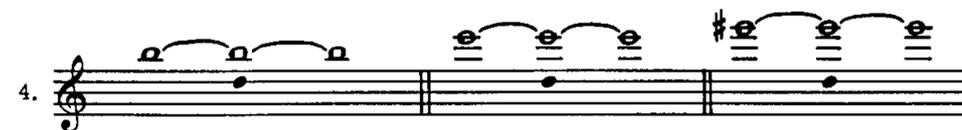
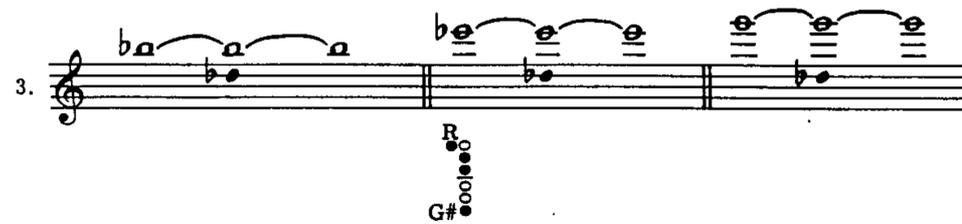
The image shows a musical score for a monophonic exercise in 3/4 time, consisting of three staves. The first staff starts with a box containing the number '1'. The score includes notes with accidentals (sharps and flats), slurs, and a 'sim.' marking. Above the notes are diagrams of a stringed instrument fretboard showing fingerings for each note. The second staff includes a '5' marking above a note. The third staff continues the melodic line with similar fingerings and accidentals.

2

3

Extracto de los Ejercicios para la práctica de armónicos por F. Dolak (1980, pp. 4-6).

4 Harmonics



The image displays a musical score for guitar, consisting of six systems of notation. Each system is written on a single staff in treble clef. The notation includes various rhythmic values, slurs, and dynamic markings. The first system is marked with a '5' at the end. The second system has two circled '5' markings below the staff. The fourth system includes a guitar chord diagram for G#5, showing the fretting for the 5th string (G#) and the 6th string (5). The fifth system is marked with a '4.' at the beginning. The sixth system features a complex sequence of notes with many slurs and dynamic markings.

6

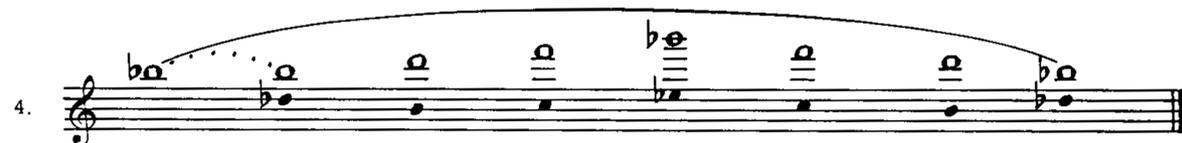
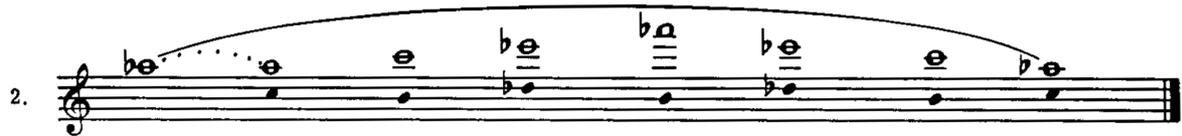
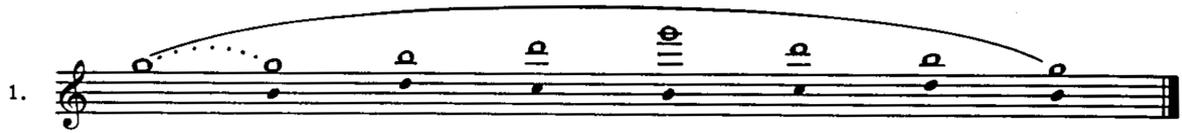
1.

2.

3.

Arpeggios y escalas de armónicos por F. Dolak (1980, pp. 7-8).

Harmonic Arpeggios & Scales.



Extracto del Estudio núm. 3 por F. Dolak (1980, pp. 19-20).

- 3 -

♩ = 50-60

R
G#

R

R
B

n. v. 6

vibr.

n. v. 6

vibr.

R

R
F#

n. v. 6 ord.

vibr.

n. v. 6

R
F#

G#

* Maintain indicated fingering.

ord. n. v.

R G# R G# R B# G#

Detailed description: This block shows a musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The notes are G#4, A4, B4, C5, B4, A4, G#4. Fingerings are indicated by 'R' (right hand) above the notes. A slur covers the first three notes, and another slur covers the last three. Below the staff are four guitar chord diagrams. The first three diagrams are for G#4, G#4, and B#4, each with an asterisk indicating a barre on the first fret. The fourth diagram is for G#4.

E C# F# C#

Detailed description: This block shows a musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The notes are E4, C#4, F#4, C#4, E4, C#4, F#4, C#4. Fingerings are indicated by 'R' above the notes. Slurs are placed under groups of notes. Below the staff are four guitar chord diagrams for E4, C#4, F#4, and C#4, each with an asterisk indicating a barre on the first fret.

ord. F# G#

Detailed description: This block shows a musical staff with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). The notes are F#4, G#4, F#4, G#4. Fingerings are indicated by 'R' above the notes. A slur covers the first two notes, and another slur covers the last two. Below the staff are two guitar chord diagrams for F#4 and G#4, each with an asterisk indicating a barre on the first fret.

Extracto del Estudio núm. 6 por F. Dolak (1980, pp. 28-29).

- 6 -

The first system of the musical score is in 2/4 time with a tempo of 69. It begins with a *mp* dynamic and a triplet of eighth notes. The first two notes of the triplet are marked with a vibrato (*vibr.*) and a natural vibrato (*n. v.*) instruction. The music then continues with a crescendo (*cresc.*) and a series of notes, some with vibrato and natural vibrato markings. The tablature below the staff shows the fretting for each note: B^{\sharp} , R , R , B , R , R , G^{\sharp} , and G^{\sharp} .

The second system continues with a *mp* dynamic and a triplet of eighth notes. The first two notes of the triplet are marked with a vibrato (*vibr.*) and a natural vibrato (*n. v.*) instruction. The music then continues with a crescendo (*cresc.*) and a series of notes, some with vibrato and natural vibrato markings. The tablature below the staff shows the fretting for each note: B^{\sharp} , R , R , F , R , R , E , and E .

The third system continues with a *mp* dynamic and a triplet of eighth notes. The first two notes of the triplet are marked with a vibrato (*vibr.*) and a natural vibrato (*n. v.*) instruction. The music then continues with a crescendo (*cresc.*) and a series of notes, some with vibrato and natural vibrato markings. The tablature below the staff shows the fretting for each note: R , C^{\sharp} , C^{\sharp} , C^{\sharp} , R , and F . The system concludes with an *ord.* (order) marking.

The fourth system continues with a *mp* dynamic and a triplet of eighth notes. The first two notes of the triplet are marked with a vibrato (*vibr.*) and a natural vibrato (*n. v.*) instruction. The music then continues with a crescendo (*cresc.*) and a series of notes, some with vibrato and natural vibrato markings. The tablature below the staff shows the fretting for each note: R , C^{\sharp} , R , G^{\sharp} , G^{\sharp} , and C^{\sharp} .

vibr. n. v. ord.

cresc.

R B R F#

vibr. n. v.

cresc. p 3

R C#

mf f sempre 3 3 3

C# B

C# G# G# C#

INTERVALLES DE QUARTES

Nous avons vu page 5, sous le titre "Harmonique Mystère", qu'entre le Son 5 et le Son 7, il y a un intervalle de quarte juste : c'est cet intervalle que nous allons étudier maintenant. Il faut tout d'abord se souvenir que les Sons 5 et 7 sont issus du même Son fondamental. Par conséquent, il faudra les jouer sur le même doigté. Au début, cela est assez difficile, mais si l'on a bien compris et exécuté les exercices précédents sur les tierces, la difficulté ne devrait pas être un obstacle infranchissable. Tout comme pour les tierces, il faut serrer un tout petit peu les cordes vocales et augmenter légèrement le volume buccal au moment précis où l'on veut obtenir le Son 7, soit la quarte juste supérieure. Il ne faut absolument pas serrer l'anche, tout se passe dans le larynx !

Lorsqu'on veut passer du Son 7 au Son 5, naturellement, on aura compris qu'il faut faire l'inverse, c'est-à-dire, détendre légèrement les cordes vocales et diminuer à peine le volume buccal. Se souvenir que, pour obtenir un résultat correct, il est absolument indispensable que la pression de l'air contenue dans la bouche baisse lorsque les sons montent et inversement, que celle-ci augmente lorsque les sons descendent. Dans cet exercice, il y a une différence de plusieurs millibars entre le Son 5 et le Son 7. Seule la clarinette réagit ainsi !

POUR OBTENIR UNE BONNE EMISSION, SOUFFLER CHAQUE SON DU FOND DE LA BOUCHE.

Pour faire entendre les sons écrits en blanches, on utilise uniquement les doigtés des noirs.

Le Sol# et le Do# suraigus doivent être joués doigté du Do aigu plus clé dite 7 ou 1ère cadence.

REMARQUE : Alors qu'entre la séquence Fa - Sib jouée sur le doigté du Lab au-dessus de la portée et la séquence Fa# - Si naturel suraigu, il n'y a qu'un demi-ton. Les Sons 3 qui génèrent les notes de ces deux séquences sont séparés d'un ton. Ceci prouve une fois de plus combien est tout à fait particulière l'acoustique de la clarinette.

LORSQU'ON MAITRISERA BIEN L'EMISSION DES SONS, REPRENDRE LE 7 EN LIE

Ejercicios preliminares para la obtención de sonidos fundamentales a partir de posiciones de registro agudo por R. L. Caravan (1979a, pp. 19-21)

Los números 1, 2, 3 y 4 junto con el esquema de la digitación se corresponden con las llaves 7, 8, 10bis y 11, respectivamente.

Preliminary Exercises

1. Fundamental-register tones with register key depressed.

The musical score consists of three staves of music in treble clef with a common time signature. The first staff begins with a mezzo-piano (*mp*) dynamic and a fingering diagram labeled 'N.' with a dashed line. The second staff features dynamics *mp*, *ppp*, and *simile*, with corresponding fingering diagrams. The third staff includes several fingering diagrams, some with a 'C#' marking. The diagrams illustrate finger positions on a piano keyboard, with a vertical line indicating the register key position.

[N - Use normal or regular fingering]

2. Slurring from fundamental to clarion register with register key depressed.

3. Slurring from clarion to fundamental register with register key depressed.

(Continue with these fingerings)

4. Introduction of fundamental and clarion register tones simultaneously.

The image shows a musical exercise for clarinet in C major, 4/4 time. It consists of two staves of music. The first staff begins with a *ppp* dynamic marking. The notes are: C4 (quarter), E4 (quarter), G4 (quarter), Bb4 (quarter), C5 (quarter), E5 (quarter), G5 (quarter), and Bb5 (quarter). The second staff continues with: C5 (quarter), E5 (quarter), G5 (quarter), Bb5 (quarter), C6 (quarter), E6 (quarter), G6 (quarter), and Bb6 (quarter). Below the first staff, four fingering diagrams are shown, each corresponding to a measure of the first staff. Each diagram shows the left hand (LH) and right hand (RH) fingerings for the notes in that measure. The diagrams are: 1. LH: 1-2-3-4; RH: 1-2-3-4. 2. LH: 1-2-3-4; RH: 1-2-3-4. 3. LH: 1-2-3-4; RH: 1-2-3-4. 4. LH: 1-2-3-4; RH: 1-2-3-4. A dashed line indicates the continuation of the exercise. Below the second staff, a dashed line is followed by the text: (Continue with these fingerings).

Ejercicios preliminares para el uso de digitaciones especiales de multifónico por R. L. Caravan (1979a, pp. 23-25).

1. Approaching multiphonics from clarion-register tones.

The first exercise consists of two staves of music in 6/8 time. The first staff contains three measures of music, each with a clarion-register tone (marked 'T') and a multiphonic tone (marked 'N'). The second staff contains three measures of music, each with a clarion-register tone (marked 'T') and a multiphonic tone (marked 'N'). Below each measure are fingering diagrams for the clarion-register tone (T) and the multiphonic tone (N). The diagrams show fingerings for the clarion-register tone and the multiphonic tone, with some diagrams indicating the use of normal or regular fingering (N).

2. Approaching multiphonics from fundamental-register tones.

The second exercise consists of one staff of music in 4/2 time. It contains six measures of music, each with a fundamental-register tone (marked 'T') and a multiphonic tone (marked 'N'). Below each measure are fingering diagrams for the fundamental-register tone (T) and the multiphonic tone (N). The diagrams show fingerings for the fundamental-register tone and the multiphonic tone, with some diagrams indicating the use of normal or regular fingering (N).

[N - Use normal or regular fingering]

3. Attacking multiphonics directly.

The exercise consists of two staves of music in 4/2 time. The first staff contains five measures of music, each starting with a multiphonic attack indicated by a downward-pointing arrow. The notes are: G#4, A4, B4, C#5, and D5. The second staff contains seven measures of music, each starting with a multiphonic attack indicated by a downward-pointing arrow. The notes are: E5, F#5, G#5, A5, B5, C#6, and D6. Below each staff are diagrams of the saxophone key mechanism, showing the positions of the keys and the resulting fingerings for each note.

4. Connecting multiphonics.

The exercise is labeled 'a)' and consists of two staves of music in 3/2 time. The first staff contains eight measures of music, with multiphonic attacks indicated by downward-pointing arrows. The notes are: G#4, A4, B4, C#5, D5, E5, F#5, and G#5. The second staff contains eight measures of music, with multiphonic attacks indicated by downward-pointing arrows. The notes are: A5, B5, C#6, D6, E6, F#6, G#6, and A6. Below each staff are diagrams of the saxophone key mechanism, showing the positions of the keys and the resulting fingerings for each note.

b)

The image displays two systems of musical notation for section b). Each system consists of a standard musical staff with a treble clef and a 2/2 time signature, and a corresponding guitar tablature below it. The first system includes a slur over the first six measures of the staff. The second system includes a slur over the last six measures. The tablature uses numbers 0-6 to represent frets and includes various chord diagrams with labels such as F, G#, C#, and E. The notation includes various accidentals and articulation marks like accents and slurs.

Ejercicios preliminares para el enlace de multifónicos y sonidos sencillos por R. L. Caravan (1979a, pp. 26-28).

1. Linking multiphonics and single tones with no fingering change.

a)

The exercise consists of three systems of notation, each with a treble clef staff, a 4/2 time signature, a vertical dot notation below, and a horizontal dashed line. The first system shows a multiphonic chord of two notes (G4 and A4) with a slur above, and a single note (G4) below. The second system shows a multiphonic chord of three notes (F#4, G4, A4) with a slur above, and a single note (F#4) below. The third system shows a multiphonic chord of three notes (F4, G4, A4) with a slur above, and a single note (F4) below. The notation includes various accidentals (sharps, flats) and slurs to indicate the transition between the multiphonic and single tones.

b)

The image displays a handwritten musical score for guitar, labeled 'b)'. It is written in 4/2 time and consists of three systems of music. Each system includes a treble clef staff with notes and chords, and a corresponding guitar fretboard diagram below it. The fretboard diagrams use dots to represent finger positions on the strings.

System 1: The first staff contains two measures. The first measure has a chord of F#m (F#, C#, G#) and a note of D. The second measure has a chord of D (D, F#, A) and a note of F. The fretboard diagram shows the first measure with dots on strings 1, 2, 3, and 4, and the second measure with dots on strings 2, 3, and 4.

System 2: The second staff contains three measures. The first measure has a chord of F#m (F#, C#, G#) and a note of D. The second measure has a chord of D (D, F#, A) and a note of F. The third measure has a chord of F (F, A, C) and a note of D. The fretboard diagram shows the first measure with dots on strings 1, 2, 3, and 4, the second measure with dots on strings 2, 3, and 4, and the third measure with dots on strings 1, 2, and 3.

System 3: The third staff contains three measures. The first measure has a chord of F (F, A, C) and a note of D. The second measure has a chord of D (D, F#, A) and a note of F. The third measure has a chord of F (F, A, C) and a note of D. The fretboard diagram shows the first measure with dots on strings 1, 2, and 3, the second measure with dots on strings 2, 3, and 4, and the third measure with dots on strings 1, 2, and 3.

2. Linking multiphonics and single tones with fingering change.

a)

b)

The image displays two musical exercises, labeled 'a)' and 'b)', each consisting of two staves of music. The top staff of each exercise shows a sequence of notes with slurs and fingering changes. The bottom staff shows the same sequence of notes with slurs and fingering changes. Below each staff are diagrams of fingerings on a stringed instrument, with labels F, E, C#, and F#.

Extracto del Estudio de multifónicos IV por R. L. Caravan (1979a, p. 38).

IV

$\text{♩} = 112-120$

f *p* *mf* *pp* *f*

short niente

Rolling

Extracto del Estudio de multifónicos V por R. L. Caravan (1979a, p. 40).

V

$\text{♩} = 60-66$

The score is divided into four systems, each with a staff of music and a guitar chord diagram below it. The first system begins with a tempo marking of $\text{♩} = 60-66$ and the instruction *sempre pp*. The second system includes dynamics *f*, *cresc*, and *molto*. The third system includes *mp*, *pp*, and *mf*. The fourth system concludes with *sempre pp*. The chord diagrams show various voicings, including F major, F major with a C# alteration, and G# major. Some diagrams are marked with 'N.' for natural notes.

Extracto del Estudio VI por R. L. Caravan (1979a, pp. 41-42).

VI

$\text{♩} = 126-138$

The musical score is presented in five systems. The first system is in 3/4 time, marked *ff*, and features a melodic line with a trill and a bass line with a trill. The second system is in 5/4 time, with a treble clef and a bass line. The third system is in 4/4 time, marked *mf*, *cresc. molto*, *sfz*, *fff*, and *pp*, featuring a complex rhythmic pattern with triplets and a dynamic range. The fourth system is in 5/4 time, with a treble clef and a bass line. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and dynamic markings.

Estudios de multifónicos 10 y 11 por L. Fléchier (2011, p. 21).

Étude n°10

Study #10

Étude n°11

Study #11

Las digitaciones de los cuatro multifónicos (M1, M2, M3 y M4) que aparecen en ambos estudios pueden consultarse en la figura 41 (p. 149).

Crépuscule para clarinete solo por Th. Muller (en L. Fléchier, 2011, p. 44).

Crépuscule

de Thierry Muller

Très modéré *Very moderate*
♩ = 68

① , M1 , M1 , ② 3" M2 , M1 , M2 ,
p < *ff* *pp* *pp*
 3" 2"
mp < *ff*
Bisbigliando
f *p* *ff*
 M1 , M2 , M1 , *mf*
p < *ff* *pp*
f < *ff* *f* < *ff* *p* *p* < *ff*
 5"
p < *ff* *p* < *ff* *p* < *ff* *p* < *ff*

Las digitaciones de M1 y M2 se corresponden con las indicadas en la figura 41 (p. 149). Con respecto al sonido roto de la cifra ① el autor señala que, al llegar al *fortissimo* tocando la nota escrita, se debe retirar súbitamente la mandíbula de la boquilla sin parar de soplar y sin que ésta vuelva a la posición inicial.

Sonidos múltiples propuestos por C. Crousier (1986, p. 5).

quelques sons multiples

– A: en ajoutant la clé de do# (chaluveau) au son fondamental.

(↑ note Basse -
↓ note haute)

Musical notation for exercise A, showing three staves. The first staff starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). Notes are marked with arrows: upward arrows indicate the addition of a lower octave (Basse) and downward arrows indicate the addition of a higher octave (haute). The notes are: F#4, F#5, F#6, F#7, F#8. The second staff continues with similar notes and arrows. The third staff ends with "etc.".

– B: en ajoutant la clé de ré# à droite au son fondamental.

Musical notation for exercise B, showing four staves. The first staff starts with a treble clef and a key signature of two sharps (F#, C#). Notes are marked with upward arrows. The first note is labeled "son roulé". The notes are: F#4, C#5, F#6, C#7, F#8, C#9. The second staff continues with similar notes and arrows. The third and fourth staves show further examples of the exercise.

– C: Doigtés sans le pouce gauche.

Musical notation for exercise C, showing two staves. The first staff starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). Notes are marked with upward arrows. The notes are: F#4, F#5, F#6, F#7, F#8. The second staff continues with similar notes and arrows. The first note is labeled "son roulé". The notes are: F#4, F#5, F#6, F#7, F#8. The second staff ends with "etc.".

– D: Doigtés spéciaux.

Musical notation for exercise D, showing a single staff. The first staff starts with a treble clef and a key signature of one sharp (F#). Notes are marked with downward arrows. The notes are: F#4, F#5, F#6, F#7, F#8. The second staff continues with similar notes and arrows. The first note is labeled "son roulé". The notes are: F#4, F#5, F#6, F#7, F#8. The second staff ends with "etc.".

lorsque un son multiple ne sort pas bien, chercher à favoriser la note qui semble la plus difficile à émettre.
(A part les notes notées en caractères fins)

Extracto del Estudio VI para clarinete solo por C. Crousier (1986, p. 8).

ETUDE VI

Claude CROUSIER

The musical score consists of several staves with the following annotations and dynamics:

- Staff 1:** *calme*, *mf* ouvrir l'embouchure, *p*, *vif*, *p*, *calme*. Includes instruction: "+ de bec dans la bouché".
- Staff 2:** *flatt.*, *f*, *p*, *vif*.
- Staff 3:** *p*, *clé de 12^e*, *accél. le detache*, *flatt.*, *cresc.*
- Staff 4:** *ouvrir*, *f*, *ff*, *1''*.
- Staff 5:** *2''*, *1''*, *f*, *mp*, *pp*, *lacher la clé de 12^e rapidement (et baisser le larynx)*.
- Staff 6:** *3''*, *1''*, *2''*, *ouvrir*, *ff*, *p*, *mf*.

Explications: les espaces entre les notes ou les groupes de notes sont à respecter même s'il n'y a pas de figure de silence.

El multifónico empleado en este estudio se obtiene a partir de la digitación de Si_3 abriendo la embocadura, introduciendo más boquilla y realizando un *crescendo*.

Extracto del Estudio IX para clarinete solo por C. Crousier (1986, p. 11).

ETUDE IX

Claude CROUSIER

The musical score consists of six staves of music. The first staff begins with a dynamic of *f*, followed by a glissando (*gliss.*) and a dynamic of *mp*. The second staff features a dynamic of *mp* and a glissando (*gliss.*) with vibrato (*vibr.*). The third staff starts with a dynamic of *p* and includes a key symbol σ + clé do# and a dynamic of *pp*. The fourth staff begins with a dynamic of *mp* and ends with a dynamic of *ff* and a flat (*flatt.*). The fifth staff starts with a dynamic of *f* and includes a key symbol σ + clé do# and a dynamic of *mp*. The sixth staff begins with a dynamic of *f* and includes a key symbol σ + clé do# and a dynamic of *mp*.

Explications: pour les sons multiples, il faut jouer les notes écrites en ronde plus les clés indiquées (Ex: σ + clé do# chalumeau) et on entendra les notes écrites en losange (Ex: \diamond)
Les glissandi se font avec l'arrière gorge et les doigts.

Con respecto a los sonidos múltiples, el compositor señala que hay que añadir las llaves indicadas (6 y 7) a la digitación de la nota escrita con cabeza redonda. Se obtendrán de esta forma las alturas correspondientes a las notas romboidales. Al igual que en el estudio VI, el último multifónico se consigue a partir de la posición habitual de Si_3 , tomando más boquilla y aumentando la dinámica.

Extracto del Estudio XIV para dos clarinetes en Sib por C. Crousier (1986, pp. 16-17).

ETUDE XIV
(2 Clarinettes Sib)

Claude CROUSIER

The musical score for Etude XIV consists of two staves for B-flat clarinets. The notation includes various dynamics such as *pp*, *mf*, *f*, and *p sub.*, along with articulations like accents and slurs. Performance instructions include fingerings, breath marks (e.g., "1/2 bouché", "Cad. lib."), and dynamic markings like "normal" and "avec la clé do#". The score is marked with a tempo of quarter note = 60. It features several measures with specific fingerings and dynamic changes, including a section marked "Cad. lib." and another marked "avec la clé do#". The piece concludes with a *p sub.* dynamic and a *f* dynamic marking.

The musical score consists of two staves. The upper staff is for the first clarinet, and the lower staff is for the second. The score includes various dynamics such as *ppp*, *mf*, *ff*, and *p*. There are also articulations like *flatt.*, *(rall.)*, and *cresc.*. Fingerings are indicated with diamond symbols (◆) and some notes have specific key signatures in parentheses, such as *(clé #)* and *(clé # D)*. The score is divided into measures with durations like 9", 10", and 2".

Explications:

The explanation section shows a single staff with a treble clef. It contains a note with a diamond symbol (◆) and a key signature in parentheses: *(clé #)*. Below the staff, the text reads: "prendre le à droite plus la clé de on entend (Bas)".

Toutes les indications entre parenthèses sont des clés à ajouter sur le doigté de la note écrite.

Les notes en "losange ◆" sont soit des harmoniques aigues, soit des résultantes graves qui sortent avec les doigtés spéciaux.

Les deux clarinettes doivent jouer assis, car les bouchés se font sur la jambe. Le son sera donc plus

The diagram shows a clarinet mouthpiece with a reed. Below it, a downward-pointing arrow indicates the position of the player's foot, which is used to partially cover the bell of the instrument to lower the pitch.

El autor señala que las indicaciones entre paréntesis hacen referencia a las llaves a añadir sobre la digitación de la nota escrita. Las cabezas de nota con forma de rombo representan los sonidos obtenidos a partir de las digitaciones especiales. Los dos clarinetistas deben tocar sentados a fin de poder bajar la afinación del *Mi* grave tapando parcialmente la campana del instrumento con la pierna.

**Extracto de Summer Fancy para clarinete solo por W. O. Smith (2006).
En I. Mitchell (comp.), *Spectrum for clarinet* (p. 27).**

Summer Fancy

Expressive ♩ = c.60 (freely) WILLIAM O. SMITH

Clarinet in B♭

Seattle, July 2004

El compositor indica que el material temático de la pieza se presenta en los seis primeros compases, desarrollándose en los siguientes. Con respecto a la emisión de los multifónicos señala que puede servir de ayuda comenzar tocando las notas inferiores con mucha suavidad, permitiendo que las alturas superiores emerjan de forma gradual. Añade que «mover la mandíbula ligeramente hacia delante facilitará esto» (p. 27).

**Extracto de Litany para clarinete y piano por A. Gilbert (2006).
En I. Mitchell (comp.), *Spectrum for clarinet* (pp. 30-31).**

Litany

ANTHONY GILBERT

Dolce, flessibile
♩ = 50

Clarinet in Bb

Piano

con Ped.

9 *cresc. pochiss.*

18 *poco rit.*

Styal, 30 June 2004

The image shows a page of a musical score for 'Litany' by Anthony Gilbert. It is arranged for Clarinet in Bb and Piano. The score is in 4/4 time and includes various dynamic markings such as ppp, pp, p, f, and cresc. pochiss. There are also performance instructions like 'Dolce, flessibile' and 'poco rit.'. The score is divided into three systems, with measures 9 and 18 marked. There are also some notes with dots above them and the instruction '(think lower note)'.

El autor señala que la pieza debe ser pensada como un cántico y su respuesta, con el clarinete como un cantor expresivo y el piano como campana y coro. En cuanto a las díadas de la pieza, indica que «en caso de apuro los tres multifónicos pueden ser reemplazados por trinos de semitono sobre la nota superior» (p. 30).

Primer y cuarto movimiento de *Variants* para clarinete solo por W. O. Smith (1967).

VARIANTS FOR SOLO CLARINET
VARIANTEN FÜR KLARINETTE ALLEIN

William O. Smith

I. SINGING/GESANGVOLL

1) \sim = key vibrato (trill by adding key indicated in small notes)
 \sim = Klappenvibrato (Triller mit der Klappe, die durch die kleine Note angezeigt ist)

IV. TRANQUIL / RUHIG

tr Trill with octave key / Triller mit der Oktavklappe
tr Trill with octave key / Triller
tr Trill with octave key / Triller
tr Trill with 3rd finger Lh. / Triller mit dem linken Ringfinger

Anexo VII

Listado de pistas de audio

Pista 01: Díada Fa_3-Do_4 (Mib_3-Sib_3 en altura absoluta).....	27
Pista 02: Sonidos múltiples en final de la cadencia del <i>Concertino para trompa op. 45</i> de C. M. von Weber. Intérprete, H. Baumann.....	43
Pista 03: Obtención de dos multifónicos a partir de una misma digitación.....	73
Pista 04: Control auditivo de alturas de multifónico $Mi^{\hat{1}}_3-Sol^{\#}_4-Re_5$	97
Pista 05: Multifónico recuperado de http://www.clarinet-multiphonics.org . Intérprete, N. Del Grazia.....	168
Pista 06: Multifónicos de la tabla de E. M. Richards (s.f.) interpretados por el autor. Recuperado de http://userpages.umbc.edu/~emrich/chapter3-3.html	171
Pista 07: Sonido múltiple recuperado de http://newt.phys.unsw.edu.au/music/clarinet/multiphonics/Dsharp4wF5wCsharp6wEsharp6.html . Intérprete, C. Young.....	174
Pista 08: Ejemplos 11 y 12 de trémolos de multifónicos de <i>New techniques for the bass clarinet</i> de H. Bok (2002), interpretados por el propio autor.....	177
Pista 09: Ocho primeros ejemplos de la tabla de multifónicos de H. Sparnaay (2011), interpretados por el propio autor.....	180
Pista 10: Sonido fundamental Mi_2	194
Pista 11: Veinticinco primeros sonidos de la serie armónica construida sobre Do_1 en una escala de octavos de tono temperados (audio generado vía MIDI).....	199

Pista 12: Tono de lengüeta.....	202
Pista 13: Cinco primeros modos de vibración de las fundamentales comprendidas entre Mi_2 y Lab_2 obtenidos por sobresoplo.....	216
Pista 14: Cambios de timbre en Fa_3 mediante digitaciones no convencionales.....	219
Pista 15: Cuatro multifónicos obtenidos a partir de la digitación fundamental de Mi_2	225
Pista 16: Multifónico $Mi\hat{b}_3-Sol_4-Reb_5$	228
Pista 17: Variación de la altura de los sonidos de dos multifónicos al tocarlos por separado de forma monofónica y simultáneamente sin cambiar de digitación.....	229
Pista 18: Dos ejemplos de multifónicos de dos sonidos generadores.....	232
Pista 19: Dos ejemplos de multifónicos de tres sonidos generadores.....	234
Pista 20: Dos ejemplos de multifónicos de cuatro sonidos generadores.....	236
Pista 21: Ejemplo de sonidos adicional y diferencial en m de dos sonidos primarios.....	241
Pista 22: Fragmento de la pieza I de <i>Ké</i> para clarinete por P. Gaigne (2000). Recuperado de http://pascalgaigne.com/es/otra-musica/13/k-5-pices-pour-clarinette	246
Pista 23: Ejemplo de multifónicos de densidades 2, 3, 4 y 5.....	254
Pista 24: Multifónico obtenido a partir de la primera digitación propuesta por Benade (1990, p. 562).....	257
Pista 25: Comparación del multifónico $Si\sharp_3-Mi\hat{b}_4-La_4-Fa\sharp_5$ tocado con el clarinete y generado mediante MIDI (primera aproximación de notación).....	262
Pista 26: Comparación del multifónico $Si\sharp_3-Mi\hat{b}_4-La_4-Fa\sharp_5$ tocado con el clarinete y generado mediante MIDI (notación final).....	263
Pista 27: Multifónico obtenido a partir de la segunda digitación propuesta por Benade (1990, p. 563).....	263
Pista 28: Comparación del multifónico $Mi\downarrow_3-Sol\downarrow_4-Do_5-Fa\hat{b}_5$ tocado con el clarinete y generado mediante MIDI.....	265

Pista 29: Tercer multifónico analizado de forma espectral.....	266
Pista 30: Comparación del multifónico $Re\downarrow_3-Sol\flat_4-Do\downarrow_4-Mi\downarrow_5$ tocado con el clarinete y generado mediante MIDI.....	268
Pista 31: Multifónicos $Si\sharp_2\{5:13:18:28\}$, $Mi\downarrow_3\{5:12:17:22\}$ y $Re\downarrow_3\{7:18:25:32\}$	275
Pista 32: Multifónico obtenido a partir de digitación con oído correspondiente al dedo I4 semiabierto.....	281
Pista 33: Dos ejemplos de obtención de pares de multifónicos a partir de una misma digitación.....	284
Pista 34: Multifónico $Mi\uparrow_3\{5:7:12:17\}$	290
Pista 35: Cinco ejemplos de multifónico, (a) $Fa\uparrow_3\{2:3:5:7\}$, (b) $Mi\uparrow_3\{5:7:12:17\}$, (c) $Mi\flat_3\{1:3:4\}$, (d) $Re_3\{2:5:7:9\}$, (e) $La\flat_3\{3:8:11:14\}$	293
Pista 36: Comparación de dos multifónicos pertenecientes a la serie $\{3:5:8:11:14\}$ mediante la transposición del segundo de ellos.....	295
Pista 37: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{1:2:3:4:5:6\}$	298
Pista 38: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{2:3:5:7:9:11\}$	299
Pista 39: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{3:4:7:10:13:16\}$	300
Pista 40: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{3:5:8:11:14:17\}$	302
Pista 41: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{4:5:9:13:17:21\}$	303
Pista 42: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{4:7:11:15:19:23\}$	305
Pista 43: Cuatro ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{5:6:11:16:21:26\}$	306
Pista 44: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{5:7:12:17:22:27\}$	308
Pista 45: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{5:8:13:18:23:28\}$	309
Pista 46: Tres ejemplos de multifónicos pertenecientes a la serie $\{5:9:14:19:24:29\}$	310
Pista 47: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie $\{7:8:15:22:29:36\}$..	313

Pista 48: Dos ejemplos de sonidos múltiples pertenecientes a la serie {7:13:20:27:34}.....	314
Pista 49: Dos multifónicos obtenidos a partir de digitaciones en las que el dedo D1 debe desplazarse y accionar las llaves laterales 10bis y 11.....	336
Pista 50: Tres ejemplos de multifónicos de obtención fácil a partir de digitaciones complejas.....	350
Pista 51: Dos ejemplos de trinos de multifónicos con el sonido inferior mantenido.....	352
Pista 52: Tres ejemplos de trémolos de multifónicos con sonido agudo mantenido.....	353
Pista 53: Enlace de sonidos monofónicos de registro agudo y multifónicos (Caravan, 1979a, p. 23).....	354
Pista 54: Obtención de cuatro multifónicos a través de <i>portamento</i> descendente.....	355
Pista 55: Progresión de multifónicos de tipo {5:12:17} y {2:5:7}.....	357
Pista 56: Progresión de multifónicos relacionados tonalmente.....	359
Pista 57: Modificación de la afinación general del multifónico.....	361
Pista 58: Ejemplo de dos multifónicos obtenidos con una digitación.....	362