Universidad de Alcalá

Programa de Doctorado en Ciencias de la Salud

ESTUDIO PSICOMOTOR DE LA REPENTIZACIÓN PIANÍSTICA Y SUS IMPLICACIONES PEDAGÓGICAS

Tesis Doctoral presentada por

CHENG-I VICTORIA CHEN LIU

Director

Prof. Dr. JUAN ANTONIO MARTÍNEZ ROJAS

Alcalá de Henares, 2020

Dedicado a mis hijos: Jorge y Óscar.

Índice General / Tabla de contenido
Tabla de abreviaturas y acrónimos
Lista de figuras
Lista de tablas
Resumen – Abstract

1. **Introducción** 1
1.1. Objeto de estudio 4
1.1.1. Qué es la lectura a primera vista (LPV), o repentización 4
1.1.2. Para qué y por qué se lee a primera vista 7
1.1.3. Cómo se lee y cómo se mejora la repentización 7
1.1.4. Qué aspectos influyen en el rendimiento de una repentización 13
1.1.5. Clasificación entre buenos y malos lectores/repentizadores 15
1.1.6. La presencia e importancia de la LPV en épocas anteriores 18
1.2. Comparación de la LPV con otros campos o disciplinas 24
1.2.1. Con la interpretación 24
1.2.2. Con la improvisación 25
1.2.3. Con la lectura de un texto (prosa o verso) 26
1.3. Estructura y organización del trabajo 28
1.4. Música y lenguaje 30
1.5. Música y habla (subvocalización) 34
1.6. Origen y evolución de la escritura en Occidente 36
1.7. Origen y evolución de la notación musical occidental (NMO) 45
1.7.1. Origen y evolución 46
1.7.2. Rasgos principales de la partitura en NMO 72
1.7.2.1. El pentagrama y las notas (altura y duración) 72
1.7.2.2. Las articulaciones, la intensidad y otros recursos 79
1.7.2.3. Tipos de partituras 83
1.7.3. Otras notaciones musicales occidentales 87
1.7.3.1. Cifrado barroco 87
1.7.3.2. Tablaturas 91
1.7.3.3. Cifrado americano 95
1.7.3.4. Notación no convencional 98
1.7.4. Otras notaciones musicales (de otras culturas) 107
1.7.4.1. Bizancio 107
1.7.4.2. Judíos 109
1.7.4.3. Islam 109
1.7.4.4. India 111
1.7.4.5. Oriente lejano 113
1.8. Interés personal y objetivo de la autora y del tema 120
1.8.1. Justificación de la investigación 120

1.8.2. Motivación personal 122
1.9. Agradecimientos 123
2. Hipótesis y objetivos 124
2.1. Hipótesis general 124
2.2. Justificación de la hipótesis 124
2.3. Objetivo principal 125
2.4. Objetivos secundarios 126
3. Revisión de la literatura científica 127
3.1. Primera parte: Desarrollo cronológico-histórico 128
3.2. Segunda parte: Enfoques, metodologías, objeto de estudio y tipo de sujetos 131
3.3. Tercera parte: Neurociencia de la música 135
3.3.1. El cerebro musical 135
3.3.2. Tipos de investigaciones sobre el cerebro musical 138
3.3.3. La interpretación mental de la partitura 141
3.4. Cuarta parte: Estudios afines al trabajo experimental de la tesis 143
4. Materiales y métodos 146
4.1. Implicaciones éticas y legales 146
4.2. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos 146
4.2.1. Explicación 146
4.2.2. Ficha inicial 147
4.2.3. Consentimiento informado 147
4.2.4. Grabadora y micrófono 147
4.3. Materiales musicales: análisis documental 147
4.3.1. Partitura de piano 148
4.3.2. Partitura de canto 148
4.3.3. Lecciones de ritmo y lectura (solfeo) 149
4.4. Pianos y aulas 149
4.5. Equipos informáticos 149
4.6. Programas informáticos 150
4.6.1. Praat 150
4.6.2. ImageJ 150
4.6.3. WEKA 151
4.7. Procedimiento experimental 151
4.7.1. Descripción del método 152
4.7.2. Sujetos experimentales 153
4.7.2.1. Descripción de los sujetos experimentales 153
4.7.3. Plan de desarrollo: distribución del tiempo 154
4.7.4. Sesiones de grabación 154

4.7.4.1. Pre-test 155
4.7.4.2. Grabaciones en 2016 155
4.7.4.3. Grabaciones en 2017 156
4.7.5. Evaluadores ciegos 157
4.7.6. Variables 158
4.7.7. Técnicas estadísticas empleadas 159
5. Resultados 164
5.1. Tablas de resultados 171
5.2. Figuras Praat de interpretación mental de las tareas 184
5.2.1. Figuras lectura mental pieza de piano (sujetos 1-8) 184
5.2.2. Figuras lectura mental pieza de canto (sujetos 9 y 10) 189
5.2.3. Figuras lectura mental de solfeo S1 y S2 190
6. Discusión 198
6.1. Análisis de los resultados 198
6.1.1. Relación entre respuestas musculares y factores identificados por otros investigadores como clave para valorar el rendimiento de la LPV (de acuerdo con el objetivo secundario número 1) 201
6.1.2. Comparación de los resultados obtenidos en la LPV de la pieza musical con los resultados obtenidos al repentizar dos lecciones de solfeo de diferente dificultad (de acuerdo con el objetivo secundario número 2) 205
6.1.3. Análisis de la duración de las lecturas imaginadas y las lecturas reales, comparándolas (de acuerdo con el objetivo secundario número 3) 207
6.1.4. Análisis intrasujeto del rendimiento de la LPV (de acuerdo con los objetivos secundarios números 4 y 5) 210
6.1.4.1. Análisis intrasujeto: Sujeto 4 212
6.1.4.2. Análisis intrasujeto: Sujeto 5 213
6.1.4.3. Análisis intrasujeto: Sujeto 6 214
6.1.4.4. Análisis intrasujeto: Sujeto 7 214
6.1.4.5. Análisis intrasujeto: Sujeto 8 215
6.1.4.6. Análisis intrasujeto: Sujeto 9 215
6.1.4.7. Análisis intrasujeto: Sujeto 10 216
6.2. Comparación entre interpretación y ejecución (con imágenes de Praat) 217
6.2.1. Análisis pormenorizado de la partitura de Dussek 217
6.2.1.1. Análisis de imágenes de Praat de pianistas interpretando mentalmente la partitura de Dussek 219
6.2.2. Análisis pormenorizado de la partitura de Cherubini 224
6.2.2.1. Análisis de imágenes de Praat de cantantes interpretando mentalmente la partitura de Cherubini 226
6.2.3. Análisis pormenorizado de la lección de solfeo S1 228
6.2.4. Análisis pormenorizado de la lección de solfeo S2 229

6.2.5. Análisis de imágenes de Praat de sujetos leyendo mentalmente S1 y S2 230
6.3. Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación 235
6.3.1. Limitaciones del estudio 235
6.3.2. Líneas futuras de investigación 235
7. Conclusiones 239
8. Referencias 243
8.1. Bibliografía complementaria y obras de consulta general 276
9. Glosario de términos 278
10. Anexos 283
10.1. Explicación 283
10.2. Ficha inicial 284
10.3. Consentimiento informado 285
10.4. Lección de ritmo y lectura S1 288
10.5. Lección de ritmo y lectura S2 289
10.6. Modelo de evaluación piano 290
10.7. Modelo de evaluación solfeo 291
10.8. Modelo de evaluación canto (melismático) 292
10.9. Modelo de evaluación canto (textual) 293
10.10. Resultados completos de WEKA 294
10.11. Partitura analizada de Dussek 313
10.12. Partitura analizada de Cherubini 314
10.13. Análisis de S1 318
10.14. Análisis de S2 319

Tabla de abreviaturas y acrónimos

AMM – La Asociación Médica Mundial (en inglés es WMA, *The World Medical Association*).

CPM – Conservatorio profesional de música

EEG – Electroencefalografía / Electroencefalograma

EE.PP. – Enseñanzas profesionales

EE. UU. – Estados Unidos de América

EHS – *Eye-Hand Span* (rango mano-ojo)

EMG – Electromiografía / Electromiograma

EOG – Electro-oculografía / Electro-oculograma

ERP – *Event-Related Potentials* (Potenciales evocados)

FMG – Fonomiografía / Fonomiograma

fMRI – *Functional magnetic resonance imaging* (Resonancia magnética funcional, imagen de)

IMSLP – *International Music Score Library Project*

ISO – *International Organization for Standardization* (Organización internacional de estandarización/normalización)

LPV – Lectura a primera vista

MEG – Magnetoencefalografía / Magnetoencefalograma

MIDI – *Musical Instrument Digital Interface*

MRI – Magnetic resonance imaging (Resonancia magnética funcional)

NIMH – *National Institute of Mental Health* (Instituto Nacional de Salud Mental)

NMO – Notación Musical Occidental

PET – *Positron Emission Tomography* (Tomografía por emisión de positrones)

PS – *Perceptual Span* (campo/lapso/rango perceptivo)

S1 – Solfeo 1

S2 – Solfeo 2

TFG – Trabajo final de Grado

TFM – Trabajo final de Máster

TMS – Estimulación magnética transcraneal focal

VBM – Análisis morfológico vóxel a vóxel

WEKA – *Waikato Environment for Knowledge Analysis*

Lista de figuras

Figura 1. Habilidades básicas 5
Figura 2. Modelo de acciones para leer a primera vista 7
Figura 3. Movimientos oculares en partitura de piano 9
Figura 4. Retrato de Jean Jacques Rousseau 19
Figura 5. Acuarela del joven Mozart, con su padre al violín y su hermana cantando 20
Figura 6. Retrato de Carl Philipp Emanuel Bach 21
Figura 7. Clara y Robert Schumann al piano 22
Figura 8. Retrato de François Couperin 31
Figura 9. Pictogramas egipcios 37
Figura 10. Pictogramas chinos 37
Figura 11. Evolución del término "cabeza" en cuneiforme 38
Figura 12. Ideogramas cuneiformes 38
Figura 13. Abecedario egipcio y equivalencias 39
Figura 14. Papiros egipcios con inscripciones 40
Figura 15. Comparación entre los tres alfabetos egipcios 40
Figura 16. Alfabeto fenicio y equivalencias 41
Figura 17. Alfabeto etrusco 41
Figura 18. Alfabeto griego 41
Figura 19. Escritura romana o latina 42
Figura 20. Letra minúscula carolingia 43
Figura 21. Alfabeto árabe 43
Figura 22. Epitafio de Sícilo 47
Figura 23. Partitura del Epitafio de Sícilo 47
Figura 24. Partitura del Epitafio de Sícilo, en NMO 48
Figura 25. Partitura en notación neumática (a) 49
Figura 26. Partitura en notación neumática (b) 50
Figura 27. Partitura en notación neumática diastemática 51
Figura 28. Neumas principales 52
Figura 29. Partitura en tetragrama, con notación cuadrada y neumas 52
Figura 30. Partitura del himno "*Ut queant laxis*" 53
Figura 31. Ejemplo de notación cuadrada 54
Figura 32. Pies métricos 55

Figura 33. Modos rítmicos 55
Figura 34. Ejemplo de partitura en notación mensural 56
Figura 35. Ejemplo de partitura en notación mensural transcrita a NMO 56
Figura 36. Ejemplo de partitura en notación mensural blanca 57
Figura 37. Notación blanca y equivalencias con figuras rítmicas actuales 57
Figura 38. Primeras indicaciones de mensura 58
Figura 39. Variantes disminuidas de las indicaciones de mensura 58
Figura 40. Indicaciones modernas de compás 59
Figura 41. Comparación entre indicaciones de mensura y compás (a) 59
Figura 42. Comparación entre indicaciones de mensura y compás (b) 60
Figura 43. Evolución de la clave de Do 61
Figura 44. Evolución de la clave de Fa 61
Figura 45. Evolución de la clave de Sol 62
Figura 46. Indicaciones modernas de claves y ubicación del *Do central* 62
Figura 47. Ejemplo de partitura del período Barroco 64
Figura 48. Ejemplo de partitura del período Clásico 65
Figura 49. Ejemplo de partitura del período Romántico 66
Figura 50. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1a) 67
Figura 51. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1b) 68
Figura 52. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1c) 69
Figura 53. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (2) 70
Figura 54. Ejemplo de partitura del siglo XXI 71
Figura 55. Pentagrama con líneas adicionales 73
Figura 56. Ejemplo de notas en líneas adicionales (superiores) 73
Figura 57. Las siete claves 74
Figura 58. Tipos de alteraciones 75
Figura 59. Alteraciones accidentales 75
Figura 60. Alteraciones en la armadura (1) 76
Figura 61. Alteraciones en la armadura (2) 76
Figura 62. Ejemplo de rítmica sencilla 77
Figura 63. Ejemplo de rítmica variada 78
Figura 64. Ejemplo de rítmica muy compleja 78
Figura 65. Articulaciones 79
Figura 66. *Legato* y *non legato* 80

Figura 67. Dinámicas 80
Figura 68. Dinámicas (reguladores) 81
Figura 69. Movimientos o tiempos (agógicas) – indicación metrónomica 81
Figura 70. Movimientos o tiempos (agógicas) – lista de las más habituales 82
Figura 71. Ejemplo de partitura de un pentagrama 83
Figura 72. Ejemplo de partitura de dos pentagramas simultáneos 83
Figura 73. Ejemplo de partitura de cuatro pentagramas simultáneos 84
Figura 74. Ejemplo de partitura de muchos pentagramas simultáneos 85
Figura 75. Partitura de piano en sistema de tres pentagramas 86
Figura 76. Ejemplo de cifrado barroco (1) 88
Figura 77. Ejemplo de cifrado barroco (2) 89
Figura 78. Ejemplo de cifrado barroco (3) 90
Figura 79. Ejemplo de tablatura antigua (98) 92
Figura 80. Ejemplo de tablatura moderna 92
Figura 81. Ejemplo de acordes en tablatura moderna de guitarra 93
Figura 82. Ejemplo de tablatura antigua (órgano) 94
Figura 83. Ejemplo de tablatura moderna (piano/teclado) 94
Figura 84. Ejemplos de tablatura moderna (piano/teclado) y transcripciones equivalentes en NMO 95
Figura 85. Ejemplo de cifrado americano (1), sobre tablatura de guitarra 95
Figura 86. Ejemplo de cifrado americano (2), sobre melodía y letra de canción 96
Figura 87. Ejemplo de cifrado americano (3), en una partitura de j*azz* 96
Figura 88. Ejemplo de cifrado americano (4), en NMO y con tablatura de guitarr añadida 97
Figura 89. Ejemplo de cifrado americano (5) 98
Figura 90. Ejemplo de partitura del *Ars Subtilior* (1) 99
Figura 91. Ejemplo de partitura del *Ars Subtilior* (2) 100
Figura 92. Ejemplos de *musicogramas* 101
Figura 93. Ejemplo de *Music Letter Notes* 102
Figura 94. Ejemplo de notación contemporánea (1) 102
Figura 95. Ejemplo de notación contemporánea (2) 103
Figura 96. Ejemplo de notación contemporánea (3) 104
Figura 97. Escala en notación de formas geométricas 105
Figura 98. Partitura en notación de formas geométricas 105

Figura 99. Ejemplo de partitura en *Klavarskribo* 106
Figura 100. Ejemplo de notación bizantina (a) 108
Figura 101. Ejemplo de notación bizantina (b) 108
Figura 102. Notación judía europea 109
Figura 103. *Maqams* usados con más frecuencia 110
Figura 104. Tabla comparativa de la escala básica en música indostaní 111
Figura 105. Partitura de música "clásica" india, en notación indostaní 112
Figura 106. Partitura de música "clásica" india, en notación occidental 113
Figura 107. Partituras en *numbered notation* y en NMO 114
Figura 108. Partitura en *numbered notation* 115
Figura 109. Partitura de Figura 108, en NMO 116
Figura 110. Partitura en *numbered notation* 116
Figura 111. Partitura de Figura 110, en NMO 117
Figura 112. *Kalimba* de seis notas 117
Figura 113. Partitura para *kalimba* 118
Figura 114. Comparación entre *gongchepu*, notación numerada y NMO. Sonidos fundamentales 118
Figura 115. Comparación entre *gongchepu*, notación numerada y NMO. Sonidos especiales 119
Figura 116. Partitura en *gongchepu* 119
Figura 117. Melodía de Figura 116, en NMO 119
Figura 118. Calificación media con edad (Variable 1) 169
Figura 119. Calificación media con duración (Variable 2) 169
Figura 120. Calificación media con densidad de activación de picos (Variable 3) 169
Figura 121. Edad y duración (Par 1) 170
Figura 122. Edad y densidad de activación de picos (Par 2) 170
Figura 123. Densidad de activación de picos y duración (Par 3) 171
Figura 124. Sujeto 1 - Canal 1 184
Figura 125. Sujeto 1 - Canal 2 184
Figura 126. Sujeto 2 (antebrazo) 185
Figura 127. Sujeto 2 (cuello) 185
Figura 128. Sujeto 3 (antebrazo) 185
Figura 129. Sujeto 4 (antebrazo) 186
Figura 130. Sujeto 4 (cuello) 186

Figura 131. Sujeto 5 (antebrazo) 186
Figura 132. Sujeto 5 (cuello) 187
Figura 133. Sujeto 6 (antebrazo) 187
Figura 134. Sujeto 6 (cuello) 187
Figura 135. Sujeto 7 (antebrazo) 188
Figura 136. Sujeto 7 (cuello) 188
Figura 137. Sujeto 8 (antebrazo) 188
Figura 138. Sujeto 8 (cuello) 189
Figura 139. Sujeto 9 (cuello) 189
Figura 140. Sujeto 10 (cuello) 189
Figura 141. Sujeto 2 Solfeo 1 (S1) 190
Figura 142. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2) 190
Figura 143. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2) – primera parte 190
Figura 144. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2) – segunda parte 191
Figura 145. Sujeto 4 Solfeo 1 (S1) 191
Figura 146. Sujeto 4 Solfeo 2 (S2) 191
Figura 147. Sujeto 5 Solfeo 1 (S1) 192
Figura 148. Sujeto 5 Solfeo 2 (S2) 192
Figura 149. Sujeto 6 Solfeo 1 (S1) 192
Figura 150. Sujeto 6 Solfeo 2 (S2) 193
Figura 151. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1) 193
Figura 152. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1) – primera parte 193
Figura 153. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1) – segunda parte 194
Figura 154. Sujeto 7 Solfeo 2 (S2) 194
Figura 155. Sujeto 8 Solfeo 1 (S1) 194
Figura 156. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2) 195
Figura 157. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2) – primera parte 195
Figura 158. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2) – segunda parte 195
Figura 159. Sujeto 9 Solfeo 1 (S1) 196
Figura 160. Sujeto 9 Solfeo 2 (S2) 196
Figura 161. Sujeto 10 Solfeo 1 (S1) 196
Figura 162. Sujeto 10 Solfeo 2 (S2) 197

Lista de tablas

Tabla 1. Sujetos 154
Tabla 2. Coeficientes de correlación y errores cuadráticos medios relativos 166
Tabla 3. Calificación media, duración LPV, densidad de picos en imaginación y edad 171
Tabla 4. Tiempos de ejecución (imaginada y real), cociente y calificación media 172
Tabla 5. Edad, calificación, duración, años de formación y dedicación personal 172
Tabla 6. Densidad de picos en relajación y en interpretación imaginada de la pieza musical 173
Tabla 7. Calificaciones medias de ejecuciones 173
Tabla 8. Duraciones de interpretaciones imaginadas y reales de las tres tareas 174
Tabla 9. Cocientes entre interpretación imaginada y ejecución real de las tres tareas 174
Tabla 10. Comparación tiempos de S1 con su calificación media 175
Tabla 11. Comparación tiempo S2 con su calificación media 175
Tabla 12. Comparación de tiempos de imaginaciones y ejecuciones 176
Tabla 13. Comparación de calificaciones medias y segundo instrumento 176
Tabla 14. Comparativa del sujeto número 4 177
Tabla 15. Comparativa del sujeto número 5 178
Tabla 16. Comparativa del sujeto número 6 179
Tabla 17. Comparativa del sujeto número 7 180
Tabla 18. Comparativa del sujeto número 8 181
Tabla 19. Comparativa del sujeto número 9 182
Tabla 20. Comparativa del sujeto número 10 183

Resumen (con palabras clave)

La lectura a primera vista (LPV) ha sido objeto de numerosos estudios e investigaciones, especialmente en las últimas décadas. Músicos, docentes, aficionados y científicos de diversos campos de especialización han mostrado interés por este complejo proceso que combina facetas tan diversas como la capacidad de anticipación, la memoria a corto plazo, la memoria a largo plazo, el tiempo de reacción, la imaginación mental, el oído interno, el sentido del pulso, la secuenciación de movimientos, la intuición… etc.

En esta tesis, con un micrófono de contacto y una grabadora, se valida un sistema de medición de respuestas corporales espontáneas, inconscientes e involuntarias. El uso de la fonomiografía (FMG) es un procedimiento novedoso dado que nunca se ha empleado para recoger respuestas musculares de los individuos mientras ejecutan diversas tareas musicales. La técnica fonomiográfica es ampliamente usada en el campo de la lingüística, pero nunca se ha usado en trabajos relacionados con la música y la imaginación mental de partituras. El micrófono se adhirió a dos partes del cuerpo de los participantes: en el antebrazo derecho y en el cuello.

Una vez hechas las grabaciones, unos jueces evaluaron y calificaron las repentizaciones hechas, y los resultados obtenidos fueron relacionados con la actividad muscular medida.Tras comparar los rendimientos de las tareas de LPV, se realizó un estudio intrasujeto para determinar si estos niveles vienen definidos, o influidos, por una serie de factores accesorios como puede ser la edad cronológica, los años de formación, el curso académico, el número de instrumentos que se es capaz de tocar, las horas de dedicación al estudio individual de música, etc.

Entre las conclusiones que se pueden extraer de este trabajo destaca la confirmación del objetivo general de esta tesis: la LPV mejor calificada se puede predecir a partir de la lectura imaginada o mental del sujeto. La imaginación de la partitura quedó registrada mediante los sonidos emitidos por la musculatura, en reacción a la lectura silenciosa de alguna de las tareas musicales propuestas.

Palabras clave

Música, partitura, lectura silenciosa, interpretación imaginada, imaginación, repentización, ejecución.

Abstract (with keywords)

First sight-reading (SR) has been the subject of a large number of studies and researches. Professional musicians, teachers, amateurs, and scientists from various fields have shown interest in this complex process. In SR one needs to combine aspects as diverse as the ability to anticipate, short-term memory, long-term memory, reaction time, mental imagination, inner ear, sense of puls, movement sequencing, intuition…

In this thesis, we validated a system for measuring spontaneous, unconscious and involuntary bodily responses, using a contact microphone and a tape recorder. The use of phonomiography (PMG) is a novel procedure since it has never been used to gather muscular responses from individuals while performing different musical tasks. The phonomiographic technique is widely used in the field of linguistics, but it has never been used in works related to music and the mental imagination of music scores. The microphone was attached to two parts of the participants' body: on the right forearm and on the neck.

Once the recordings were made, some judges assessed and qualified the sight-readings, and the results obtained were realted to the measured muscular activity. After comparing the performance of SR tasks, an intrasubject study was carried out to determine if these levels are defined, or influenced, by a set of complementary factors such as chronological age, years of trainig, academic year, number of instruments that one is able to play, the hours of dedication to individual study of music, etc.

Among the conclusions that can be drawn from this research, it stands out the confirmation of the general goal of this investigation: a good SR performance can be predicted from the imaginary reading of the player. This mental reading of the music sheet was recorded by the sound emitted by the muscles, in reaction to the silent reading of any of the musical tasks used.

Keywords

Music, sheet, score, silent Reading, imagined performance, imagination, sight-reading, performance.

1. Introducción

La lectura musical es una habilidad que todo músico debe adquirir. Ser capaz de entender la grafía de una partitura es fundamental para poder desarrollar todo el potencial de un futuro músico profesional. Incluso en el caso de aficionados o estudiantes de niveles más bajos, también constituye una herramienta muy útil pues permite el estudio de piezas nuevas, mientras que en el caso de músicos profesionales agiliza el aprendizaje de repertorio nuevo. Además, en ambos casos, el poder descifrar una partitura abre la ventana a un mundo enorme de literatura musical.

En el caso de esta tesis, se va a tratar de una modalidad de lectura musical sin preparación previa, llamada *lectura a primera vista* (LPV) o *repentización*. Previamente, me gustaría aclarar que se trata de la lectura de un tipo de notación musical concreta, que ha estado presente en los últimos siglos de la historia musical de Occidente: la *notación musical occidental* (NMO). Es una clase de grafía que se ha utilizado en lo que denominamos, hoy en día, *música culta*. En otros países y culturas, existen diferentes tipos de códigos para dejar por escrito sus prácticas musicales. Esas características estructurales subyacentes, en el caso de la música culta occidental, deben ser aprendidas con el objetivo de lograr un alto nivel de interiorización (Sloboda, 2000).

La lectura musical se aprende a través de una enseñanza explícita (Hébert y Cuddy, 2006). Poder leer una partitura es esencial para los músicos, ya sea para estudiar obras nuevas, como para acompañar o tocar con otros músicos (Orlando y Speelman, 2012) en conjuntos o formaciones de distinto tamaño. Para los músicos profesionales, la LPV eficaz abre las puertas a empleos en los que la capacidad de leer a vista, sin mediar preparación previa, es fundamental (por ejemplo, en el caso de los pianistas acompañantes o correpetidores de cantantes, coros, instrumentistas, o en teatros de ópera).

La capacidad de tocar a primera vista de manera efectiva es indicativa de que se reconocen los símbolos musicales y los patrones melódicos y rítmicos. Es un reflejo de que se entiende la partitura y debería ser fomentado desde las primeras clases (Dirkse, 2009). También es prueba de que el cerebro, al percibir la notación musical, la comprende y la transforma en una secuencia de movimientos.

La finalidad de una LPV difiere de la finalidad de una interpretación madurada a lo largo de numerosas sesiones de ensayo. Es por lo que, al evaluar una repentización musical, se pueden dejar al margen algunos aspectos como la expresividad, la musicalidad o la idoneidad de ciertas técnicas (pedalización en el caso del piano, golpes de arco en el caso de los instrumentos de cuerda frotada, respiraciones en el caso de cantantes o instrumentistas de viento, articulaciones, matices, velocidad, etc.). El propósito de una LPV es la de dar una idea al instante de la partitura. En cambio, la intención de una ejecución en público (para un examen, concurso, concierto o recital) es el de ofrecer una versión trabajada y reflexionada, la interpretación definitiva de una pieza musical después de haberla estudiado, interiorizado y asimilado, en un plazo de tiempo muy superior al de una LPV. Cierto es que los elementos que pueden ser obviados en una LPV varían de evaluador a evaluador; para unos es más importante la exactitud de alturas y duraciones, mientras que para otros puede ser más importante materializar la textura musical, aunque haya más fallos de notas y ritmos.

En relación con la primera parte del acto de repentizar, se encuentran muchos estudios e investigaciones que profundizan en el movimiento ocular, en la distancia de anticipación o rango ojo-mano (*eye-hand span*, EHS) y el campo/lapso/rango receptivo (*perceptual span*, PS). La primera es la distancia que hay entre la nota que se está mirando en un instante determinado y la que se está tocando realmente. La segunda expresión se refiere al contexto de una nota (lo que hay antes y después de ella).

Las investigaciones en la educación musical, y más concretamente en el campo de la LPV, se pueden y deben aprovechar de lo que las nuevas tecnologías ofrecen. Algunas investigaciones se centran en la respuesta que se produce como consecuencia de la LPV, otras en la influencia que ejerce la audición en ella, otros estudios relacionan la música con el lenguaje (Schlaug, 2015), otros realizan experimentos sobre los intérpretes… Igualmente, sobre la ejecución física de la partitura repentizada, hay trabajos que pretenden establecer metodologías para la enseñanza de la LPV (Cisneros Sola, 2013) y algunos otros evalúan el rendimiento, los resultados y realizan análisis y comparaciones.

Este trabajo pone a prueba un nuevo sistema de medición de reacciones corporales cuando un sujeto interpreta silenciosamente en su mente, por primera vez, una partitura que no conoce usando un micrófono de contacto, por medio de la fonomiografía (FMG).

La plasticidad en el cerebro de los músicos es otro aspecto que ha llamado la atención de investigadores (Münte *et al.*, 2002). Tocar un instrumento musical requiere de la activación y colaboración de varias regiones cerebrales. Asimismo, la LPV necesita de la participación de la memoria a corto plazo, de la memoria a largo plazo y de la integración de diferentes zonas cerebrales.

Se sabe que los músicos ejecutan mejor que los no-músicos ciertas tareas que requieren altas exigencias y restricciones temporales físicas, como palmear, golpear rítmicamente, etc. (Kopiez y Galley, 2002).

La música es usada en psicología para estudiar el funcionamiento del cerebro (Cara y Molin, 2010); por ello, encontramos también numerosos artículos sobre cómo la mente humana percibe y procesa la información proporcionada por la vista: cómo se transforma la grafía musical en sonido.

Parece que la lectura de notación musical produce imágenes auditivas en músicos. Sin embargo, todavía resulta una incógnita la naturaleza de estas imágenes desencadenadas

durante la LPV. ¿Serán similares a las producidas por otras acciones que involucran el uso del oído interno, como la subvocalización, la voz interior o el diálogo interno? (Brodsky *et al.*, 2008).

Debido a que la gran mayoría de trabajos consultados para la confección del estado de la cuestión son en lengua inglesa, muchas citas o referencias son producto de la traducción de la autora de la tesis. Justamente, debido a la escasez de publicaciones en español sobre la LPV, es de especial interés la realización de este trabajo.

1.1. Objeto de estudio

1.1.1. Qué es la lectura a primera vista (LPV), o repentización

La LPV es la habilidad que permite ejecutar sin preparación previa una partitura. El objetivo de la lectura a vista es esbozar la pieza leída para poder dar una idea de cómo sonaría. Determinar esta finalidad es parte muy importante, pues se discute mucho sobre su definición y se está estudiando mucho sobre los componentes que participan en el proceso. Udtaisuk (2005) propuso su propia definición para la LPV:

> La capacidad para ejecutar de manera precisa una partitura en notación musical estándar occidental, que no haya sido vista o estudiada previamente, en un instrumento, dando cuenta de tantos componentes musicales como sea posible (altura, duración, dinámica, tempo, articulación y expresión). La partitura debe estar dentro de las posibilidades del individuo o ser de un nivel razonable de dificultad, y realizarse en el primer intento. (p. 6)[1]

Es una de las cinco habilidades básicas que todo músico debería adquirir (McPherson, 1995 y McPherson y Gabrielsson, 2002)[2]. Según el grado de creatividad necesario para

[1] Traducción libre de la autora de la tesis.

[2] Además de tocar una partitura sin preparación previa, las otras cuatro capacidades son: tocar repertorio ensayado, tocar repertorio de memoria, tocar de oído e improvisar.

la ejecución de esas habilidades básicas, la interpretación musical se puede dividir en dos tipos: la creativa y la recreativa. Dentro de la primera categoría incluiríamos improvisar y tocar de oído. En el segundo grupo estarían tocar de memoria, tocar música ensayada/estudiada previamente y tocar a primera vista.

Habilidades básicas	Creativas	Improvisar Tocar de oído
	Recreativas	Tocar de memoria Tocar repertorio ensayado Tocar a primera vista

Figura 1. Habilidades básicas que un músico debería adquirir, según McPherson (1995) y McPherson y Gabrielsson (2002).

De acuerdo con Gaser y Schlaug (2003), los músicos son capaces de ejecutar operaciones físicas y mentales muy complejas, tales como transformar la notación musical en movimientos de manos y dedos o memorizar largas piezas musicales. Schlaug (2015) asevera que tocar un instrumento musical es una compleja actividad sensori-motora que implica la participación simultánea de múltiples regiones cerebrales.

La actividad musical (*cualquier* actividad musical) involucra prácticamente todas y cada una de las regiones cerebrales que conocemos, y casi todos y cada uno de los subsistemas neurales (Mishra, 2015).

La cognición musical depende de la capacidad para detectar, almacenar y organizar los materiales musicales (Sloboda, 2000).

La repentización musical es una tarea extremadamente compleja: Kopiez *et al.* (2006) formularon tres grupos de destrezas que participarían de la LPV, cada agrupación con una serie de sub-destrezas asociadas, generando un total de 27 sub-destrezas documentadas.

Leer a primera vista una partitura es poder reproducirla por primera vez sin práctica previa (Wolf, 1976). No se trata de leer propiamente dicho, sino de ejecutar una partitura sobre un instrumento musical, sin haberlo practicado con anterioridad (Gabrielsson, 1999). Es una tarea de transcripción compleja (Sloboda, 1982), asociada a una serie de procesos perceptivos y motores (Waters *et al.*, 1997) que implica el desarrollo de destrezas que requieren varios años de entrenamiento (Túñez *et al.*, 2013). Se puede predecir según la experiencia profesional especializada y, en menor grado, en función de los años de práctica (Lehmann y Ericsson, 1996).

Hay varias denominaciones para la LPV, lectura a vista, prima vista (término muy empleado entre italoparlantes) o repentización. En inglés, existen varios términos similares entre sí, aunque son más específicos: *sight-performing*, *sight-playing*, *sight-reading* y *sight-singing*. Se puede consultar el Glosario para más aclaraciones.

La LPV es un tema que puede ser abordado desde numerosas perspectivas: la psicología, la biología, la neurología, la pedagogía y educación musical son algunas de las especialidades que se han interesado por ella. Se trata, pues, de un tema multidisciplinar ya que permite ser investigado desde distintos campos del conocimiento.

1.1.2. Para qué y por qué se lee a primera vista

Tanto para el estudiante como para el músico profesional, ser capaz de ejecutar una partitura sin preparación previa les permite beneficiarse de dos formas: por una parte, en el ahorro tiempo para preparar obras nuevas y, por otra parte, acceden a mucha más literatura permitiéndoles adquirir una mayor cultura musical.

Por desgracia, aunque se le reconoce una importancia notable a la LPV, no se practica tan habitualmente como sería deseable. En ocasiones, los centros de enseñanza tienen unas exigencias en cuanto al repertorio que se ha de interpretar *perfecto* y esto roba tiempo y energía para dedicarlo a otros aspectos (Monferrer Montañés, 2016). Una buena lectura musical es básica en la formación de los estudiantes desde las primeras fases del aprendizaje: ganar independencia del profesor (los alumnos se hacen más autónomos), lograr un avance y desarrollo más fluido, poder participar tempranamente en agrupaciones musicales como bandas, orquestas y conjuntos de cámara (Castro Gil, 2017), son algunos de los beneficios de ser un lector eficaz.

1.1.3. Cómo se lee y cómo se mejora la repentización

La lectura de una partitura exige una fuerte movilización de los recursos cognitivos del músico (Cara y Molin, 2010). Para Mainwaring (1951) debe generarse, en primer lugar, el sonido en la mente antes de tocarlo efectivamente.

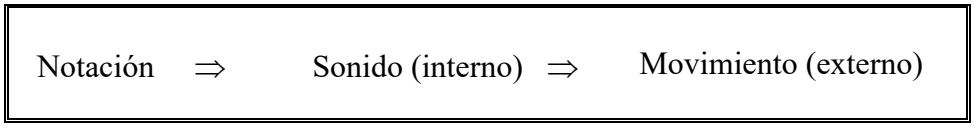


Figura 2. Modelo de acciones para leer a primera vista.
Desarrollo de la repentización (musical), según Mainwating (1951).

La LPV es un proceso en el que se pueden distinguir tres partes principales:

- En un primer instante, el ojo capta un estímulo visual (la partitura, con sus notas y demás símbolos gráficos).
- Seguidamente, el cerebro recibe dicha información que debe procesar (es el momento en el que la imaginación mental juega un rol importantísimo).
- Por último, nuestro cuerpo (sobre todo, el tren superior) reacciona ante la información poniendo en marcha dedos, manos, brazos, garganta, lengua, labios, etc.

Los movimientos oculares en pianistas fueron estudiados tempranamente por Young (1971). La percepción de las notas y la grafía musical pasa por nuestra vista. Los ojos actúan como un *flash*: la mirada se fija en una pequeña porción circular de la partitura donde la imagen es nítida, mientras que lo que le rodea constituye una imagen borrosa. Goolsby (1989, 1994) y Kinsler y Carpenter (1995), entre otros, también examinaron el patrón de los movimientos oculares durante la lectura musical: cuando uno lee, los ojos alternan entre *fijaciones* y *sacadas*. Para una descripción más detallada de los movimientos principales del ojo durante la lectura musical ver Marqués Olives (2014) mientras que en Cara y Gómez Vera (2016) tenemos un trabajo reciente sobre los movimientos oculares durante la lectura silenciosa de música y de texto.

Ponerle sonido a un documento escrito exige leer por delante de lo que se está ejecutando para poder anticipar y preparar los movimientos necesarios que se requieren para producir las notas deseadas. La LPV no solo supone la decodificación de lo que está plasmado sobre papel y su constante retroalimentación auditiva, sino también el almacenamiento a corto plazo de la información debido al pequeño retraso del sonido

producido con respecto al punto en el que se encuentra el ojo (Simoens y Tervaniemi, 2013). Watkins (1984) afirma que, en el caso concreto de la lectura de una partitura escrita para piano se requieren movimientos oculares horizontales, verticales y diagonales para poder percibir la música escrita en los dos pentagramas que habitualmente conforman la partitura pianística.

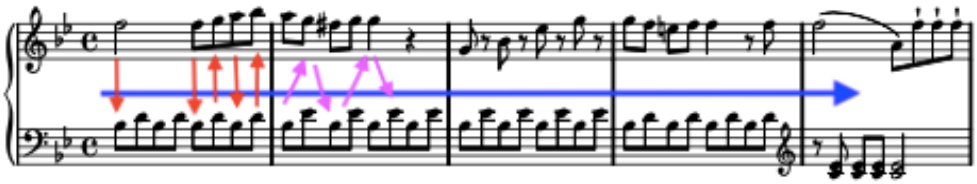


Figura 3. Movimientos oculares en partitura de piano.

En Figura 3 se ha utilizado un fragmento de una de las partituras que se usó para el trabajo de campo de esta tesis (véase a partir de p. 147, 4.3. Materiales musicales: análisis documental, para más información sobre las composiciones empleadas en el experimento). En color azul, la fecha indica el movimiento horizontal, en color rojo el movimiento vertical y en color violeta el movimiento oblicuo.

El EHS es la distancia entre el punto de fijación y el punto de ejecución motora (nota tocada). Se puede traducir por *distancia de anticipación* o *rango ojo-mano*. Ese intervalo no era, en ningún caso, superior a siete notas según Sloboda (1976), aunque en 1941 Jacobsen había determinado que el EHS variaba entre cero y cuatro notas. Representa "la cantidad de memoria que el músico moviliza para almacenar la información antes de tocar" (Servant y Baccino, 1999). Weaver (1943) encontró diferencias en el EHS dependiendo de la textura musical de las piezas repentizadas (homofónica, contrapuntística y melodía acompañada). Truitt *et al.* (1997), por su parte, trataron el *campo*, *lapso* o *rango perceptivo* (PS, abreviatura de *perceptual span*, en inglés) en la

repentización musical. Este concepto era novedoso en su momento, ya que los trabajos anteriores no lo tomaban en consideracón. El PS se refiere al entorno de una nota, de donde se extrae información complementaria y que resulta de utilidad durante la LPV.

Furneaux y Land (1999) explican que el EHS es la separación entre la posición del ojo y la posición de la mano cuando se lee a primera vista. Se puede medir de dos maneras: en notas (de acuerdo con el número de notas que median entre la posición del ojo y la de la mano) o en tiempo (la distancia entre fijación y ejecución)[3]. Gilman y Underwood (2003) determinaron que el EHS variaba según la experiencia y el PS, que es la cantidad de información total obtenida alrededor del punto de fijación. Las evidencias sugieren que el PS es menor en lectores principiantes o los menos capacitados (Rayner, 1986 y 1998), aunque en el estudio de Gilman y Underwood (2003) llegaron a la conclusión de que era el mismo para buenos y malos repentizadores, pero que el EHS era mayor en el caso de los primeros. Además, estos autores también determinaron que la carga cognitiva disminuía el mencionado EHS.

Sloboda (1974, 1977) decía que una condición para que se diera una buena repentización es la capacidad de leer por delante (*read ahead*). En Sloboda *et al.* (1998) también se valoraron positivamente la corrección en la ejecución y la consistencia de las digitaciones. Aunque "leer por delante permite una lectura fluida", esta puede ser el resultado de otra habilidad, como "detectar un patrón o estructura" (pp. 68-69). También Gilman y Underwood (2003) y Goolsby (1994) afirmaron que un buen repentizador es el que se anticipa eficazmente durante la lectura musical.

[3] Midieron el EHS en términos de tiempo, encontrando una varianza entre los 0.7 ms y los 1.3 ms.

Muchos autores recomiendan primero examinar la partitura (Agay, 1981; Bishop, 1964; Jenkins, 1983; McLain, 1974). Esta fase preliminar, que podría considerarse como preparatoria, supone el primer contacto con la nueva partitura. Algunos autores lo denominan *checklist* (Michaelis, 1978), y permite realizar una comprobación de ciertos elementos del documento: el título, la tonalidad, el compás, el *tempo*, la figuración rítmica, etc. Tsangari (2010) lo denomina *pre-playing analysis*. Esta fase de preparación previa puede ser de unos segundos (por ejemplo, medio minuto o un minuto) hasta de unos pocos minutos (cinco minutos, diez minutos, o más), esto depende del contexto en que vaya a suceder la LPV.

Johnson (1964) empleaba otra técnica que consistía en tocar la pieza a repentizar sobre la tapa del piano o sobre una mesa. Él creía que este tipo de ejercicio preparatorio le permite a uno *sentir* los pasajes antes de ser tocados realmente en el teclado. Pero este sistema no siempre puede ser puesto en práctica. En algunas situaciones reales de repentización no hay tiempo para hacer una *simulación* de la pieza musical en su totalidad (bien porque se trate de un examen en el que el tribunal establece un tiempo límite que no sea suficiente para *pasar* toda la pieza por encima, bien porque se trate de una situación de mayor urgencia en la que haya que tocar directamente, por citar algunos ejemplos de circunstancias reales que se pueden dar).

Mantener la vista en la partitura (Seroff, 1970) y evitar mirar el teclado y las manos o dedos (Eaton, 1978) son otros consejos habituales. Es más, Clark (1992) menciona que los aprendices deberían visualizar (interiormente, mentalmente) el teclado de forma que pudieran *conocerlo* de memoria. Dirkse (2009) habla de la conciencia topográfica del

teclado[4] y Tsangari (2010) le da el nombre de *kinesthetic skills*, que traducido al castellano sería *habilidades cinestésicas*, mientras que Eaton (1978) empleó la expresión *kinesthetic senses* (*sentidos cinestésicos*).

Se sabe que la práctica deliberada de cualquier actividad conduce a la mejora y perfeccionamiento de dicha actividad: puede ser tocar un instrumento musical, practicar un deporte o aprender un idioma. Según los estudios de Kornicke (1992, 1995) los factores más influyentes serían la experiencia (práctica frecuente y habitual) de la LPV y la imaginación auditiva. Lehmann y Ericsson (1996) y Sloboda *et al.* (1996) afirman que la práctica continuada es fundamental para lograr la excelencia de la ejecución musical. Pero, en el lado contrario, algunos opinan que practicar con frecuencia la LPV expone a los pianistas a más lesiones (Westney, 2003). Dirkse (2009) dice que lo más importante (para desarrollar una buena LPV) es que los estudiantes tengan oportunidades de practicarla. Platz *et al.* (2014) publicaron un artículo en el que hicieron un metaanálisis de 13 estudios sobre el efecto de la práctica deliberada en la repentización musical, aunque llegaron a la conclusión de que la práctica deliberada era necesaria pero no suficiente (por sí misma) para explicar las diferencias individuales en los rendimientos de los distintos sujetos. Brown *et al.* (2015) mencionaron también la exposición temprana aparte de la acumulación de horas para conseguir un buen resultado de la LPV.

Otra recomendación es la de mantener el pulso estable: muchos investigadores han determinado de que la práctica grupal es la mejor para desarrollar el sentido del pulso regular y constante (Rezits, 1972), más que el uso del metrónomo (Newman, 1974).

[4] Su TFM está centrado en métodos pianísticos y divide las habilidades para la LPV en cuatro categorías. Las otras tres, aparte de la conciencia topográfica, son "capacidad de lectura direccional, habilidades para el reconocimiento de patrones y hábitos efectivos de repentización". (pp. 22-23)

El procesamiento cognitivo de la información visual requiere de la memoria. Relacionado con la memoria está el reconocimiento de patrones: está comprobado que los repentizadores más fluidos reconocen patrones rápidamente y realizan predicciones más precisas de lo que puede venir a continuación. Cómo toda esa información se transforma en los movimientos adecuados todavía no se ha explicado del todo. Uno de los pre-requisitos establecido por Lehmann y Ericsson (1996) para una buena LPV es, precisamente, la habilidad de reconocer patrones musicales[5]. Lee (2013) determinó que cuando se lee una partitura, la altura y la duración de un sonido musical se procesan de forma independiente. En cuanto a la familiaridad con patrones armónicos y procesos cadenciales, estos suelen ayudar a la anticipación y predicción, pero en composiciones escritas en lenguajes que no tienen patrones que nos resulten familiares (por ejemplo, la música atonal) suele ser más difícil su LPV (Wolf, 1976).

Ante todo lo mencionado en los párrafos anteriores, se aprecia que sigue siendo necesario un marco teórico en el que se recojan los elementos básicos de la lectura musical, en general. Al igual que también sería necesario un modelo teórico sobre la LPV musical (tanto instrumental como vocal).

1.1.4. Qué aspectos influyen en el rendimiento de una repentización

Elliot (1982) trazó siete variables que predecían la capacidad para la repentización[6]. McPherson (1994) publicó un artículo sobre los factores y habilidades que influirían en la capacidad de repentizar en música. Lee (2004) enumeró hasta 20 capacidades que

[5] Otros dos pre-requisitos son: la capacidad de planificar una interpretación a gran escala que abarque la pieza como un todo y la destreza de anticipar cómo va a continuar la música.

[6] Esas siete variables que predecían la LPV eficaz fueron: el nivel técnico, la lectura de ritmos, la entonación a vista, la calificación media académica, la calificación media en teoría musical, la calificación media en interpretación ante jurado o tribunal examinador y la calificación en instrumento principal.

abarcan habilidades cognitivas generales, sub-habilidades específicas de dominio, entrenamiento previo, etc.

Drake y Palmer (2000) cuantifican el rendimiento de la PV al piano expresándola en términos de fluidez, siendo ésta una combinación de velocidad y exactitud. Udtaisuk (2005) propuso un paradigma de la LPV pianística. Con su trabajo de tesis, llegó a la conclusión de que una serie de componentes[7] CAPE y las características de la repentización eran los factores que más efecto tuvieron sobre el modelo.

Gromko (2004) y Hayward y Gromko (2009) concluyeron que sí había correlación entre el rendimiento de la LPV y la combinación de ciertas sub-habilidades como la discriminación de patrones auditivos (de ritmos o de intervalos, por ejemplo), razonamiento espaciotemporal, nivel técnico, etc. Según Kopiez *et al.* (2006) las diferencias entre individuos y sus niveles de repentización musical no pueden ser comprendidas ni explicadas satisfactoriamente. No hay una teoría que considere todos los factores relevantes de la LPV.

Ciertas destrezas (musicales y no musicales específicamente) son, más o menos, relevantes a la hora de justificar los diferentes rendimientos de LPV[8]. Mishra (2014) presenta un metaanálisis de los factores que están relacionados con la LPV musical con la intención de establecer el alcance de la relación entre las variables y la propia LPV. En términos generales, determinó que los constructos que mejoraban con la práctica correlacionaban más fuertemente con la LPV que las características más invariables[9].

[7] Sus cuatro componentes: capacidad y coordinación física "C", conciencia musical "A" (donde recoge el rol del oído, la vista, etc.), potencial musical "P" (donde incluye factores biológicos y psicológicos) y experiencias musicales "E" (que comprende las interacciones musicales en forma de clases o lecciones, ensayos, entre otras interacciones).

[8] Esas capacidades se pueden dividir en tres grupos: habilidades cognitivas generales, habilidades cognitivas elementales y habilidades específicas.

[9] Distribuyó las más de 500 variables en 17 constructos y en dos grandes grupos: factores estables y factores que pueden evolucionar.

En general, los lectores principiantes se apoyan predominantemente en los estímulos visuales que captan. Sin embargo, los lectores más aventajados parecen emplear estrategias que combinan la percepción visual con la auditiva (Sloboda, 1976 y 1984). Los resultados de las investigaciones invitan a pensar que la LPV mejora a medida que el conocimiento y entendimiento musical del intérprete también es mejor.

Así, se puede decir que hay varios componentes que influyen en la LPV fluida: el EHS, el PS, la capacidad de anticipación y de intuición (cuando se lee correctamente, no se percibe nota a nota, una a una, sino en unidades más grandes[10]), etc. Un buen lector puede, y debe, ser capaz de anticiparse eficazmente durante la lectura musical (Gilman y Underwood, 2003; Goolsby, 1994; Sloboda, 1977), pero no es la única variable que afecta ni la más importante. Lo que sí está demostrado es que una LPV eficaz está muy relacionada con la práctica habitual y con el perfil profesional que desarrolla un músico (Lehmann y Ericsson, 1996) y parece que estaría más influido por los rasgos que pueden ser desarrollados que por los rasgos más estables de la persona (Mishra, 2014).

1.1.5. Clasificación entre buenos y malos lectores/repentizadores

En primer lugar, hay aclarar que, dependiendo del resultado final (la ejecución de la partitura sin preparación previa), se podrían establecer tres tipos de repentizaciones que tendrían la consideración de *aceptables*:

- En un primer nivel, que podría denominarse *básico*, el intérprete es capaz de dar las notas (altura y duración) escritas en el pentagrama, en un *tempo* cercano al marcado en la partitura.

[10] Por ejemplo: patrones rítmicos o melódicos. Esto está relacionado con la habilidad de *fragmentar* (en inglés tiene la denominación de *chuncking*), dividir las notas (de una melodía, por ejemplo) en grupos más pequeños con cierto sentido o con alguna conexión.

- En un segundo nivel, que podría calificarse como *bueno*, el músico es capaz de hacer lo anterior y dar cuenta de articulaciones (ligados, picados, acentos, etc.) y dinámicas (sonidos más fuertes, sonidos más suaves, indicaciones de *cresc.* o *dim.*)
- En un tercer nivel, que podría declararse como *excelente*, el artista es capaz de los dos niveles anteriores y aplicar otros recursos expresivos (como puede ser el vibrato en el caso de instrumentos de cuerda, viento o voz, los pedales en el caso de pianistas, los registros más idóneos en el caso de acordeones, claves u órganos) y agógicas cambiantes (*rit.*, *accel.*, cambios de *tempo*, cambios de compás o pulsación, etc.).

Se trata de una clasificación posible, para poder marcar diferencias entre los repentizadores. En todo caso, debe quedar claro que hay criterios diferentes según qué juez califique una LPV. No hay una normativa fija y reconocida a nivel mundial sobre qué elementos constituyen una lectura a vista excelente o mediocre.

La LPV que no llega al mínimo (nivel *básico*) sería calificada de *deficiente* o *insuficiente* (sería considerada una *mala repentización* y el sujeto sería considerado un *mal lecto*r o *lector ineficaz*).

Los buenos repentizadores tocan fluidamente porque perciben estructuras familiares en las partituras, mientras que los malos repentizadores tienden a leer y tocar *nota a nota* (Sloboda, 1976a, 1976b y 1977; Wolf, 1976). Este rasgo es denominado *chunking* en inglés y podría traducirse por *fragmentación*.

Curiosamente, entre músicos profesionales, la LPV no necesariamente se incrementa según la capacidad técnica (Lehmann y Ericsson, 1993). En cambio, en niveles más bajos (considerados elementales, de iniciación) sí hay que alcanzar un mínimo de técnica para poder abordar unas primeras lecturas a vista.

Udtaisuk (2005) valora el resultado de una LPV dependiendo del objetivo: no es lo mismo enfrentarse a una LPV en grupo (donde se priorizará la precisión rítmica y la estabilidad del pulso) que tocar a primera vista solo (donde podría priorizarse la exactitud de los sonidos tocados).

La capacidad de memoria de trabajo (*working memory capacity*) puede tener una función importante (Herrero y Carriedo, 2019; Meinz y Hambrick, 2010;), así como los movimientos oculares (Wurtz, Mueri y Wiesendanger, 2009), el EHS (Furneaux y Land, 1999) o la visión periférica (Marquès Olives, 2014). También la formación teórica del músico puede ser de mayor o menor utilidad, ya que el análisis permite reconocer patrones (armónicos, rítmicos o melódicos) y ser un lector más eficaz (Decuir y Maranto, 1979; Waters *et al.* 1997).

Una buena ejecución musical requiere de memoria a largo plazo y, aparte de la propia ejecución física, demanda también un constante monitoreo o retroalimentación. Para lograr esa buena ejecución musical es necesaria una integración audio-motora donde el movimiento, la respuesta esperada y la imaginación musical se combinan para alcanzar el objetivo (Brown *et al.* 2015).

1.1.6. La presencia e importancia de la LPV en épocas anteriores

La lectura musical se convirtió en el caballo de batalla del monje bendictino Guido D'Arezzo (995-1050), según Miller (1973). A él se le considera el fundador de la notación musical moderna occidental, pues a través de sus intentos por facilitar el aprendizaje de los cantos religiosos, fue introduciendo diversas mejoras que culminarían con el nacimiento de la pauta musical y la designación de las notas musicales tal como la conocemos hoy día (Do-Re-Mi-Fa-Sol-La-Si). Los centros de educación musical eran las abadías, catedrales, iglesias, monasterios, y otros espacios de culto religioso. En algunos, la enseñanza era más práctica, mientras que en otros se prestaba mayor atención a los estudios teóricos. A los alumnos normalmente se les enseñaba a cantar los intervalos, luego a memorizar los cantos y, más adelante, a leer música (Domínguez y Rigueiro, 2015, p. 43). Su sistema permitió "interpretar a primera vista una melodía", y "si antes era imprescindible la buena memoria para cantar, ahora lo eran la lectura y el oído musical" (Domínguez y Rigueiro, 2015, p. 16). A su sistema de entonación lo llamó *solmisación*, o *solfeo*. Ambos términos han llegado hasta nuestros días. Los países a los que "no llegaron los músicos latinos siguieron con el antiguo sistema de las letras del alfabeto" (Domínguez y Rigueiro, 2015, pp. 44-45), como sucede todavía actualmente con el Reino Unido (donde se usan las primeras letras del abecedario A-B-C-D-E-F-G para las siete notas de la escala) o Alemania (donde se usa un sistema muy parecido al británico basado en letras), etc.

Según Lehmann y McArthur (2002), durante el siglo XI era costumbre repentizar en público. Igualmente, durante el período barroco los himnos cantados en los servicios religiosos eran repentizados por pastores y feligreses.

El conocido pensador ilustrado Jean Jacques Rousseau (1712-1778) fue realmente un personaje polifacético. Entre sus muchas inquietudes, la música fue una de las más importantes para él[11]. Autodidacta, se decidió a revolucionar el mundo de la escritura musical creando su propio sistema teórico en el cual suprimió el pentagrama y propuso un nuevo método de escritura musical basado en cifras. Sus ideas quedaron recogidas en Disertación sobre la música moderna y fueron presentadas a la Academia Francesa[12] en 1742 (donde las rechazaron por no considerarlas ni útiles ni originales).

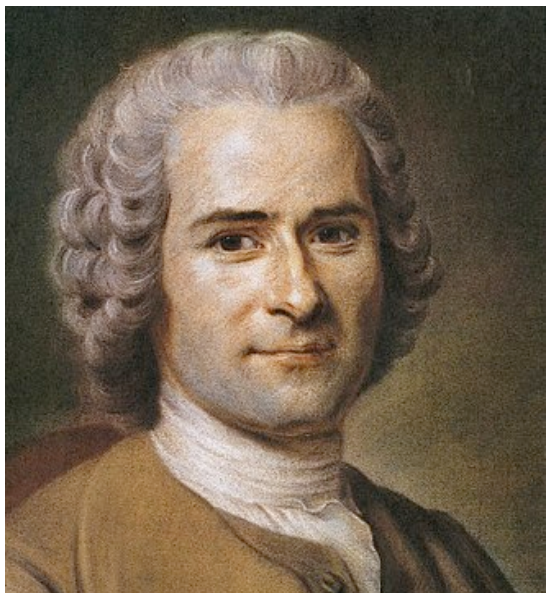


Figura 4. Retrato de Jean Jacques Rousseau.
https://es.wikipedia.org/wiki/Jean-Jacques_Rousseau

[11] Llegó a componer obras de cierta envergadura (óperas o teatros musicales) y hacia el final de su vida trabajó como copista de partituras.

[12] Primera de las cinco academias que engloba el Instituto de Francia (*Institut de France*, creado en 1795, engloba además la Academia de Inscripciones y Lenguas Antiguas, la Academia de Ciencias, la Academia de Bellas Artes y la Academia de Ciencias Morales y Políticas). La Academia Francesa fue fundada en 1635 por el cardenal Richelieu (1585-1642) y es una de las organizaciones más antiguas del país galo.

La habilidad de la LPV ha sido una capacidad apreciada desde siglos atrás. El padre del joven Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791), Leopold (1719-1787), presumía de lo bien que lo hacía su hijo, y Carl Czerny (1791-1857), Ludwig van Beethoven (1770-1827), Felix Mendelssohn (1809-1847) o Franz Liszt (1811-1886), entre otros grandes músicos de la historia de la música occidental, fueron alabados por lo mismo (Dirkse, 2009, pp. 2-3).

Figura 5. Acuarela del joven Mozart, con su padre al violín y su hermana cantando. https://es.wikipedia.org/wiki/Wolfgang_Amadeus_Mozart

Unos años más tarde, en 1755, en *Principles of Keyboard Playing*, de Friedrich Wilhelm Marpurg (1718-1795) se dice que el alumno debería acostumbrarse a encontrar las teclas rápidamente para, cuando lea a vista, evite mirar arriba y abajo (Marpurg, 1755).

En los años 1759 y 1762 se publicó el tratado *Essay on the True Art of Playing Keyboard Instruments*, de Carl Philipp Emanuel Bach (1714-1788). En él ya se comenta que la LPV es una habilidad esencial (Bach y Mitchell, 1949). Fue el primero en señalar que *mirar por delante* era un recurso útil para facilitar la repentización musical, al igual que mencionaría Sloboda (1974 y 1977) doscientos años más tarde.

Figura 6. Retrato de Carl Philipp Emanuel Bach.
https://es.wikipedia.org/wiki/Carl_Philipp_Emanuel_Bach

En 1789 se publicó *School of Piano or Instruction in Piano Playing*, de Daniel Gottlob Türk (1750-1813). En este texto didáctico, el autor sugiere que el profesor toque con el estudiante para reforzar la lectura fluida y el sentido del pulso regular en el alumno (Türk, 1982). Esta idea de repentizar al mismo tiempo que otro/s músico/s coincide con las ideas de Newman (1974) y de Rezits (1972) y que defendieron que la práctica musical en grupo favorece la asimilación del sentido del pulso.

El compositor y pianista romántico Robert Schumann (1811-1856) aconsejaba a los músicos jóvenes, en su libro de 1848, que cantaran a primera vista una partitura sin la ayuda del piano y que entrenaran la escucha de la música partiendo de la página impresa para convertirse en músicos solventes. Publicó una lista (*House Rules and Maxims for Young Musicians*[13]) en la que afirmaba que uno debía de llegar al punto de poder "escuchar la música a partir de una partitura" y también que había que intentar repentizar vocalmente sin la referencia de un instrumento, independientemente del tipo de voz que se tuviera (Schumann y Schumann, 2009).

Figura 7. Clara y Robert Schumann al piano.
https://en.wikipedia.org/wiki/Clara_Schumann

[13] Se trata de una colección de aforismos didácticos que su publicaron al mismo tiempo que su famoso "Album para la juventud, op. 68".

Todavía hoy en día hay una corriente importante de pedagogos y músicos que considera la voz y el canto, entre otras experiencias trasnversales (como el movimiento corporal, el baile, la danza o la percusión), como punto de partida para la formación musical global del individuo (Anderson, 1995).

Y respecto a la imaginación mental de la partitura hay cada vez más investigaciones que intentan descifrar cómo nuestro cerebro *ve* y *oye* lo que está escrito en el papel (Banton, 1995; Clark *et al.*, 2011; Gerardin *et al.*, 2000; Godøy y Jørgensen, 2001; King, 2016; Kopiez y Lee, 2008; Kornicke, 1992; Lehmann y Kopiez, 2009; Waters *et al.*, 1998; etc.).

1.2. Comparación de la LPV con otros campos o disciplinas

1.2.1. Con la interpretación

De acuerdo con Willi Apel, en el *Harvard Dictionary of Music*, "el gran enemigo de la LPV es tocar de memoria". Hay quien cree que leer mucho a primera vista genera una interpretación superficial que dificultará el progreso (Keilman, 1972). Se conocen casos de buenos intérpretes que no son tan buenos repentizadores (Kornicke, 1995; McPherson, 1994; Wolf, 1976). Significa esto que no necesariamente está directamente relacionado el nivel o capacidad de ejecución técnica con la habilidad de leer a primera vista.

La interpretación de una obra musical es diferente de la repentización musical (Tsangari, 2010). Cuando uno practica una pieza para que sea ejecutada días, semanas o meses más tarde, la voluntad es reproducir *a la perfección* una serie de movimientos. En este caso hay tiempo para fijarse en los detalles, elegir entre varias opciones, tomar decisiones de cara a la versión que se desea dar de esa composición. Pero cuando se lee a primera vista, no hay apenas tiempo para reflexionar sobre lo que hay plasmado en el papel, es mucho más inmediato y como tal, las características del producto resultante varían considerablemente con respecto a la interpretación (en muchas ocasiones, incluso de memoria) de una obra estudiada y practicada. Para Tsangari (2010) la LPV depende enormemente de la memoria a corto plazo, mientras que la interpretación de repertorio ensayado y preparado con anterioridad demanda la participación de la memoria a largo plazo.

Cuando se aprende una secuencia motriz nueva, supone la participación de un conjunto de procesos (Hikosaka *et al.*, 2002). En primer lugar, uno ha de memorizar el orden de los movimientos, hay una secuencia que rige. Posteriormente, se debe optimizar la ejecución de dichos movimientos secuenciales (Penhune y Steele, 2012).

Tanto la LPV como la interpretación de repertorio estudiado están sujetas a restricciones temporales. Estas influyen en los individuos para planear o preparar secuencias que deben ser producidas. Una ejecución se considera fluida cuando las acciones adecuadas son ejecutadas en el momento idóneo (Drake y Palmer, 2000).

El trabajo de Wristen *et al.* (2006) es un caso estudio de un único sujeto que fue grabado en dos ejecuciones de una pieza de repertorio y dos repentizaciones de un fragmento musical. Se empleó una cámara de infrarrojos digital. Una cuestión secundaria era si se podría observar una (eventual) mejora/mejoría en la eficiencia del movimiento al repentizar por segunda vez el mismo fragmento musical. Los resultados mostraron que los movimientos del sujeto eran menos eficientes en las repentizaciones que en las interpretaciones de la pieza de repertorio.

Muchos pianistas y pedagogos del piano han afirmado que la LPV es una experiencia más agotadora que la interpretación o la práctica de piezas de repertorio. Sea como sea, para poder tocar el piano se necesita de la participación de una serie de movimientos de alta precisión (Furuya y Altenmüller, 2013).

1.2.2. Con la improvisación

Montano (1983) estudió la influencia de la improvisación, sobre unos patrones rítmicos dados, en el desarrollo de la LPV. Llegó a la conclusión de que a través de la práctica de ciertos ejercicios de improvisación (en los que los sujetos *inventaban* la combinación melódica de las notas, pero estaban limitados por unas figuras rítmicas determinadas) se mejoraba el rendimiento de la LPV. Ambas actividades, aunque distintas, comparten ciertos rasgos: la inmediatez, la necesidad de reaccionar rápidamente, entre otros.

Thompson y Lehmann (2004) hacen una comparación entre el mundo del deporte y la música: la natación sería el equivalente a tocar, ejecutar o interpretar una obra preparada con anterioridad mientras que un partido de fútbol es más semejante al acto de improvisar o repentizar. Tanto la improvisación como la repentización son dos destrezas que suponen la interpretación de música sin que medie preparación previa. Requieren, por parte del músico, la capacidad de adaptarse constantemente al entorno cambiante. Mishra (2013) comprobó que las grandes mejoras en LPV estaban vinculadas con métodos que trabajaban las habilidades auditivas o las actividades creativas, como la improvisación.

1.2.3. Con la lectura de un texto (prosa o verso)

La lectura de textos escritos y la lectura de partituras tienen puntos en común y puntos que las diferencian. Ambas se basan en unos signos que se han codificado y han de aprenderse de forma deliberada. Pero mientras una, indiscutiblemente, transporta un significado (los textos del lenguaje hablado), la otra todavía tiene pendiente resolver el eterno debate de si la música tiene carga semántica (Kölsch, 2005) o carece de ella (Stewart, 2005).

Al margen de esta polémica cuestión, en la lectura de una partitura (al igual que en la lectura de cualquier un texto escrito) hay muchos factores participando: la percepción de la grafía (a través de nuestra vista), el conocimiento y entendimiento de dichos simbólos (que se procesa en el cerebro y requiere de la memoria a largo plazo) y la puesta en marcha secuencial de nuestro cuerpo (músculos y articulaciones deben llevar a cabo unos movimientos muy precisos para conseguir los sonidos deseados, de la forma adecuada). Está claro que cuanto más entendamos los procesos cognitivos y mentales vinculados con

la LPV, mejor podremos aprovechar ese conocimiento para nuestra docencia (Wristen, 2005).

Los ojos del lector deben captar la información, esta se almacena en la memoria a corto plazo y el cerebro ordena qué parte del cuerpo debe activarse para lograr reproducir lo que la partitura indica. Stewart *et al.* (2003) dicen que la lectura musical implica la traducción automática de un código (la partitura) en una serie de respuestas motoras (pulsaciones en las teclas en su caso).

Sergent *et al.* (1992) llegó a la conclusión de que la interpretación mental (o repentización silenciosa) y su ejecución física suponía la activación de áreas corticales distintas, pero adyacentes, de aquellas que se activaban durante tareas verbales.

La capacidad de leer a primera vista una partitura se compara en ocasiones con la importancia de cualquier persona de leer fluidamente un texto (Dirkse, 2009). Se podría encontrar muchas similitudes entre el acto de repentizar una partitura con el acto de recitar un texto. La relación cercana entre ambas tareas se sugiere en el artículo de Wolf (1976). Durante el acto de la lectura intervienen tres movimientos oculares: sacádicos, fijaciones y regresiones. Podemos suponer que en la lectura musical también entran en juego estos tres tipos de movimientos. Sin embargo, hay diferencias entre la lectura de un texto (aun recitándolo en voz alta) y la repentización musical: esta segunda habilidad no es solo un sistema codificado no lingüístico, sino que requiere de una determinada pulsación, estable y regular, que no es requisito en el caso de la lectura normal.

Gromko (2004) cree que, durante la lectura musical, los músicos más capaces pueden representar mentalmente el sonido con sus dimensiones espaciales y temporales.

Cuando una persona *lee* una partitura, a continuación, puede darle vida de cuatro formas diferentes (Mishra, 2015):

1. Simplemente leyendo en voz alta lo que está escrito (solo funciona para partituras de un único pentagrama, con una línea monódica/monófona); esto sería equivalente a leer en voz alta un texto (recitar, por ejemplo).
2. Cantando/tarareando (al igual que en el punto anterior, solamente aplicable en el caso de partituras de una única línea, no para polifonía).
3. Tocando un instrumento.
4. Escribiéndola (sería como realizar una copia, o al dictado, otra opción es que podría hacerse una transcripción en el caso de que se cambiara el código o sistema notacional).

1.3. Estructura y organización del trabajo

La tesis está dividida en 10 capítulos. En el primero, "Introducción", se pretende encuadrar el tema principal de la tesis: la lectura a primera vista (LPV). Al tratarse de un tema muy amplio y completo, ha sido necesario dividir toda la sección en varios subapartados, intentando abarcar todos los aspectos relacionados con la repentización musical. Además de definir y delimitar qué es la LPV, se ha comparado con otras actividades musicales (como la interpretación o la improvisación) y no musicales (como el habla o la lectura de textos) de la mente humana. También se proporciona un encuadre histórico de la LPV, citando algunas referencias históricas sobre ella. También en esta primera parte, de carácter introductorio, se explican los motivos que me han conducido a realizar esta tesis y la necesidad de este tipo de investigación para el avance de la pedagogía musical española. Se concluye con un resumen de la distribución del trabajo y los agradecimientos a muchas de las personas que han formado parte del proceso y cuyo apoyo ha resultado imprescindible para poder llevarla a término.

Seguidamente, en un segundo capítulo (a partir de p. 124, se plantea la hipótesis y se desgranan los objetivos de la tesis.

El tercer capítulo del trabajo (desde p. 127) hace referencia la literatura científica que se ha consultado, estudiado y trabajado sobre el tema de la LPV. Está dividido, a su vez, en otros varios subapartados. En el primero se revisan los estudios siguiendo un orden cronológico. En el segundo se hace una revisión profunda de las investigaciones en torno a la LPV según su enfoque, la metodología empleada, el objeto principal de estudio y el perfil de los participantes en los experimentos. En el tercer subapartado están recogidos las publicaciones relacionadas con la neurología de la música, siendo muchas de ellas las últimas décadas. Y, por último, en el cuarto subapartado de la revisión de la literatura científica sobre LPV se citarán los trabajos que están más estrechamente relacionados con el desarrollo experimental de esta tesis.

En p. 146 inicia el cuarto capítulo, donde se describe detenidamente el procedimiento experimental: desde los materiales utilizados (partituras, encuestas, programas informáticos) hasta las sesiones de grabación con los sujetos voluntarios, haciendo referencia a la metodología y temporización, así como a la posterior filtración y evaluación de las grabaciones.

En el quinto capítulo ("Resultados", a partir de p. 164) se presentan los datos y resultados obtenidos mientras que en el siguiente ("Discusión", a partir de p. 198) se discuten comparándolos con la hipótesis y los objetivos planteados previamente. En este capítulo sexto también se realiza un análisis en profundidad de los datos recogidos y se hace un estudio intrasujeto de cada tarea ejecutada, comparando rendimientos y otros factores como son la edad, la duración de la LPV o la densidad en la activación de picos registrada durante las lecturas imaginadas.

Las “Conclusiones” ocupan el capítulo número siete (p. 239 en adelante). Se cierra la tesis con las referencias (desde p. 243), un glosario de términos (a partir de p. 278) y varios anexos (capítulos ocho, nueve y diez, respectivamente). Además del índice general de contenidos, se han elaborado listas de abreviaturas y acrónimos (consultar p. v), de figuras (consultar pp. vi-x) y de tablas (consultar p. xi).

1.4. Música y lenguaje

El vínculo entre música y lenguaje viene desde antiguo y ha sido un tema recurrente entre los investigadores. La música tiene semejanzas con el lenguaje: ambas existen en todas las sociedades humanas y son actividades complejas que requieren de una estructuración cerebral determinada, con ciertas reglas. Sin embargo, también hay que señalar una diferencia importante entre ellas y es que, aunque gran parte de la población desarrolla en edades tempranas sensibilidad a las estructuras básicas musicales sin grandes esfuerzos, solamente unos pocos individuos se convertirán en músicos competentes, y eso solo será posible pasando por una serie de aprendizajes específicos[14]. El lenguaje es procesado en el hemisferio izquierdo, mientras que la música se procesa mayoritariamente en el hemisferio derecho (Trimble y Hesdorffer, 2017; Wang y Agius, 2018). Entre los puntos comunes de ambos dominios destacan: la lectura, la comprensión, la activación de las cortezas auditivas, premotoras y motoras, entre otras.

En los años 1716 y 1717, François Couperin (1668-1733) publicó *The Art of Playing the Harpsichord*, obra didáctica en cuyo prefacio hay numerosos consejos para principiantes sobre interpretación (fraseo, articulación), digitación, ornamentación, técnica y estilo. En Couperin (1716) se menciona la influencia recíproca entre el idioma

[14] Aunque, de manera similar, sucede con el lenguaje: la mayoría de las personas adquieren un conocimiento superficial y nunca serán escritores profesionales.

materno hablado y el estilo de música que es compuesta por un individuo (p. 39), llegando a comparar el estilo compositivo de los músicos franceses con el estilo compositivo de los músicos italianos. Es más, Jean Jacques Rousseau (1712-1778) consideraba que música y lenguaje compartían origen y que la música vocal era la unión de ambos (López Villalba, 2014, p. 57).

Figura 8. Retrato de François Couperin.
https://es.wikipedia.org/wiki/Fran%C3%A7ois_Couperin

El término *eye-hand span* EHS (empleado por primera vez por Sloboda en 1974) surgió de adaptarlo del término *eye-voice span*, lo mismo que *proofreader's error* es una expresión que ha sido tomada prestada también del campo de la lectura de textos. Esta segunda locución significa que, aunque se lea un texto con errores entre algunas palabras, éstas son difíciles de detectar porque no leemos letra a letra sino conjuntos o unidades más grandes (lo mismo que a la hora de leer una partitura identificamos patrones o grupos de notas que facilitan la repentización). De hecho, Clark (1992) asegura que los estudiantes que son más lentos lo son porque están leyendo nota a nota, en lugar de leer *música* (entendiéndola como si de otro lenguaje se tratara: con estructuras, frases,

jerarquías, etc.). Dentro de la lectura musical se pueden distinguir tres tipos: la LVP (lectura a vista, la *prima vista* o repentización, según autores), la lectura ensayada y la lectura silenciosa (Penttinen, 2013).

En un estudio de Schön *et al.* (2002), para evaluar la especificidad de las áreas implicadas en la lectura musical se comparó la lectura de escritura musical con la lectura de escritura verbal y numérica (tres tareas), empleando fMRI. En líneas generales, los resultados mostraron patrones similares en cuanto a las áreas cerebrales activadas.

Tanto la música como el lenguaje tienen elementos organizados de forma jerárquica y estructurados secuencialmente (Patel, 2003). Mientras que la notación del lenguaje hablado tiene carga semántica, puede parecer que la notación musical solamente contiene instrucciones para la ejecución musical (Stewart, 2005). Pero, para Kölsch (2005) la música sí posee síntaxis y semántica. Groussard *et al.* (2010) compararon las memorias semánticas verbal y musical, determinando las redes neuronales que se ponían en funcionamiento dependiendo del tipo de tarea[15]. Según Tierney y Kraus (2013) la formación musical puede reforzar la capacidad lectora[16]. Sobre cómo el cerebro *lee* una partitura podemos consultar Mishra (2015).

De acuerdo con Schlaug (2015) tocar un instrumento musical es una compleja actividad que implica la participación simultánea de múltiples regiones cerebrales. Las investigaciones en neuroimagen han demostrado que música y lenguaje comparten redes cerebrales. Benson y Schön (2001) examinan desde una perspectiva evolutiva y cognitiva las semejanzas y diferencias entre el procesamiento del lenguaje y el de la música.

[15] La memoria semántica verbal activó la región temporal media en el hemisferio izquierdo y el cerebelo en el hemisferio derecho. La memoria semántica musical activó el área temporal superior y las áreas frontales y media en el hemisferio izquierdo, y el área frontal inferior en el hemisferio derecho. Para ambos procesos semánticos (tanto verbal como musical), se activó una red común en la neocorteza temporal del lado izquierdo.

[16] En su trabajo describen cinco habilidades secundarias subyacentes a la adquisición de la lectura y muestran cómo están vinculadas con la experiencia musical.

Los estudios que relacionan la lectura musical y el lenguaje escrito normalmente trasladan los resultados obtenidos en el estudio de la lectura del idioma materno a la lectura de notación musical. Ciertamente hay una similitud entre la asociación de palabras para formar una frase (con un sentido determinado en su conjunto) y la asociación de unidades musicales pequeñas que también forman una idea musical más grande (que puede tomar el nombre de *frase musical*, de hecho). Esto evidencia una analogía entre la música y el lenguaje (Sloboda, 1977; Molina, 2003).

Mishra (2015) afirma que las funciones cerebrales que participan de la lectura musical y de la lectura de textos escritos (del lenguaje/idioma hablado) son similares, *pero* no exactamente las mismas: anatómicamente están cercan, pero son distintas, de forma que un sujeto podría perder habilidades musicales pero mantener el habla o la palabra escrita (*amusia*) y viceversa, otro sujeto podría perder la capacidad de expresión oral/escrita del lenguaje pero mantener las habilidades musicales (*afasia*). Sobre lesiones cerebrales y lectura musical, consultar artículo de Hébert y Cuddy (2006)[17].

Los movimientos oculares se han investigado profundamente en el campo de la lectura de textos y en el campo de la lectura rápida (Rayner, 1998; Rayner, 2009; Tinker, 1946; Weger e Inhoff, 2006). Muchos de sus resultados se han aplicado directamente al texto musical. Pero son necesarios estudios más sofisticados sobre ellos (Madell y Hébert, 2008).

La capacidad de LPV puede ser comparada con la lectura de textos fluida (Udtaisuk, 2005). Para poder repentizar una partitura es necesario tener diversas capacidades, similares a las que son necesarias en otro tipo de lecturas simbólicas (por ejemplo, los

[17] Se trata de una revisión de la literatura sobre este tema de los 25 años anteriores a su publicación y, en su parte final, de una propuesta sobre cómo los resultados de los estudios sobre daños cerebrales pueden contribuir al desarrollo de un modelo de lectura musical normal.

binomios música y lenguaje o música y matemáticas comparten algunas características que influyen en su relación).

1.5. Música y habla (subvocalización)

Para esta investigación se ha partido de la creencia de que existen una serie de movimientos involuntarios al interpretar mentalmente una partitura desconocida, que no ha sido estudiada o practicada con anterioridad, al igual que cuando se lee silenciosamente un texto escrito (Daneman y Newson, 1992). Esos movimientos involuntarios se denominan *subvocalizaciones*. Brodsky *et al.* (2003) y Brodsky *et al.* (2008) descubrieron que cuando los músicos imaginan sonidos musicales ponen en marcha esas sutiles respuestas motoras. Con anterioridad, Pich (2000) se centró en la influencia que puede tener la subvocalización, comentando que ésta tiene un papel crucial en la planificación motora a la hora de producir el habla. Para Cox (2001) la subvocalización y otros aspectos de la imaginación motriz son formas de *participación mímetica encubierta* (en inglés, *overt mimetic participation*). En su trabajo afirma que la subvocalización es parte de un proceso de participación mimética a través de la cual entendemos los movimientos y sonidos creados por el hombre.

La subvocalización está siempre presente, aunque el mismo lector no se dé cuenta de ello y piense que no subvocaliza (no hay que confundirlo con mover externamente nada: ni labios, ni dedos). Puede que sea imposible eliminar totalmente la subvocalización pues se aprende a leer asociando la visión de los signos y símbolos (letras y palabras en el caso del texto, notas y otras insignias en el caso de la música) con el sonido producido.

Sería raro que la subvocalización no fuera relevante al canto humano siéndolo como lo es al habla humana (Vaneechoutte y Skoyles, 1998). Es más, algunos estudios dedicados a la imaginación musical también señalan que subvocalizamos incluso cuando

escuchamos música instrumental (Baddeley y Loggie, 1992; Cox, 2001; Crowder y Pitt, 1992; Smith *et al.*, 1992; Smith *et al.*, 1995).

Halpern *et al.* (2004), entre otros propósitos, quisieron comprobar si la actividad en el área motora suplementaria (SMA) estaba relacionada con la subvocalización. Aunque no se localizó de manera obvia esta relación, sí pudieron encontrar cierta actividad en dicha área, lo cual se traduciría en que ésta podría tener un papel en la imaginación más allá de cualquier componente motor.

Brodsky *et al.* (2008) pretendían investigar la representación mental de la partitura explorando la noción de que la mera lectura de ella podría activar o generar una imagen mental correspondiente. Con tres experimentos diferentes, se tomaron medidas de EMG de la laringe y audios de la garganta.

Schaefer *et al.* (2011) se valieron de EEG para registrar y comparar posteriormente la actividad alfa de sujetos percibiendo e imaginando frases musicales.

Hoppe *et al.* (2014) emplearon la fMRI, a través de la cual se apreciaron mecanismos neurales detrás de la imaginación auditiva inducida por la lectura silenciosa de música (transferencia de modalidad visuo-tonal). Su hipótesis general quedó probada cuando los resultados confirmaron el cambio de activación hipotetizado: del área cerebral visual (occipital) al área cerebral auditivo (temporal), siendo más eficaces los cantantes con más experiencia.

La propuesta de Zatorre *et al.* (2002) es que las cortezas auditivas de los dos hemisferios cerebrales están relativamente especializadas, siendo mejor la resolución temporal en las áreas corticales auditivas izquierdas mientras que la resolución espectral es mejor en las áreas corticales auditivas derechas. El habla depende de sonidos de banda ancha que cambian rápidamente mientras que los patrones musicales tienden a ser más lentos, aunque los cambios, pequeños y precisos, en frecuencia son de suma importancia.

Aunque Benson *et al.* (1998) demostraron la independencia de texto y melodía, (esto es coherente con la organización modular del sistema cognitivo humano), otros musicólogos y lingüístas también han sugerido que la prosodia del lenguaje hablado de una cultura puede tener influencias sobre la estructura de la música instrumental (Patel y Daniele, 2003). Se puede afirmar que la prosodia hablada deja una huella en la música de esa cultura. Kölsch *et al.* (2002) ya sugirieron que la red cortical que funciona como pilar para el procesamiento lingüístico (y que anteriormente se creía muy específico) también sirviera para procesar la información musical. Por su parte, Patel (2003) defiende la hipótesis del recurso de integración sintáctica compartido, mientras que el análisis del canto en pacientes con lesiones cerebrales proporciona información relevante sobre el procesamiento musical y el procesamiento del lenguaje (Peretz *et al.*, 2004). Otro artículo sobre neuroanatomía del procesamiento musical es el de Perry *et al.* (1999) donde defendieron que el canto parece movilizar muchas de las mismas regiones que el habla activa.

1.6. Origen y evolución de la escritura en Occidente

El habla (entendida como la capacidad de hacer sonidos) fue desarrollada por la especie humana con la finalidad de comunicarse. La escritura es la contraparte visual de ella. El desarrollo de la escritura y el lenguaje escrito hunde sus orígenes más remotos en la pintura, donde se encuentra la estrecha relación entre los dibujos y los trazos de la escritura más primitiva: son los llamados *pictogramas*, como los que usaban los jeroglíficos egipcios y los primeros caracteres chinos (que se inspiraban en los trazos de los dibujos de lo que deseaban denominar). La pictografía nació con los semitas, quienes, procedentes de Arabia, Fenicia y Siria, llegaron al Delta del río Nilo (en Egipto) y a la

región de Uruk (en la Baja Mesopotamia) donde se instalaron. La pictografía se basa en el dibujo de seres y objetos, y podría compararse a un cuento sin palabras.

Figura 9. Pictogramas egipcios.
https://es.wikipedia.org/wiki/Transcripci%C3%B3n_de_los_jerogl%C3%ADficos

Hueso oracular	Escritura de sello	Escritura cursiva	Escritura regular	Pinyin	Significado
			日	rì	Sol
			月	yuè	Luna
			山	shān	Montaña
			水	shuǐ	Agua
			雨	yǔ	Lluvia
			木	mù	Madera
			人	rén	Persona

Figura 10. Pictogramas chinos. Tabla confeccionada por la autora de la tesis, inspirada en la que aparece en
https://es.wikipedia.org/wiki/Clasificaci%C3%B3n_de_caracteres_chinos#Pictogramas

Existen varios sistemas de transcribir fonéticamente el chino a símbolos del alfabeto latino. El más extendido es el *pinyin* que fue adoptado en 1979 por la ISO como el sistema de romanización estándar para la escritura china. Se estima que la escritura

china tiene más de 3.000 años de antigüedad, aunque es difícil determinar con exactitud su origen[18].

Figura 11. Evolución del término "cabeza" en cuneiforme.
https://es.wikipedia.org/wiki/Escritura_cuneiforme

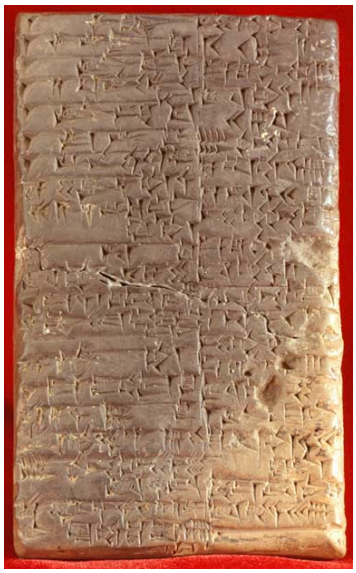


Figura 12. Ideogramas cuneiformes.
https://es.wikipedia.org/wiki/Escritura_cuneiforme

Con posterioridad a los pictogramas, aparecieron los primeros ideogramas (símbolos que representan ideas asociadas) que fueron evolucionando hasta alcanzar el sistema cuneiforme de la escritura, basado en sílabas que imitaban el lenguaje hablado y que fue adoptada por varias culturas antiguas (los acadios, elamitas, hititas, hurritas,

[18] La invención de la escritura china se atribuye a un funcionario, Cang Jie (仓颉), quien a instancias del emperador Huangdi (2.695-2598 a.C.) 黄帝se inspiró en las huellas de los animales para desarrollar un primitivo sistema de caracteres que evolucionaría y daría lugar al que conocemos hoy en día.

sumerios y persas son algunos de los idiomas que escribieron de acuerdo con la escritura cuneiforme). En relación con el dilema sobre si llamar *pictograma* o *ideograma* a los caracteres chinos, se puede leer el artículo de Chen (2015).

En Egipto, hacia el 3.000 a.C. se creó la escritura jeroglífica donde cada sonido está representado por uno o más dibujos. En la época existían unos 700 símbolos ideográficos y otros 24 ortográficos. Estos últimos conformaron el alfabeto egipcio.

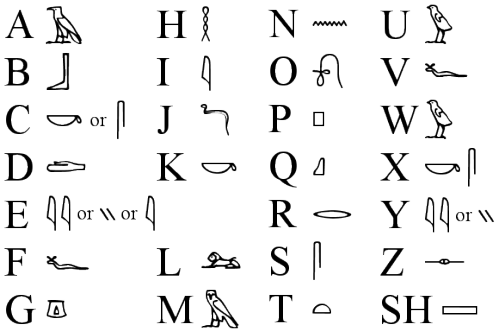


Figura 13. Abecedario egipcio y equivalencias.
http://el-abecedario.com/abecedario-egipcio

El egiptólogo francés Jean-François Champollion (1790-1832) fue el que descifró la escritura jeroglífica, en 1822, estudiando la Piedra de Rosetta. Hacia el año 1.500 a.C. en Egipto convivían tres tipos de alfabetos: el jeroglífico, el hierático (o sacerdotal) y el demótico (o vulgar). Al igual que los sumerios de Baja Mesopotamia, en la cultura egipcia se desarrollaron sistemas pictográficos, ideográficos y fonográficos, que emplearon de forma simultánea sobre papiros. Su alfabeto fue adoptado por los fenicios (que empleaban pieles y tablillas enceradas para escribir) y estos lo transmitieron a hebreos y arameos. Con el tiempo fueron desarrollando sus propios sistemas de escritura, al mismo tiempo que recibían influencias de otras (siendo la cuneiforme la más significativa).

Figura 14. Papiros egipcios con inscripciones.
http://paseandohistoria.blogspot.com/2010/09/el-papiro-egipcio.html

Cuando el Antiguo Egipto entró en su ocaso, el papiro como soporte para la escritura fue sustituido progresivamente por el pergamino y las pieles de animales.

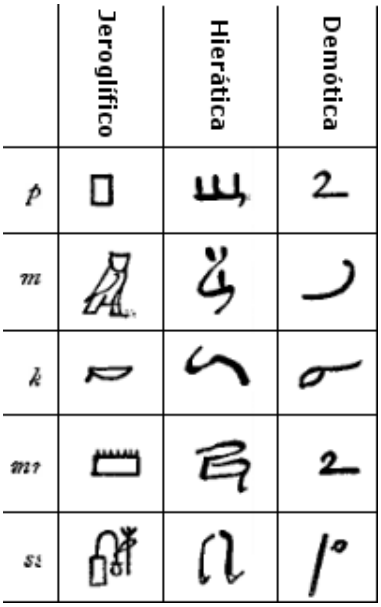


Figura 15. Comparación entre los tres alfabetos egipcios.
https://aulaenred.ibercaja.es/contenidos-didacticos/la-escritura-sistemas-soportes/3-escritura-egipcia-9110/

El alfabeto fenicio fue también adoptado por etruscos y griegos, y más adelante, por los romanos. De hecho, la propia palabra *alfabeto* es de origen griego y se forma de la unión de las dos primeras letras de su abecedario: *alpha* y *beta*. Los griegos constituyeron el punto de partida de nuestro actual sistema de escritura al creas las sílabas y dotarles de sonido.

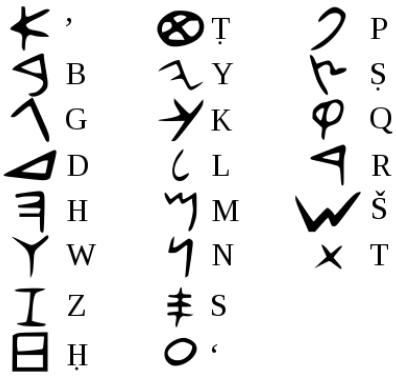


Figura 16. Alfabeto fenicio y equivalencias.
https://es.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_fenicio

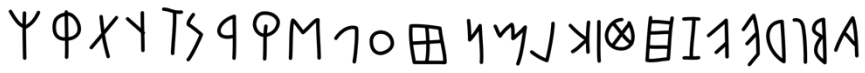


Figura 17. Alfabeto etrusco. https://es.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_etrusco

Α Β Γ Δ Ε Ζ Η Θ Ι Κ Λ Μ Ν
Ξ Ο Π Ρ Σ Τ Υ Φ Χ Ψ Ω
α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν
ξ ο π ρ ς σ τ υ φ χ ψ ω

Figura 18. Alfabeto griego. https://es.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_griego

El alfabeto griego antiguo en realidad estaba compuesto por diferentes variantes locales que se adaptaron del alfabeto fenicio. Las variedades regionales más importantes fueron el ático antiguo, el eubeo y el corintio, aunque prácticamente cada zona territorial contaba con sus propias particularidades. Se puede consultar la tabla comparativa que aparece en Wikipedia, en su entrada sobre alfabetos griegos arcaicos.

El Imperio romano propició otro paso decisivo en el proceso de desarrollo del alfabeto occidental. Los romanos crearon un alfabeto formal que difundieron por toda la

Europa que estaba bajo el domino de Roma. Como muchas culturas no tenían su propio sistema de escritura, lo que hicieron fue adoptar el alfabeto romano, o latino (como también se le conoce). En su versión arcaica, contaba con 20 letras.

Figura 19. Escritura romana o latina. https://es.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_latino

En la columna en honor al emperador Trajano (114 d.C.) hay un texto inscrito en la base, esas letras estaban talladas con cincel y se convirtieron en el modelo ideal de las mayúsculas. Esta tipografía se conoce como *lapidaria*. El alfabeto romano o latino estaba conformado por 23 letras: faltaban las letras "J", "U" y "W", que se añadirían posteriormente.

Después de la caída del Imperio romano, la escritura solamente tenía mayúsculas. A finales del siglo VIII, Carlomagno (742-814) quiso unificar las variaciones que existían de la escritura en minúscula. El encargado de ello fue su consejero benedictino, el abad Alcuino de York (c. 735-804), quien se basó en las minúsculas unciales y semiunciales de los monjes de Inglaterra e Irlanda para crear la escritura minúscula carolina o carolingia. Esta minúscula, y su posterior evolución en minúscula gótica[19], es la base del actual alfabeto moderno.

[19] Apareció por cursivación y síntesis de la minúscula carolina o carolingia hacia el siglo XII y se sigue usando en nuestros días. En el mundo anglosajón se conoce por el nombre de *Blackletter*.

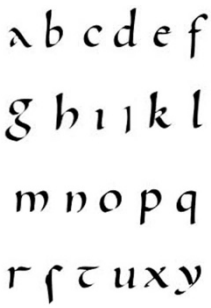


Figura 20. Letra minúscula carolingia. https://es.wikipedia.org/wiki/Min%C3%BAscula_carolingia#:~:text=La%20min%C3%BAscula%20carolingia%20o%20min%C3%BAscula,de%20una%20regi%C3%B3n%20a%20otra.

Se tipificó la jerarquía de los tipos de letras: los títulos debían ir en *cuadratas*, las primeras líneas en *unciales*, el prefacio en *semiunciales* y el resto del texto en *carolingias*. Mientras, las notas aparte y correcciones estaban escritas en *rústicas*. Paralelamente, y partiendo del modelo fenicio-nabateo, se desarrolló en torno al siglo IV d. C. el alfabeto árabe.

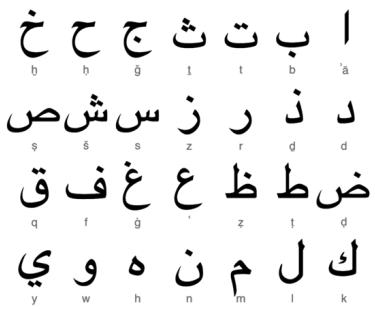


Figura 21. Alfabeto árabe. https://es.wikipedia.org/wiki/Alfabeto_%C3%A1rabe

El alfabeto árabe cuenta con 28 letras básicas y actualmente se emplea en la lengua persa y el urdu, además del propio idioma árabe. Al igual que sucede con el chino y el cirílico, existen varias formas de romanizar el árabe.

Han tenido que pasar mas de 2.000.000 de años desde la aparición del primer hombre hasta que éste, unos 5.000 años a. C., utilizara la escritura. Si difícil fue expresar por

escrito, las palabras, con las que manifestamos sensaciones, emociones, afectos, lo que pensamos, lo que sucede, etc. tanto o más difícil aún, resultó expresar por escrito la música.

La unificación de las variaciones que existían de la minúscula tuvo su contrapartida en la escritura musical: de manera paralela, las diferentes notaciones musicales que se habían ido desarrollando en los distintos territorios de la Europa antigua se fueron normalizando bajo una notación común (la notación neumática gregoriana, que es la que emplea el canto gregoriano). De esta forma, podemos establecer un paralelismo evidente entre la escritura carolingia y la notación musical medieval gregoriana. Ambos supusieron una universalización de unos códigos escritos que, hasta la fecha, venían evolucionando de manera dispar[20]. No cabe duda de que la iglesia tuvo un papel importante a la hora de transmitir la cultura.

Otro ejemplo de influencia recíproca se ve en los neumas primitivos, que fueron modificando su forma gráfica, coincidiendo con las modificaciones en la escritura de textos. “Cuando la pluma hubo alargado la punta, dando a las letras esa forma más llena y más angulosa que caracteriza a la escritura gótica, los neumas tomaron también cuerpo y ángulos.” (Prensa Villegas, 1997, p. 150). De esta forma, se puede apreciar que la evolución desde los neumas más antiguos hasta la notación cuadrada jugó un papel importante el material con el que escribían y que también influyó en el nacimiento de la escritura gótica (la aparición de las plumas de escritura de bisel, que sustituirían a las anteriores, en punta).

[20] Las notaciones paleofranca, bretona, lorena, normanda, beneventana, aquitana, visigótica, etc. son todas ellas notaciones musicales medievales neumáticas. Su designación coincide con la región en la que se desarrollaron. Similarmente, la escritura romana, franca… eran diversas formas de escritura que fueron imponiéndose en diferentes áreas europeas y que quedaron estandarizadas para que el alfabeto latino único pudiera ser reconocido de forma generalizada, independientemente de la zona en la que se aprendiera.

1.7. Origen y evolución de la notación musical occidental (NMO)

Se entiende por *notación musical* el conjunto de símbolos y signos que se emplean para la representación impresa de una composición musical. Gracias a la escritura musical, los compositores pueden plasmar de forma gráfica sus ideas y otros músicos acceder a ellas, a través de su decodificación. La grafía que nos permite conocer la música creada por otro ha ido evolucionando a lo largo de la historia. Y cada cultura ha ido estableciendo la más adecuada para su música. "La lectura musical es un tipo especial de proceso cognitivo" (Galera Núñez y Tejada Giménez, 2012), en ella las representaciones mentales juegan un rol de gran importancia.

En el caso de esta tesis, voy a centrarme en la escritura musical de la música culta de Occidente, que hace uso de la notación musical occidental (NMO). La notación que se emplea hoy en día para dejar testimonio por escrito del pensamiento musical tiene una antigüedad aproximada de 400 años. En cambio, los primeros intentos de escribir música tienen más de 2.000 años de antigüedad (se trata de restos arqueológicos de las antiguas civilizaciones mesopotámicas[21]).

Las características y dificultades inherentes a esta notación musical occidental serán discutidas después de trazar los orígenes y evolución de dicha escritura musical. Es necesario hacer este recorrido para entender mejor a qué se enfrenta una persona que está repentizando a primera vista una pieza de música desconocida. La NMO a la que nos vamos a referir parece ser "la más aceptada en los campos profesionales y educativos" (Udtaisuk, 2005, p. 8).

[21] Sumerios, acadios, babilonios y otras tribus que poblaron las tierras que se encontraban entre los ríos Tigris y Éufrates fueron los primeros en constituir lo que se conoce como civilización. Entre otros avances e inventos, fueron los primeros en hacer un esfuerzo por escribir la música que formaba parte de su vida cotidiana.

Empezando con Grecia y Roma cuando la notación musical se basaba en letras y otros signos, pasando por los neumas de la Edad Media, se llegó a la pauta que rige en la actualidad las partituras que manejan los músicos. Marquès Olives (2014) describe brevemente cómo se ha llegado al sistema actual de NMO, en su TFG:

> La notación de la música ha ido evolucionando a lo largo de los siglos hasta llegar a ser hoy en día un lenguaje verdaderamente complejo. En sus inicios empezó como pequeños puntos y líneas anotadas encima de un texto (…) Poco a poco (…) se fueron representando con distancias variables en relación a un eje horizontal, pudiendo representar las alturas de los sonidos. Este sistema fue evolucionando hasta crear un sistema de pautado donde poder localizar todos los sonidos en una posición determinada, desembocando en la utilización de cinco líneas sobre las que se sitúan las notas musicales, el pentagrama. (p.14)

1.7.1. Origen y evolución

La civilización occidental tiene sus orígenes en las antiguas Grecia y Roma. La música tenía una función importante en la arcaica sociedad griega: estaba presente en los diferentes ámbitos de la vida y se concebía como parte integral de la formación de ciudadanos. De esta cultura se conservan unos sesenta fragmentos musicales, casi todos ellos incompletos. De entre las pocas piezas que se han conservado íntegras, merece una mención especial el llamado *Epitafio de Sícilo* (del siglo II a. C.), o *Seikilos*, del que mostramos una imagen y una transcripción (Figuras 22 y 23). De los griegos siempre se ha admirado la filosofía y la teoría musical que desarrollaron partiendo desde Pitágoras (c. 572-497 a.C.) hasta Aristoxeno de Tarento (c.350-300 a. C.)[22], pasando otros pensadores como Damón de Atenas, Platón (c. 427-347 a.C.) y Aristóteles (348-322 a.C.). Sobre Damón de Atenas se tienen muy pocos datos, pero se sabe que este filósofo y

[22] Conocido como Aristógenes, fue alumno de Aristóteles y heredero de la escuela peripatética.

músico fue maestro de Sócrates (A. Rodríguez Molina, en comunicación personal, 12 de Octubre de 2020).

Por su parte, en su tratado *Sobre la música*, Arístides Quintiliano (siglo I d.C.) describe un sistema de escritura de las notas musicales valiéndose del alfabeto griego para representar las notas musicales: es una notación alfabética. Este tratado "es el más completo de cuantos de han conservado de toda la música griega" (Diago Jiménez, 2017, p. 14).

Figura 22. Epitafio de Sícilo. Columna y detalle de inscripción. https://kenh14.vn/doc-cham/song-of-seikilos-bai-hat-lau-doi-nhat-the-gioi-20131111125558221.chn

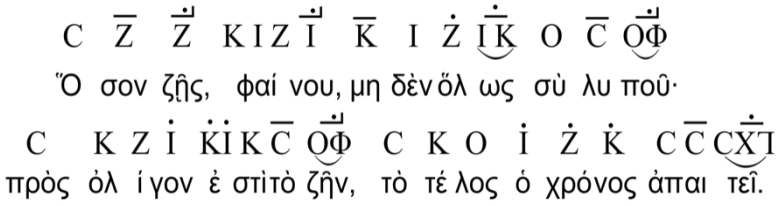


Figura 23. Partitura del Epitafio de Sícilo.
https://es.wikipedia.org/wiki/Epitafio_de_S%C3%ADcilo

En esta antiquísima partitura, las letras mayúsculas indican las alturas y los símbolos sobre ellas marcan la duración de dichos sonidos. El texto es una exaltación de la vida y del disfrute. Su traducción al español es la siguiente: "Mientras vivas, permanece alegre. Que nada te perturbe. La vida es en verdad demasiado breve y el tiempo se cobra su tributo" (Grout, Burkholder y Palisca, 2008, p. 37).

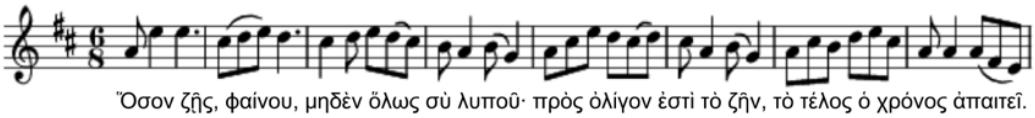


Figura 24. Partitura del Epitafio de Sícilo, en NMO (posible transcripción). https://es.wikipedia.org/wiki/Epitafio_de_S%C3%ADcilo

Gracias a los fragmentos de música conservados, se intuye que la rítmica era flexible y variada, con influencia del texto (la poesía, con sus pies métricos, sería el origen de los primeros patrones rítmicos, basados en la alternancia de sonidos largos y breves). Pero en realidad, no contamos con transcripciones fiables (O. Rodríguez Hernández, comunicación personal, 26 de Julio de 2020).

Por su parte, la cultura romana hizo propios muchos aspectos de la cultura griega, incluida la teoría musical y las prácticas relacionadas con ella. Así pues, la notación musical griega fue adoptada por el Imperio romano (Rodrigo Angulo, s.f.). Los romanos se desarrollaron y consolidaron como poder militar y, sin hacer grandes aportaciones a la música, heredaron esa notación alfabética de los griegos y consiguieron que, de alguna forma, perdurara hasta el mundo medieval. Boecio (480-524) fue el encargado de transformar los caracteres griegos en caracteres latinos[23]. Gracias a él se puedo introducir la teoría musical griega en la Edad Media europea (Domínguez y Rigueiro, 2015).

La transmisión de la música ha sido en gran medida de forma oral. No se escribía, sino que se enseñaba de forma práctica y se basaba, gran parte de ella, en fórmulas estandarizadas que conocían y en improvisaciones sobre ellas. Esto puede explicar, parcialmente, por qué no se concedía mucha importancia al documento escrito. Además,

[23] Hay quien incluso lo denomina como "notación *boecciana*".

por otra parte, hay que recordar que la música en sí no era la que tenía importancia: el texto era lo más importante[24].

Ya en la Edad Media, en las catedrales y monasterios medievales, se alcanzó un punto de inflexión importante. Tuvo lugar cuando el Papa Gregorio Magno (c. 540-604)[25] quiso unificar los cantos eclesiásticos, de forma que en todos los templos cristianos se cantaran las mismas melodías[26]. En un principio, confiaron en la buena memoria de los cantores, pero el repertorio empezaba a ganar dificultad y el número de composiciones iba en aumento. Se abandonó paulatinamente la notación heredada de griegos y romanos y se empezó a desarrollar un nuevo sistema de notación (Domínguez y Rigueiro, 2015). Para poder recordar y transmitir los cantos litúrgicos latinos surgió la notación neumática, que se basaba en neumas[27] (signos parecidos a las tildes gráficas del lenguaje que se escribían por encima de un texto).

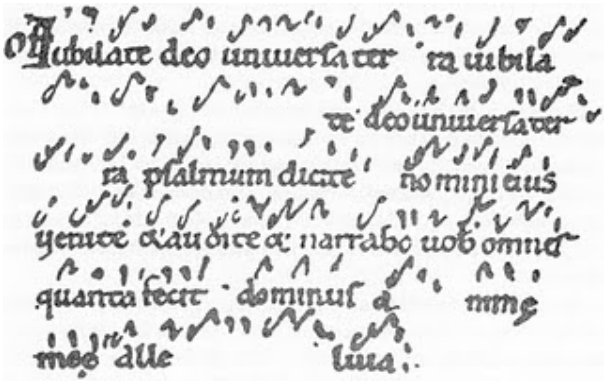


Figura 25. Partitura en notación neumática (a).
https://www.guitarristas.info/foros/poco-historia-notacion-neumatica/88771

[24] La independencia de la música instrumental tardaría todavía muchos siglos en llegar. La música, en sus inicios, acompañaba a la palabra y a la danza, por ejemplo, pero no se le asignaba un valor propio.

[25] Conocido también como San Gregorio o Gregorio I.

[26] La denominación *canto gregoriano* se estableció *a posteriori* y no significa que el Papa compusiera o recopilara personalmente ese repertorio, en realidad fue una organización de la música religiosa. Fue a partir del siglo IX cuando su nombre se asoció a esa colección de piezas musicales del repertorio eclesiástico romano (que también se conocía como *canto romano*).

[27] El término *neuma* significa "espíritu, gesto, inclinación, soplo, respiración" en griego. Su significado ha ido cambiando con el tiempo. Al principio, se refería a las vocalizaciones melódicas. Después, designaba los símbolos de escritura musical. Por último, hoy en día, significa "conjunto de notas que se cantan sobre una sílaba, y por derivación, los signos que las representan".

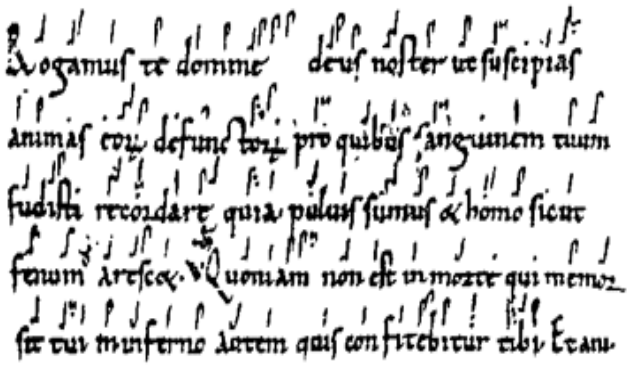


Figura 26. Partitura en notación neumática (b).
http://violinistasinalma.blogspot.com/2009/04/historia-de-la-notacion-musical.html

En las dos imágenes anteriores (Figuras 25 y 26) se ven dos ejemplos de partituras en notación neumática: hay un texto (escrito en latín) y sobre las palabras se aprecian unos signos que son los neumas. La notación neumática más primitiva era *adiastemática*: no se indicaba claramente el intervalo exacto para pasar de un sonido a otro (Prensa Villegas, 1997). Siendo un sistema sencillo, no era muy preciso en cuanto a la altura de las notas (Domínguez y Rigueiro, 2015), pero servía de guía para quien estuviera algo familiarizado con lo que supuestamente debía de sonar. En realidad, era un sistema *quironómico*, como el que también existió en la Antigua Grecia[28]. Esta forma de escritura musical "al ser complementaria de la memoria y sin pretender suplantarla, reproducía en su grafía los gestos *quironómicos* de la mano al dirigir a los cantores en la interpretación

[28] *Quironomia* viene de las palabras griegas *quirós* (que significa mano) y *nomos* (que se traduce por norma o ley). Es decir, "la mano indica o manda". Actualmente, en ocasiones se usa un sistema similar (lleva el nombre de *fononomia*) por el cual se enseña a entonar a los aprendices más jóvenes de música asociando un signo hecho con la mano/puño con un sonido determinado. Es como una forma de representar las notas con señas o señales: los alumnos identifican el gesto con la nota que han de cantar, sin usar partituras ni hacer uso de la parte más teórica de la música. Fue publicado por primera vez en 1841 por el inglés J. Curwen (1816-1880), se llamó método *Tonic Sol-Fa* y fue popularizado por el pedagogo húngaro Z. Kodaly (1882-1967).

de la pieza." (Domínguez y Rigueiro, 2015, p. 11). Tampoco indicaba la duración de los sonidos.

Debe quedar claro que no hubo una *única* notación neumática, sino que hubo tantas como regiones había en la Europa antigua.

Un poco más adelante (hacia los siglos IX y X), se evolucionó hacia una notación neumática *diastemática*, donde se valieron de una o dos líneas horizontales para señalar las notas que debían cantarse pudiendo registrar la altura de los sonidos[29]. Hucbaldo de Saint Amand (840-930) fue un teórico que pensó que usando líneas horizontales se podría indicar la altura concreta del sonido (aunque aún mantuvo el sistema de referencias alfabéticas). Con ello, se pretendía "guiar a los cantores sobre el inicio y el fin de una melodía" (Domínguez y Rigueiro, 2015, p. 11). El aspecto rítmico, y la duración de los sonidos, seguía sin quedar claramente establecido.

En la siguiente Figura 27, se percibe la línea roja que servía de referencia tonal para el canto, también se puede ver que los neumas están *en alturas diferentes* intentando transmitir una cierta relación entre los diferentes sonidos que debían cantar.

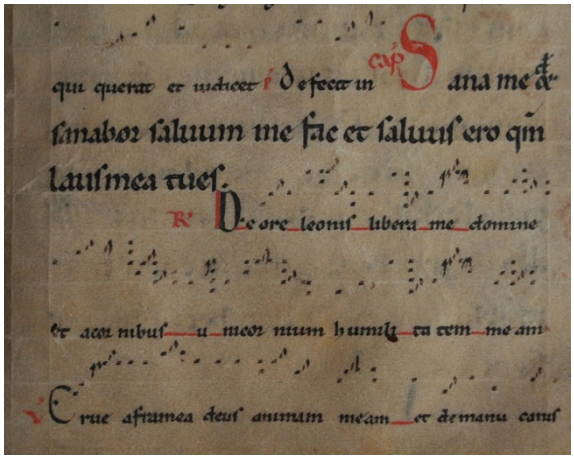
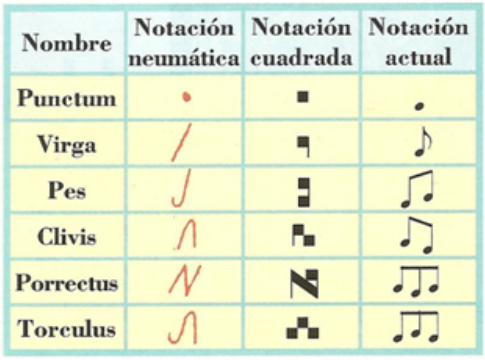


Figura 27. Partitura en notación neumática diastemática.
http://icb.ifcm.net/es_ES/choral-music-composers-catalonia/

[29] Previamente, se intentó plasmar las distintas frecuencias o tonos del sonido dibujando los neumas a distintas alturas, pero siguió siendo un método insuficiente.

En la Figura 28 tenemos una tabla que muestra las equivalencias en diferentes notaciones musicales, antiguas y moderna.



Nombre	Notación neumática	Notación cuadrada	Notación actual
Punctum			
Virga			
Pes			
Clivis			
Porrectus			
Torculus			

Figura 28. Neumas principales. Tabla comparativa de notación neumática, cuadrada y NMO (equivalencias). https://www.emaze.com/@AOFFFQIQQ

Con posterioridad, el monje benedictino Guido D'Arezzo (995-1050) añadió dos líneas más creando el tetragrama (pauta de cuatro líneas, como se puede ver en Figura 29). Aunque cuatro fue el número habitual de líneas, no era ningún límite o norma y se encuentran manuscritos donde hay pautas de más líneas (hasta diez). Más adelante, ya en el siglo XVI el pentagrama (cinco líneas) se impuso como pauta habitual para las composiciones musicales.

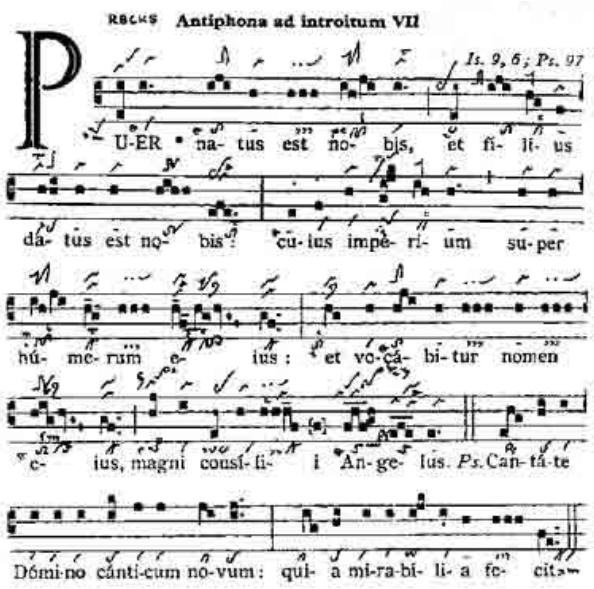


Figura 29. Partitura en tetragrama, con notación cuadrada y neumas. https://sites.google.com/site/historiaescrituramusica/notacion-neumatica

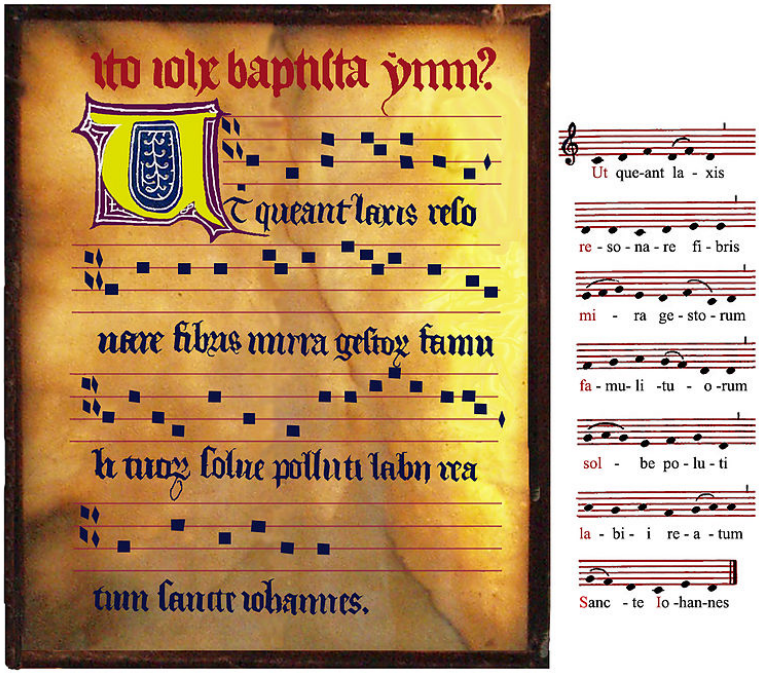


Figura 30. Partitura del himno "*Ut queant laxis*".
https://es.wikipedia.org/wiki/Notaci%C3%B3n_neum%C3%A1tica_gregoriana

Aquí tenemos una partitura escrita en notación cuadrada, sobre tetragrama (Figura 30). En el lado derecho aparece una transcripción de la misma melodía, en NMO. Se trata de la partitura del himno a San Juan que ha dado origen al nombre de las notas musicales. También D'Arezzo fue el primero en utilizar las primeras sílabas de cada verso de un himno compuesto en honor a San Juan Bautista para *rebautizar* las notas (Ut, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si), de acuerdo con González Muñoz (s.f.). El texto fue creado por el monje benedictino friulano Pablo el Diácono (720-800) y es el siguiente: "***Ut*** *queant laxis/* ***Re****sonare fibris/* ***Mi****ra gestorum/* ***Fa****milu tuorum/* ***Sol****ve polluti/* ***La****bii reatum/* ***S****ancte* ***I****oanes*" ("Para que puedan/ exaltar a pleno pulmón/ las maravillas/ estos siervos tuyos/ perdona la falta/ de nuestros labios impuros/ San Juan", en la traducción al español). La séptima nota "Si" fue a propuesta de Anselmo de Flandes, en el siglo XVI, juntando las dos primeras letras del último verso "**S**ancte **I**oanes". Y la sílaba "Ut" fue sustituido por

"Do" a propuesta del musicólogo italiano Giovanni Battista Doni (1593-1647) para evitar la dificultad de la terminación en -t[30].

Hacia 1150, apareció la conocida como *notación cuadrada* donde los neumas anteriores quedaron más definidos.

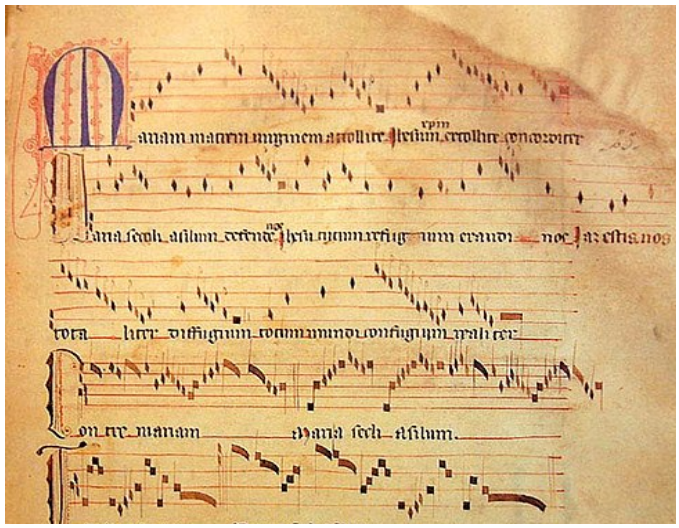


Figura 31. Ejemplo de notación cuadrada.
https://es.wikipedia.org/wiki/Notaci%C3%B3n_neum%C3%A1tica

En Figura 31 tenemos una partitura medieval en notación cuadrada gregoriana. Aparece en el *Llibre Vermell*, del siglo XIV. Se trata, concretamente, de la pieza *Mariam matrem virginem*.

Sin embargo, para el concepto de ritmo (o duración) se necesitaría más tiempo para encontrar una fórmula que permitiera reflejarlo sobre escrito de manera fiable. Aparecieron los modos rítmicos a fines del siglo XII que se inspiraba en los pies métricos de la prosodia griega[31]. La poesía podía ser simplemente recitada, mientras que otras veces podía estar acompañada de música (O. Rodríguez Hernández, comunicación personal, 26 de Julio de 2020).

[30] Curiosamente, en la Francia actual todavía se sigue usando *Ut* para términos técnicos, de manera teórica (por ejemplo: *Trompette en Ut*), pero para el solfeo se usa el monosílabo *Do*.

[31] La versificación no se basaba en el acento, sino en la *cantidad silábica*. Las vocales podían ser largas o breves, y no se corresponderían únicamente con blancas y negras (es una forma simplificada de darle un valor).

Pies métricos	Sílabas	Transcripción
troqueo	larga – breve	
yambo	breve – larga	
tríbaco	breve – breve – breve	
dáctilo	larga – breve – larga	
anapesto	breve – breve – larga	
espondeo	larga – larga	

Figura 32. Pies métricos. https://slideplayer.es/slide/12794525/

La dimensión tiempo-duración en la escritura musical en tiempos antiguos tenía un enfoque diferente del que tenemos hoy en día, después de la evolución que ha ido sufriendo.

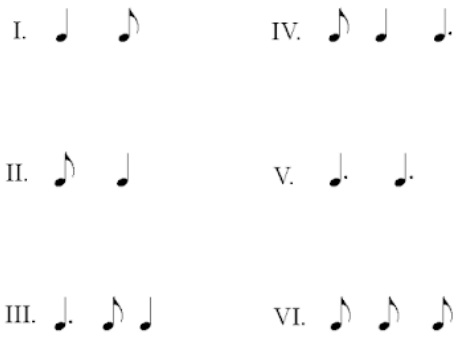


Figura 33. Modos rítmicos. Los seis modos rítmicos (transcritos a figuras rítmicas en NMO), según tratado atribuido a J. de Garlandia (c. 1270-1320). http://origendelapolifonia.blogspot.com/2011/01/nacimiento-de-la-polifonia.html

Los patrones rítmicos combinaban de diferentes maneras los sonidos largos o breves, alterando el orden, de manera serial y con alguna relación entre ellos (2:1, 3:1…). Garlandia fue un teórico francés, el primero que exploró la escritura del ritmo de la escritura musical.

También, en torno al siglo XIII surgió la notación mensural (donde las notas tendrán formas diferentes según su duración).

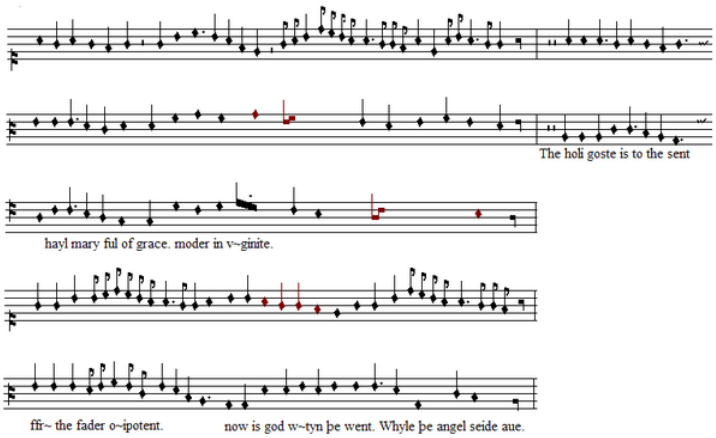


Figura 34. Ejemplo de partitura en notación mensural.
https://es.wikipedia.org/wiki/Notaci%C3%B3n_mensural

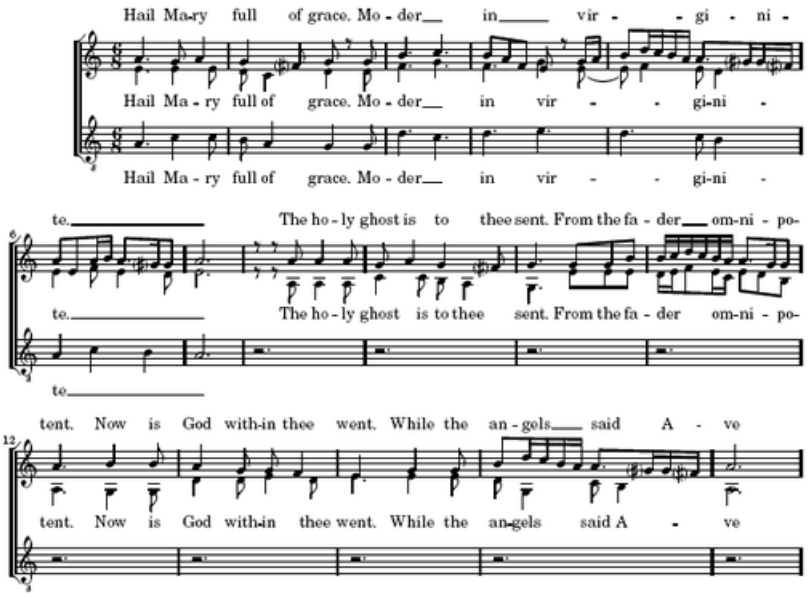


Figura 35. Ejemplo de partitura en notación mensural transcrita a NMO.
https://es.wikipedia.org/wiki/Notaci%C3%B3n_mensural

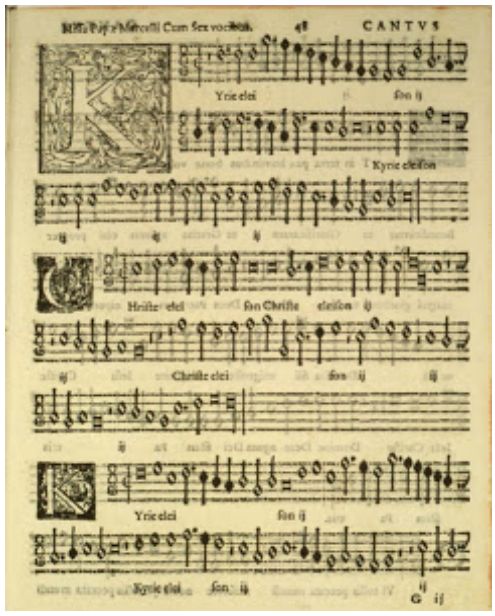


Figura 36. Ejemplo de partitura en notación mensural blanca.
Kyrie de G. P. da Palestrina (c. 1525-1594).
http://historiadelamusicalag.blogspot.com/2016/11/notacion-musical-del-renacimiento.html

Durante el Renacimiento, las cabezas de las notas tenían forma romboidal, como se puede apreciar en las figuras 36 y 37.

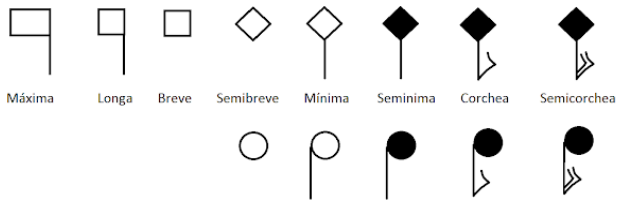


Figura 37. Notación blanca y equivalencias con figuras rítmicas actuales (en NMO).
http://john-unpocodetodo.blogspot.com/2017/04/notacion-mensural-blanca.html

En los orígenes de la notación musical, el tiempo se medía con proporciones. El nacimiento de las indicaciones de compás se debió a la complejidad que fue ganando la música (el desarrollo de la polifonía, el impulso que fue tomando la música instrumental, etc.). En la mayoría de los manuscritos conservados del siglo XIV todavía no aparecen las indicaciones de compás. El uso sistemático de estos signos comenzó a partir del siglo

XV. Con anterioridad, era posible reconocer la medida de una pieza identificando ciertas agrupaciones de notas o por el uso de puntillos. En un principio la duración de los sonidos que cantaban se ajustaba al texto, pero la polifonía y la creciente dificultad de la música escrita hizo necesario que se desarrollara un sistema de ritmos más preciso con el que los cantores/cantantes pudieran tener una referencia rítmica con respecto a las otras partes que se estaban cantando simultáneamente.

Signo	Nombre	Significado
	Tempus perfectum prolatio maior	Una semibreve equivale a tres mínimas, dando lugar a un compás de tres tiempos con subdivisión ternaria, equivalente al actual 9/8.
	Tempus perfectum prolatio minor	Una breve equivale a tres semibreves, dando lugar a un compás de tres tiempos con subdivisión binaria, equivalente al actual 3/4.
	Tempus imperfectum prolatio maior	Una semibreve equivale a tres mínimas, dando lugar a un compás de dos tiempos con subdivisión ternaria, equivalente al actual 6/8.
	Tempus imperfectum prolatio minor	Una breve equivale a dos semibreves, dando lugar a un compás de dos tiempos con subdivisión binaria, equivalente al actual 2/4.

Figura 38. Primeras indicaciones de mensura. Tabla confecionada por la autora de la tesis, inspirada en la que aparece en https://es.wikipedia.org/wiki/Comp%C3%A1s_(m%C3%BAsica)#Historia

Compás original				
Variante por disminución				

Figura 39. Variantes disminuidas de las indicaciones de mensura. Tabla confecionada por la autora de la tesis, inspirada en la que aparece en https://www.kazu-classicalguitar.co.uk/blog/essays/thinking-about-tempo/part-2-origin-modern-note-value-time-signature

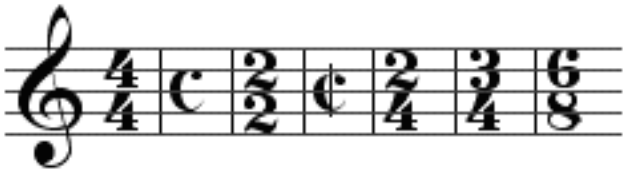


Figura 40. Indicaciones en NMO de compás.
https://es.wikipedia.org/wiki/Comp%C3%A1s_(m%C3%BAsica)#Historia

En la anterior imagen (Figura 40) tenemos algunos compases frecuentes, en NMO y se puede ver cómo todavía quedan vestigios de los signos más antiguos en la C (compasillo, compás de cuatro partes, hoy equivalente al 4/4) y ₵ (compasillo binario, hoy día equivalente al 2/2).

Tempus	***Prolatio***	**Signo**	**Semibreves**	**Mínimas**	**Notación Moderna**		
					1:4	1:2	1:1
perfectum	mayor				9/8	9/4	9/2
perfectum	menor				3/4	3/2	3/1
imperfectum	mayor				6/8	6/4	6/2
imperfectum	menor				2/4	2/2	2/1

Figura 41. Comparación entre indicaciones de mensura y compás (a).
Tabla confecionada por la autora de la tesis, inspirada en la que aparece en
https://en.wikipedia.org/wiki/Mensural_notation#:~:text=Mensural%20notation%20distinguished%20between%20several,correspond%20to%20modern%20bar%20structures.

La *mensura* fue un elemento básico en la escritura musical desde el siglo XIII (González Valle, 2014). Durante el *Ars Nova*[32], los 3 valores principales eran la longa, la breve y la semibreve. Cada uno de estos valores podía, a su vez, subdividirse en dos o tres partes. La subdivisión en tres partes se llamaba *perfecta*[33] mientras que la subdivisión en dos partes recibía el nombre de *imperfecta*. La longa subdividida en breves se llamaba *modus*, la breve subdividida en semibreves se llamaba *tempus* y la semibreve subdividida en mínimas se llama *prolation*.

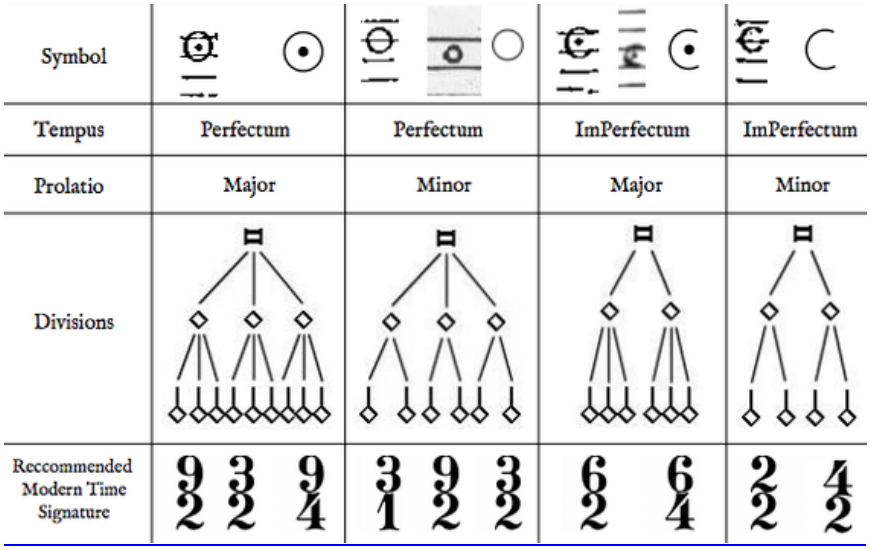


Figura 42. Comparación entre indicaciones de mensura y compás (b). http://violentbrainfever.blogspot.com/2017/09/music-101-history-of-notation-part-2.html

Curiosamente, también cambia la terminología con el paso de los siglos (en el mundo anglosajón). En inglés, se llaman *mensural signs* a las indicaciones antiguas de

[32] Desde finales del siglo XIII y durante el siglo XIV, el estilo musical en Francia e Italia recibió este nombre (aunque en Italia también se conoce este período como *Trecento*). La notación musical se fue enriqueciendo: las indicaciones cada vez eran más precisas, aparecieron nuevas figuras de valor inferior, nació el uso sistemático de las hemiolias o síncopas, etc. Anteriormente, tuvo lugar el *Ars Antiqua* (siglos XII y XIII) y con posterioridad, finalizaría en el *Ars Subitilior* (en ocasiones, es considerado una subcategoría del *Ars Nova*, cuyas complicaciones rítmicas fueron llevadas al extremo).

[33] Era *"perfecta"* porque en el seno de la Iglesia Católica el número 3 representa la Trinidad.

compás, mientras que las indicaciones modernas reciben el nombre de *time signatures* (en español, se denominan *compás*, pero este término sirve también para designar el espacio entre dos barras verticales que se suceden a lo largo de una composición y que sirven para organizar las notas escritas. Para más información, ver 9. Glosario de términos, a partir de p. 278). Este detalle muestra cómo hay matices pequeños que diferencian ambos conceptos. El cambio tuvo lugar a partir del siglo XVII en adelante, y de forma gradual. Aunque son semejantes y llegaron a ser equivalentes o intercambiables (González Valle, 2014), no son lo mismo.

Por otra parte, aparecieron unos símbolos para determinar la relación de altura de las notas. Se llaman *claves* y en la actualidad se emplean tres. Las claves se usaban para acomodar la lectura a cada tesitura vocal, para que el rango de lectura no superara demasiado la pauta. Aunque las claves se usan desde el siglo XII, solamente a partir del siglo XVI se regularizó su empleo (Arinero Carreño, 2009, p. 124).

Figura 43. Evolución de la clave de Do.
https://es.wikipedia.org/wiki/Clave_(notaci%C3%B3n_musical)

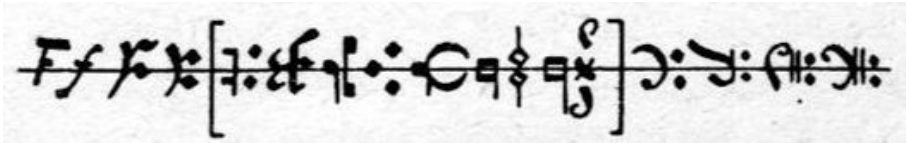


Figura 44. Evolución de la clave de Fa.
https://es.wikipedia.org/wiki/Clave_(notaci%C3%B3n_musical)

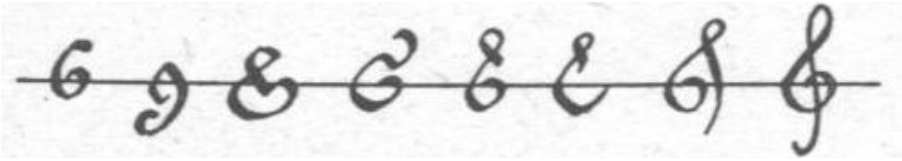


Figura 45. Evolución de la clave de Sol.
https://es.wikipedia.org/wiki/Clave_(notaci%C3%B3n_musical)

De izquierda a derecha, en los tres ejemplos anteriores se aprecia cómo las claves han ido cambiando su aspecto con el paso de los años.

En la imagen siguiente (Figura 46) tenemos, a la izquierda, la clave de Sol en segunda línea. Luego aparecen dos de las claves en Do que se estudian en las clases de Lenguaje Musical en los conservatorios españoles (la de Do en tercera[34] y la de Do en cuarta[35]). Por último, se muestra la clave de Fa en cuarta (habitual en las partituras para instrumentos de registro grave como el *cello*, el contrabajo, el fagot, la tuba, o el pentagrama inferior de una partitura de piano; también se emplea para la voz grave masculina).

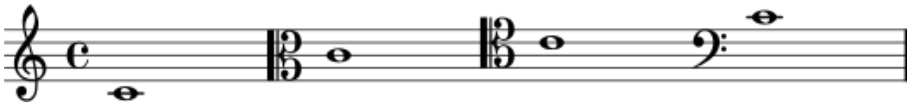


Figura 46. Indicaciones actuales (en NMO) de claves y ubicación del *Do central*.
https://es.wikipedia.org/wiki/Clave_(notaci%C3%B3n_musical)

[34] Es la clave habitual de las partituras de viola.

[35] Es una de las claves que se usan en las partituras de violonchelo, cuando tiene que tocar en un registro muy agudo. Para evitar el uso de muchas líneas adicionales, que dificultan la lectura, los violonchelistas se valen de la clave de Do en cuarta e incluso de la clave de Sol.

La invención de la imprenta, a mediados del siglo XV, fue otro punto de inflexión muy importante de cara a la divulgación de cualquier documento impreso, incluyendo las partituras (González Muñoz, s.f.). Hasta la fecha, las copias debían hacerse a mano y no todos podían escribir y leer. Según los expertos, solamente una décima parte de la música escrita con anterioridad al año 1.600 ha llegado hasta nuestros días, ya que la impresión seguía siendo cara y compleja.

Hacia comienzos del siglo XVII se impondrá el sistema de compases, dando lugar a la parcelación de las piezas musicales por medio de líneas divisorias (o barras de compás). Más adelante aparecerán las indicaciones de velocidad (agógica) y las dinámicas (que marcan la intensidad a la que el compositor desearía que sonara una frase en concreta).

De manera muy general, podemos destacar que en el Barroco apareció una forma de escritura (el bajo continuo y el cifrado barroco) que caería en desuso a medida que las composiciones musicales fueron ganando complejidad (gracias, en parte, a los avances en la lutería y en la técnica de ejecución), además de los ornamentos (llamados *agréments*).

Durante el Clasicismo se consolidó la notación musical, cayendo en desuso algunos signos o símbolos que habían formado parte habitual de las partituras de los siglos inmediatamente anteriores (por ejemplo: la *brevis*).

Con posterioridad al siglo XVIII, los compositores fueron escribiendo partituras cada vez más completas en cuanto a indicaciones e instrucciones sobre la interpretación de ellas. Pero la codificación esencial quedó establecida de forma permanente hasta alcanzar nuestros días.

Otros aspectos que también pueden formar parte de la partitura y que sirven para orientar al ejecutante sobre la idea del compositor son las articulaciones, los adornos, las

pedalizaciones (en el caso del piano, por ejemplo), los timbres (en el caso del órgano o acordeón), el vibrato como recurso expresivo, el carácter o el enfoque psicológico… Toda esta información, que aparece recogida en las partituras, es lo que un ejecutante debe entender y trasladar a una serie de gestos y movimientos para darle vida.

Las siguientes imágenes ilustran cómo la notación musical ha ido ganando complejidad. He elegido unos fragmentos de composiciones para teclado (clave en el caso del Barroco, fortepiano en el caso del Clasicismo, y piano en el caso del Romanticismo y Siglo XX) para que la comparación sea más fácil. Salta a la vista cómo las partituras han ido llenándose de más y más detalles a medida que ha avanzado el curso de la Historia.

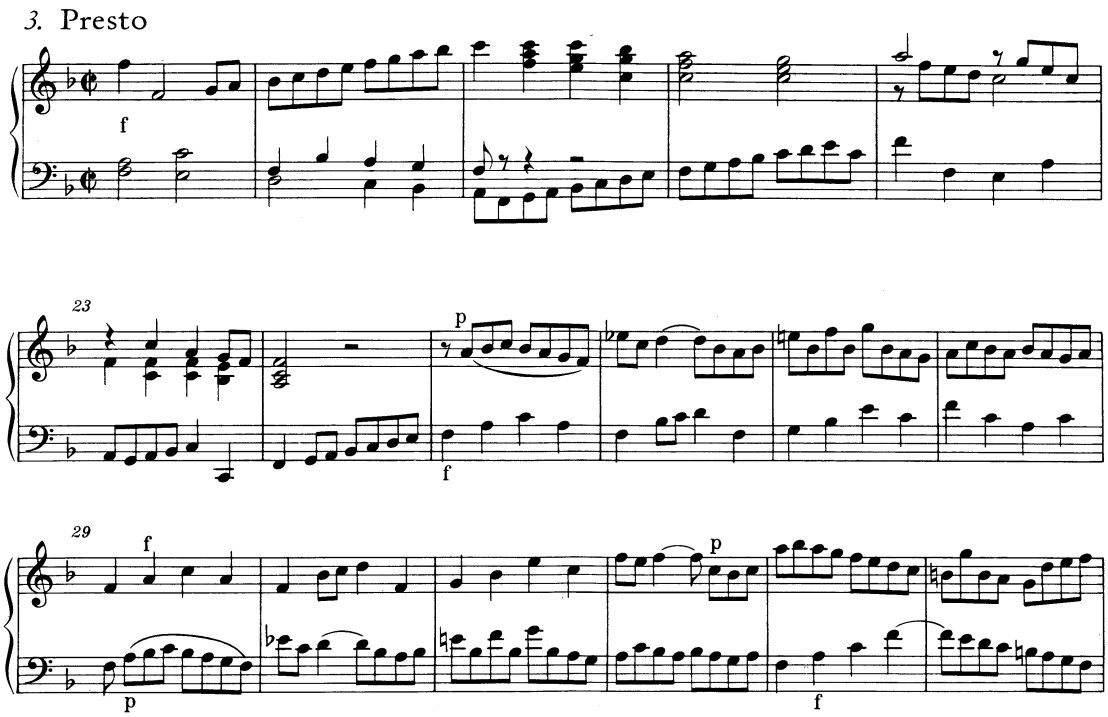


Figura 47. Ejemplo de partitura del período Barroco. J. S. Bach: *Concierto Italiano*, tercer movimiento (primera semi-frase y sección intermedia). https://imslp.org/wiki/Italienisches_Konzert%2C_BWV_971_(Bach%2C_Johann_Sebastian)

Johann Sebastian Bach (1685-1750) escribió su *Concerto nach Italienischem Gusto* BWV 971 en torno a 1735. Fue publicado junto a la *Ouvertüre nach Französischer Art* BWV 831 (más conocida por su nombre simplificado *Obertura Francesa*). La

partitura que vemos en la Figura 47 luce clara: no tiene mucho más allá de lo *básico* (las propias notas o alguna indicación de matiz[36]). No parece que Bach quisiera dejar más información sobre la interpretación de su música que la que se puede ver impresa[37].

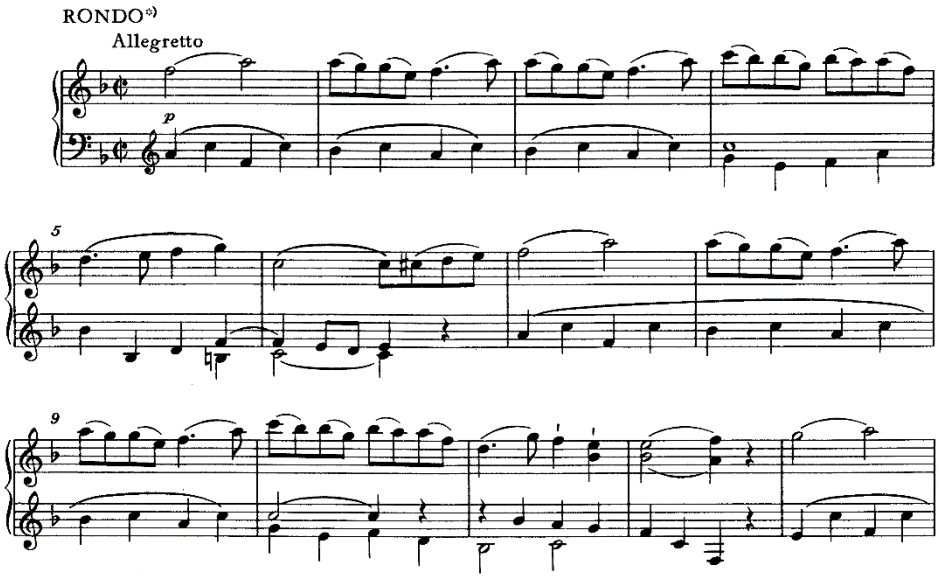


Figura 48. Ejemplo de partitura del período Clásico. W. A. Mozart: *Sonata para piano núm. 15*, tercer movimiento (primeros compases). https://imslp.org/wiki/Piano_Sonata_No.15_in_F_major%2C_K.533%2F494_(Mozart%2C_Wolfgang_Amadeus)

La partitura de Wolfgang Amadeus Mozart (1756-1791), mostrada en Figura 48, también se muestra parca en cuanto a indicaciones. Se trata de un pequeño fragmento, perteneciente a una de las numerosas sonatas compuestas para *fortepiano* (el piano de la

[36] Huelga comentar que las indicaciones de ***p*** (suave) y ***f*** (fuerte) en realidad iban destinadas a indicar qué manual (teclado) del clave debía usarse. Tanto el Concierto Italiano como la Obertura Francesa estaban concebidas para tocarse en claves grandes (de dos teclados), en estos instrumentos el intérprete podía tocar en el teclado de abajo, en el de arriba o en los dos simultáneamente (podían acoplarse). Además, también podía tocarse con una mano en el teclado de arriba y otra en el de abajo, y viceversa. Este tipo de cambios y alternancias quedaron escritas por Bach por medio de las indicaciones de matiz *piano* y *forte*. En realidad, el clave era un instrumento que no respondía ante la presión, más o menos enérgica, de las teclas. Si se toca cualquiera de estas dos obras en un piano moderno, se puede conseguir el efecto de suave y fuerte, pero no el cambio de timbre que acompañaba el cambio de teclado.

[37] Por ejemplo, en relación con digitaciones: Bach solamente dejó unas pocas piezas con indicaciones de los dedos que debían usarse para tocar. Se tratan de unas piezas destinadas a uno de sus hijos, para que aprendiera a tocar el teclado, usando los dedos correctos. En cuanto a pedalizaciones: Bach (y ningún compositor barroco) dejó anotados pedales porque, sencillamente, no había pedales como los que hay en el piano moderno.

época, hoy en día se denomina así para distinguirlo del piano moderno). En el breve ejemplo, se aprecia que hay solamente un matiz (*p*) al inicio del movimiento, en el primer compás. Encontramos más ligaduras expresivas y algunos detalles de articulación, comparándolo con el ejemplo de Bach, pero tampoco es muy rico en indicaciones.

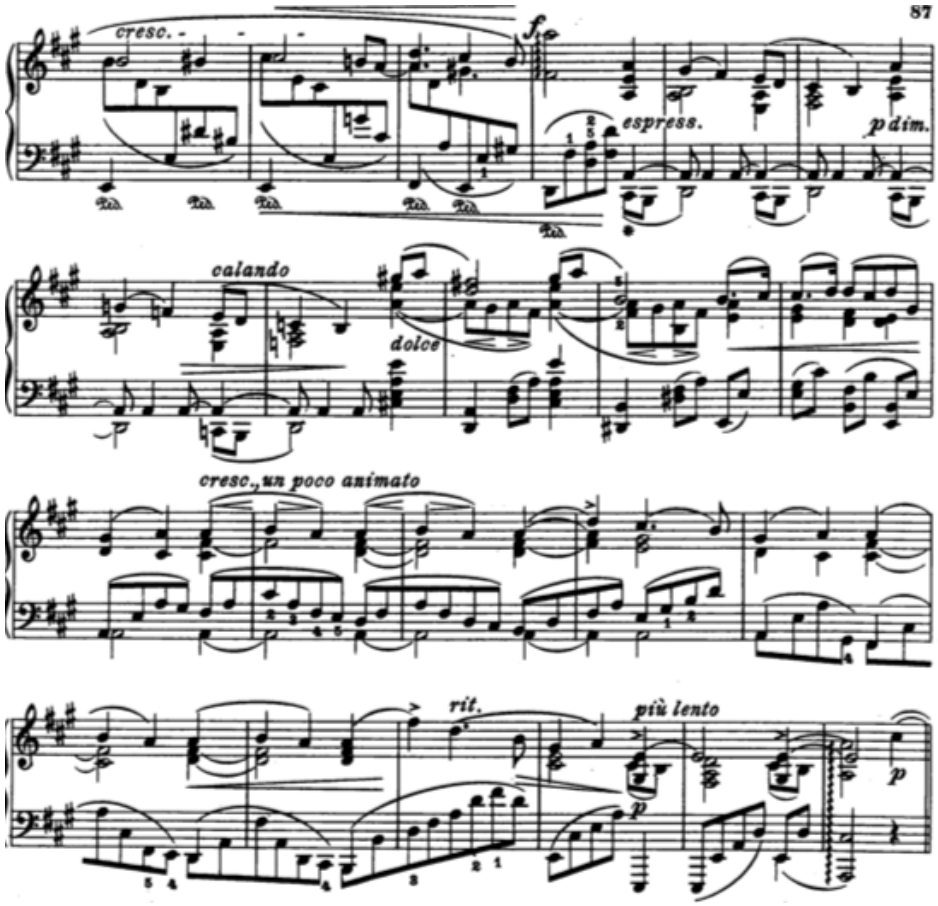


Figura 49. Ejemplo de partitura del período Romántico. J. Brahms: *Intermezzo op. 118/2* (fragmento intermedio).
https://imslp.org/wiki/6_Klavierst%C3%BCcke%2C_Op.118_(Brahms%2C_Johannes)

Con Johannes Brahms (1833-1897) y los compositores románticos en líneas generales, la escritura para tecla fue ganando densidad, riqueza y variedad (Figura 49). La escasez de instrucciones para ejecutar una pieza de Bach o Mozart, contrasta con la cantidad de indicaciones que irán llenado las partituras compuestas en épocas posteriores. La información se acumulará hasta el punto de resultar abrumador para considerar una

LPV de este tipo de música: varias líneas melódicas, acordes en vertical, cambios de matices frecuentes, sugerencias expresivas constantes (*calando*, *dolce*, *un poco animato*), articulaciones, cambios de tempo (*rit.*, *piú lento*), alteración de los acentos musicales, etc. Concretamente en la Figura 49, se aprecian unas pocas digitaciones[38] (por ejemplo, en el tercer sistema, segundo compás) y también algunas pedalizaciones[39] (en el primer sistema, en los cuatro primeros compases).

A continuación, se presentan tres fragmentos diferentes (Figuras 50, 51 y 52) de una obra del español Isaac Albéniz (1860-1909). La colección de piezas *Suite Iberia* fue compuesta entre 1905 y 1909. La *suite* está considerada como la obra más importante del repertorio español para piano. Consta de cuatro cuadernos, con tres piezas en cada uno de ellos. El *Corpus Christi en Sevilla* es la tercera del primer volumen, siendo la más larga de este cuaderno.

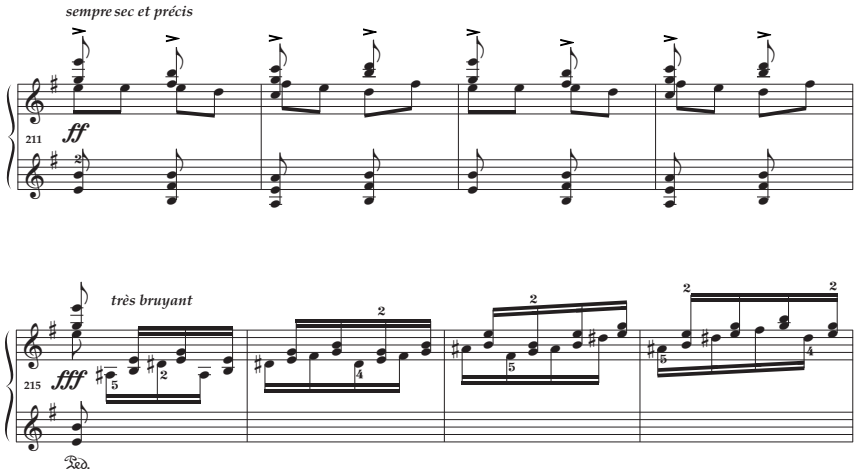


Figura 50. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1a) – España. I. Albéniz: *Corpus Christi en Sevilla* (de la *Suite Iberia*) – sección intermedia. https://imslp.org/wiki/Iberia_(Alb%C3%A9niz,_Isaac)

[38] Cabe destacar que no era habitual escribir digitaciones, salvo casos muy concretos y puntuales. Normalmente, los compositores no necesariamente eran pedagogos, ni las obras estaban destinadas a alumnos o estudiantes que necesitaran ayuda a la hora de decidir con qué dedos abordar ciertos pasajes musicales.

[39] Tampoco era común anotar las pedalizaciones. Igualmente, se escribían en situaciones en las que el compositor deseara un efecto determinado y la pedalización fuera *contra natura*, precisamente para indicar que buscaba algo fuera de lo tradicional.

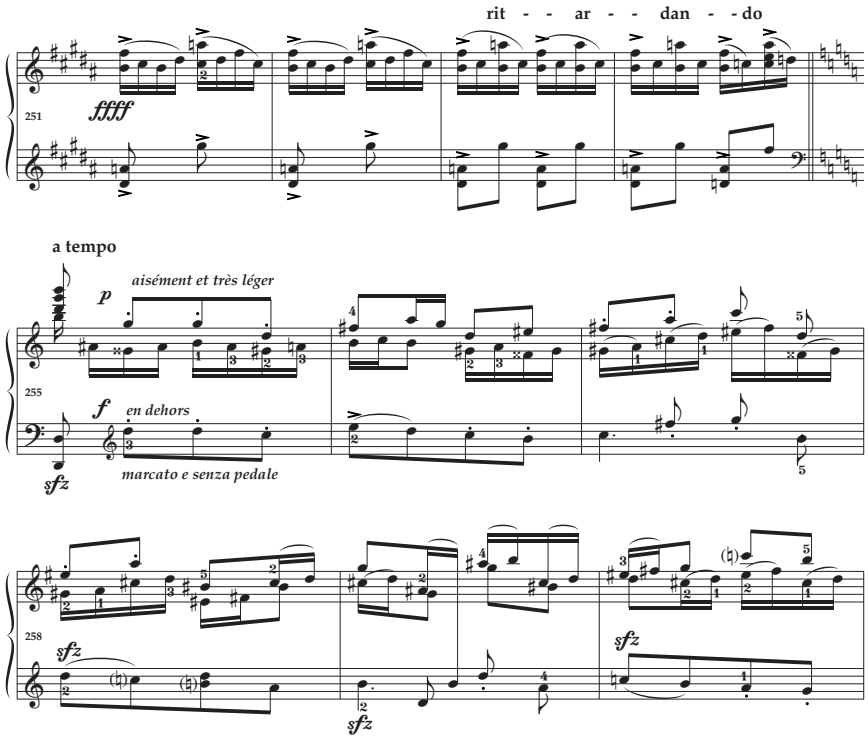


Figura 51. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1b) – España. I. Albéniz: *Corpus Christi en Sevilla* (de la *Suite Iberia*) – sección intermedia.
https://imslp.org/wiki/Iberia_(Alb%C3%A9niz,_Isaac)

La partitura completa de esta pieza alcanza las 20 página, se contabilizan casi 370 compases y la ejecución varía entre los siete y ocho minutos (en interpretaciones de pianistas de renombre internacional como Claudio Arrau o Alicia de Larrocha) hasta casi diez minutos de duración (en interpretaciones de otros pianistas españoles como Gustavo Díaz-Jerez o Luis Fernando Pérez). La escritura es muy rica en detalles. Solo fijándonos en las indicaciones de matiz: Albéniz escalona el rango de los fuertes en ***f***, ***ff***, ***fff***, ***ffff*** y hasta ***fffff*** (en compás 231), son *cinco* niveles de intensidad. Igualmente, hacia el lado de los suaves, escribe ***p***, ***pp***, ***ppp***, ***pppp*** y hasta ***ppppp*** (en compás 179). Hay cambios de *tempo*, de armadura, de registro, etc. No se trata de una pieza que pueda repentizarse sin haberla estudiado (y mucho) durante semanas y meses (tampoco era la intención del autor). Está aquí expuesta para ilustrar el avance y desarrollo de la notación pianística, para mostrar hasta qué nivel de concreción se puede plasmar en una partitura.

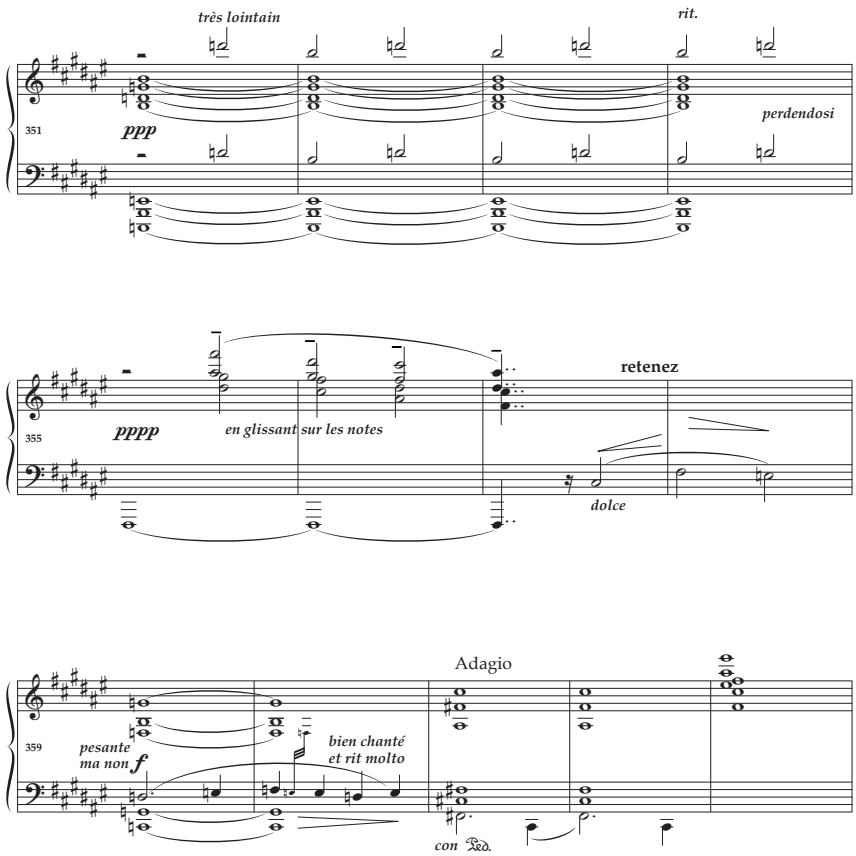


Figura 52. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (1c) – España. I. Albéniz: *Corpus Christi en Sevilla* (de la *Suite Iberia*) – sección final.
https://imslp.org/wiki/Iberia_(Alb%C3%A9niz,_Isaac)

Hay muchas sugerencias/sugestiones emocionales (por ejemplo, *toujours joyeux et bruyant*, en compás 79; *un peu plus calme* / *doux, mais sonore et très vague, en retenant les entrées des mesures*, en compás 135; *plus lente et très, très vague*, en compás 159; *tumultueux*, en compás 253; *strepitoso*, en compás 239; *effleurer la note, la laissant vibrer*, en compás 366). Algunas de esas indicaciones parecen un poco contradictorias (***ppp*** *mais bien sonore*, en compás 159; ***p*** / *dolce ma sonoroso*, en compás 341), parece que lo que busca del intérprete es un estado de ánimo, que sea acorde al momento que desea describir a través de las notas.

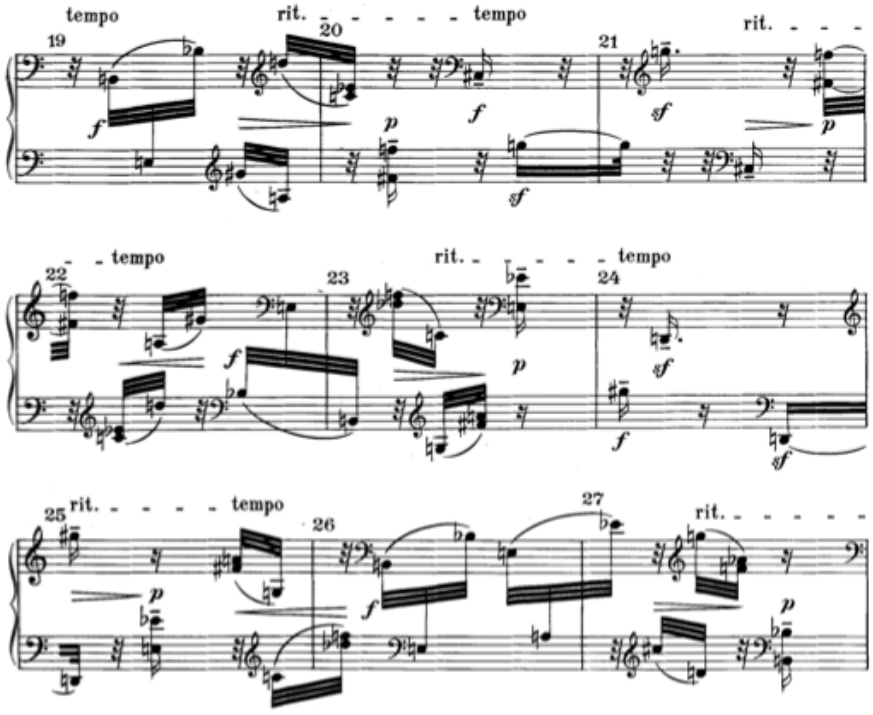


Figura 53. Ejemplo de partitura de principios del siglo XX (2) - La Segunda Escuela de Viena. A. Webern: *Variaciones para piano op. 27*.
https://imslp.org/wiki/Variations_for_Piano,_Op.27_(Webern,_Anton)

En Figura 53 se puede ver un fragmento de la última obra para piano compuesta por el compositor austríaco Anton Webern (1883-1945). La denominada Segunda Escuela de Viena estuvo caracterizada, entre otros rasgos, por su alta determinación en la escritura musical: *todo* quedaba recogido en la partitura, incluido los detalles más pequeños.

Al igual que en el caso de la obra de Albéniz, tampoco esta obra puede ser repentizada (ni fue compuesta con tal objetivo): resulta muy exigente incluso estudiarla con calma y tiempo. El lenguaje, en este caso, además juega totalmente en contra: no es nada intuitivo, no hay ningún proceso armónico familiar que permita al pianista cubrir lagunas con acordes que tenga interiorizados de tocar otros repertorios, técnicamente la partitura está llena de desafíos (en la figuración rítmica, en la variedad de articulación, en los intervalos que muestran saltos grandes, en los matices cambiantes, etc.). Las composiciones de los principales representantes de la Segunda Escuela de Viena eran

atonales. Como la música atonal carece de patrones familiares, suele ser más difícil de repentizar (Wolf, 1976). También Grutzmacher (1985) defiende que el reconocimiento de patrones tonales favorece la LPV.

En el caso de Albéniz, aunque la armonía puede llegar a ser bastante *avanzada* (con acordes disonantes, con muchas alteraciones accidentales, etc.), la pieza se basa en el folclore y tradición española: por una parte, el carácter de marcha (se puede uno imaginar el redoble de tambor de los pasos de Semana Santa), y por otra parte, el uso de la melodía infantil *La Tarara*.

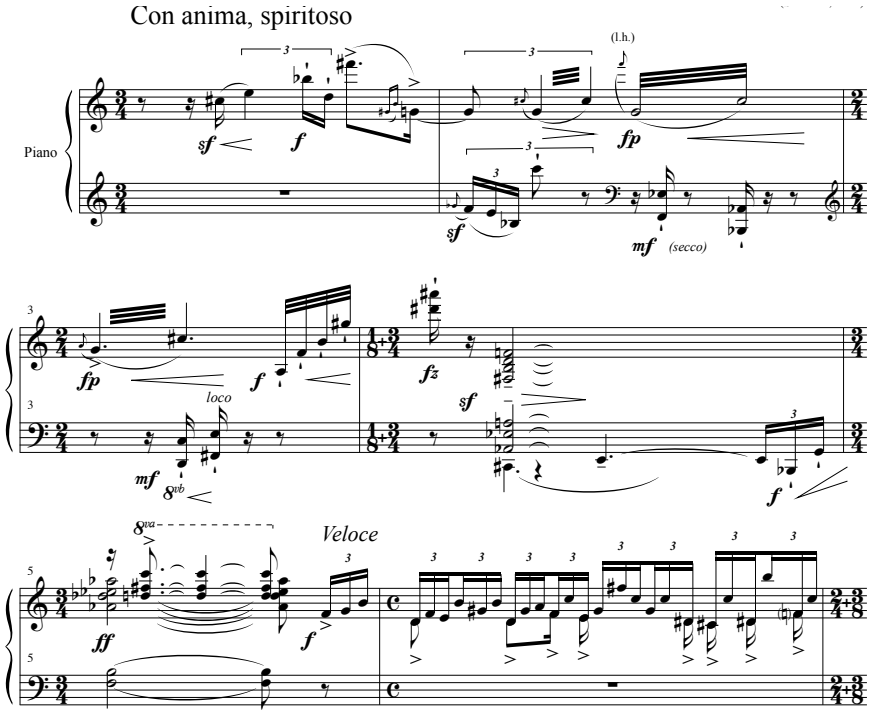


Figura 54. Ejemplo de partitura del siglo XXI.
B. Casablancas: *Epigramas Cervantinos* (2016) – fragmento inicial.
http://www.accompositors.com/compositores-obras.php

En esta partitura (Figura 54) del compositor Benet Casablancas (1956) también se aprecia la cantidad de detalles que están plasmados sobre el papel. Toda esta información ha de ser percibida por el músico que se enfrenta a su estudio. Se trata de una pieza para piano. El nivel de complejidad es tan alto, que es muy improbable que pueda leerse a primera vista de manera exitosa: en primer lugar, la indicación "*Con anima, spiritoso*"

señala que la música debe sonar *con ánimo y espíritu*. Luego, al hacer un barrido superficial por la partitura, salta a la vista las numerosas dificultades técnicas a las que cualquier pianista de nivel intermedio (e incluso, superior) se va a enfrentar: acordes con notas extrañas (no son acordes-tipo), alteraciones accidentales, intervalos grandes (traduciéndose en *saltos*, físicamente los brazos del ejecutante han de desplazarse distancias grandes por el teclado, en lapsos de tiempo muy breves), cambios de compás, figuraciones rítmicas ricas y variadas, matices, articulaciones, etc.

Además, al igual que con el ejemplo de la Figura 53, la poca familiarización que se tiene con este lenguaje armónico-tonal, hace que la intuición (de la que se beneficia cualquier músico al repentizar música del barroco, clasicismo o primer romanticismo) en este caso no pueda juega a favor de la lectura sin preparación previa.

Toda esta evolución en la forma de escribir música sobre papel fue fruto de momentos únicos e irrepetibles. Al fin y al cabo, "lo esencial de la música no es tan fácil de expresar por medio de grafías o notaciones." (González Valle, 2014, p. 120).

1.7.2. Rasgos principales de la partitura en NMO

En la actualidad conviven varias formas de anotar la música (Shifres, 2018). Como ya se ha dicho anteriormente, en esta tesis nos vamos a centrar en la NMO. El documento escrito tiene que recoger primordialmente dos las características principales del sonido: altura y duración. Aunque también hay otros parámetros del sonido que deberían quedar plasmados sobre el papel (como la dinámica, el timbre, la articulación, o incluso el carácter).

1.7.2.1.El pentagrama y las notas (altura y duración)

Entre los signos básicos tenemos: notas (con alturas y duraciones que pueden variar, y así quedan indicadas sobre la pauta), alteraciones, articulaciones, matices…

Las notas se colocan en el pentagrama. En las cinco líneas (de ahí el nombre de pentagrama) y los cuatro espacios que hay se distribuyen los sonidos. Como eso se limita a 9 *sitios* o localizaciones diferentes (sin contar el espacio inmediatamente inferior a la primera línea, ni el inmediatamente superior a la quinta línea), hace falta usar unas líneas adicionales que son como si fueran escalones hacia arriba (para las notas más agudas) y hacia abajo (para las notas más graves). Las partituras que tienen escritas grandes secciones con muchas líneas adicionales resultan incómodas de leer (por falta de práctica[40]) y hay fórmulas por las cuales se puede indicar esos registros más extremos sin necesidad de usar tantas líneas adicionales.

Con esto quedaría plasmada la altura (que se mide en Hz y son veces por segundo que vibra la cuerda o columna de aire).

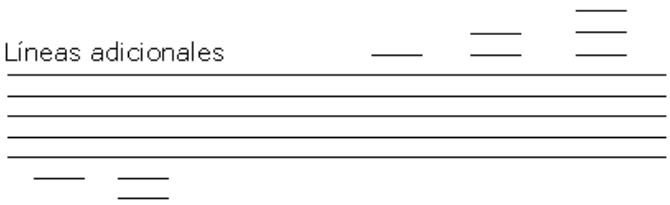


Figura 55. Pentagrama con líneas adicionales.
https://www.pianogratis.com/nombre-notas/piano-clase-2-lineas-espacios-adicionales.htm

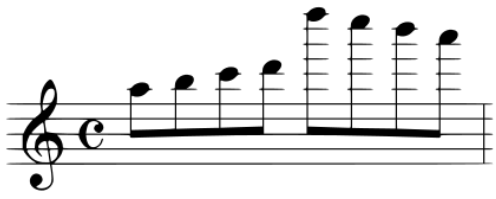


Figura 56. Ejemplo de notas en líneas adicionales (superiores).
https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADneas_adicionales

[40] Resulta curioso comprobar cómo los flautistas se manejan muy bien con las líneas adicionales superiores mientras las inferiores les resultan más difíciles de leer. Pero, en cambio, los clarinetistas se manejan muy bien con las líneas adicionales inferiores, al contrario que los flautistas. El motivo debe residir precisamente en que el repertorio de unos y otros requiere más unas líneas adicionales u otras por el registro que tiene cada instrumento.

Las notas cambian de nombre, no solamente por la posición que ocupan en el pentagrama, sino también según la *clave* que rige en ese momento. La clave de Sol en segunda línea indica que la nota escrita en la segunda línea del pentagrama recibe el nombre de *Sol*; por tanto, la anterior (por debajo, bajando al espacio anterior) se llama *Fa* y la siguiente (por encima, subiendo al espacio siguiente) se llama *La*. Hoy en día se estudian hasta siete claves diferentes (una en Sol, dos en Fa y cuatro en Do).

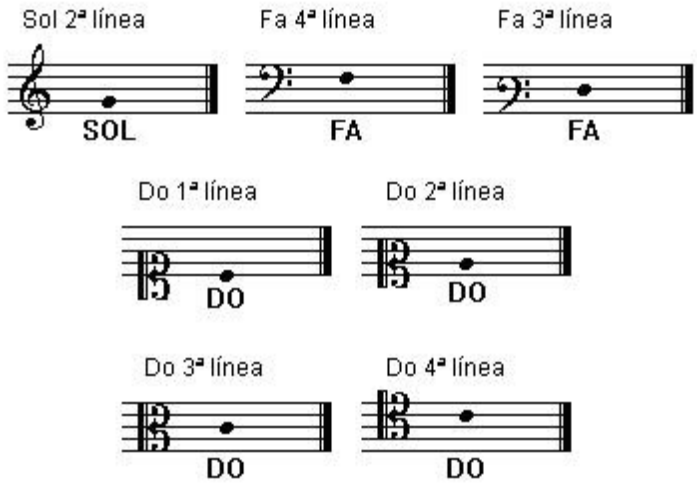


Figura 57. Las siete claves
http://tumusicamaestro.blogspot.com/2014/10/las-claves-musicales-son-unos-simbolos.html

La altura del sonido puede ser alterada a través de la escritura de alteraciones (hay tres tipos de alteraciones básicas: sostenidos, bemoles y becuadros). Las hay accidentales y propias de la tonalidad (éstas quedan escritas al inicio de la pieza, entre la clave y la indicación de compás, en la denominada *armadura*). A continuación, tres ejemplos ilustran la diferencia entre unas alteraciones y otras.

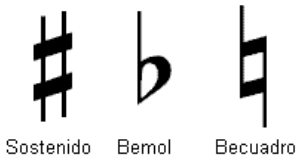


Figura 58. Tipos de alteraciones.
https://gsdgmusica.wordpress.com/2014/09/29/alteraciones-musicales/#:~:text=Las%20alteraciones%20musicales%20son%20signos,el%20bemol%20y%20el%20becuadro

Estos signos (Figura 58) pueden acompañar a las notas, son las alteraciones accidentales y se ubican a la izquierda de la cabeza de la nota a la que afectan. Si están en la armadura se escriben sobre la línea o el espacio correspondiente. El signo de la izquierda es el sostenido (es como el símbolo de almohadilla de los teclados de ordenador y de los teléfonos) y sirve para subir medio tono a la nota que acompaña. El signo del centro es el bemol y sirve para bajar medio tono a la nota que acompaña. El signo de la derecha es el becuadro y sirve para volver al estado natural de una nota que previamente había sido alterada.

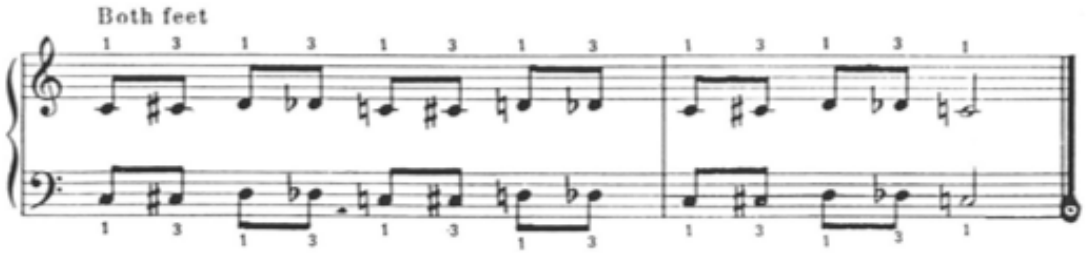


Figura 59. Alteraciones accidentales.
Fragmento de pieza con alteraciones accidentales (Burnam, 2003)

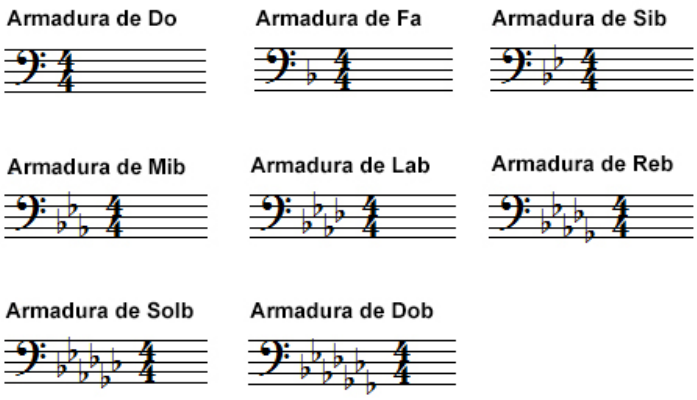


Figura 60. Alteraciones en la armadura (1).
http://arielgkaplan.com/blog/que-son-las-armaduras-de-clave/

La imagen anterior (Figura 60) muestra armaduras en bemoles y su correspondencia con las tonalidades mayores[41]. El ejemplo utiliza la clave de Fa.

La imagen siguiente (Figura 61), por su parte, muestra armaduras en sostenidos y su correspondencia con las tonalidades mayores. También utiliza la clave de Fa.

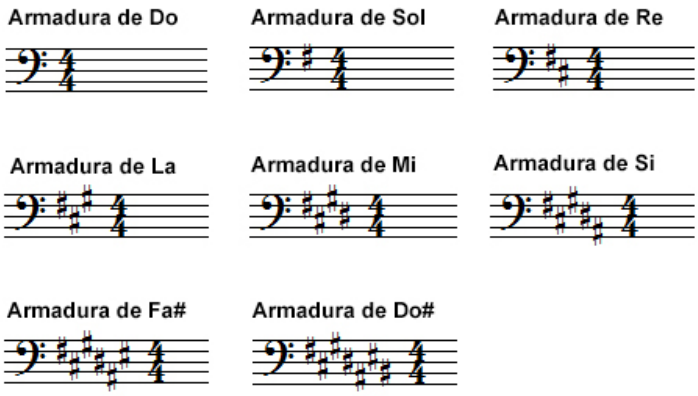


Figura 61. Alteraciones en la armadura (2).
http://arielgkaplan.com/blog/que-son-las-armaduras-de-clave/

[41] El sistema teórico musical actual contempla un total de 24 tonalidades mayores y menores. A cada armadura le corresponde un par Mayor/menor. Aunque en las Figuras 60 y 61 solamente vienen expresadas las tonalidades mayores de cada armadura, ha de quedar claro que cada armadura tiene una tonalidad menor, pareja a la tonalidad mayor que sí aparece en las figuras.

Para la duración y el ritmo, existen unos códigos que han quedado establecidos después de los siglos de evolución desde la aparición de la notación mensural. La dificultad podría venir de la combinación de ellos, sobre todo cuando hubiera que simultanear más de una línea horizontal[42]. Cierto es que la rítmica de cualquier partitura puede llegar a ser tan compleja como la creatividad del compositor le permitiera (con cambios de compás, de unidades o de figuras).

Las figuras rítmicas de la Figura 62 cambian poco: aparte de negras, hay dos negras con puntillo y su correspondiente corchea, y dos blancas con las que se finalizan las frases. Se trata de una versión adaptada para aprendices de piano (en un tono que pueden aprender en las primeras lecciones y con números indicando qué dedos emplear en cada momento) del un método para aprender a tocar el piano.

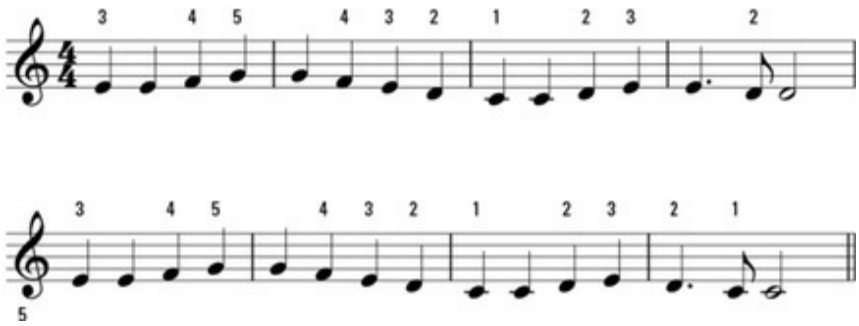


Figura 62. Ejemplo de rítmica sencilla.
L. van Beethoven: Novena Sinfonía (Neely, 2012)

[42] En el caso de los instrumentos polifónicos, la partitura tiene que leerse verticalmente al mismo tiempo que horizontalmente. En cambio, los instrumentos monódicos (y la voz), solamente tienen que leer horizontalmente una línea (y ocasionalmente, algunos pueden tener que leer dos líneas o una sección de acordes, pero son situaciones puntuales).

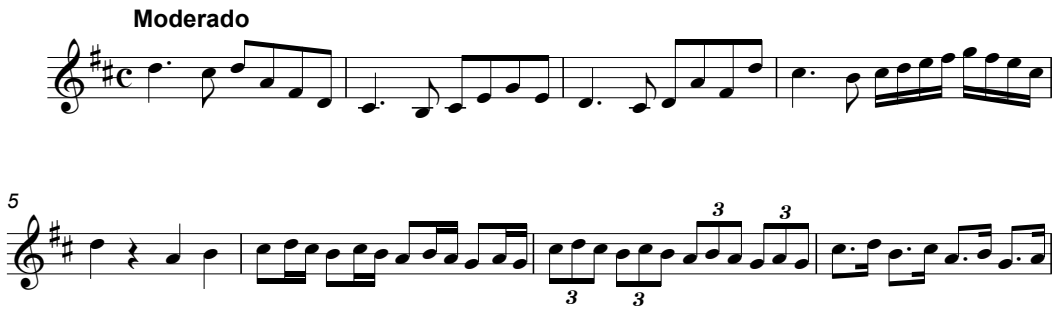


Figura 63. Ejemplo de rítmica variada.

En Figura 63 se muestran las dos primeras líneas de la tarea S1 que se propuso en el trabajo de campo. Hay riqueza rítmica sin llegar a la exageración. Al ser un ejercicio pensado para solfear, no lleva indicaciones como digitación o pedalización.

En Figura 64 se muestran las dos primeras líneas de la tarea S2 que se propuso en el trabajo de campo. En este caso, sí hay mucha variedad rítmica, alcanzando un grado de dificultad muy notable. Al igual que en el comentario hecho para Figura 63, tampoco hay indicaciones de dedos o pedales, porque no está concebido para ser tocado, sino para ser recitado.

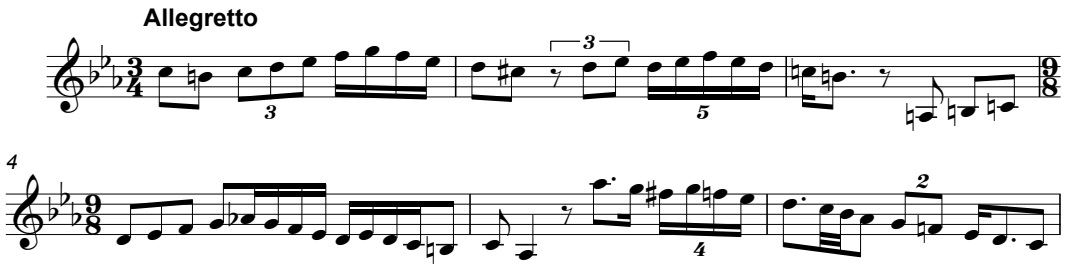


Figura 64. Ejemplo de rítmica muy compleja.

1.7.2.2.Las articulaciones, la intensidad y otros recursos

Cualquier sonido puede ser tocado de varias formas diferentes: eso se llamar articular. Hay muchas articulaciones posibles, en ocasiones depende de lo que haya escrito el compositor, en otras ocasiones depende de la interpretación que el ejecutante le quiera dar. Muchas veces, las articulaciones van asociadas a ciertos gestos estandarizados (esto ocurre especialmente en instrumentos de cuerda frotada, en instrumentos de viento… donde se han ido estableciendo una serie de códigos para las articulaciones más frecuentes). También puede depender de la época histórica en la que se escribió determinado signo, o del lenguaje de un compositor en concreto.

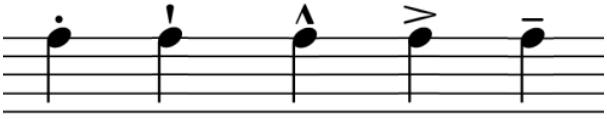


Figura 65. Articulaciones.
https://es.wikipedia.org/wiki/Articulaci%C3%B3n_(m%C3%BAsica)

En Figura 65 tenemos cinco clases de articulaciones, aunque la denominación de cada una de ellas no está clara. Lo que sí está más definido es que los diferentes grados de la articulación se hallan entre el *legado* (ligado) y el *staccato* (que se traduce por *picado*, aunque la traducción literal del italiano es *destacado*).

Las articulaciones enriquecen nuestra forma de tocar. Podría considerarse un recurso del que se podría prescindir en una LPV. Si el sujeto que está repentizando se encuentra con una partitura que le supera en dificultad, puede obviar las articulaciones y concentrarse en otros aspectos imprescindibles como son la altura y la duración de las notas que va encontrándose.

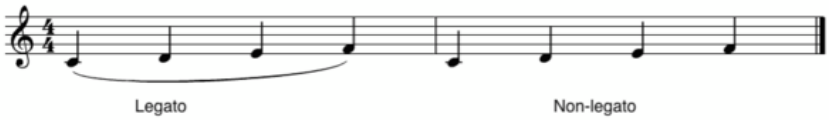


Figura 66. *Legato* y *non legato*. https://www.liberaldictionary.com/non-legato/

El ligado (*legato*) se suele indicar por medio de una línea curva que abarca todas las notas que deben ir bajo esa articulación. En sus orígenes, este signo nació para señalar frases musicales (en ellas, varias notas quedaban agrupadas bajo el mismo gesto del arco de un instrumento de cuerda frotada, o bajo la misma respiración de un instrumentista de viento o un cantante). En el piano, el ligado *real* no se puede hacer porque siempre hay una percusión al iniciar el sonido de una tecla nueva que se presiona. En el piano, el ligado se *falsea*, es como una simulación.

La intensidad del sonido (y su graduación, en caso necesario) también se indica por medio de unos signos que están estandarizados. La intensidad con que se toca una pieza suele ir indicada por el compositor, pero es una de las características de las que podría prescindirse en una lectura a primera vista (al igual que se ha comentado con respecto a las articulaciones).

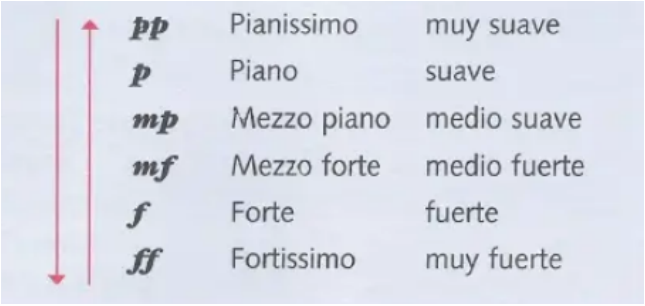


Figura 67. Dinámicas.
https://musicaymaestro.com/lenguaje-musical/que-son-los-matices-teoria-musical/

La anterior Figura 67 recoge una lista con las indicaciones dinámicas más habituales. Aparte de estas hay otros símbolos que indican cuándo la música ha de sonar más fuerte o suave, y si es de manera gradual (haciendo uso de *reguladores*, por ejemplo).

TÉRMINO	SIGNO	ABREVIATURA	SIGNIFICADO
crescendo		cresc.	Aumento progresivo de la intensidad del sonido.
diminuendo		dim.	Disminución progresiva de la intensidad del sonido.

Figura 68. Dinámicas (reguladores).
https://rodas5.us.es/file/9be475bf-c15a-4a40-f064-fb2fdf478d98/1/tema1_SCORM.zip/pagina_14.htm

En cuanto al *tempo* de las obras, hay dos formas de indicar qué velocidad debe llevar la pieza. A través de una indicación metronómica o de unas palabras que llevan implícito una velocidad determinada. Ambos sistemas (no son excluyentes) aparecen normalmente al inicio de las partituras.

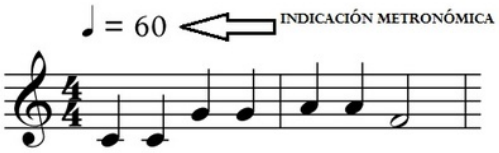


Figura 69. Movimientos o tiempos (agógicas) – indicación metrónomica.
http://explorandolamusica.weebly.com/sesioacuten-21.html

En Figura 69, la indicación metronómica está colocada al inicio de la pieza, sobre el primer compás. Señala que hay 60 negras por minuto (un pulso por segundo).

Términos	Abreviatura	Significado	Indicación metronómica
Grave	—	Muy despacio (pesado)	Menos de 40.
Larghissimo	—	Muy despacio	Menos de 40.
Largo	—	Despacio (amplio)	Entre 40-60.
Larghetto	—	No tan lento	
Lento	—	Lento	Entre 60-66
Adagio	Adgo.	Lento (menos que el anterior)	Entre 66-76
Adagietto	—	Menos lento que el anterior	
Andante	Andte.	Pausado	Entre 76-108
Andantino	Andno.	Poco menos lento que adagio	
Moderato	Modto.	Con moderación	Entre 108-120
Allegretto	Allto.	Menos animado que allegretto	
Allegro	Allo.	Animado, aprisa	Entre 120-168
Vivace	Vce.	Vivo (más que allegro)	Entre 168-208
Vivacissimo	—	Más veloz que vivace	
Presto	—	Muy rápido, apresurado	
Prestissimo	Prestmo.	Más rápido que presto	Mas de 208

Figura 70. Movimientos o tiempos (agógicas) – lista de las más habituales. https://pt.slideshare.net/felipepachecoh/enriqueciendo-la-expresin-musical/17?smtNoRedir=1

En la lista anterior están comparados los términos más usados para marcar el *tempo* de una pieza o movimiento con una indicación de metrónomo aproximada. Los términos son italianos. Hay algunos compositores que ha ido *personalizando* las indicaciones para la interpretación de sus obras, y a veces utilizan sus idiomas de origen (por ejemplo, Robert Schumann empleó el alemán y Claude Debussy el francés).

Las agógicas y las dinámicas son recursos expresivos. Al igual que las dinámicas (y las articulaciones), las agógicas pueden ser ignoradas de forma deliberada y temporal cuando se lee a primera vista. En ocasiones es imposible leer a primera vista una pieza en la que el tiempo es *Presto*. Si se diera el caso de que hubiera que tocar a vista una partitura cuya indicación de *tempo* fuera demasiado rápida, el repentizador tiene que valorar el coste-beneficio de la velocidad que elija para llevar a cabo la LPV.

1.7.2.3.Tipos de partituras

Hoy en día, un músico puede enfrentarse a diferentes tipos de partitura según el número de pentagramas por línea que contenga: un pentagrama (una única línea melódica), dos pentagramas (juntos se llaman *sistema*), y son usados en instrumentos polifónicos como el piano, el arpa o el acordeón (muy ocasionalmente se llega a añadir un tercer pentagrama), más pentagramas (es el caso de las partituras generales de música de cámara, además de partituras de coro o conjuntos instrumentales más grandes). A continuación, hay cuatro ejemplos diferentes de la misma melodía (la melodía popular *Cumpleaños Feliz*).

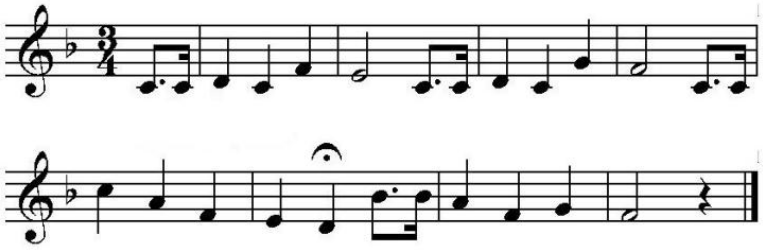


Figura 71. Ejemplo de partitura de un pentagrama.
https://tomapartituras.wordpress.com/2010/08/06/partitura-cumpleanos-feliz-flauta/

Esta línea puede ser tocada por una flauta, un violín o puede ser cantada por la voz, por ejemplo (Figura 71). La Figura 72 nos proporciona una partitura pensada para el piano.

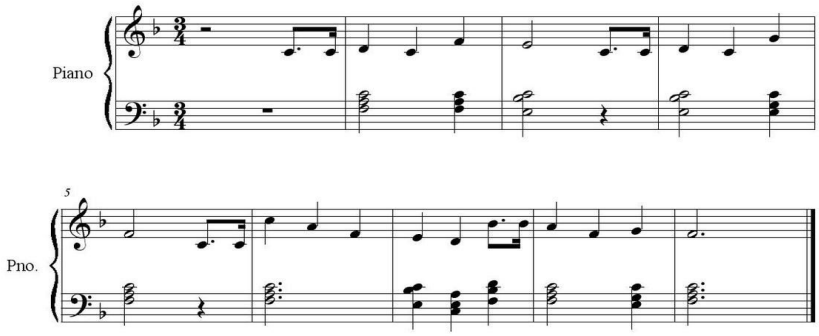


Figura 72. Ejemplo de partitura de dos pentagramas simultáneos.
http://www.lasnotasdenana.com/2018/03/partitura-para-piano-cumpleanos-feliz-happy-birthday-to-piano.html

A continuación (Figura 73) se muestra un arreglo que está pensado para cuarteto vocal: hay texto escrito bajo las notas correspondientes. Es una versión con algunos cambios introducidos por el autor de la adaptación (los cambios de compás: 3/4 a 4/4, no son de la canción original, ni aparecen en los ejemplos anteriores).

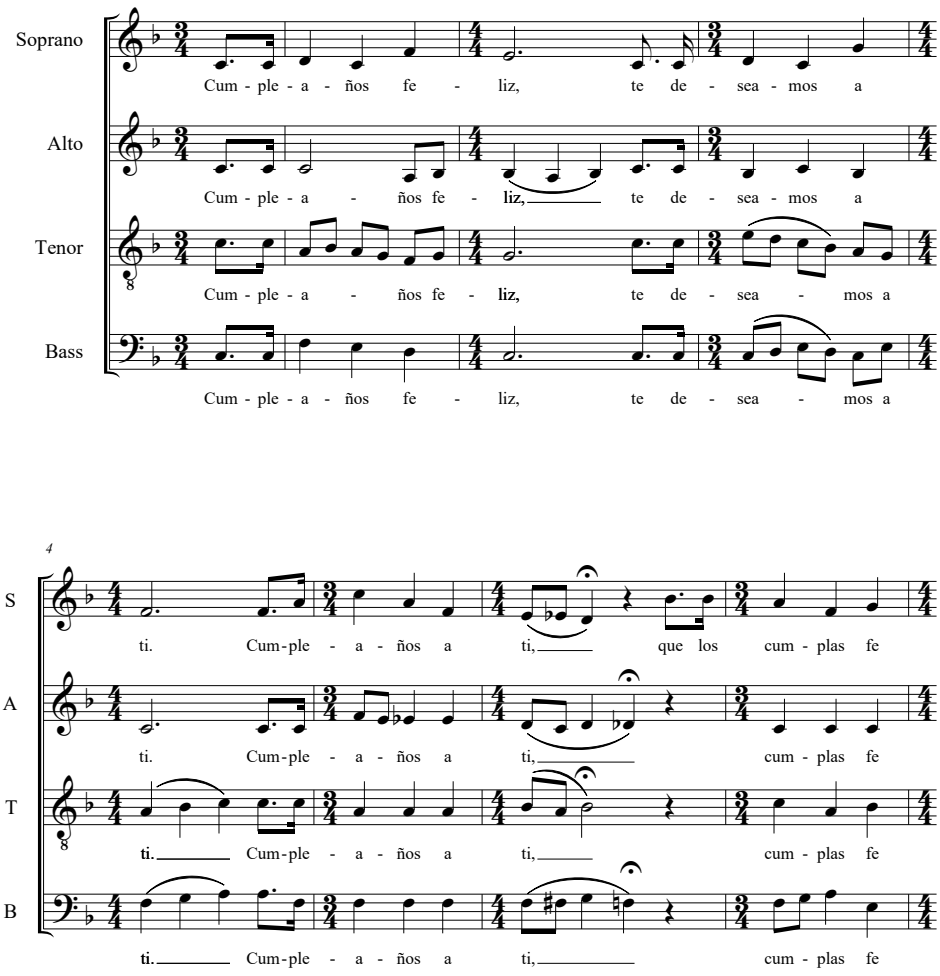


Figura 73. Ejemplo de partitura de cuatro pentagramas simultáneos. https://imslp.org/wiki/Cumplea%C3%B1os_feliz_(Castillo_Hidalgo%2C_Mauricio_Andr%C3%A9s)

En Figura 74, solamente está reproducida la primera página de una versión para banda, pero es suficiente porque la melodía aparece al completo (presentada por flauta y *piccolo*, acompañados por clarinetes). Al inicio de esta adaptación no se usan todos los instrumentos de manera simultánea. La partitura es una general (que suelen usar los

directores de formaciones grandes[43]), en ella se cuentan hasta 26 pentagramas simultáneos (en vertical). La melodía está en 4/4, este detalle le da un carácter más solemne.

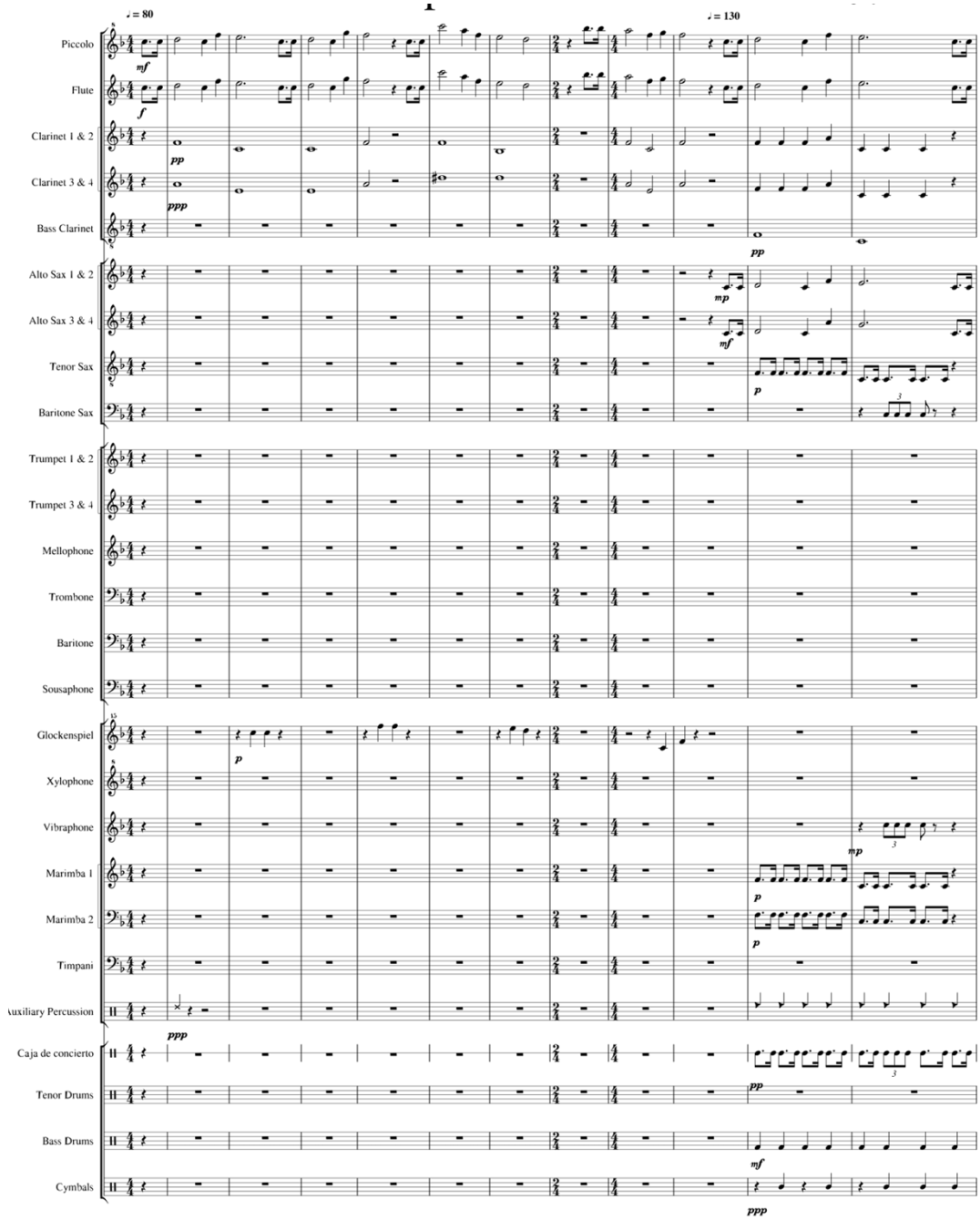


Figura 74. Ejemplo de partitura de muchos pentagramas simultáneos.
https://musescore.com/user/27091168/scores/5370747

[43] Orquestas, coros y bandas.

Es evidente la diferencia entre la primera versión del *Cumpleaños Feliz* y la cuarta versión. El trabajo ocular no es igual para una partitura que para otra. En el caso de los pianistas, además, hay que tener en cuenta que han de leer en dos claves diferentes (la de Sol en segunda línea y la de Fa en cuarta línea[44]).

Y en ocasiones, la textura musical es tan compleja y densa que, para hacer más reconocible el material musical con el que se está trabajando, se utilizan hasta tres pentagramas por sistema, como en el ejemplo siguiente:

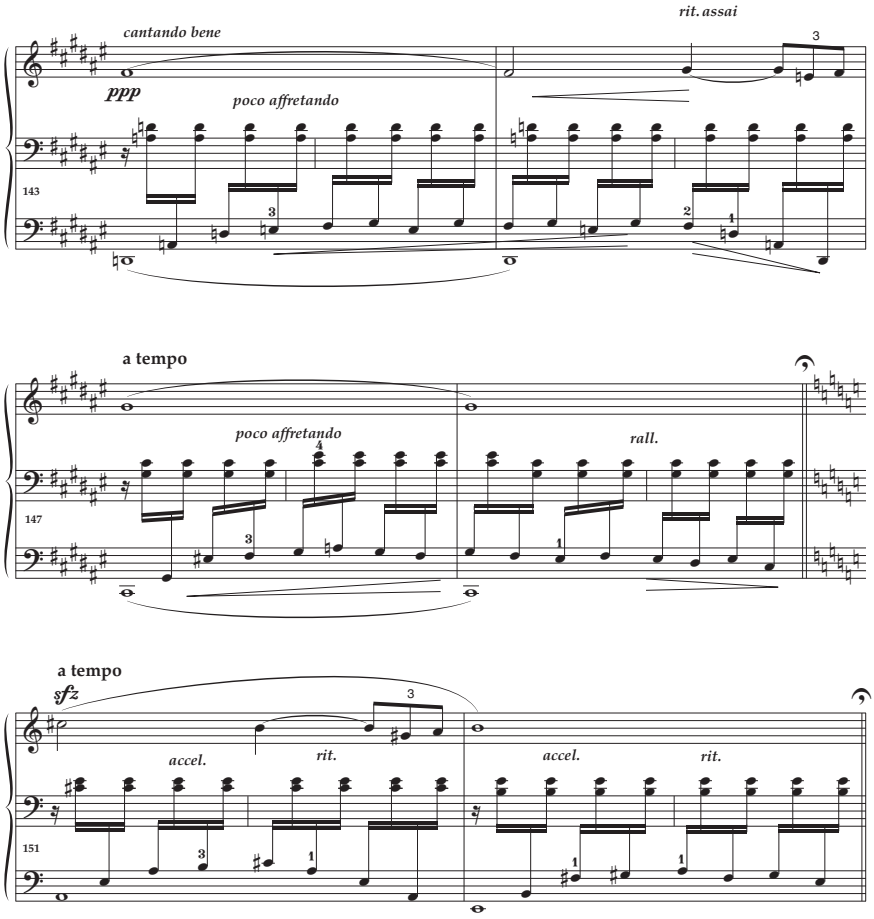


Figura 75. Partitura de piano en sistema de tres pentagramas.
I. Albéniz (1860-1909): *Corpus Christie en Sevilla* (de la *Suite Iberia*), fragmento.

[44] Las claves empezaron a usarse en el siglo XIII, pero se regularizaron a partir del siglo XVI.

Se trata de otro fragmento de la misma obra que se cita en Figuras 50, 51 y 52 (en pp. 67, 68 y 69). Esta forma de escribir la música permite distinguir mejor las diferentes líneas que se están dando de manera simultánea, como si de personajes se tratara. Podría escribirse en el formato tradicional de dos pentagramas, pero en ocasiones se decide usar 3 porque ayuda a la claridad del texto musical.

1.7.3. Otras notaciones musicales occidentales

Aunque actualmente hay un consenso sobre la escritura musical occidental, existen otros códigos alternativos que también están relativamente extendidos, sobre todo en ciertos ámbitos (por ejemplo, el cifrado americano entre los músicos de *jazz*). A continuación, se explican los más conocidos y que se usan a veces de forma simultánea con la notación convencional más tradicional.

1.7.3.1.Cifrado barroco

Llamado también bajo continuo, se empleó sobre todo durante el Barroco. Era una forma simplificada de escribir la armonía y los acordes, que los intérpretes de instrumentos polifónicos (teclados, guitarras, laúdes, vihuelas, etc.) debían desarrollar (normalmente improvisando, casi a primera vista). Cayó en desuso y hoy en día se está recuperando como enseñanza fundamental para ejecutantes de órgano, clave y otros instrumentos polifónicos que cumplan funciones de bajo continuo en repertorio de época barroca (y anterior).

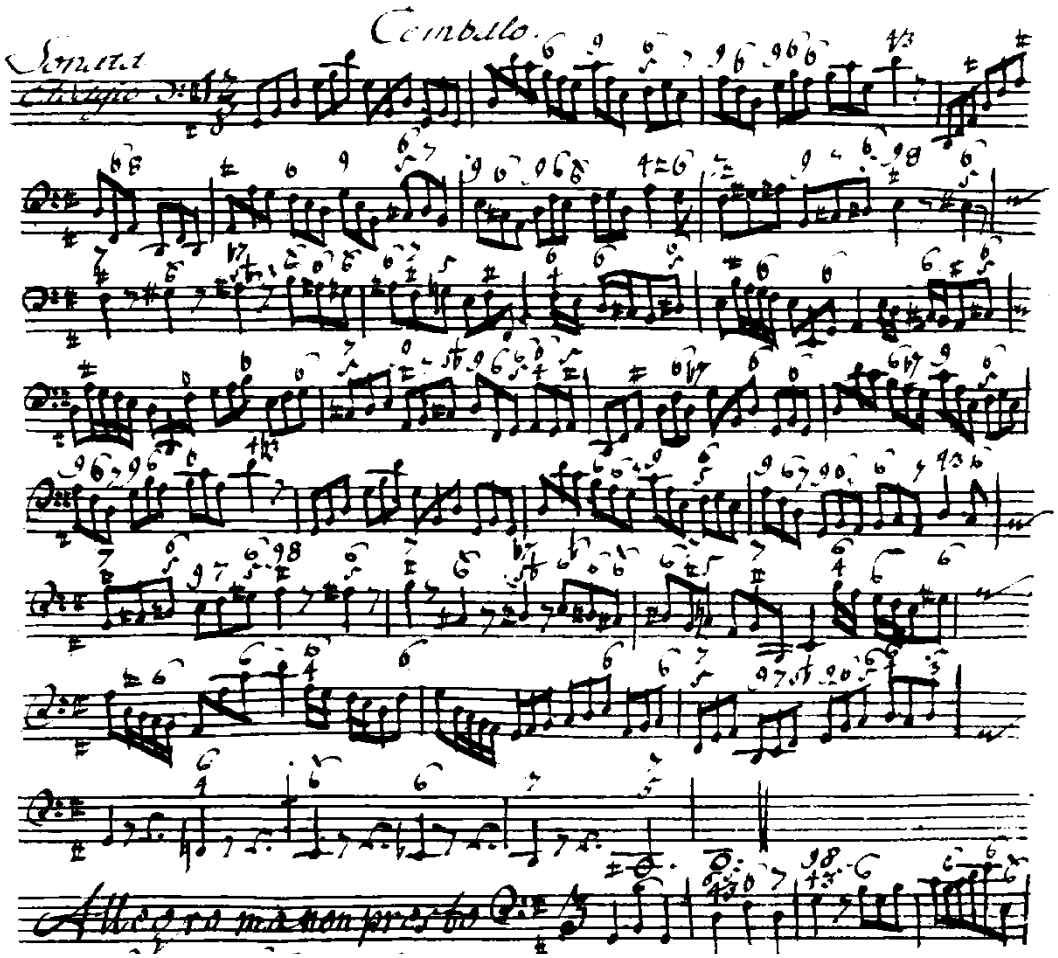


Figura 76. Ejemplo de cifrado barroco (1).
https://imslp.org/wiki/Trio_Sonata_in_G_major,_BWV_1039_(Bach,_Johann_Sebastian)

La Figura 76 muestra una partitura manuscrita de en torno a 1726 que estuvo en posesión del mismísimo Bach. Solo se escribía la línea del bajo, con los números que constituyen el cifrado barroco.

Consiste en una línea de bajo sobre la que hay una serie de cifras que proporcionan información sobre el resto de los sonidos. El ejecutante tiene que hacer uso de la improvisación, al mismo tiempo que su memoria está recuperando del largo plazo una serie de gestos que previamente ha estudiado y asimilado: los enlaces armónicos más habituales.

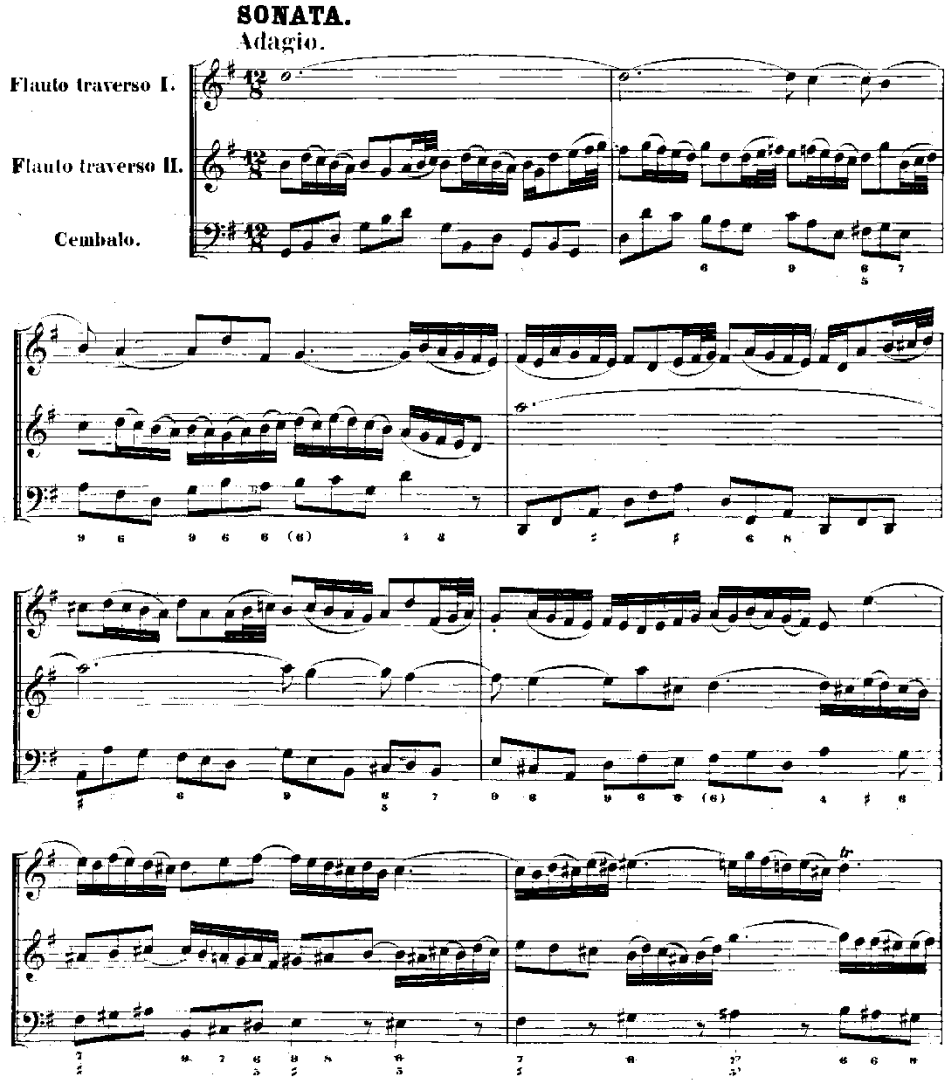


Figura 77. Ejemplo de cifrado barroco (2).
https://imslp.org/wiki/Trio_Sonata_in_G_major,_BWV_1039_(Bach,_Johann_Sebastian)

Esta (Figura 77) es una partitura en NMO donde aparecen las tres líneas independientes (de ahí que se llamen *Trio-Sonata*, aunque habitualmente fueran ejecutadas por 4 intérpretes, pues la línea grave se duplicaba con un violonchelo, un contrabajo, o un fagot). La línea inferior de cada sistema (que está en clave de Fa) es la del bajo continuo que estará tocado por un instrumento polifónico (en este caso, se especifica que está pensado para *Cembalo*[45], pero podía ser el órgano u otro instrumento

[45] Denominación italiana para clave o clavecín. Todavía en Alemania, se usa este término (*Cembalo*) para el clave, mientras que la palabra *Klavier* se usa para designar el piano moderno, aunque J. S. Bach empleó

polifónico). No aparece lo que la mano derecha debería tocar: en esto consistía el bajo continuo y el cifrado barroco, era práctica habitual que el ejecutante del instrumento polifónico improvisara con ayuda de los números (cifrado).

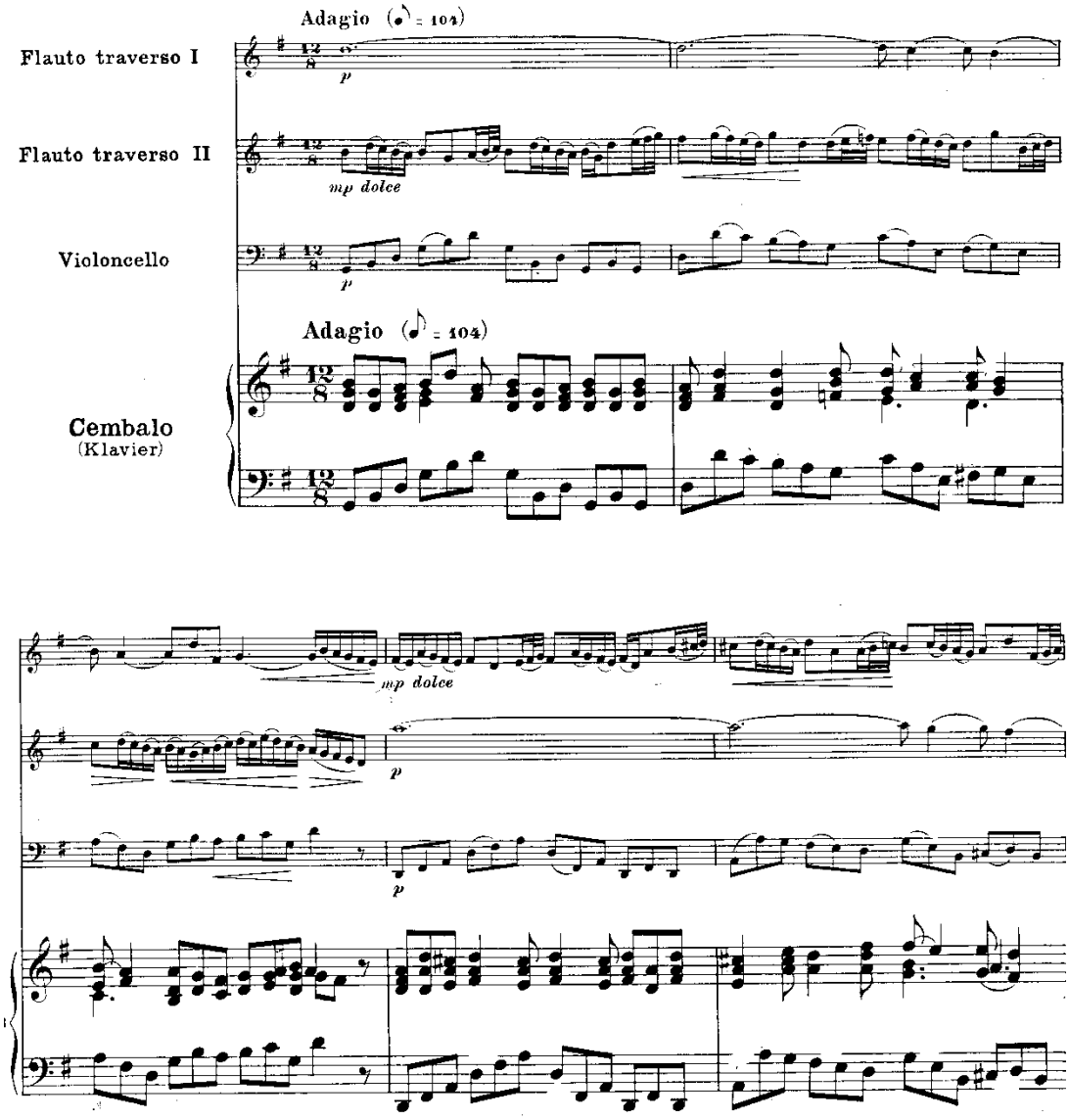


Figura 78. Ejemplo de cifrado barroco (3).
https://imslp.org/wiki/Trio_Sonata_in_G_major,_BWV_1039_(Bach,_Johann_Sebastian)

la palabra *Clavier* para los títulos de sus obras para tecla, que hoy se tocan con el piano moderno y el clave. El repertorio de piano parece tener su origen en el repertorio del clave, este es un tema bastante complejo de tratar, pues en realidad, organológicamente se trata de dos instrumentos diferentes (su forma de producir el sonido no es el mismo, aunque por fuera parezca que el clave fuera el antecesor del piano). Pero sí es verdad que comparten el teclado (su extensión, la distribución de las teclas, etc.).

Ahora (Figura 78) tenemos la primera página de la misma *Trio-Sonata* (figura anterior) pero el papel del clave está realizado y escrito (también en NMO). Hoy en día, al haber desaparecido la práctica del bajo continuo y el cifrado barroco, muchas ediciones modernas optan por ofrecer versiones realizadas para suplir esa carencia de los intérpretes actuales. Esta edición está realizada por Max Scheiffert y, entre otros aspectos, añade una sugerencia de velocidad (entre paréntesis, al lado de la palabra *Adagio*) y matices, que no se encuentran en las partituras más antiguas.

1.7.3.2.Tablaturas

Es típica de la guitarra y muy usada por principiantes. Permite conocer la colocación de los dedos en el instrumento, indicando la posición en la que debe estar la mano, pero no puede expresar la duración exacta de las notas (el ritmo). Las primeras tablaturas aparecieron en el Renacimiento. También estaban dirigidas a los ejecutantes de instrumentos semejantes a la guitarra (laúd, tiorba y vihuela, entre otros) y posibilitaban la interpretación por parte de aficionados.

El siguiente fragmento (Figura 79) pertenece la obra *Libro de música para vihuela intitulado Orphenica Lyra* (1554) de Miguel de Fuenllana (c. 1500-1579). Los números en tinta roja constituían el cifrado de la voz cantada. Fuenllana, con su creatividad, sentó las bases de la futura melodía acompañada que haría famosos a los italianos.

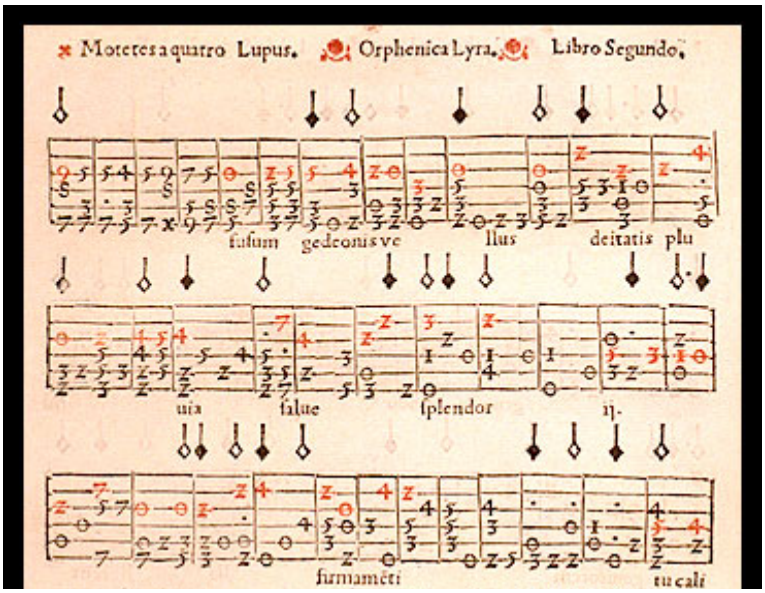


Figura 79. Ejemplo de tablatura antigua (fragmento)
https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_notaci%C3%B3n_en_la_m%C3%BAsica_occidental#CITAREFArinero_Carre%C3%B1o2009

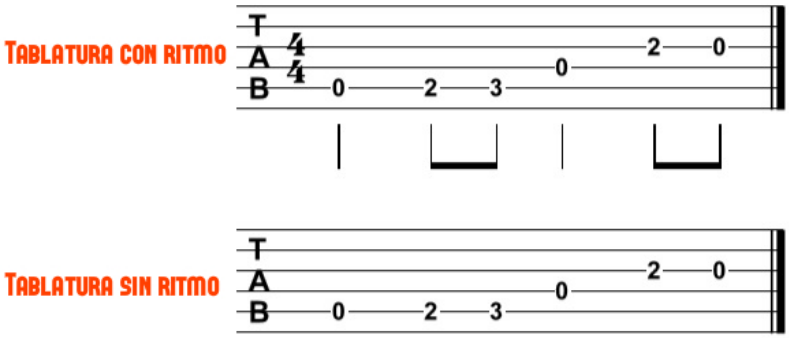


Figura 80. Ejemplo de tablatura moderna. Con indicación de compás y ritmo (pentagrama superior). Sin compás ni ritmo (pentagrama inferior).
https://guitarrasinlimites.com/guitarra-para-principiantes/como-leer-tablaturas-de-guitarra-en-4-pasos/

En la Figura 80 se puede ver dos ejemplos de una forma de anotar la tablatura mientras que en la Figura 81 se puede conocer otro sistema de escribir la tablatura en tiempos actuales, donde se combina con la notación anglosajona (con letras para cada sonido, en lugar de Do-Re-Mi-Fa-Sol-La-Si).

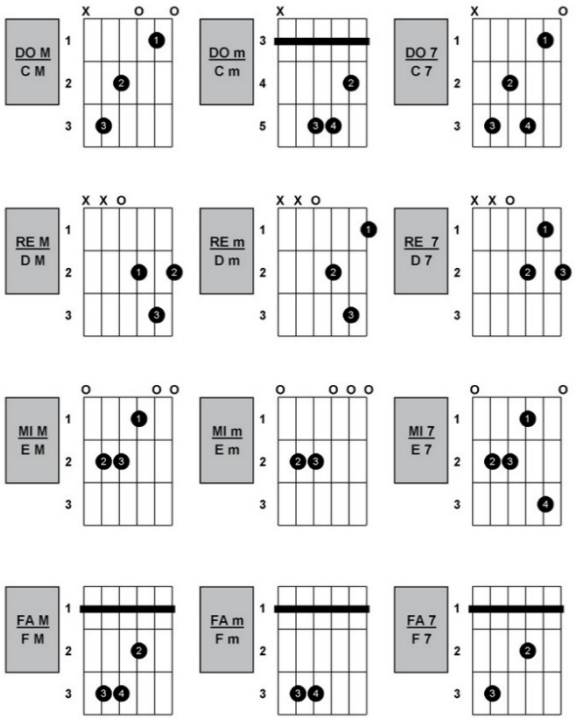


Figura 81. Ejemplo de acordes en tablatura moderna de guitarra.
http://www.miprofedeguitarra.com/Descargas.html

Lo habitual es que los intérpretes de guitarra se estudien bien los acordes más usados y que el mero hecho de ver la tablatura haga su mano y dedos se coloquen de forma casi automática sobre las cuerdas y trastes correspondientes. Es como si crearan una memoria directa que une tablatura con disposición física del conjunto de brazo-muñeca-mano-dedos.

A continuación, en Figura 82 vemos un fragmento de partitura de órgano en forma de tablatura. Se trata de una pieza del siglo XVI: *Quem terra, pontus*[46].

[46] Se trata de un antiguo himno religioso en honor a la Virgen María.

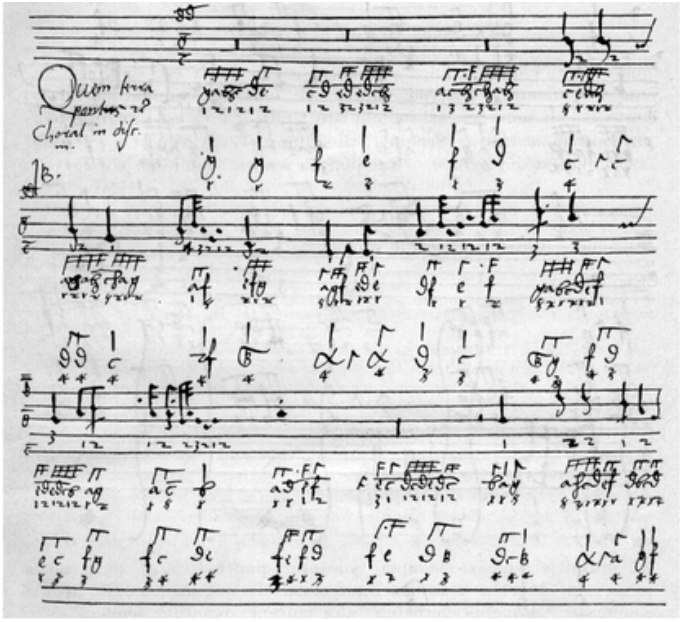


Figura 82. Ejemplo de tablatura antigua (órgano). Fragmento de partitura de órgano. https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_notaci%C3%B3n_en_la_m%C3%BAsica_occidental#CITAREFArinero_Carre%C3%B1o2009

La tablatura tiene una serie de ventajas, sobre todo para los músicos de menor nivel o que llevan menos tiempo aprendiendo música: permite tocar repertorio sin necesidad del tradicional solfeo y enfrentarse a un nuevo sistema de codificación. Además de instrumentos polifónicos de cuerda pulsada, también se utilizó para facilitar la lectura a aprendices de instrumentos de teclado (órgano, clave y piano).

```
          [D]       [Gm]
R 3|--a-d-F-|--g-d-g-|--------|
L 2|F>d>>>>>|g>d>>>>>|F.------|
L 1|F>F>>>>>|g>A>>>>>|F.------|
```

Figura 83. Ejemplo de tablatura moderna (piano/teclado). https://es.tabnabber.com/documents/howtoreadtabs.asp

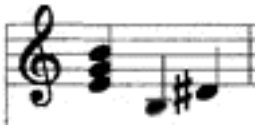
En Figura 83 la R se refiere a mano derecha (abreviatura para *right*, en inglés) y las dos L son para la mano izquierda (abreviatura para *left*, en inglés). Vemos letras en lugar de las habituales sílabas (Do, Re, Mi, Fa, Sol, La, Si) para señalar las notas y

acordes. El símbolo > sirve para indicar que la nota se mantiene y el punto (.) sirve para indicar *staccato*.

```
4|b>>>---------
4|g>>>---------
4|e>>>----D>>>-
3|----b>>>-----
```

Tablatura de piano/teclado

Es equivalente a:



Partitura en NMO

Es equivalente a:

```
[Em]   3b   4D#
```

Escritura de acordes

Figura 84. Ejemplos de tablatura moderna (piano/teclado) y transcripciones equivalentes en NMO. https://es.tabnabber.com/documents/howtoreadtabs.asp

1.7.3.3.Cifrado americano

Empleado sobre todo en partituras de música moderna (en *rock*, en *pop*, etc.). En una combinación de letras y cifras, este sistema notacional lo que proporciona es el acorde que debe sonar. No informa del ritmo ni de la disposición de las notas de los acordes.

Las Figuras 85 y 86 (a continuación) muestran ejemplos de cifrado americano.

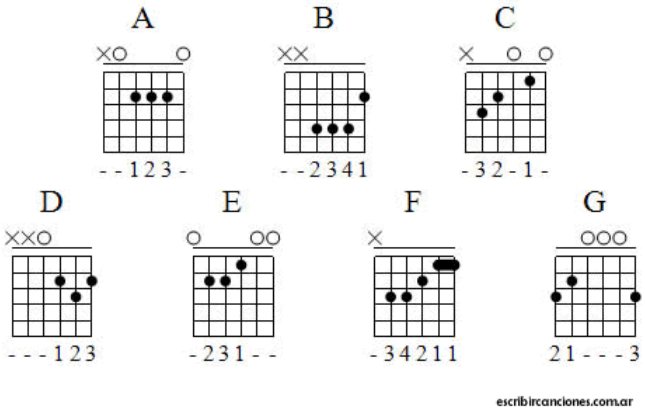


Figura 85. Ejemplo de cifrado americano (1), sobre tablatura de guitarra. https://www.escribircanciones.com.ar/notacion/71-cifrado-americano.html

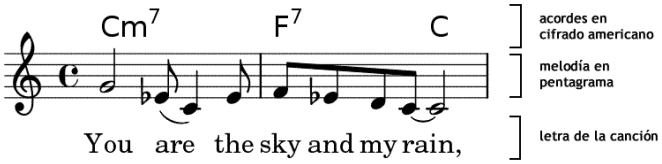


Figura 86. Ejemplo de cifrado americano (2), sobre melodía y letra de canción.
https://www.escribircanciones.com.ar/notacion/71-cifrado-americano.html

Se fundamentan en las primeras letras del alfabeto occidental para designar las siete notas de la escala musical (empezando por la A para la nota La y acabando por la G para la nota Sol). Los números indican el tipo de acorde y usan algunas letras de forma auxiliar (como la "m" minúscula para señalar un acorde menor).

En el ejemplo siguiente (Figura 87) solamente se ven los acordes sobre el pentagrama en blanco. El teclista (o bajista, u otro instrumento similar que tenga función armónica) desarrolla los acordes dentro de los límites rítmicos establecidos por el compás, las líneas oblicuas y las líneas divisorias.

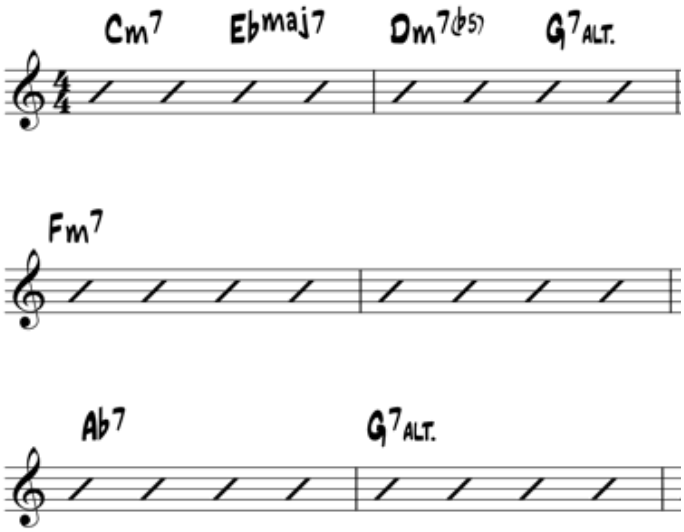


Figura 87. Ejemplo de cifrado americano (3), en una partitura de *jazz*.
https://www.escribircanciones.com.ar/notacion/71-cifrado-americano.html

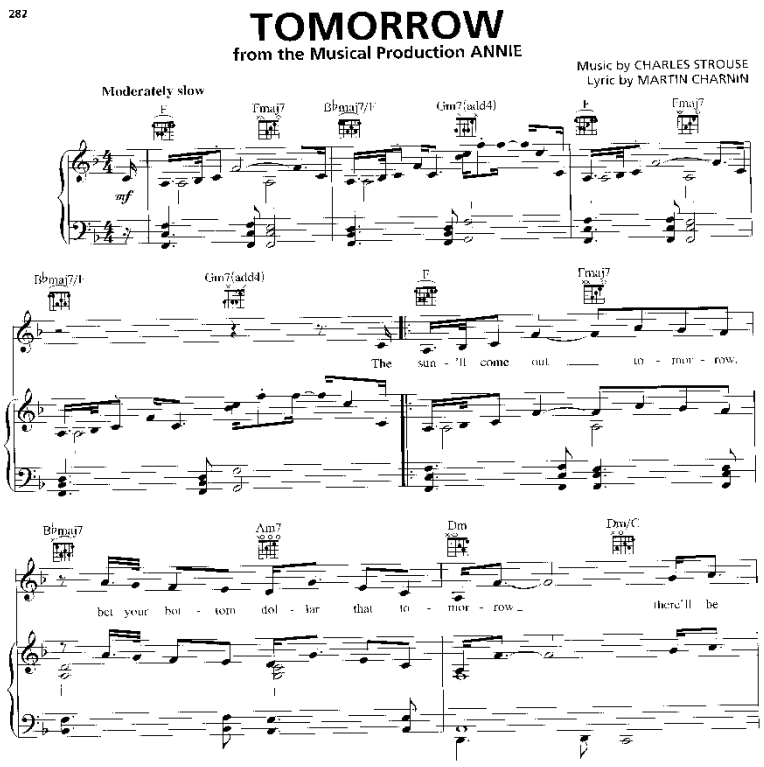


Figura 88. Ejemplo de cifrado americano (4), en NMO y con tablatura de guitarra añadida. https://sheetmusic-free.com/tomorrow-sheet-music-from-annie-movie/

En el ejemplo anterior (Figura 88) tenemos la primera página de una canción de un musical (*Annie*). Hay unos pentagramas que contienen las notas del piano y de la voz. Por encima de cada sistema aparece la tablatura de guitarra y en cifrado americano las armonías correspondientes. La ventaja que tiene este tipo de partituras, con varias notaciones impresas, es que pueden ser entendidas por todo tipo de intérpretes: los que están más cómodos en notación tradicional (en pauta, con notas musicales y figuras rítmicas determinadas), los que prefieren la notación americana (con letras y números, con flexibilidad en el ritmo, aunque estabilidad en el pulso), los que se decanten por la tablatura, etc.

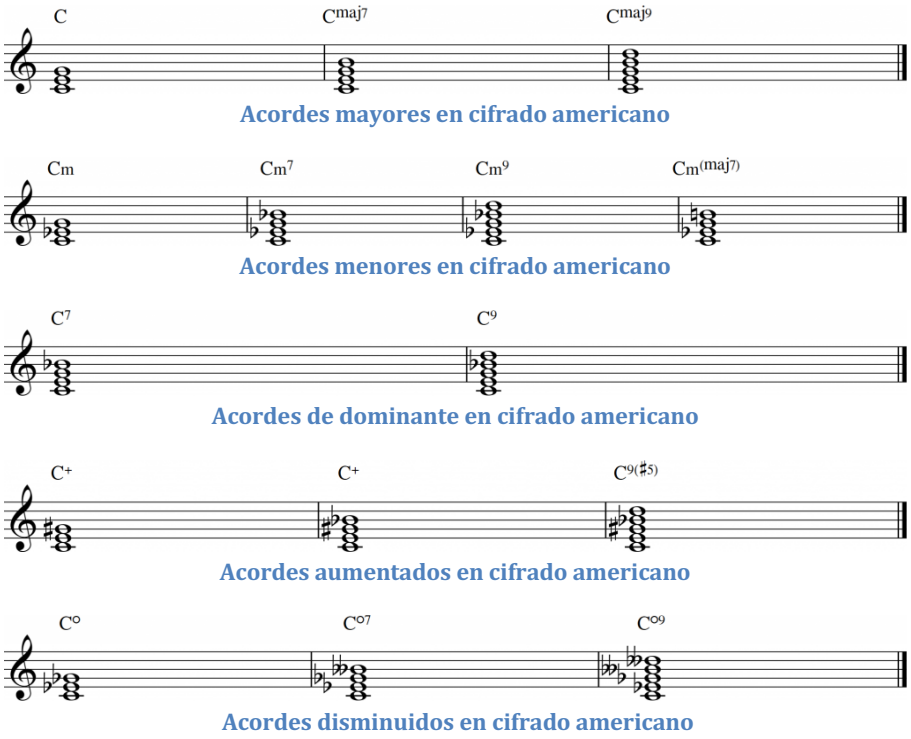


Figura 89. Ejemplo de cifrado americano (5).
https://luiseduardolopez.es/leccion/cifrado-americano/

Ya se ha comentado que en el cifrado americano se emplean las letras para señalar las notas fundamentales de los acordes, y el resto del acorde se designa de acuerdo con una serie de normas.

1.7.3.4.Notación no convencional

Se han hecho muchos intentos de notaciones alternativas para cubrir ciertas necesidades, con mayor o menor éxito, y con más o menos aceptación entre profesionales y aficionados.

Durante el *Ars Subtilior* (en las últimas décadas del siglo XIV, antes de dar paso al Renacimiento musical) el estilo musical se volvió rítmicamente muy complicado, alcanzando cotas que no volverían a verse hasta llegar al siglo XX. El nombre de este estilo artificioso y extravagante fue acuñado en 1963, en ocasiones también se le ha

llamado *manierista*. Visualmente, algunas de las partituras creadas bajo esta corriente eran muy llamativas: formas de círculos, corazones o instrumentos musicales, el uso del color rojo para algunas notas, etc.

Algunos de los compositores más importantes de este período fueron Baude Cordier (1380-1440), Jacob de Senleches (fechas desconocidas), Philippus de Caserta (fechas desconocidas) y Johannes Ciconia (c. 1370-1412). Del primero y del segundo mostraremos a continuación sendas partituras.

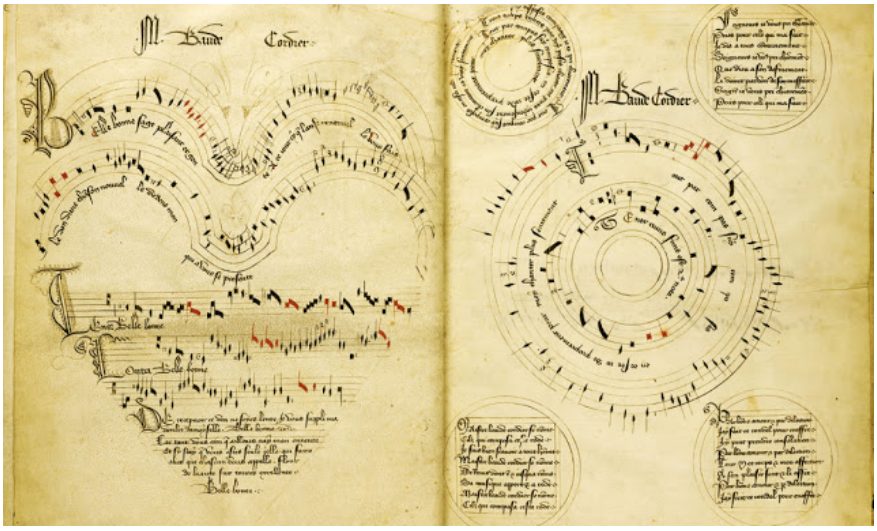


Figura 90. Ejemplo de partitura del *Ars Subtilior* (1).
http://amayahistoriadelamusica.blogspot.com/2016/02/el-ars-subtilior.html

En Figura 90 tenemos dos partituras de Cordier. A la izquierda con forma de corazón, se trata de la pieza *Belle, bonne, sage*. A la derecha, dibujando un círculo, hay un canon circular titulado *Tout par compas suy composés*. Se pueden ver también algunas notas escritas en rojo.

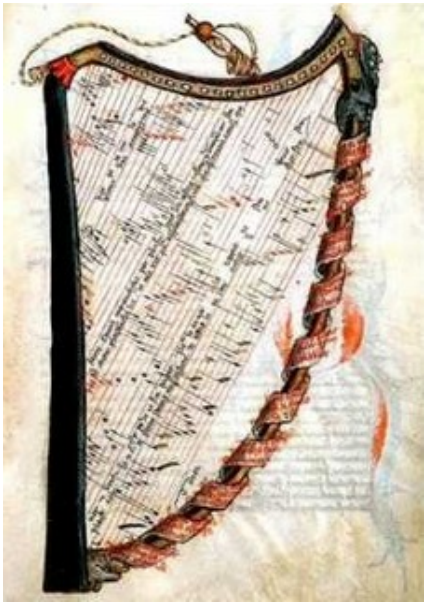


Figura 91. Ejemplo de partitura del *Ars Subtilior* (2).
http://amayahistoriadelamusica.blogspot.com/2016/02/el-ars-subtilior.html

Esta partitura (Figura 91) de Senleches tiene forma de arpa y lleva por título *Harpe de mélodie*.

En realidad, estas partituras tan especiales no constituyen ningún tipo de notación alternativa, aunque sí podrían calificarse de "no convencional" en el sentido de que no están dispuestas en el modo más tradicional. Están aquí expuestas como curiosidad y para compararlas con otras imágenes que van a aparecer más adelante.

Para niños se han inventado los *musicogramas*. La Figura 92 contiene cuatro ejemplos de ellos, para realizar audiciones y trabajar la música de *Las Cuatro Estaciones* de Antonio Vivaldi (1678-1741), preparado para alumnos de Educación Primaria.

Figura 92. Ejemplos de *musicogramas*.
http://mestreacasa.gva.es/web/sahuquillo_lau1/1/blogs/las_cuatro_estaciones_de_vivaldi

Podrían constituir sus primeras *partituras*. Son visualmente muy atractivas y sugerentes, de ahí que su uso esté bastante extendido en enseñanza primaria y suele ser un recurso muy utilizado por los maestros de esas etapas educativas. Facilitan el acceso al lenguaje musical, no de forma explícita, pero constituyen un valioso primer acercamiento al entendimiento musical.

Seguidamente, expondré algunos pocos ejemplos de notaciones musicales no convencionales.

Music letter notes es un tipo de notación ideal para principiantes (Figura 93): no es necesario saber leer música propiamente dicho pues es sin pentagramas, solo hay que conocer las letras y los números. La parte rítmica se confía a la intuición y memoria, pues la pieza es una melodía muy conocida.

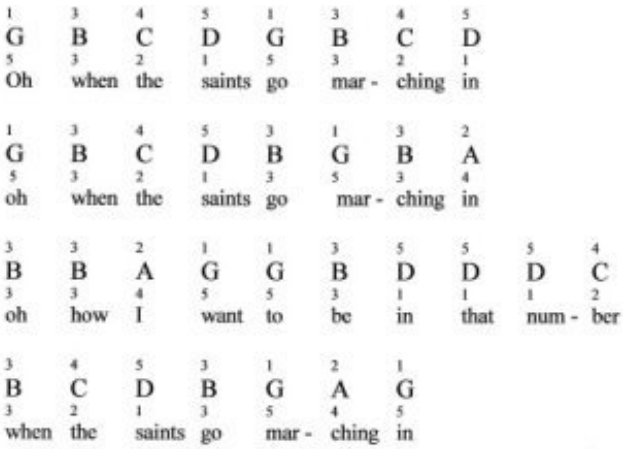


Figura 93. Eejmplo de *Music Letter Notes*.
https://www.true-piano-lessons.com/piano-tab.html

Por su parte, en música contemporánea, se ha llegado a tal grado de individualización que los compositores actuales llegan a crear sus propios sistemas notacionales. La composición de Josep Maria Mestres Quadreny (1929), en Figura 94, está seleccionada intencionadamente porque visualmente se asemeja mucho a las obras del *Ars Subtilior* que se han mencionado previamente (ver figuras 90 y 91, pp. 99 y 100, respectivamente).

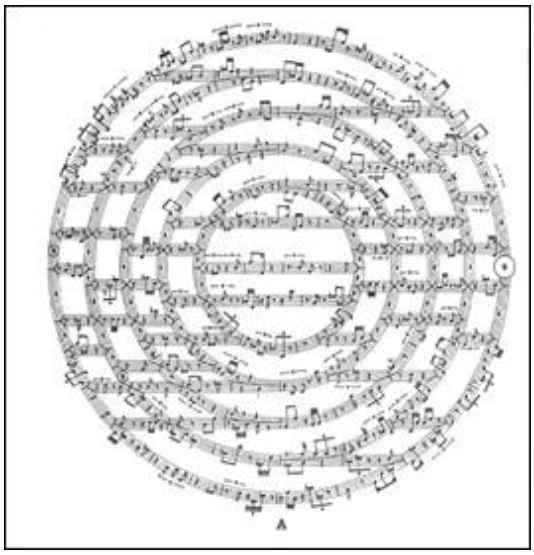


Figura 94. Ejemplo de notación contemporánea (1).
J. M. Mestres Quadreny: *L'Estreo Aleatorio* (1973/1978).
http://www.sinfoniavirtual.com/revista/005/grafismo_musical_frontera_lenguajes_artisticos.php

Sobre partituras gráficas circulares, consultar el artículo de Buj Corral (2014): ahí se pueden encontrar más propuestas de compositores contemporáneos que exploran su propia expresión musical saltando los límites habituales de los distintos campos artísticos. También, sobre sinestesias entre el ámbito musical y el de las artes visuales trata el artículo de Guzmán Barrios (2019). En él, el autor efectúa un análisis comparativo entre el discurso sonoro y los elementos que conforman ciertas representaciones visuales, usando una obra musical, propone imágenes para conectarlos con parámetros dramático-musicales propiamente dicho (el espacio y tiempo, la intensidad, etc.).

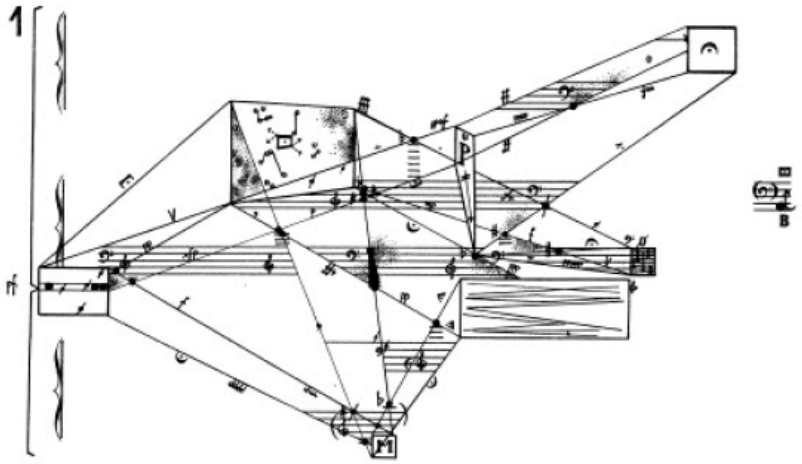


Figura 95. Ejemplo de notación contemporánea (2).
S. Bussotti: *Siciliano* (1962). http://www.sylvanobussotti.org/home.html

La partitura del artista italiano Sylvano Bussotti (1931), en Figura 95, es un ejemplo de la deriva que llega a tomar la escritura musical en pleno siglo XX. En el ejemplo mostrado se percibe todavía la pauta de cinco líneas, pero de manera discontinua. Es una propuesta muy visual de la música. Igualmente, en la Figura 96, se muestra una pieza del húngaro Györgi Sándor Ligeti (1923-2006) donde el uso de colores y la ausencia

del tradicional pentagrama son las características más llamativas. También es un documento gráfico que atrae la atención porque visualmente resulta llamativo, aparte de *diferente* a lo convencional.

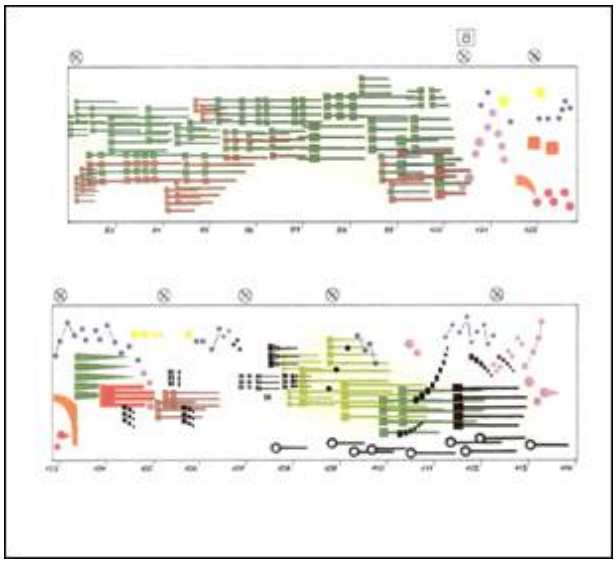


Figura 96. Ejemplo de notación contemporánea (3).
G. Ligeti: *Artikulation* (1958).
http://www.sinfoniavirtual.com/revista/005/grafismo_musical_frontera_lenguajes_artisticos.php

Para concluir este subapartado, abordamos dos notaciones relativamente recientes. En primer lugar, tenemos un sistema llamado *shape notes* (en inglés) y traducido al francés como *notes à formes géométriques*. Se trata de una escritura musical en la que las cabezas de las notas tienen formas geométricas. No es muy conocido fuera de las fronteras de donde se originó (Inglaterra, a finales del siglo XVIII) y donde se hizo popular (en las escuelas de canto de los EE. UU.[47]). Se empleó como herramienta docente: las cabezas de las notas tenían formas geométricas diferentes para facilitar su lectura a

[47] Al continente americano llegó a través del estado de Nueva Inglaterra y se extendió por todos los estados sureños del recién creado país.

los cantantes. Los principales destinatarios de este sistema eran alumnos o estudiantes de escuelas primarias o bien adultos aficionados a la música que deseaban participar en los cantos de los servicios religiosos.

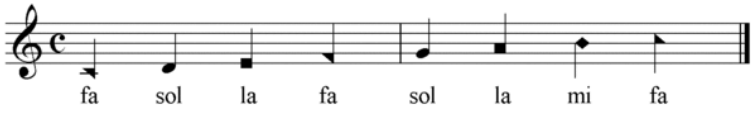


Figura 97. Escala en notación de formas geométricas.
https://en.wikipedia.org/wiki/Shape_note

Esta escala (Figura 97) muestra hasta cuatro formas geométricas diferentes. Las cabezas tienen forma cuadrada, triangular, romboidal, etc. Hubo otro sistema que permite el uso de hasta siete formas geométricas (ver Figura 98, donde se muestra la partitura de la pieza *Amazing Grace*[48] en notación de siete formas geométricas).

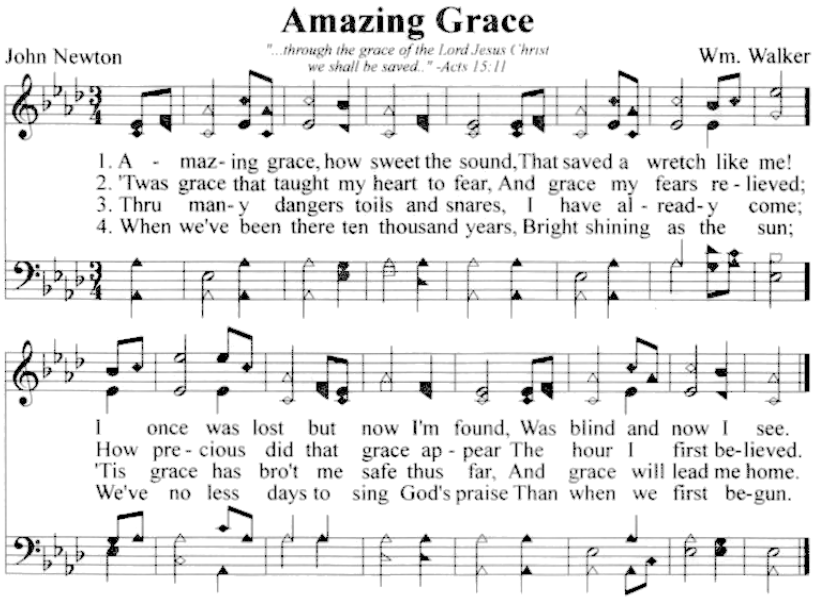


Figura 98. Partitura en notación de formas geométricas.
https://en.wikipedia.org/wiki/Shape_note

[48] Esta misma composición se ha empleado para ilustrar la notación numerada (Figura 107, en p. 114). Visualmente las diferencias son tan evidentes que saltan a la vista.

El otro sistema alternativo es el de John Curwen (1816-1880) y la del *Klavasrkribo* del holandés Cornelis Pot (1885-1977), escritura mencionada por Udtaisuk (2005) en su tesis como posibilidad alternativa a la notación convencional occidental (p. 9) y que se muestra a continuación.

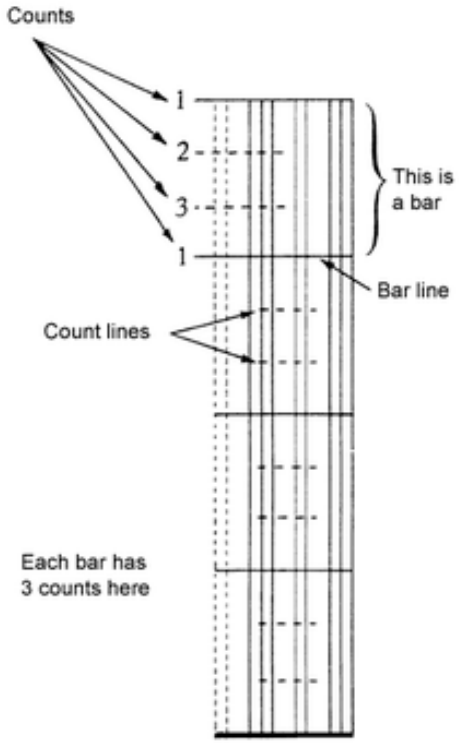


Figura 99. Ejemplo de partitura en *Klavarskribo*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Klavarskribo

La partitura se dispone de manera vertical, en lugar de horizontal, por tanto, ha de leerse de arriba abajo, en lugar de izquierda a derecha. El ejemplo de Figura 99 muestra el pentagrama vacío, con tres partes por compás (lo que sería un 3/4). Curwen, por su parte, creó un sistema para ayudar a la LPV de una partitura escrita en notación convencional (pentagrama), inspirándose en otros sistemas musicales anteriores. Uno de esos métodos fue el *Norwich Sol-fa* de Sarah Ann Glover (1785-1867), otra pedagoga inglesa. En realidad, hoy en día, estos métodos de fononomia se utilizan en niveles

principiantes, y sobre todo para entonar. Aunque no tienen aplicación directa en la LPV instrumental, tal vez sí puedan tener cierta utilidad para el canto a vista.

Incluso más reciente, en relación con la notación musical, encontramos la escritura M-R (que viene de abreviar *metric-representational*, en inglés). Según indica Mortenson (1970) fue un sistema propuesto por Leslie A. Osborn en la década de los 60, aunque en realidad no constituye una ruptura absoluta con la grafía musical tradicional que estaba y está vigente actualmente. La notación M-R se fundamenta en respetar físicamente la duración de cada sonido del pentagrama, de forma que una figura como la redonda tuviera tanto *espacio* como un conjunto de 16 semicorcheas (en duración, suponiendo la misma unidad de pulso, es el mismo tiempo de segundos).

1.7.4. Otras notaciones musicales (de otras culturas)

Hay civilizaciones más antiguas de las que se tienen constancia de notación musical[49], pero en esta sección comenzaremos con el Imperio bizantino, continuaremos con la cultura judía, la islámica, la música en India y acabaremos en Oriente lejano.

1.7.4.1.Bizancio

Tras la división del Imperio romano (en el año 476) y el Gran Cisma de Oriente, el Imperio bizantino fijó su capital en Constantinopla y se desvinculó de manera definitiva de Roma en todos los aspectos. El sistema notacional empleado en Bizancio tenía un origen griego, pero fue diferenciándose lentamente del romano incorporando elementos orientales.

[49] De los sumerios, por ejemplo, hay restos arqueológicos que indican que hace 2.000 años ya tenían alguna forma de escribir música.

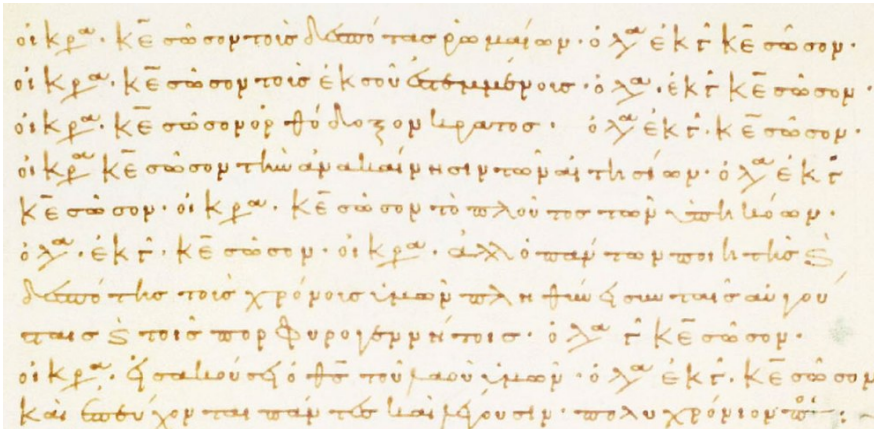


Figura 100. Ejemplo de notación bizantina (a).
https://en.wikipedia.org/wiki/Byzantine_music

La música bizantina tenía un carácter religioso y estaba estrechamente relacionada con el canto gregoriano (son coincidentes en aspectos como la monodia vocal sin acompañamiento instrumental, la existencia de ocho modos, etc.). Su notación se llama "saltérica" y específica de esta región y cultura, también usaban los neumas para señalar los cambios de altura. La música bizantina no desapareció con la caída de Constantinopla. Afortunadamente la tradición musical continuó.

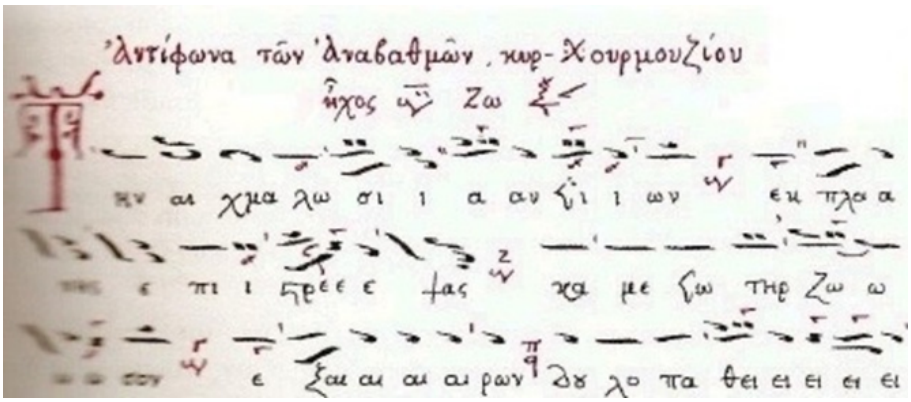


Figura 101. Ejemplo de notación bizantina (b).
https://steemit.com/spanish/@bassrog/la-notacion-musical-a-traves-de-la-historia

1.7.4.2.Judíos

La comunidad judía de Europa tenía sus propias tradiciones musicales, divididas en música religiosa (cantada en las sinagogas y durante los rezos en el hogar) y música secular. A principios del siglo IX desarrollaron una notación llamada *te'anim*, en ella se indicaban los acentos, las divisiones del texto y las pautas melódicas apropiadas. Al margen de tres fragmentos de esta notación de tipo neumática del siglo XIII, no hay restos documentales de las partituras de música judía.

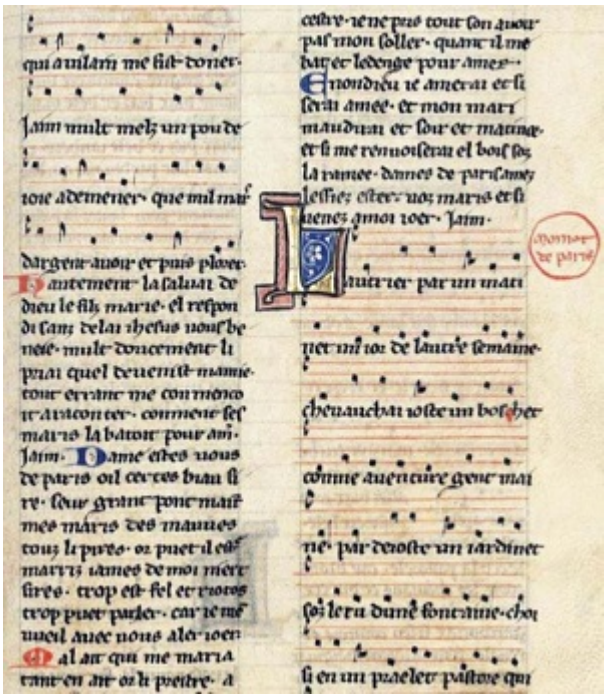


Figura 101. Notación judía europea.
https://www.iemj.org/en/onlinecontent/feature-articles/medieval-jewish-music.html

1.7.4.3.Islam

Estrechamente relacionada con la religión islámica, la música islámica está caracterizada por ser anónima, de transmisión (casi exclusivamente) oral, sometido a estructuras rítmicas y melódicas fijas, pero con participación constante de la improvisación. Históricamente, su música ha interaccionado con otras músicas regionales

(como la música de la antigua Grecia, la música persa, turca, hindú, africana…). Incluso con la música europea (con el flamenco, concretamente). Inicialmente también se basaron en la teoría y práctica musical griega. Su sistema musical divide la octava en 24 unidades de cuarto de tono (en lugar de los 12 semitonos del sistema musical occidental), este rasgo hace que sea muy difícil escribir con notación musical occidental la música islámica. El canto es muy melismático y tiende a ser monódico. Melódicamente, cuentan con un sistema de modos llamados *maqam*. Cada *maqam* es una escala que lleva asociada una serie de giros, notas importantes, modulaciones, etc.

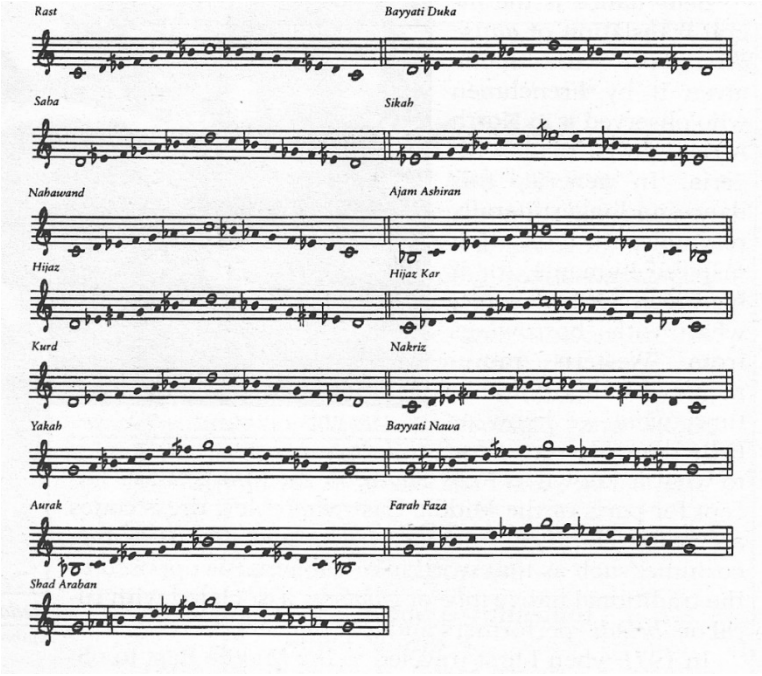


Figura 103. *Maqams* usados con más frecuencia, en NMO.
http://thebestofhabibi.com/vol-16-no-1-winter-1997/violin/

Los musulmanes tenían notación musical y la teoría de la música de numerosos músicos árabes influyó en la conformación de la teoría musical europea durante la Edad Media (Saoud, 2004).

1.7.4.4.India

El sistema musical hindú tiene una escala de siete sonidos cuya distancia entre ellos varía y se mide en *srutis* (microtonos). La transmisión es oral, no existe la partitura. Las melodías se organizan en torno a *ragas*. Los ritmos se organizan en torno a *talas*. La armonía, los acordes y el contrapunto no forman parte de su sistema musical. La peculiar sonoridad de la música hindú reside en los intervalos poco familiares. En la interpretación, la improvisación es de suma importancia.

Un *raga* es una escala melódica de cinco, seis, o siete notas que se combinan en un orden particular. Existen 72 raga principales en la tradición carnática y diez en la indostaní. Un *tala* es el ciclo rítmico de un raga. En la música carnática hay 35 combinaciones rítmicas básicas (*talam*). En la música clásica indostaní hay talas de entre tres golpes por ciclo hasta 108 golpes por ciclo.

Solfa Syllable	Western Equivalent	Full Name
sa	Unison	shadja
re	Minor second	komal rishabha
re	Major second	shuddha rishabha
ga	Minor third	komal gāndhāra
ga	Major third	shuddha gāndhāra
ma	Perfect fourth	shuddha madhyama
ma	Augmented fourth	tivra madhyama
pa	Perfect fifth	panchama
dha	Minor sixth	komal dhaivata
dha	Major sixth	shuddha dhaivata
ni	Minor seventh	komal nishāda
ni	Major seventh	shuddha nishāda
sa	Octave	shadja

Figura 104. Tabla comparativa de la escala básica en música indostaní.
https://raag-hindustani.com/Notes.html

En la imagen anterior (Figura 104) tenemos en tres columnas los 12 sonidos en los que se divide la octava en la música indostaní. En la columna de la izquierda aparece el nombre abreviado, en el centro el intervalo equivalente en la tradición musical occidental y a la derecha el nombre completo de esa nota (en hindú).

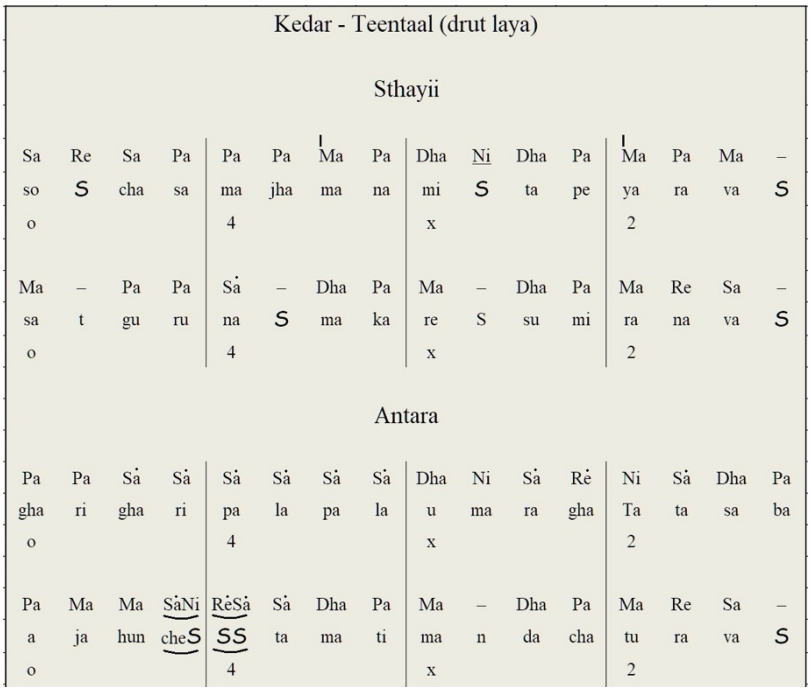


Figura 105. Partitura de música "clásica" india, en notación indostaní.
https://raag-hindustani.com/Notation.html

En Figura 105 se muestra un ejemplo de notación musical hindú. El término *Kedar* señala el *raga*, la palabra *Teentaal* indica el *tala* y la expresión *Drut Laya* sirve para dar el *tempo*. Las tres líneas verticales dividen la partitura en cuatro secciones, una por cada sección del ciclo rítmico. En cada fila hay tres líneas: la primera se corresponde a la melodía, la de en medio es la letra (texto) y la línea inferior se marca el ritmo. En Figura 106 está la misma pieza, ahora transcrita a la notación tradicional occidental.

En cuanto a los textos que codifican la música, destaca el *Samaveda* (recopilación de más de 1.500 estrofas destinadas al canto, es como el manual del sacerdote, datado entre el año 1.200 a. C y 1.000 a. C., se trataría de uno de los documentos más antiguos con notación musical). Del siglo II destacan el *Naradikshika* y el *Natyashastra* como fuentes literarias.

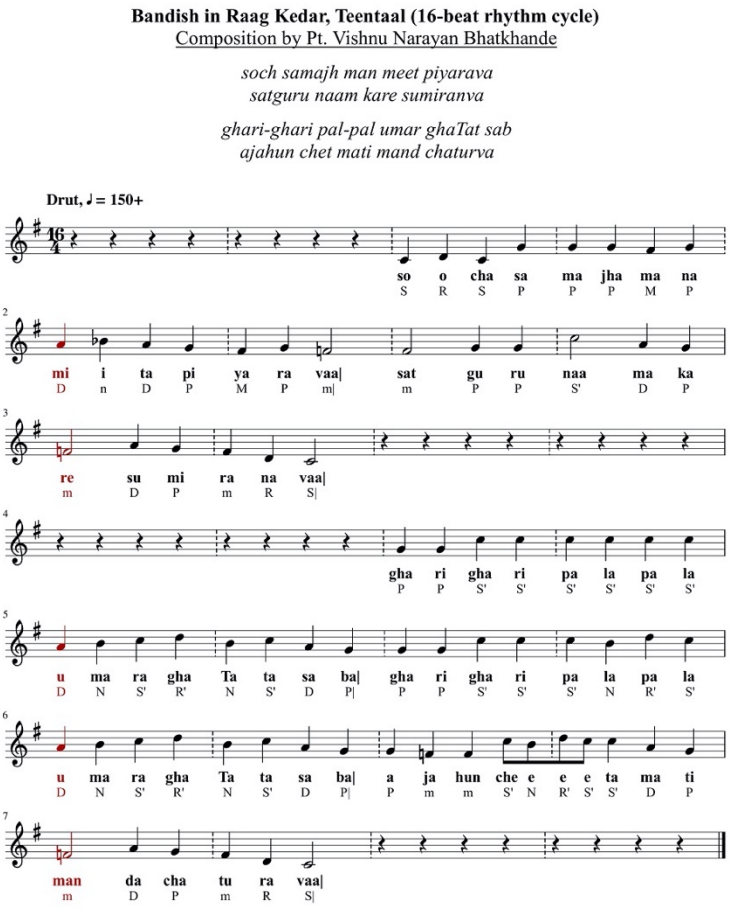


Figura 106. Partitura de música *clásica* india, en NMO.
https://raag-hindustani.com/Notation.html

1.7.4.5.Oriente lejano

Hoy en día, en Asia hay un sistema muy popular de escritura musical que no hace uso del pentagrama: el *numbered musical notation* (en inglés), 简谱 (en chino simplificado), 簡譜 (en chino tradicional), y *jiǎnpǔ* (en pinyin)[50]. Del chino se traduce por notación simplificada, aunque del inglés lo más aproximado sería notación numerada (o cifrada[51]). A continuación, se muestran dos ejemplos de piezas musicales anotadas de esta forma.

[50] En ocasiones, aparece como *Ziffersystem* (en alemán).

[51] Este término nos enlazaría fácilmente con el cifrado barroco, con el que tiene poco o nada que ver.

1=C 3/4

5 | 1 - 3 1 | 3 - 2 | 1 - 6 | 5 - 5 | 1 - 3 1 | 3 - 2 3 | 5 -
3 | 3 - 5 | ♭7 - ♭7 | 4 - 4 | 3 - 3 | 3 - 5 | 1 - 5 | 5 -

A- maz- ing grace! How sweet the sound, That saved a wretch like me!

5 | 1 - 1 | 1 - 1 | 6 - 6 | 1 - 1 | 5 - 5 | 1 - 1 | 7 -
1 | 1 - 5 | 1 - 5 | 4 - 4 | 1 - 5 | 1 - 3 | 5 - 1 | 5 -

2 3 | 5 - 3 1 | 3 - 3 2 | 1 - 6 | 5 - 5 | 1 - 3 1 | 3 - 2 | 1 - ‖
5 | 3 - 5 | ♭7 - ♭7 | 4 - 4 | 3 - 3 | 3 - 5 | 1 - 4 | 3 - ‖

I once was lost, but now I'm found, was blind, but now I see.

7 | 5 - 1 | 1 - 1 | 6 - 6 | 1 - 1 | 5 - 5 | 1 - 7 | 1 - ‖
5 | 1 - 5 | 1 - 5 | 4 - 4 | 1 - 5 | 1 - 1 | 5 - 5 | 1 - ‖

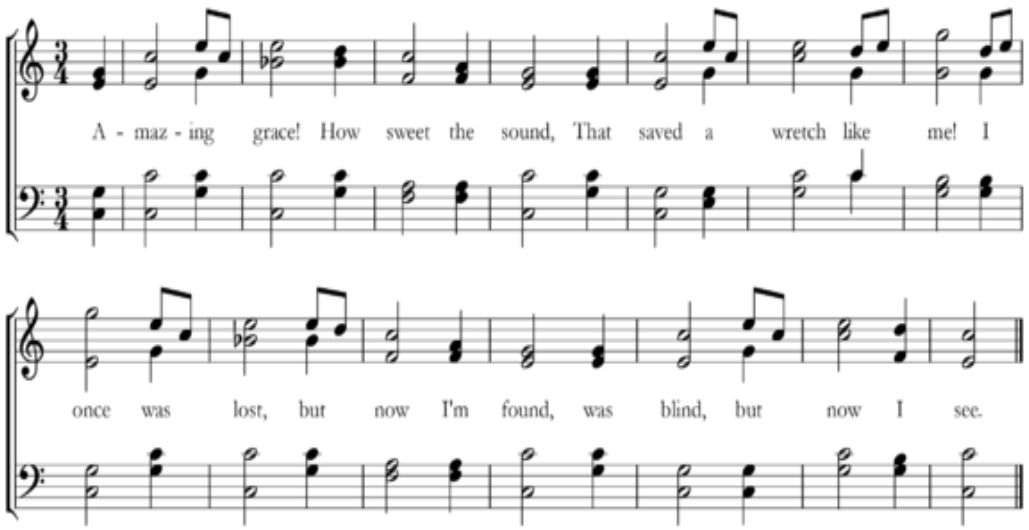


Figura 107. Partituras en *numbered notation* y en NMO.
https://en.wikipedia.org/wiki/Numbered_musical_notation#:~:text=It%20is%20possible%20to%20perform,scales%20with%20traditional%20piano%20training.

En Figura 107 tenemos dos partituras, ambas son de la pieza *Amazing Grace* (1779) de John Newton (1725-1807)[52]. En la parte superior, en números, tenemos la

[52] Misma pieza que Figura 98, en p. 105. Pero en el primer caso, la música está en La b Mayor (tal vez por acomodar mejor los registros de las diferentes voces, femeninas y masculinas, agudas y graves), mientras

escritura en notación simplificada (sin pentagrama). En la parte inferior, en notación moderna convencional (con pentagramas).

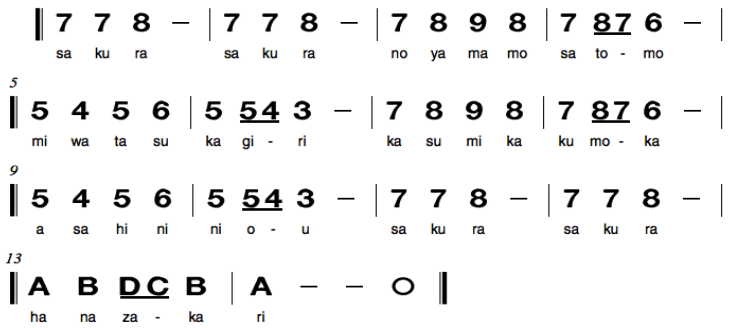


Figura 108. Partitura en *numbered notation*. *Sakura*, para *koto*.
https://guzhengalive.com/archive/2018/3/1/sakura-koto-vs-guzheng

El *koto* es un instrumento de cuerdas que se usa en la música tradicional japonesa. La mano izquierda del intérprete presiona las cuerdas para cambiar la altura del sonido emitido y la mano derecha maneja hasta tres plectros (uñas -*tsume*) para pellizcar las cuerdas. *Sakura* es una conocida melodía folclórica que describe la primavera. Fue compuesta con fines pedagógicos (para niños que aprendían a tocar el *koto*). A continuación, se muestra la misma pieza en NMO (Figura 109).

Este sistema tiene cierta aceptación en otros países como Japón, Indonesia, Australia, Irlanda, Reino Unido, Estados Unidos de América y la Canadá angloparlante. Se llegó a usar en Alemania, Francia y los Paises Bajos, así como por los menonitas en Rusia, pero nunca ha sido un sistema notacional popular en el mundo occidental. Podría ser comparable a la notación *Gongche* de la Dinastía Tang (618-907), de la que vamos a hablar a más adelante (ver Figuras 114, 115 y 116, en pp. 118-119).

que en Figura 107 está en Do Mayor. Cabe recordar que el transporte de tonalidades en el repertorio vocal más popular es una práctica habitual, aunque es un tema que no vamos a tratar en esta tesis, si bien *sight transposition* es una modalidad de *prima vista* que se menciona brevemente en la entrada de Wikipedia correspondiente a *sight-reading*.

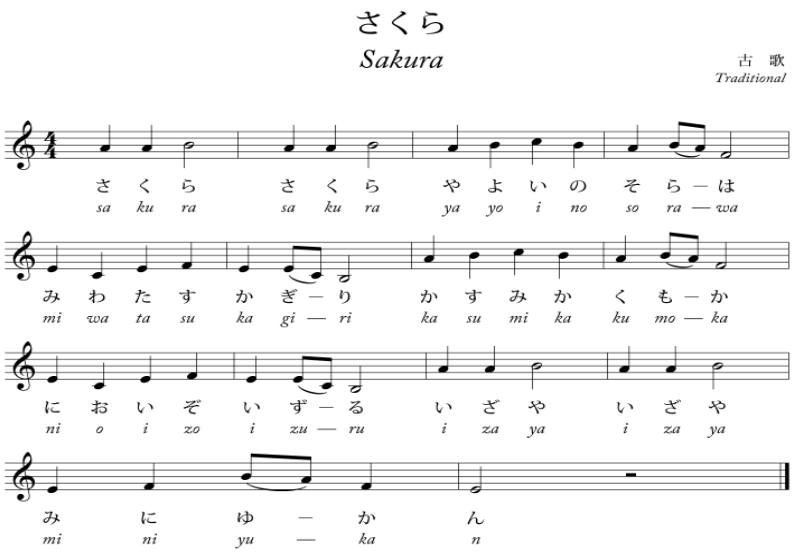


Figura 109. Partitura de Figura 108, en NMO. https://es.wikipedia.org/wiki/Sakura_(canci%C3%B3n_folcl%C3%B3rica)

La melodía infantil *Twinkle, twinkle, little star* aparee a continuación en notación numerada (Figura 110) y en NMO (Figura 111).

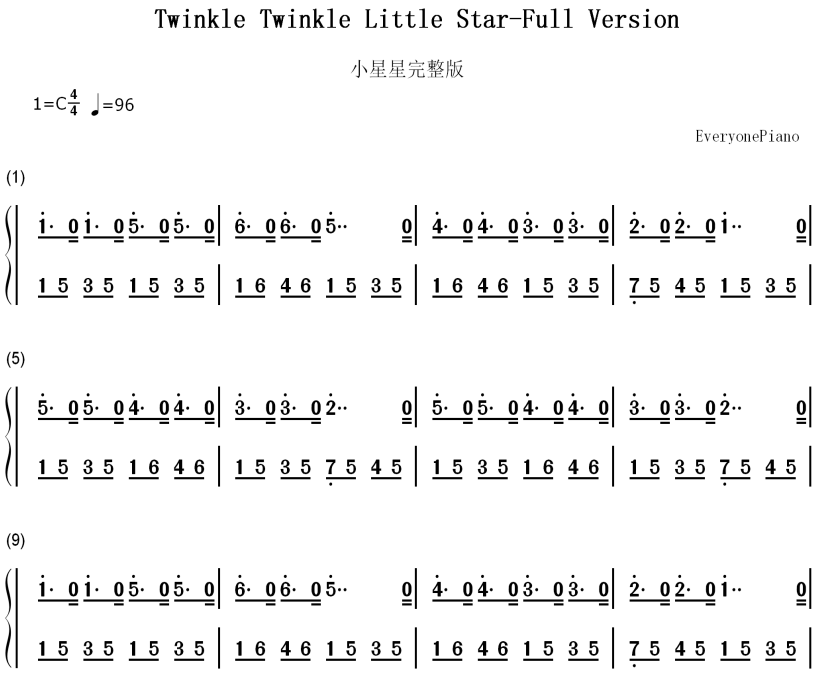


Figura 110. Partitura en *numbered notation*. https://www.everyonepiano.com/Number-2653-1-Twinkle-Twinkle-Little-Star-Full-Version-Numbered-Musical-Notation-Preview-1.html

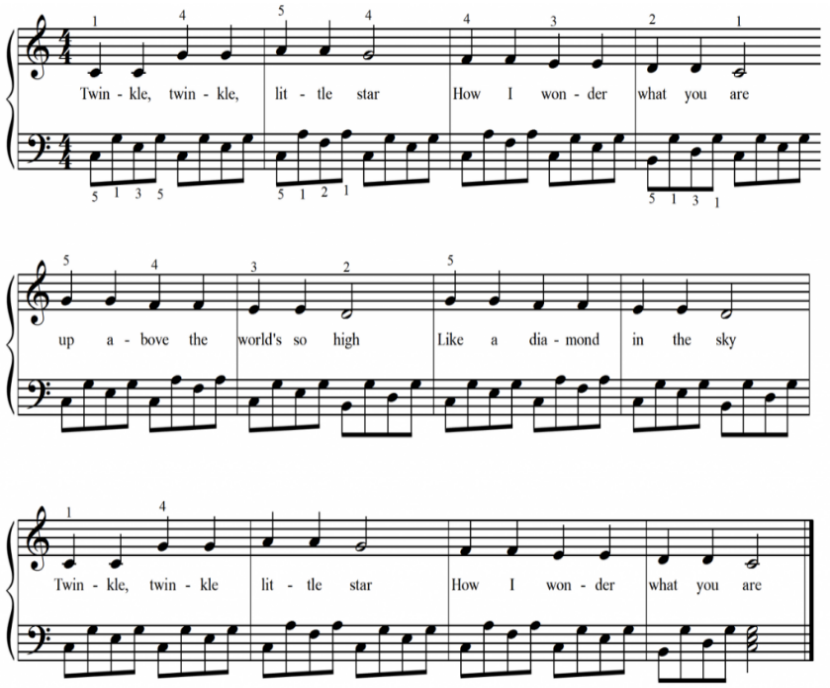


Figura 111. Partitura de Figura 110, en NMO.
https://www.digitalpianoreviewguide.com/how-to-play-keyboard-chords-for-songs/

De forma parecida, la música para *kalimba* (instrumento musical inventado y extendido por todo el continente africano) se escribe utilizando solamente números que indican que laminilla se ha de hacer sonar, pero no recoge el ritmo ni ninguna otra indicación para su interpretación. Una vez más, se confían a la memoria del ejecutante. Aunque hay kalimbas de 10, 14 o hasta 17 laminillas, la Figura 112 muestra la disposición estándar de una kalimba de seis sonidos.

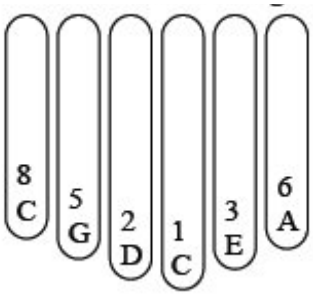


Figura 112. *Kalimba* de seis notas.
https://www.kalimbamagic.com/newsletters/newsletter5.07/6notekalimba.shtml

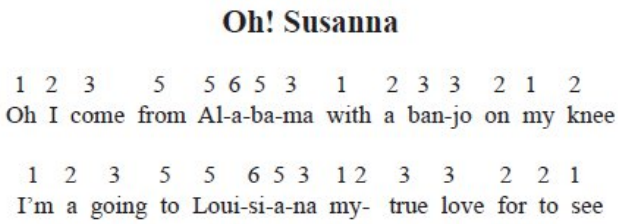


Figura 113. Partitura para *kalimba*.
https://www.kalimbamagic.com/newsletters/newsletter5.07/6notekalimba.shtml

La Figura anterior (Figura 113) es una partitura de la canción de Stephen Foster (1826-1864) *Oh! Susanna* en notación numerada.

Por otra parte, en la China imperial, la escritura musical tuvo su propio método durante el período de la Dinastia Tang[53] (618-907). El *gongchepu* (o notación *Gongche*) utiliza caracteres chinos para representar las notas musicales.

Gongchepu	上	尺	工	凡	六	五	乙
Notación numerada	1	2	3	4	5	6	7
Nombre de las notas	do	re	mi	fa	sol	la	si

Figura 114. Comparación entre *gongchepu*, notación numerada y notación moderna occidental. Sonidos fundamentales. Tabla confeccionada, inspirada en la que hay en https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E5%B0%BA%E8%B0%B1

[53] Considerado como el punto culminante de la civilización china por los historiadores.

Gongchepu	合	四（士）	一（乙）
Notación numerada	5·	6·	7·
Nombre de las notas	sol	la	si

Figura 115. Comparación entre *gongchepu*, notación numerada y notación moderna occidental. Sonidos especiales. Tabla confeccionada, inspirada en la que hay en https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E5%B0%BA%E8%B0%B1

Las dos anteriores tablas, Figura 114 y 115, muestran las equivalencias entre tres notaciones musicales: la *Gongche* (en la primera línea), la numerada (en la segunda línea) y la estándar occidental (la línea inferior).

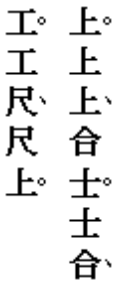


Figura 116. Partitura en *gongchepu*. https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B7%A5%E5%B0%BA%E8%B0%B1

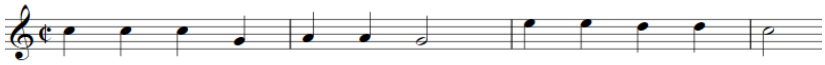


Figura 117. Melodía de Figura 116, en NMO. https://violinsheetmusic.org/title/o/old-macdonald-had-a-farm/

Se trata de la misma melodía: la canción infantil *Old McDonald had a farm*. En la parte superior (notación *Gongche*) se lee de arriba abajo, empezando por la columna de la derecha.

Para concluir con este recorrido a lo largo de la notación musical desde sus inicios, terminaré diciendo que todas las culturas del mundo han tenido su propia forma de registrar la música que hacían: el gamelán indonesio, la música coreana más antigua, o la de la tradición rusa son algunos ejemplos. Para un listado más completo sobre diferentes notaciones musicales alrededor del mundo, y en sus diferentes épocas, aconsejo leer el artículo de Wikipedia sobre el tema, ya que resulta bastante completo y puede ser útil para hacerse una idea de lo variado que puede ser la escritura musical según la cultura y costumbres de cada región.

1.8. Interés personal y objetivo de la autora y del tema

1.8.1. Justificación de la investigación

Dado mi perfil profesional (docente en la especialidad de piano en conservatorio oficial de la Comunidad de Madrid) he estado en contacto directo desde hace casi 20 años con estudiantes de música de diversas edades y características. Ejerciendo mi labor profesional, he podido observar una falta muy preocupante en cuanto a la capacidad de lectura de repertorio nuevo. Esto afecta especialmente a los comienzos de curso cuando se retoma la actividad académica y muchos alumnos deben enfrentarse a piezas nuevas.

La habilidad lectora musical de nuestros alumnos es bastante deficiente. Monferrer Montañés (2016) llega a la conclusión de que "la LPV no se realiza de forma periódica" (p. 39) y Saiz Vega (2018) dice que "es la gran olvidada de la educación instrumental en los conservatorios españoles" aunque reconoce que "músicos y educadores muestran un creciente interés por establecer como (sic) se puede mejorar y enseñar la LPV" pero que

los docentes carecen de “tiempo, material pedagógico o conocimientos para entrenar a sus alumnos en esta destreza” (p. 167).

La LPV forma parte del currículo de las enseñanzas musicales regladas de España. Vázquez-Sánchez y Chao-Fernández (2018) realizan un estudio profundo sobre su importancia y presencia en los conservatorios superiores de música españoles. Según Monferrer Montañés (2016): “para la mayoría de profesores (sic) supone un punto de tensión dentro de su práctica docente, en cuanto a una falta materiales debidamente secuenciados, por el desconocimiento de los aspectos clave (…) y por la ausencia de una metodología” (en *Resumen*).

La atención que se le presta a la repentización musical es insuficiente. Me parece un gran error, la LPV reporta muchos beneficios al conjunto de alumnos y profesionales:

- Se ahorra tiempo en el aprendizaje de piezas nuevas pudiendo dedicarlo a trabajar otras destrezas igualmente necesarias pero que requieren un tipo de práctica más mecanizado o sistemático.
- Se accede a mucha más literatura musical y eso supone una ampliación de la formación cultural.
- Se agiliza la mente.
- Se facilita la práctica en conjuntos instrumentales (música de cámara, orquestas o bandas).

Castro Gil (2017) afirma que “es fundamental desarrollar una buena lectura” porque “de no tenerla será una gran barrera”. También afirma que es “un factor obligatorio para poder desempeñarse (…) en las diferentes agrupaciones” y que “los estudiantes que

desarrollan una buena lectura musical son independientes, pueden leer piezas y obras sin ninguna ayuda del profesor" (p. 54).

Por todas las razones descritas, está justificado realizar esta investigación sobre el tema de la LPV. Además, la mayoría de las investigaciones realizadas sobre repentización musical en general y repentización pianística específica, las abordan desde los ámbitos de la pedagogía, la psicología y la neurociencia. En este caso, el enfoque es completamente novedoso pues se va a utilizar una técnica nunca empleada para investigar la LPV y la imaginación mental de los músicos al interpretar silenciosamente.

1.8.2. Motivación personal

Siempre me gustó leer. Estoy convencida de que, gracias a ese gusto por la lectura, he podido adquirir un buen nivel en lengua castellana, aunque no sea mi lengua materna. Creo que una buena capacidad lectora ayuda a cualquier persona en diferentes facetas del día a día. Para un músico, algo semejante sucede con la lectura musical: es una destreza que debería desarrollarse para poder aprovechar todas las ventajas que conlleva la repentización fluida de una partitura.

Personalmente, soy capaz tocar a primera vista bastante repertorio de la literatura para tecla, sin necesidad de dedicar mucho tiempo a *descifrar* nota a nota, lentamente, los símbolos que están plasmados en el papel. Basándome en mi propia experiencia, la LPV al piano es una destreza que puede ser entrenada, pero ni siquiera yo misma soy consciente de cómo fue el proceso para la adquisición de esta habilidad. Es mi deseo poder conocer más y comprender mejor los mecanismos que operan a nivel interno, para poder ayudar a las futuras generaciones de músicos.

1.9. Agradecimientos

Quisiera dar las gracias a todas las personas que, de una forma u otra, han formado parte de este camino. No puedo citarlas a todas, de una en una, pero sí me gustaría nombrar a algunas de ellas, empezando por el director de esta tesis.

A Juanan, por compartir conmigo su conocimiento y experiencia. Gracias por toda tu ayuda y paciencia.

A Mariano Betés de Toro, gracias por creer en mí y en el proyecto. Sin tu persona esta investigación nunca hubiera llegado a término, tu energía e ilusión han sido un ejemplo único.

A mi familia y amigos, por haberme animado y apoyado. Gracias por formar parte de mi vida.

A los evaluadores y los que habéis leído el borrador de la tesis, gracias por vuestra amistad y colaboración desinteresada. Vuestras aportaciones, correcciones y sugerencias han sido muy valiosas.

2. Hipótesis y objetivos

2.1. Hipótesis general

Hay movimientos involuntarios en los sujetos que realizan una LPV de una partitura que no conocen y que no han tocado o estudiado previamente, fruto de la interpretación mental de esa partitura. Durante esa lectura silenciosa, los músculos del músico se activan, aunque no haya movimiento físico externo y esas activaciones espontáneas podrían constituir una forma de evaluar su capacidad de imaginación sonora y predecir la ejecución real de la obra.

2.2. Justificación de la hipótesis

La LPV es una habilidad útil tanto para estudiantes como para profesionales. Para los alumnos, una de las ventajas de tener desarrollada una LPV fluida es que les permite preparar repertorio nuevo con más agilidad. Para los profesionales, ser un buen repentizador les abre la puerta a puestos de trabajo en los que el buen rendimiento de la lectura *prima vista* es fundamental.

Sin embargo, hay mucho desconocimiento para su enseñanza y mejora. Los profesores deben ser los que guíen a los alumnos en su adquisición, pero deben contar con herramientas que les permitan cumplir con la complicada tarea de enseñarles a tocar a primera vista una pieza (de un nivel de dificultad abordable y acorde a cada curso y edad) sin haberla preparado previamente.

Hay quienes piensan que la habilidad para tocar a primera vista está relacionada con aspectos genéticos (*se sabe* o *no se sabe* leer a primera vista, en su enfoque más simplista) pero está probado que hay varios factores que influyen en la adquisición de esta destreza. Cualquier estímulo externo supone poner en marcha una serie de movimientos involuntarios en nuestro cuerpo. Repentizar una partitura también. Conocer las reacciones musculares inconscientes que tienen lugar al estímulo visual de una partitura nueva puede ayudar a conocer mejor el proceso de la LPV y permite detectar lagunas en el aprendizaje.

2.3. Objetivo principal

El principal objetivo de esta tesis es probar la validez de la FMG como técnica capaz de medir la reacción de un sujeto tocando a primera vista, proporcionando información valiosa sobre los movimientos involuntarios que se activan cuando se interpreta la música escrita en una partitura en NMO.

Este aspecto es lo más novedoso, pues hasta la fecha las investigaciones realizadas sobre LPV solo habían registrado respuestas con técnicas de EMG registrando ondas electromagnéticas (Brodsky *et al.*, 2008[54]; Seitz y Roland, 1992[55]), no con FMG (que registra ondas acústicas). También, se han empleado otras técnicas[56] para profundizar en nuestro conocimiento sobre la repentización musical, pero nunca se ha usado la FMG.

[54] Quien quiso investigar la representación mental de la partitura tomando medidas EMG de la laringe y audios de la garganta de los participantes en sus experimentos.
[55] Realizaron grabaciones EMG del antebrazo derecho y los músculos de la mano.
[56] Imagen por resonancia magnética funcional, tomografía por emisión de positrones, magnetoencefalografía, electroencefalografía, eletro-oculografía, estimulación transcraneal focal, electromiografía, fonomiografía, morfometría voxel por voxel, etc.

2.4. Objetivos secundarios

- Determinar si las respuestas musculares, espontáneas e inconscientes, están relacionados de forma positiva con alguno de los factores que otros investigadores han definido como clave para valorar el rendimiento de la LPV.
- Comparar los resultados obtenidos en la LPV de la pieza musical con los resultados obtenidos al repentizar dos lecciones de solfeo de diferente dificultad.
- Analizar la duración de las lecturas imaginadas (sin ejecución física, sin movimientos externos) y las lecturas reales (ejecutadas) y hacer comparaciones entre ellas.
- Analizar individualmente el rendimiento de cada sujeto, examinando diferentes variables como la edad, el curso, o la experiencia (medida en dedicación diaria al estudio y práctica personal).
- Comparar el rendimiento de los pianistas y el de las cantantes. Sacar conclusiones de esta comparación, si procede.

3. Revisión de la literatura científica

En esta sección se detallan los trabajos que han servido para documentar el estado de la cuestión en relación directa con la repentización musical.

Ericsson y Smith (1991), en su extensivo estudio sobre la excelencia en diversos campos (deporte, artes…), esbozaron los tres niveles o tipos de investigación que suelen darse cuando la comunidad científica desea profundizar en el conocimiento más detallado de alguna capacidad en concreto: el primer paso es buscar las diferencias entre sujetos expertos y no-expertos; en el segundo nivel se trata de describir los procesos cognitivos que participan de dicha habilidad usando un amplio rango de métodos de análisis; y en el último escalón, se examinan esos procesos cognitivos con el objetivo de poder proponer mecanismos de aprendizaje.

Por su parte, Saiz Vega (2018) clasifica en tres grandes grupos los estudios relacionados con la LPV:

- Los que tratan aspectos fisiológicos.
- Los que promueven estrategias pedagógicas.
- Los que comparan la lectura musical con la lectura del lenguaje escrito.

Pero en esta tesis, los textos relacionados con LPV se van a dividir en cuatro subsecciones para facilitar la organización de la información, a saber:

- Desarrollo cronológico-histórico, con un repaso de las investigaciones más antiguas y destacadas, intentando seguir un orden (de más vestusto a más reciente). Aunque el volumen de publicaciones en lengua española es más bien pequeño (sobre todo, cuando se compara con el número de estudios hechos en lengua inglesa), se dedica un pequeño párrafo citando los artículos, libros y tesis en lengua hispana.

- En un segundo apartado, debido a la abundante variedad de publicaciones, se han recogido algunos trabajos organizándolos según enfoques y metodologías aplicadas, según el objeto de estudio y según los tipos se sujetos que participaban en los diversos experimentos.
- En una tercera parte de esta revisión se mencionan los trabajos que se han producido desde la neurociencia que incluyen una amplia gama de pruebas diagnósticas a las que no se suelen tener acceso salvo casos en los que los investigadores pertenezcan al campo de la medicina.
- Una última sección estará dedicada a citar los trabajos que están más estrechamente relacionados con el trabajo experimental de esta tesis.

3.1. Primera parte: Desarrollo cronológico-histórico

La LPV es un campo de estudio muy amplio que ha despertado el interés de la comunidad educativa y científica internacional desde hace casi 100 años. Algunas de las referencias más antiguas sobre este tema son de la primera mitad del siglo XX: Bean (1938), Jacobsen (1928 y 1941), Lannert y Ullman (1945), y Weaver (1943)[57]. Con equipos bastante limitados, los fisiólogos dirigieron sorprendentes estudios sobre los movimientos oculares y manuales de los pianistas, sacando conclusiones que todavía son válidas hoy en día: Jacobsen (1928) y Weaver (1943) por ejemplo usaron la fotografía para captar los movimientos oculares de los sujetos, mientras que Bean (1938) usó un taquistoscopio armado sobre un piano. La literatura más antigua existente en torno a la

[57] Fue bastante pionero examinando las características de los movimientos oculares y el EHS durante la lectura musical. Halló diferencias dependiendo de la textura musical de las piezas repentizadas (homofónica, contrapuntística y melodía acompañada).

repentización musical se centra en algunas áreas como es el movimiento ocular (Sloboda 1974, 1977) y las estrategias de enseñanza (para una revisión más detallada consultar Hodges, 1992 y Saiz Vega, 2018).

Posteriores avances, como el análisis en tres dimensiones y el MIDI permitieron mejorar la resolución espacial y temporal de la detección y medidas de movimientos hasta los rangos de milímetros o milisegundos. Aparecieron otras técnicas como las medidas de fuerza o los EMG que fueron herramientas de diagnóstico muy útiles en casos de síndromes de sobrecarga y distonia focal. Algunos de los más recientes son los de Aránguiz *et al.* (2011), Bravi *et al.* (2019); Oku y Furuya (2019) y Rosset-Llobet *et al.* (2009).

Algo más adelante hubo investigaciones sobre el reconocimiento de patrones y la fusión de fragmentos musicales pequeños en unidades perceptuales más grandes (Arthur *et al.*, 2016; Goolsby, 1994; Waters y Underwood 1998), la detección de errores (Drake y Palmer, 2000; Kostka, 2000) y la percepción de la música en su contexto (Sloboda, 1993; Waters *et al.*, 1998). Algunos estudios cognitivos-perceptuales más modernos se han centrado en el procesamiento hecho por el cerebro durante la tarea de repentizar, más que a examinar los movimientos físicos producidos (Wristen *et al.*, 2006). Desde los años 80 ha ido creciendo el interés por conocer y profundizar en el análisis de los movimientos al ejecutar un instrumento musical. Estas investigaciones se han abordado desde diferentes perspectivas: la pedagogía musical, la psicología de la música, la neurociencia, la medicina de la música (para entender mejor desórdenes, dolencias y patologías diversas), etc. Los análisis se han basado en dos principios: por una parte, la detección del movimiento de la extremidad superior del ejecutante (Seitz y Roland, 1992; Seitz *et al.*, 1990; Wristen *et al.*, 2006) y por otra, la investigación de parámetros relacionados

con el instrumento que describían indirectamente las acciones del músico (Banton, 1995; Ronkainen y Kuusi, 2009).

Llama la atención que Colwell (1992) dedicara un breve capítulo de seis páginas a revisar los estudios realizados sobre la LPV en los años 70 y 80. Sin embargo, diez años más tarde, Colwell y Richardson (2002) ni siquiera incluyeron un capítulo dedicado al tema[58].

Así pues, durante la segunda mitad del siglo XX hubo una explosión de estudios e investigaciones sobre LPV con orientaciones muy variadas: desde las numerosas publicaciones firmadas por Sloboda (1974, 1976a, 1976b, 1977, 1978, 1984, 1985, etc.), pasando por Banton (1995), Haug (1990), Kinsler y Carpenter (1995), Kornicke (1992), Lehmann y Ericsson (1993, 1996), McPherson (1994), Sergent *et al.* (1992), Truitt *et al.* (1997), y Wolf (1976), en las que se aborda la LPV musical desde diferentes ángulos.

Ya en el siglo XXI, también aparecen numerosísimos artículos escritos en torno a este tema. Algunos continúan líneas iniciadas en las décadas anteriores:

- Por una parte, se ha seguido investigando sobre los movimientos oculares (Cara y Gómez Vera, 2016), y en ocasiones se han empleado nuevos aparatos (por ejemplo, con EOG en el trabajo de Kopiez y Galley, 2002).
- Por otra parte, muchos otros trabajos son producidos desde el novedoso campo de la neurociencia (psicología de la música, neuropsicología, etc.). Por citar unos pocos, mencionaremos las investigaciones de Anselmo *et al.* (2015), Drai-Zerbib y Baccino (2011 y 2014), Gudmundsdottir (2010), Lötze *et al.* (2003), Mathias *et*

[58] Un posible motivo puede ser que consideraran que se publicaron pocos estudios en relación con la lectura a primera vista en el intervalo de tiempo transcurrido, o que los que se publicaron no merecieran mención por no aportar novedades significativas.

al. (2019), Meinz y Hambrick (2010), Pike y Carter (2010), Rogenmoser *et al.* (2018), Simoens y Tervaniemi (2013), Zhukov (2014) y Zhukov *et al.* (2016).

Sin embargo, a pesar de la enorme cantidad de estudios realizados, hay pocas publicaciones en español sobre la LPV y tampoco contamos con muchas traducciones al español de trabajos escritos originalmente en otras lenguas. En el trabajo de Cisneros Sola (2013) se citan los trabajos más señalados en lengua española. Además del trabajo de Cisneros Sola (2013), entre las referencias publicadas en español, en épocas más recientes, destacan los trabajos de: Blanco y Ramírez (2019), Calderón-Garrido y Gustems-Carnicer (2018), Cara y Molin (2010), Castro Gil (2017), Galera Núñez y Tejada Giménez (2012), Hakim (2007), Molina (2003), Monferrer Montañer (2016)[59], Saiz Vega (2018), Tuñez *et al.* (2013), Shifres (2018) y Vázquez-Sánchez y Chao-Fernández (2018).

3.2. Segunda parte: Enfoques, metodologías, objeto de estudio y tipo de sujetos

El tema de la LPV se ha investigado desde una gran variedad de *enfoques*: la enseñanza y pedagogía musical (Deutsch, 1950; Hodges y Nolker, 2011; Keilmann, 1972 y 1978; Lawrence, 1964), los estudios neurológicos y psicológicos que se han centrado, por ejemplo, en los movimientos oculares (además de todos los trabajos que ya se han mencionado de Sloboda, destacan los trabajos de Goolsby, 1989 y 1994; Kopiez y Galley, 2002; Watkins, 1984; Young, 1971) o en el EHS (Furneaux y Land, 1999; Gilman y Underwood, 2003; Jacobsen, 1928 y 1941; Weaver, 1943). Esta pluralidad se ha

[59] En este se presentan unas tablas en las que se aprecia el número de publicaciones que tratan la LPV entre 1976 y 2016, clasificadas por año, por autor y por revista o editorial.

traducido en una inmensa abundancia de *metodologías*: algunos estudios emplean los test y encuestas de tipo autoevaluativo (Ang, 2012; Calderón-Garrido y Gustems-Carnicer, 2018; Dirkse, 2009), otros emplean grabaciones auditivas (Wristen *et al.*, 2006), grabaciones de video (Ang, 2012) o máquinas taquistoscópicas (Anselmo *et al.*, 2015; Bean, 1938). Otros hacen uso de complejas técnicas de diagnóstico y abordan el asunto desde el punto de vista médico. A los estudios neurológicos sobre el cerebro musical y sobre la LPV se le dedica un subapartado entero, a continuación de este (Véase 3.3.1. El cerebro musical, a partir de p. 135).

Los estudios relacionados con la LPV se pueden dividir en tres grandes categorías, dependiendo de cuál es el *objeto principal* de investigación:

1. Los procesos cognitivos, perceptuales y receptivos (el movimiento ocular, la percepción de la partitura, la retroalimentación auditiva, la imaginación mental del sonido o del movimiento, etc.) como los de Goolsby (1989, 1994), Ohnishi *et al.* (2001), Waters y Underwood (1998), Wristen *et al.* (2006), etc.
2. Los que investigan los factores o variables que influyen en la LPV (Kopiez *et al.*, 2006; Kornicke, 1992 y 1995; Lannert y Ullman, 1945; McPherson, 1994; Mishra, 2014; Wollner *et al.*, 2013).
3. Los que se centran en la adquisición de la capacidad y su desarrollo y mejora (Castro Gil, 2017; Clark, 2016; Deutsch, 1950; Henry, 2011 y 2015; Kuo, 2012; Lawrence, 1964; Lehmann y Ericsson, 1996; Lehmann y McArthhur, 2002).

Algunos pretenden entender las fases de una repentización exitosa, otros pretenden establecer una metodología para enseñar o mejorar esta habilidad (Ang, 2012; Zhukov *et al.*, 2016), unos buscan profundizar en la representación mental de la notación musical

(Brodsky *et al.*, 2008; Lee y Wang, 2011; Logan y Chaffin, 2020; Peretz y Zatorre, 2005; Sergent *et al.*, 1992; Shifres, 2018; Sloboda, 1978) mientras que otros aspiran a determinar la importancia de la exposición temprana y prolongada de la música (Levinowitz, 1998) o el papel de la genética[60] (Barrett *et al.*, 2013; Hyde *et al.*, 2009; Zhukov, 2006).

Los trabajos en torno a la repentización musical también son muy variados en cuanto a los *sujetos* que se han utilizado para realizar los experimentos:

- Las diferentes edades (Castro Gil, 2017[61]; Gromko, 2004[62]; Hyde *et al.*, 2009; Kölsch *et al.*, 2005[63]; Norton *et al.*, 2005; Penttinen y Huovinen, 2011[64]; Schlaug *et al.*, 2005).
- Los distintos niveles de experiencia o formación (Drake y Palmer, 2000; Furneaux y Land, 1999; Kostka, 2000; Penttinen y Huovinen, 2011; Waters y Underwood, 1998).
- La tipología instrumental (Bernardi *et al.*, 2015[65]; Bernhard, 2003[66]; Blanco y Ramírez, 2019[67]; Brodsky *et al.*, 2008[68]; Kuo, 2012[69]; McPherson, 1994[70];

[60] Si hay, o no, predisposición biológica.

[61] Los sujetos eran niños (de entre cinco y once años, dependiendo del estudio).

[62] Los casi 100 voluntarios de su estudio eran alumnos de 4 institutos de secundaria.

[63] Compararon niños y adultos.

[64] En este caso, los sujetos eran adultos.

[65] Sus sujetos experimentales eran pianistas.

[66] Los sujetos eran instrumentistas de viento principiantes.

[67] Su trabajo está hecho sobre violinistas.

[68] En el tercer experimento que recoge su artículo, los autores contaron con casi una veintena de bateristas (*drummers*, en el original, en inglés).

[69] Describió estrategias para mejorar la LPV para alumnos de percusión, en instrumentos de teclado, sin uso de baquetas.

[70] Empleó estudiantes de secundaria que tocaban el clarinete y la trompeta.

Gromko, 2004; Hayward y Gromko, 2009[71]; Logan y Chaffin, 2020[72]; Meister *et al.*, 2015[73]; Proverbio *et al.*, 2014[74]; Saiz Vega, 2018[75]; Sluming *et al.*, 2002[76]; Thompson, 1987[77]; Waters *et al.*, 1998[78]; Wurtz *et al.*, 2009[79]).

- Repentización vocal o canto (Anderson, 1995; Benson *et al.*, 1998; Clark, 2016; Fine *et al.*, 2006; Henry, 2011 y 2015; Hoppe *et al.*, 2014; Peretz *et al.*, 2004; Petty y Henry, 2014; Polanka, 1995).
- Compositores (Lu *et al.*, 2015).
- Comparando grupos de expertos con inexpertos (Beal, 1985; Ding *et al.*, 2018; Gärtner *et al.*, 2013; Hoppe *et al.*, 2014; Kölsch *et al.*, 2005; Kopiez y Galley, 2002; Lee, 2013; Penttinen y Huovinen, 2011; Schlaug, 2001; Vaquero *et al.*, 2016).

Aunque Wristen (2005) realiza una revisión de la literatura bastante interesante, las publicaciones relacionadas con el tema de la LPV se han ido sucediendo de manera desordenada, sin tener ningún tipo de pauta común, con puntos de partida dispares, y en ocasiones con aproximaciones al problema desde enfoques divergentes (Mishra, 2014). El resultado es caótico y muy difícil de organizar.

[71] Contaron con instrumentistas de viento.

[72] Se centraron en ejecutantes de trombón.

[73] Investigación hecha sobre pianistas (sobre éstos hay muchísimos estudios, posiblemente sean los que más atención han acaparado).

[74] En su trabajo contaron con violinistas y clarinetistas profesionales.

[75] Trata la LPV en instrumentos de cuerda.

[76] Músicos de orquesta sinfónica fueron los sujetos del trabajo experimental.

[77] Sobre la LPV en flautistas.

[78] Otro estudio sobre LPV y pianistas.

[79] Otra investigación sobre violinistas, y sus movimientos oculares en relación con la anticipación.

3.3. Tercera parte: Neurociencia de la música

Los psicólogos cognitivos fueron de los primeros en reconocer el valor de la música como medio para estudiar la percepción, la memoria, la atención, etc. además de la propia interpretación. Posteriormente, la neuropsicología (siempre basándose en conocimientos procedentes del campo de la neurofisiología y la neuroanatomía) comenzó a interesarse en los efectos de las funciones musicales cerebrales. Seguidamente, la psicología del desarrollo exploró nuevas técnicas de forma que se pudieron hacer pruebas de la mente, incluso en neonatos. Por último, lo más reciente ha sido la irrupción en escena de las técnicas de neuroimagen como la electroencefalografía (EEG), la electromiografía (EMG), la electro-oculografía (EOG), la fonomiografía (FMG), la magnetoencefalografía (MEG), el análisis morfológico vóxel a vóxel (VBM), los potenciales evocados (ERPs), la resonancia magnética funcional (fMRI), la estimulación magnética transcraneal focal (TMS) y la tomografía por emisión de positrones (PET). Los avances tecnológicos de las últimas décadas han permitido a los investigadores estudiar aspectos perceptuales, cognitivos y cinestésicos de la LPV (Tsangari, 2010).

3.3.1. El cerebro musical

La música como un producto del cerebro ha sido infravalorada y sólo en las últimas décadas del pasado siglo XX empezó a ganar interés para los científicos e investigadores. La relación entre música y cerebro es de gran importancia para la neurociencia cognitiva (Zatorre y Peretz, 2003). En otro libro de los mismos autores (Peretz y Zatorre, 2005), en el capítulo de *Percepción y Reconocimiento* tratan de las relaciones de sonido/altura/tono y el tiempo, además de la memoria y la emoción, mientras que en el capítulo de *Interpretación* tratan el canto, la ejecución, la repentización y la práctica.

La escucha e interpretación musical presenta una oportunidad única para estudiar la organización cerebral, y en especial la plasticidad cerebral (Globerson y Nelken, 2013; Münte *et al.*, 2002; Schlaug, 2015). De ahí el creciente interés sobre la neurociencia de la música. Cómo procesa la música el cerebro constituye un área que está ganando interés en investigaciones sobre percepción, memoria, emoción, etc.

El cerebro de alguien que ha sido instruido musicalmente es diferente del de alguien que no ha pasado por un aprendizaje musical (Pascual-Leone, 2001). Schlaug (2001) afirma que los músicos constituyen un conjunto de sujetos ideal para estudiar esas adaptaciones cerebrales por varios motivos: por una parte, porque el inicio de la formación musical suele tener lugar a una edad temprana (cuando el cerebro es muy adaptable); por otra parte, porque los músicos se someten a un complejo y continuado entrenamiento manual a lo largo de períodos largos; y por último, porque las imágenes obtenidas en estudios realizados muestran que el aprendizaje motor y la adquisición de habilidades pueden conducir a cambios en la representación de los mapas motrices y posiblemente también cambios micro-estructurales.

¿Los músicos nacen o se hacen? Aunque los factores innatos pueden jugar un papel en el desarrollo de un músico, hasta las predisposiciones innatas pueden ser moldeadas por el entorno. Considerando las pruebas de estudios longitudinales y transversales se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

1. Hay diferencias anatómicas en los cerebros de los músicos con respecto a los no músicos (Gaser y Schlaug, 2003; Hutchinson *et al.*, 2003; Norton *et al.*, 2005; Pascual-Leone, 2001; Parsons, 2001; Schlaug, 2001).
2. Hay ventajas del músico en aspectos de la codificación neural del sonido (Bernardi *et al.*, 2013; Kölsch *et al.*, 2005; Krings *et al.*, 2000).

3. Hay ventajas cognitivas y perceptuales que se relacionan con el alcance del aprendizaje musical (Chan-Barrett *et al.*, 2013; Haueisen y Knosche, 2001; Landau y D'Esposito, 2006; Levitin y Menon, 2003; Praamstra *et al.*, 2003; Schlaug *et al.*, 2005).

Schlaug (2001) declara que no se sabe a ciencia cierta es si esas diferencias en los cerebros de los músicos se deben al aprendizaje (tal vez durante periodos críticos del desarrollo y maduración del cerebro) o son reflejo de capacidades y habilidades innatas. De igual manera, Norton *et al.* (2005) afirma que los cerebros de los músicos adultos muestran ensanches estructurales, pero tampoco se sabe si son innatos o consecuencia de la práctica continuada de música. Chan-Barrett *et al.* (2013), por su parte, consideraron el impacto de la formación e instrucción musical a través de la combinación de factores genéticos y la experiencia práctica.

Los instrumentistas adultos tienen más materia gris en diferentes áreas de la corteza cerebral (Gaser y Schlaug, 2003) y este dato se correlaciona con el nivel de pericia. Los músicos también tienen mayor volumen cerebeloso (*cerebellar*), según Hutchinson *et al.* (2003), y más volumen de materia gris en el área de Heschl (*Heschl's gyrus*), de acuerdo con Schneider *et al.* (2002). En un estudio más reciente de James *et al.* (2013) se relaciona la densidad de materia gris en áreas involucradas en procesamiento cognitivos de orden superior y procesamiento auditivo con mayor experiencia musical. En su estudio, Vaquero *et al.* (2016) determinó que los pianistas mostraban mayor volumen de materia gris en el putamen bilateral (que se extiende también al hipocampo y la amígdala), el tálamo derecho, las circunvoluciones lingual bilateral y temporal superior izquierda, pero mostraban una contracción del volumen de de materia gris en la circunvoluciones supramarginal derecha, temporal superior derecha y postcentral derecha, al compararlo con los sujetos control (no-músicos). Estudios en los que se comparan músicos con no-

músicos confirman el incremento de volumen en varias regiones que podrían contribuir a la optimización de las capacidades y habilidades musicales a lo largo del tiempo: la corteza motora primaria, la corteza premotora, el plano temporal (Schlaug, 2001), el giro frontal inferior izquierdo (Sluming *et al.*, 2002), y las regiones parietales posteriores (Gaser y Schlaug, 2003). Algunos de estos crecimientos en el volumen cortical se correlacionan con la edad de comienzo del aprendizaje musical, sugiriendo que podría haber un período crítico durante el cual la plasticidad estructural tiene lugar (Sluming *et al.*, 2002).

Por su parte, en James *et al.* (2013) los autores estudiaron las posibles relaciones lineales entre las capacidades cognitivas musicales y la densidad de materia gris del cerebro de adultos jóvenes.

En general, la mayoría de los estudios que tratan el tema en músicos profesionales revelan una red común, que comprende las áreas promotoras (PM), el área motora suplementaria (SMA), las áreas motoras primarias (M1), el córtex prefrontal dorsolateral (DLPFC) con el área de Broca en ambos hemisferios y el córtex parietal posterior (PPC). En resumen, se podría decir que el entrenamiento y la práctica musical, tanto a nivel motor (físico) como mental (de forma teórica), tiene efectos en la configuración del cerebro (Debarnot *et al.*, 2014).

3.3.2. Tipos de investigaciones sobre el cerebro musical

Los trabajos sobre neurociencia musical se pueden clasificar de varias formas, siguiendo criterios diversos, pero podrían agruparse *grosso modo* de la siguiente manera:

- Los que profundizan sobre la organización cerebral, sus regiones y funciones, la distribución neuronal, las activaciones y su intensidad o frecuencia… tanto a nivel macroestructural como microestructural.

- Según las clases de pruebas diagnósticas que emplean.
- Los que tienen fines terapéuticos, para intervenciones en casos de accidentes o desórdenes médicos y tratamientos de pacientes con dolencias de carácter neurológico.

Dentro del *primer grupo* destaca el trabajo de Bever y Chiarello (1974) por ser de los primeros en estudiar las diferencias en el dominio cerebral de sujetos músicos y sujetos no músicos. Patel *et al.* (1998), Perry *et al.* (1999), Seitz *et al.* (1990), Seitz y Roland (1992) y Sergent *et al.* (1992) fueron también pioneros en el estudio del cerebro musical. En la última década, entre los autores que han dedicado esfuerzos a profundizar en el conocimiento del cerebro y su relación con la música destacan: Gärtner *et al.* (2013), Hoppe *et al.* (2014), Lu *et al.* (2015), Proverbio *et al.* (2014), Sato *et al.* (2015), Schaefer *et al.* (2011), Simoens y Tervaniemi (2013), y Vaquero *et al.* (2016).

En el *segundo grupo*, al clasificar según las pruebas diagnósticas empleadas en las investigaciones se pueden citar:

- Con EEG: Bangert *et al.* (2001), Blanco y Ramírez (2019), Kristeva *et al.* (2003), Schaefer *et al.* (2011), Simoens y Tervaniemi (2013), etc. Aunque uno de los estudios pioneros fue el de Lang *et al.* (1990). Además, en un trabajo firmado por Marc Bangert ("*Brain activation during piano playing*") el autor examina con detalle un estudio electroencefalográfico y cita a su vez los trabajos de Itoh *et al.* (2001), Meister *et al.* (2004) y Sergent *et al.* (1992).
- Con ERP: Lee (2011), Paller *et al.* (1992), Proverbio *et al.* (2014) y Schöna y Besson, 2006.
- Con MEG: Haueisen y Knosche (2001), Maguire (2015) y Schürman *et al.* (2002).
- Con MRI y fMRI: Gaab *et al.* (2003), Gärtner *et al.* (2013), Hasegawa *et al.* (2004), Haslinger *et al.* (2004), Hickok *et al.* (2003), Hoppe *et al.* (2014), Hyde

et al. (2009), Jäncke *et al.* (2000); Kölsch *et al.* (2005), Kraemer *et al.* (2005); Krings *et al.* (2000), Lu *et al.* (2015), Meister *et al.* (2004), Yoo *et al.* (2001) y Zatorre (2012).

- Con PET: Halpern y Zatorre (1999), Perry *et al.* (1999), Seitz y Roland (1992), Sergent *et al.* (1992) y Zatorre *et al.* (1996). El de Sergent *et al.* (1992) es uno de los primeros estudios sobre interpretación pianística en el que se usa esta técnica; en él, los autores midieron el riego sanguíneo cerebral mientras los sujetos realizaban una LPV con su mano derecha.
- Con TMS: Nordstrom y Butler (2002), Pascual-Leone *et al.* (1995) y Ridding *et al.* (2000).
- Con VBM: James *et al.* (2013), Sato *et al.* (2015), Sluming *et al.* (2002) y Vaquero *et al.* (2016).

Y dentro del *tercer grupo*, de trabajos neurocientíficos sobre música con fines terapéuticos, se pueden nombrar algunos como los de Maguire (2015) y Rogenmoser *et al.* (2018). Se trata de investigaciones bastante recientes y son prueba de que la profundización en el conocimiento del cerebro musical tiene aplicaciones muy amplias, que superan la enseñanza de música.

Por una parte, se habla mucho del potencial de las actividades musicales como intervenciones para trastornos del desarrollo y de tipo neurológico, para aprender y reaprender asociaciones entre las funciones auditivas y motrices, así como vocales (Schlaug, 2015). Por otra parte, las tareas oculo-motoras pueden estar relacionadas con la velocidad mental y podrían ser reflejo de discapacidades mentales, en los casos en los que existiera algún tipo de anomalía (Gruhn *et al.*, 2006).

La plasticidad neuronal (cambios en las estructuras y funciones cerebrales que afectan al comportamiento y a la cognición) es la base fundamental para el aprendizaje, el

desarrollo y el refinamiento de destrezas, pero es también importante para la rehabilitación después de un trauma. Por ejemplo, hay estudios que relacionan el cerebro musical y ciertas condiciones médicas como las afasias o las que se dan tras accidentes en los que haya habido una conmoción en el cráneo de forma que ciertas capacidades y habilidades se pierden mientras otras permanecen (Patel *et al.*, 1998[80]; Peretz *et al.*, 2004[81]; Valtonen *et al.*, 2014[82]). La maleabilidad del cerebro permite que una estimulación musical intensiva traiga como consecuencia cambios en las estructuras y funciones cerebrales, incluso en edad adulta. Esto tiene importantes implicaciones para las técnicas de rehabilitación, sobre todo, de cara a superar accidentes y discapacidades.

3.3.3. La interpretación mental de la partitura

Destacaremos, seguidamente, los trabajos que se centran en profundizar en la interpretación mental de aspectos relacionados con la música (la altura, el ritmo, la intensidad…). Se dice que los músicos con más experiencia pueden *oír* lo que leen en la partitura, aunque no haya estímulo sonoro real, en una suerte de integración y procesamiento multimodal de la información (Drai-Zerbib *et al.*, 2011).

Zatorre *et al.* (1996) supusieron que los procesos de imaginación podrían ser semejantes a los que se emplean en la percepción. Efectivamente, la percepción e imaginación de música comparten patrones de activación como pudieron comprobar 15 años más tarde Schaefer *et al.* (2011).

[80] En este estudio, los autores emplearon dos sujetos que sufrían amusia para comparar su procesamiento de los patrones rítmicos y melódicos en el habla y en la música.

[81] Los autores explican el caso de un paciente que sufre de un desorden severo del habla que le impide hablar o cantar, pero sorprendentemente puede tararear con la sílaba *la*.

[82] Tratan con un paciente amnésico que antes de la lesión era un violinista bastante habilidoso.

En trabajos como los de Bangert *et al.* (2001), Halpern y Zatorre (1999) y Yoo *et al.* (2001) se observa la actividad cerebral durante la imaginación auditiva. En ocasiones las múltiples áreas corticales se activan de manera secuencial (Schürmann *et al.*, 2002). Al comparar la red cortical que se activa durante la ejecución con la red cortical que se activa durante la imaginación se encuentran activaciones en la red frontoparietal bilateral que comprenden las áreas premotoras (el *precuneus* y la parte medial del área 40 de Brodmann), pero solo durante la interpretación hubo activación en la corteza motora primaria contralateral y en la corteza parietal posterior (Meister *et al.*, 2004). Kraemer *et al.* (2005) declaró que la imaginación auditiva y visual parecen obedecer a principios neuronales básicos similares.

En Daselaar *et al.* (2010) se establecieron dos modos de interpretación imaginada: uno independiente de la modalidad sensorial y otro que es específico de ella. Efectivamente, hay identificadas una red supramodal común independiente de la modalidad de imágenes (común para imágenes auditivas y visuales), dos redes específicas de modalidad (una para cada tipo de imagen: auditiva o visual) y una red de desactivación común (Zvyagintsev *et al.*, 2013). La imaginación de información auditiva conduce a una desactivación relativa dentro de las áreas específicas de la modalidad para imágenes visuales, y viceversa. Los hallazgos de estos investigadores resultan importantes para conocer más en profundidad los mecanismos que participan en la generación de imágenes mentales.

En cambio, para Martin *et al.* (2017) no está claro cómo la corteza humana representa las características del sonido espectrotemporal durante la imaginación auditiva y cómo esta representación se compara con la percepción auditiva. Aplicaron técnicas de modelado de campo receptivo para estudiar cuantitativamente la codificación neural durante la imaginación auditiva. Sus modelos de codificación predecían una alta actividad

neuronal gamma (entre 70-150 Hz) a partir de la representación del espectrograma del sonido.

3.4. Cuarta parte: Estudios afines al trabajo experimental de la tesis

En Kopiez *et al.* (2006), los investigadores emplearon un enfoque de minería de datos, pero no un análisis de regresión común, para intentar clasificar a los sujetos en buenos y malos repentizadores. Sin embargo, en los trabajos de Gromko (2004) y Hayward y Gromko (2009) sí se emplea el análisis de regresión. Aunque en su caso, la muestra es mucho más numerosa (casi 100 sujetos, de cuatro institutos de secundaria y bachillerato en el primer caso, y unos 70 sujetos en el segundo), siendo su volumen de sujetos muchísimo más alto del que disponemos en nuestro trabajo.

Sobre el número de participantes experimentales, entre las investigaciones consultadas hay variedad en cuanto al número de individuos que participaban de los trabajos de campo:

- Caso-estudio de un único sujeto (Patel *et al.*, 1998; Peretz *et al.*, 2004; Wristen *et al.*, 2006).
- Pocos sujetos: cuatro sujetos (Jäncke *et al.*, 2000), ocho pianistas (Truitt *et al.*, 1997), diez participantes (Praamstra *et al.*, 2003; Schaefer *et al.*, 2011; Sergent *et al.*, 1992), 11 voluntarios (Aiba y Matsui, 2016), 12 sujetos (Zatorre *et al.*, 1996; Yoo *et al.*, 2001), etc.
- Grupos más numerosos: Bangert *et al.* (2001), Beal (1985), Cara y Molin (2010), Gaser y Schlaug (2003), Gromko (2004), Hayward y Gromko (2009), Hoppe *et*

al. (2014), Hyde *et al.* (2009), Kölsch *et al.* (2005), Kopiez *et al.* (2006), Landau y D'Esposito (2008), Norton *et al.* (2005), Waters *et al.* (1998), etc.

Sobre el uso de composiciones creadas *exprofeso* o piezas del repertorio más antiguo, algunas investigaciones sobre LPV han empleado partituras de compositores reconocidos (por ejemplo: Cara y Molin, 2010, Meister *et al.*, 2004 y Truitt *et al.*, 1997 se valieron de música de Bartok; Ang, 2012 usó música de Bach y Clementi; mientras que Aiba y Matsui, 2016 emplearon hasta tres obras de tres compositores diferentes para su experimento[83]) mientras que otros investigadores han decidido componer expresamente la pieza o piezas para su trabajo de campo (Arthur *et al.*, 2016; Drake y Palmer, 2000; y Orlando y Speelman, 2012; entre otros).

El uso de partituras de lenguaje tonal clásico-romántico responde a que ese entorno armónico *facilita* la LPV a la hora de reconocer estructuras y patrones melódicos, rítmicos y armónicos, (Beal, 1985).

Sobre el tema de la subvocalización destacan los trabajos de Pich (2000), de Smith *et al.* (1992) y de Smith *et al.* (1995).

Empleando la FMG, además de Pich (2000), resaltaría el estudio de Trager *et al.* (2006). Según éstos, la actividad estándar para la monitorización neuromuscular es la mecanomiografía (MMG). La comparan con la fonomiografía (FMG[84]) y la cinemiografía (KMG), que eran métodos más novedosos. Los resultados alcanzados les permitieron confirmar que los tres sistemas son fiables para los fines clínicos que ellos tenían.

[83] Concretamente de Dimitri Kabalevsky (1904-1987), Sydney Smith (1839-1889) y Enrique Granados (1867-1916).

[84] PMG en el original (en inglés) porque es la abreviatura del vocablo *phonomyography*.

Entre otras investigaciones que se valen de técnicas diagnósticas similares destacan las que usan EMG (Brodsky *et al.*, 2008; y Seitz y Roland, 1992) y EOG (Kopiez y Galley, 2002).

Y, por último, entre los estudios sobre interpretación imaginada musical destacan los de Amengual *et al.* (2014), Hommel *et al.* (2009), Lahav *et al.* (2007), Leaver *et at.* (2009) Ozubko y McLeod (2010), Wright *et al.* (2012) y Zatorre (2012). La imaginación del sonido se ha considerado factor importante para sustituir el sonido real en ausencia de este (Seashore, 1938; en Grutzmacher, 1985).

Amengual *et al.* (2014) afirman que la actividad cerebral electrofisiológica asociada con la preparación y ejecución de movimientos ha sido ampliamente descrita en las últimas décadas. También se han realizado estudios en los que se han sincronizado las activaciones electromiográficas de los músculos con los registros electrofisiológicos (conectando de esta forma EMG con EEG).

Según Hommel *et al.* (2001), Lahav *et al.* (2007), Leaver *et at.* (2009) y Ozubko y McLeod (2010), las asociaciones motrices-auditivas que se adquieren cuando uno aprende a tocar un instrumento podrían ayudar a la imaginación mental del sonido.

Leaver *et at.* (2009) trató la activación cerebral en casos de imaginación sonora anticipatoria. La imaginación mental del sonido provoca un incremento de la actividad de la banda alfa en el electroencefalograma (Schaefer *et al.*, 2011). En el trabajo de Wright *et al.* (2012) se confirma que un músico experimentado requiere un menor nivel de esfuerzo durante la fase de preparación motora que un sujeto no músico reafirmando que hay diferencias en la actividad cortical vinculada con la planificación motora. Zatorre (2012) llegó a la conclusión de que las representaciones mentales se basan en la manipulación de experiencias sensoriales vividas previamente.

4. Materiales y métodos

4.1. Implicaciones éticas y legales

La investigación se ha llevado a cabo respetando las consideraciones éticas contenidas en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (AMM), sobre los principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Todos los voluntarios que participaron en el experimento fueron informados verbalmente y firmaron un consentimiento informado escrito. En el caso de los sujetos menores de edad fue un adulto responsable el que firmó el consentimiento informado. Ninguna prueba era invasiva ni supuso riesgo alguno para los participantes.

El derecho a la protección de datos de estos será respetado teniendo en cuenta la ley de protección de datos personales vigente en el Estado Español (Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales), de manera que los datos recogidos se asociarán a un código numérico y nunca los datos personales de los participantes. Además, los datos recogidos serán usados únicamente para la tesis y nunca se cederán a terceros sin consentimiento expreso de los interesados.

4.2. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

4.2.1. Explicación

Se preparó un documento de tipo informativo para presentar a los profesores de piano de los dos conservatorios profesionales de música donde se solicitaron los voluntarios (ver Anexo 1). En el documento se hace una presentación general del trabajo de campo que se pretendía desarrollar.

4.2.2. Ficha inicial

Con este documento se recogieron los datos básicos de los voluntarios (ver Anexo 2). Aparte del nombre, se les pidió la edad, el curso en el que estaban matriculados y los años de formación musical que tenían. Asimismo, por cuestiones prácticas, rellenaron el centro educativo al que pertenecían (CPM *Teresa Berganza* de Madrid o CPM *Alcalá de Henares*) y el profesor del instrumento principal (piano y canto fueron las dos especialidades con las que se contó).

4.2.3. Consentimiento informado

En este documento se explicó en qué consistía el experimento al que serían sometidos los sujetos (ver Anexo 3).

4.2.4. Grabadora y micrófono

Para la primera parte del trabajo de campo se empleó una grabadora de la marca Olympus, modelo WS-812 y un micrófono de contacto optimizado para recoger vibraciones en materias (no sonido ambiente).

4.3. Materiales musicales: análisis documental

Las partituras que se ofrecieron para repentizar fueron seleccionadas cuidadosamente cumpliendo una serie de requisitos:

- Que estuvieran dentro de un rango de dificultad técnica abordable por los estudiantes.
- Que fueran poco conocidas dentro del repertorio habitual.

- Que pertenecieran a un período estilístico familiar, como ya se comentó en el apartado 3.4. (p. 143 en adelante) sobre trabajos afines a la parte experimental de la tesis.

4.3.1. Partitura de piano

La pieza que los sujetos repentizaron fue la primera parte de un primer movimiento de una Sonata de Jan Ladislav Dussek (1760-1812). Es la tercera de una colección que lleva el número de obra 46 del compositor checo. Está en Si b Mayor y en el título escribe *Seis sonatas fáciles para el piano forte con acompañamiento de violín ad libitum*. Un total de 31 compases para tocar a primera vista, bajo la indicación de "Andantino". En compás de 4/4 y en un lenguaje armónico bastante clásico. Con una escritura rítmica variada, siendo la semicorchea la figura más pequeña. La partitura se obtuvo de la página web de IMSLP-Petrucci Music Library.

4.3.2. Partitura de canto

La pieza propuesta para los cantantes del experimento fue un *Ave María* de Luigi Cherubini (1760-1842). Se trata de una composición escrita en 1816 y está planteada originalmente soprano con acompañamiento de un conjunto variado de instrumentos (corno inglés, violines, viola, violonchelo y contrabajo). La versión que repentizaron los estudiantes era para voz y piano (escritura en tres pentagramas: uno para la voz y dos para el piano). El idioma del texto es el latín. La obra está escrita en compás de 3/4, en la tonalidad de Fa Mayor y cuenta con 76 compases, incluyendo las frases o secciones en las que la voz tiene silencios y no debe cantar. La indicación metronómica es de negra=50, *Larghetto*. La escritura es relativamente sencilla, la figuración rítmica no tiene ninguna extravagancia y el lenguaje armónico también es clásico. La partitura se obtuvo de la página web de IMSLP-Petrucci Music Library.

4.3.3. Lecciones de ritmo y lectura (solfeo)

Se confeccionaron a propósito dos lecciones de ritmo y lectura de niveles claramente diferentes (ver anexos 4 y 5).

La que lleva el número 1 (S1) es deliberadamente compleja: con varios cambios de compás, con cambios de unidad de pulso, con cambios de claves y con combinaciones rítmicas bastante difíciles que se salen de los patrones habituales.

La que lleva el número 2 (S2) es más corta y bastante sencilla: con patrones rítmicos que pueden ser considerados frecuentes, sin cambios en el compás y sin grandes saltos interválicos.

4.4. Pianos y aulas

En el CPM *Teresa Berganza* se realizaron las grabaciones en diferentes aulas del centro, siempre con pianos eléctricos cuando había que grabar ejercicios al piano.

En el CPM *Alcalá de Hernares* se realizaron las grabaciones en el aula de informática (primera vez), donde había varios pianos eléctricos, y en un aula estándar (segundo día) ya que en esa ocasión no hacía falta tocar en el piano ninguna prueba o tarea experimental.

No se han tenido en cuenta los eventuales efectos que podrían tener el uso de espacios e instrumentos diferentes. La mayoría de los participantes en el experimento eran menores de edad. Para facilitar la logística de los voluntarios, evitar los inconvenientes de desplazarlos a un sitio desconocido, y que las nuevas condiciones pudieran producir ansiedad, se decidió que lo mejor era que se hicieran las grabaciones donde ellos se encontraban.

4.5. Equipos informáticos

Se ha empleado un ordenador de la casa *Apple*, modelo *MacBook Air* de 13’’.

4.6. Programas informáticos

Para el procesamiento de las señales acústicas que se grabaron, se han empleado fundamentalmente tres programas informáticos. Tras las sesiones de grabación de los sujetos, los registros se pasaron por el Praat. Después se usó ImageJ para procesar las imágenes del Praat. Por último, se usó WEKA para el análisis de los datos.

4.6.1. Praat

Se trata de un software gratuito, de código abierto, de libre distribución y multiplataforma, que se suele emplear en el análisis científico del habla y la fonética. Diseñado en 1992, y en continuo desarrollo, por Paul Boersma y David Weenink (de la Universidad de Ámsterdam, Países Bajos). Permite ser instalado y usado en varios sistemas operativos. Se puede grabar en distintos tipos de archivos de audio, muestra los espectogramas, procesa los datos estadísticamente, admite la edición y manipulación de las señales de audio... entre otras características. Con este programa se realizó la conversión de las grabaciones estéreo a mono, el cálculo del espectro del sonido y la determinación de los valores estadísticos que caracterizan el espectro (media, desviación, sesgo, curtosis, etc.). También se empleó para dibujar las ondas acústicas de las lecturas silenciosas, tanto de las piezas musicales elegidas, así como de las lecciones de solfeo S1 y S2.

4.6.2. ImageJ

Es un programa de procesamiento de imágenes digitales de dominio público cuyo desarrollador principal es Wayne Rasband (perteneciente al *Research Services Branch* del NIMH[85] de EE. UU.). Lanzado en 1997, también se puede ejecutar en varios sistemas

[85] *National Institute of Mental Health* (Instituto Nacional de la Salud Mental, en español), es una de las agencias de investigación biomédica del gobierno federal de los EE. UU.

operativos. Se puede trabajar con imágenes de 8, 16 y 32 bits. Puede leer diferentes formatos de imagen (TIFF, PNG, GIF, JPEG, RAW, etc.) y permite analizarlas, editarlas, imprimirlas, guardarlas y procesarlas. Gracias a ImageJ se pudo determinar la densidad de líneas en los espectrogramas. Fue una herramienta auxiliar que facilitó el trabajo de detectar los picos, calculando a través de la densidad de grises.

4.6.3. WEKA

El nombre de este programa de código abierto se corresponde a ***W**aikato **E**nvironment for **K**nowledge **A**nalysis,* pero también es un ave que solo se encuentra en las islas de Nueva Zelanda (precisamente donde está la Universidad de Waikato y donde se originó el desarrollo de la versión original del software). Resulta ideal para la minería de datos, permitiendo su preparación, clasificación, regresión, visualización, asociación o combinación, etc. La versión más reciente tiene aplicación en muchas y diversas áreas (como en la docencia, la investigación o la agricultura). Algo destacable de WEKA es la enorme cantidad de métodos de combinación de modelos que ofrece. Estos mejoran la calidad de las predicciones al combinar varios sistemas (Hernández Orallo y Ferri Ramírez, 2006). En el trabajo de campo fue usado para el cálculo de los modelos de regresión lineal y para la exploración gráfica de las relaciones entre los datos.

4.7. Procedimiento experimental

Después de la fase preparatoria (documentos, partituras, material para efectuar las grabaciones…) se convocaron en diferentes fechas a los voluntarios y se les realizaron las grabaciones. La segunda parte comienza con el filtrado de los archivos de sonido. A continuación, se trabajaron con los espectrogramas generados intentando extraer unas conclusiones preliminares.

4.7.1. Descripción del método

La imaginación del sonido (en nuestro caso, desde el estímulo visual que proporciona un documento escrito como es la partitura) es un factor importante que puede sustituir el sonido real en ausencia de éste. Por este motivo, nuestro diseño experimental contempló realizar grabaciones de los participantes interpretando mentalmente y ejecutando realmente tres tareas musicales (las que están descritas en el subapartado 4.3. Materiales musicales: análisis documental, a partir de p. 147).

La fonomiografía es una técnica de monitorización de la actividad muscular profunda a través del sonido. Los estudios fonomiográficos suelen trabajar con frecuencias muy bajas (entre los 10 y 40 Hz). En nuestro caso, curiosamente, hemos obtenido información en un rango de frecuencias muy amplio (alcanzando casi los 10.000 Hz). Las técnicas convencionales de fonomiografía suelen emplear acelerómetros o unos micrófonos específicos de baja frecuencia porque lo que buscan es detectar el movimiento del músculo. Sin embargo, el micrófono de contacto usado ha captado también las contracciones y relajaciones de las fibras musculares, que se corresponden con frecuencias más altas (sonidos impulsivos). Además, de esta forma, se ha podido evitar la interferencia que podría haber ocasionado el sonido de la circulación sanguínea (que también va en frecuencias muy bajas).

Por otra parte, debido al escaso número de participantes en el trabajo de campo, se ha diseñado adicionalmente un estudio intra-sujeto, sin llegar a ser caso único. Es un poco peculiar porque se van a comparar las distintas respuestas de un sujeto consigo mismo realizando tareas diferentes, ya que no ha sido posible realizar grupo experimental versus grupo control, aunque también se van a comparar los rendimientos entre los diferentes

voluntarios al ejecutar las mismas tareas. Estas comparaciones entre los diferentes participantes permitirán hacer un estudio correlacional y comprobar si se pueden agrupar en función de determinadas variables.

4.7.2. Sujetos experimentales

Se solicitaron alumnos voluntarios entre los profesores de piano de dos conservatorios profesionales de la Comunidad de Madrid. Para intentar homogeneizar el grupo se pidieron participantes que estuvieran cursando 3º, 4º, 5º ó 6º de EE.PP.

En el CPM *Teresa Berganza* (TB) hubo un total de diez sujetos experimentales, de los cuales ocho pertenecían a la especialidad de piano y dos a la de canto.

En el CPM *Alcalá de Henares* (AH) hubo cuatro voluntarios, aunque sus grabaciones no fueron correctamente realizadas y sus pruebas finalmente fueron desechadas.

Observando las tablas confeccionadas sobre los sujetos experimentales y las diferentes medidas tomadas (a partir de p. 171 en adelante), se pueden apreciar espacios en los que estará escrito *No hay datos* o aparece una cruz. Estas medidas perdidas se deben a que no fue posible grabar en una segunda ocasión a algunos de ellos y carecemos de esa información.

4.7.2.1.Descripción de los sujetos experimentales

Entre los participantes voluntarios del trabajo de campo no hay repetidores de curso. Se trata de jóvenes estudiantes clínicamente sanos, sin enfermedades o dolencias destacables. De manera anecdótica se sabe que uno de los sujetos es zurdo (pero no se conoce este dato a ciencia cierta sobre el resto de los participantes) aunque este no fue un factor que fuera a entrar en las consideraciones inicialmente planteadas.

Tabla 1

Sujetos

Sujetos	Edad	Curso académico	Años formación	Instrumento
1	15	5º	9	Piano
2	13	3º	5	Piano
3	14	3º	6	Piano
4	20	6º	7	Piano
5	15	4º	10	Piano
6	16	4º	9	Piano
7	19	6º	11	Piano
8	18	5º	12	Piano
9	16	1º	8	Voz
10	21	4º	7	Voz

4.7.3. Plan de desarrollo: distribución del tiempo

En primer lugar, se efectuaron unas pruebas para comprobar la viabilidad del material empleado y de las grabaciones obtenidas (primavera 2015). Una vez comprobado el equipo básico con el que realizar las grabaciones, se realizaron las sesiones convocando a los sujetos en varias ocasiones entre 2016 y 2017.

Durante el otoño de 2017 se fueron extrayendo datos de las grabaciones y de las evaluaciones a través de procedimientos de filtrado usando Praat e ImageJ. A principios del invierno de 2018, se introdujeron los datos en WEKA para poder realizar análisis estadísticos y comparaciones. Se obtuvieron las primeras conclusiones en la primavera de 2018 y se empezó a redactar la tesis en el otoño de 2018, contando con un borrador para la primavera de 2020.

4.7.4. Sesiones de grabación

Por orden cronológico, se han hecho las siguientes sesiones experimentales:

4.7.4.1.Pre-test

Hubo un pre-experimento 1 donde se grabó a la autora de la tesis para comprobar la validez de los aparatos que queríamos usar. Pocos días después se realizó un pre-experimento 2, igualmente se efectuaron pruebas con el micrófono, siendo también la autora de la tesis el sujeto sobre el que se hicieron los ensayos.

4.7.4.2.Grabaciones en 2016

En junio, en el CPM *Teresa Berganza*: a dos primeros participantes voluntarios se les grabó el *Adagio* de la Sonata op. 36 número 2 de M. Clementi. Del Sujeto número 1 tenemos cinco grabaciones (relajación, interpretación imaginada apretando pelota, interpretación imaginada de la pieza-sin inhibir movimientos, interpretación imaginada de la pieza-inhibiendo movimientos, repentización/ejecución real) y del Sujeto número 2 tenemos cuatro grabaciones (relajación, interpretación imaginada apretando pelota, interpretación imaginada de la pieza-inhibiendo movimientos y repentización/ejecución real). En ambos casos, se usó un piano eléctrico *Clavinova*.

En septiembre, también en el CPM *Teresa Berganza*: se grabaron a cuatro sujetos voluntarios de los cuales tres eran nuevos en el experimento y uno repetía (el otro voluntario de junio no pudo acudir por cuestiones de agenda). De entre los tres alumnos nuevos, había dos que son hermanos. La pieza se cambió para intentar respetar el factor sorpresa. La pieza elegida fue de Dussek[86]: parte del primer movimiento de la Sonata III op. 46 (concretamente la exposición, desde el inicio hasta la doble barra). Tenemos tres grabaciones de cada sujeto, de esta sesión: relajación (base), interpretación imaginada inhibiendo movimiento físico (micrófono en antebrazo derecho) y

[86] La que queda descrita en el apartado 4.3.1. Partitura de piano, en p. 147.

repentización/ejecución real. Para los cuatro voluntarios, se usó uno de los pianos eléctricos *Clavinova* del aula 10.

En noviembre, en el CPM *Alcalá de Henares*: se grabaron a tres sujetos voluntarios. Igualmente contamos con tres grabaciones de cada sujeto, de esta sesión: relajación (base), interpretación imaginada inhibiendo movimiento físico (micrófono en antebrazo derecho) y repentización/ejecución real. Se usó el aula de informática, donde había varios pianos eléctricos disponibles.

4.7.4.3.Grabaciones en 2017

En el mes de febrero, en el CPM Alcalá de Henares: se volvió a grabar a los tres alumnos voluntarios del otoño anterior. Se les pidió que interpretaran en su mente la misma pieza de Dussek y se grabaron dos ejercicios de ritmo y lectura confeccionados exprofeso para esta investigación. Tenemos 5 grabaciones de cada sujeto, de esta sesión: interpretación imaginada de la pieza de Dussek (micrófono en cuello), interpretación imaginada S1, ejecución real S1, interpretación imaginada S2 y ejecución real S2. Se usó un aula sin pianos, ya que en esta ocasión no era estrictamente necesario el instrumento, al lado del aula del profesor de clarinete (posiblemente en alguno de los archivos se oiga el clarinete de fondo).

Un mes más tarde, en marzo, de nuevo en el CPM *Teresa Berganza*, se grabaron a dos cantantes y se intentó convocar a los cuatro voluntarios del año anterior pero solo conseguí grabar a dos de ellos. Había un cantante voluntario más, pero por diversos motivos no pudo acudir aquel día y se dejó para más adelante, aunque finalmente no se materializó el encuentro. A las cantantes (ambas alumnas de la misma profesora) se les grabaron ocho tomas: una línea base, una interpretación imaginada, una LPV melismática y otra LPV textual de la pieza para voz y piano de Cherubini; y los dos ejercicios de ritmo

y lectura que se usaron con los sujetos de piano (interpretación imaginada S1, ejecución real S1, interpretación imaginada S1 y ejecución real S2). A los dos voluntarios de piano que sí acudieron a la convocatoria (números 2 y 4) se les grabó: la interpretación imaginada de la primera parte de la pieza de Dussek (con el micrófono en el cuello), la interpretación imaginada de S1, la ejecución real de S1, la interpretación imaginada de S2 y la ejecución real de S2.

Al empezar los análisis, nos dimos cuenta de que había que desechar a los cuatro sujetos de AH porque la toma del micrófono estaba mal conectada a la grabadora. Se consiguieron otros cuatro nuevos participantes voluntarios del TB. Se les grabó entre finales de septiembre y principios de octubre de 2017. De ellos tenemos ocho grabaciones: relajación (base), interpretación imaginada inhibiendo movimiento físico (micrófono en antebrazo derecho), repentización/ejecución real, interpretación imaginada inhibiendo movimiento físico (micrófono en cuello), interpretación imaginada S1, ejecución real S1, interpretación imaginada S2 y ejecución real S2.

Se grabaron algunas lecturas imaginadas de las tareas en video (con la cámara de un móvil *smartphone*) en las que se ve el dedo del sujeto marcando la posición de lectura en la partitura. Como el objetivo principal de la tesis es el estudio fonomiográfico de las reacciones neuromusculares producidas por la LPV, estas grabaciones solo se han conservado como material complementario para futuros estudios.

4.7.5. Evaluadores ciegos

Se ha contado con un total de nueve evaluadores ciegos:

- tres para evaluar las repentizaciones/ejecuciones reales al piano,
- tres para evaluar las repentizaciones/ejecuciones reales de las cantantes y

- otros tres para evaluar las repentizaciones/ejecuciones reales de las lecciones de solfeo S1 y S2.

Todos los evaluadores ciegos son músicos profesionales (titulados superiores, docentes e intérpretes con experiencia), expertos en la parte que se les pidió que evaluaran. Todas las grabaciones estaban designadas con un número. Ninguno de los evaluadores tuvo conocimiento de qué sujeto estaba evaluando, con una doble finalidad: preservar la identidad de los alumnos y evitar juicios subjetivos en el caso de que reconocieran algún nombre.

Se les proporcionó un Modelo de Evaluación (ver Anexos 6, 7, 8 y 9), se les indicó que evaluaran y calificaran las diferentes ejecuciones de acuerdo con sus propios estándares y que puntuaran de cero a diez, con un único decimal si lo consideraran necesario.

Los criterios objetivos para medir la calidad de una repentización pueden variar dependiendo de las necesidades y de los diferentes estudios.

4.7.6. Variables

La edad, el curso académico en el que se encuentran, los años de formación musical que llevan, el tiempo de dedicación semanal al estudio personal de materias del conservatorio, o si tocan un segundo instrumento musical, son algunas de las variables que se pretenden comparar y tomar en consideración.

La calificación media obtenida a partir de la evaluación y calificación de las repentizaciones/ejecuciones reales se tomará como variable dependiente.

4.7.7. Técnicas estadísticas empleadas

Se probaron los siguientes métodos: método de multicorrelación[87], redes neuronales[88], y análisis de componentes principales[89]. Debido al bajo número de participantes y a la naturaleza intrasujeto de muchas de las medidas, se optó por un modelado lineal con correcciónes de WEKA, que fue el que mejor resultados arrojaba. En los estudios al menos debería haber el doble de datos de los sujetos que de características (variables, atributos) para garantizar o asegurar los resultados obtenidos. El modelo lineal adaptativo empleado permite variar el conjunto de entrenamiento para que fuera mínimamente estable a pesar del escaso número de participantes. Se seleccionaron datos para intentar estabilizar, en la medida de lo posible, el conjunto de entrenamiento. La idea de esta técnica es generalizar los estudios basados en regresión. Se trata de intentar clasificar haciendo divisiones mediante ajustes lineales de los datos.

Al calcular los árboles de decisión, estos salían muy complejos: totalmente ramificados, sin apenas tronco. Al encontrar solamente dos o tres correlaciones destacables entre tantas variables, se intentó refinar a través de un análisis discriminante lineal, ya que esos árboles tan ininteligibles no eran útiles para nuestro propósito. El árbol

[87] O correlación múltiple, significa que se cuantifica el grado de asociación entre una variable dependiente y dos o más independientes, tomadas en conjunto. Se considera una extensión del coeficiente de correlación de Pearson, y al igual que éste, se basa en el análisis de la regresión (múltiple, en este caso).

[88] Significa que es un modelo computacional inspirado en el comportamiento observado en la red neuronal de un cerebro cualquiera, donde un conjunto de unidades (denominadas *neuronas artificiales*) se conectan entre sí para transmitirse señales. La información de entrada atraviesa esta red neuronal, sometiéndose a diferentes operaciones y produciendo unos valores de salida. Estos sistemas aprenden y se forman a sí mismos, no son programados de forma explícita.

[89] Se trata de una técnica usada para describir un conjunto de datos en términos de nuevas variantes (*componentes*) no correlacionadas. Éstas se ordenan, por la cantidad de varianza original que describen, por lo que esta técnica es útil para reducir la dimensionalidad de los datos. Se usa principalmente en análisis exploratorio de datos y para la construcción de modelos predictivos. Significa que se realiza el cálculo de la descomosición en autovalores de la matriz de covarianza, normalmente después de centrar los datos en la media de cada atributo.

inicial sirvió de preprocesamiento. El modelo completo consistió en un árbol de clasificación de tipo J4.8[90] no supervisado con validación cruzada a múltiples niveles que permitía el recorte de ramas usando un modelo lineal suavizado (que descarta los valores extremos, o *outliers*).

El análisis de regresión no es estrictamente lineal pues tenemos muy pocos datos. Como normalmente el volumen de sujetos en trabajos que emplean el análisis regresivo suele ser más alto, en esta tesis la regresión es necesariamente más flexible.

El árbol de clasificación es un tipo de clasificador del programa WEKA. Es un paradigma de árbol de decisión, pero en este caso es de regresión porque utiliza variables reales (no son números enteros, sino que puede tomar cualquier valor continuo). Los clasificadores en WEKA están divididos en Bayesianos, funciones, árboles, clasificadores vagos, reglas y una categoría final miscelánea, llamada *meta*.

M5P es un clasificador numérico (denominado *numeric classifier* en inglés): reduce el conjunto de atributos predictor disponibles en un nodo N, para incluir solo los que se usaron para tomar las decisiones de división en los nodos por "debajo" de N (es decir, aquellos nodos que se usaron para realizar decisiones de división en los dos sub-árboles adjuntos a N).

[90] En WEKA aparece como M5P.

Supervisado o no supervisado: dentro del aprendizaje de máquinas existen tres tipos de aprendizaje (el supervisado[91], el no supervisado[92] y el reforzado[93]). En problemas de clasificación y regresión, se suele usar el aprendizaje supervisado (Betancor, 2017). Significa esto que el modelo recibe ayuda.

Validación cruzada o validación no cruzada (llamada *cross-validation* en inglés): es una técnica que se usa para evaluar los resultados de un análisis estadístico y garantizar que son independientes de la partición entre los datos de entrenamiento y prueba. Consiste en repetir y calcular la media aritmética obtenida de las medidas de evaluación sobre diferentes particiones. Se usa en ámbitos donde el objetivo principal es la predicción y se busca estimar la precisión de un modelo que se llevará a caso en la práctica real. Se usa mucho en el campo de la inteligencia artificial, con la intención de validar los modelos que se han generado. La validación cruzada en nuestros modelos se hizo haciendo un barrido para establecer el número de pliegues más idóneo.

Desdoblamiento a más o menos niveles: este término hace referencia a la división que surge de una rama que se va a ir desdoblando a medida que se va construyendo el árbol de decisión.

Poda o sin poda (de ramas, denominado *pruned* en el programa): un árbol de decisión puede ser, o no, podado dependiendo del crecimiento del árbol y de la necesidad, o no,

[91] El algoritmo se entrena con datos históricos.

[92] Sin datos previos para el entrenamiento, el sistema descubre patrones ocultos en los datos sin asumir etiquetas de resultados predeterminadas.

[93] En un entorno dinámico, el programa interactúa para alcanzar un objetivo determinado.

de obtener un árbol más sencillo. Se puede podar antes de finalizar el desarrollo completo del modelo, o una vez terminado.

Entre las principales ventajas por las cuales hemos elegido este modelo se encuentran las siguientes (enumeradas por Murthy, 1998 y James *et al.*, 2005):

- Es de comprensión e interpretación sencilla (los modelos de árbol de decisión se entienden tras una breve explicación).
- Permite manejar datos categóricos y numéricos (otras técnicas solo permiten trabajar con un tipo de variable).
- Necesita poca preparación de los datos (otras técnicas requieren de una mayor preparación previa).
- Emplea el modelo de *caja blanca* (es abierto, evidente y transparente, podría hacerse a mano).
- Admite validación a través de tests estadísticos (favoreciendo la fiabilidad del modelo).
- Tiene un enfoque no estadístico que aleja las suposiciones de los datos de entrenamiento o los residuos de predicción.
- Refleja toma de decisiones humanas más cercanamente (muy útil cuando se trata de estudios relacionados con comportamientos humanos).
- Facilita la reducción de características que no contribuyen al modelo, a través de la poda (se eliminan los rasgos/atributos menos significativos, de forma que el modelo es más intuitivo y simple y evitando posibles confusiones innecesarias).

Por otro lado, también hay ciertas desventajas en el uso de este modelo. Gareth *et al.* (2005) reconocen las limitaciones de los árboles de decisión al igual que Maimon y Rokach (2005), y Strobl *et al.* (2009):

- Los árboles pueden no ser muy robustos (entendiendo este rasgo en el sentido de que un cambio *pequeño* en los datos de entrenamiento puede suponer un cambio *grande* en el árbol y, por tanto, en los resultados finales).
- En ocasiones, los árboles llegan a ser muy complejos (cuando hay muchas variables). Éstos no generalizan bien desde los datos de entrenamiento (esto es conocido como sobreajuste y existen mecanismos como la poda para evitar este problema). Si alguna de las variables no es suficientemente significativa, el árbol ha ganado una complejidad totalmente innecesaria (por ejemplo, en nuestro estudio, si hubiéramos introducido el factor *nivel de estrés/ansiedad* ante la prueba).

5. Resultados

La calificación media obtenida por los sujetos en la LPV real fue la variable que se estableció como dependiente, mientras que el resto de las variables fueron consideradas independientes. La calificación media se combinó con todas las demás variables (llamadas *atributos* en WEKA) y se ejecutaron varios árboles que cruzaban diferentes atributos/variables para encontrar cuál o cuáles de los rasgos eran más significativos, siempre en relación con la calificación media obtenida en la LPV. A continuación, se describe cada uno de esos cruces. Debido a su extensión, los resultados completos se muestran en el Anexo 10.

El primero fue tomando la *edad* del sujeto y la *calificación media* de la LPV, con validación cruzada a tres pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.707.

El segundo fue teniendo en cuenta los *años de formación* y la *calificación media*, con validación cruzada a diez pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -1.

El tercero fue cruzando el *curso académico* en el que se encontraba cada sujeto con su *calificación media* en LPV, con validación cruzada a siete pliegues. El coeficiente de correlación fue de -0.862.

En el cuarto se cruzó la *calificación media* de la LPV con la *nota* del curso en la asignatura de piano (instrumento principal), con validación cruzada a ocho pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.3381.

En el quinto se combinaron los atributos *calificación media* y las *horas de práctica diaria* (las que, de manera aproximada, destinaba cada sujeto al estudio de música o materias relacionadas con el conservatorio), con validación cruzada a ocho pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -1.

En el sexto se cruzó la *calificación media* obtenida en la LPV con el *tiempo de la repentización ejecutada* (expresado en segundos), con validación cruzada a tres pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.5482.

En séptimo lugar también se pusieron la *calificación media* de LPV y el *tiempo de la repentización* como atributos o variables a comparar (pero esta vez se trataba de la lectura *imaginada*, silenciosa) y con validación cruzada a ocho pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.9483.

A continuación, se usó de nuevo la *calificación media* de las ejecuciones reales para combinar con la *media espectral* (cruce número 8), la *desviación espectral* (cruce número 9), el *sesgo espectral* (cruce número 10) y la *curtosis espectral* (cruce número 11), todos ellos[94] con validación cruzada a ocho pliegues. Se obtuvieron unos coeficientes de correlación de -0.6734, -1, -1 y -1, respectivamente.

Luego se cruzó la *calificación media* obtenida en la LPV en combinación con la *media de picos activados*, y validación cruzada de siete pliegues. Para este modelo (el número 12) se obtuvo un coeficiente de correlación de 0.8569.

El siguiente (combinación número 13) contiene el cruce entre *calificación media* obtenida en la LPV y la *desviación de picos*, y validación cruzada de ocho pliegues. Se obtuvo un coeficiente de correlación de -1.

Con estos primeros resultados, se hicieron correlaciones entre los pares de variables que correlaban con la calificación media de la LPV, de forma que en los siguientes árboles se cruzaron la *edad* con el *tiempo de repentización* y validación cruzada de tres pliegues (número 14), la *edad* con la *media de picos* y validación cruzada de diez pliegues (número

[94] Media espectral, desviación espectral, sesgo espectral, y curtosis espectral son términos que usan para ciertos parámetros que intentan dar información sobre la forma de la curva.

15) y el *tiempo de repentización* con la *media de picos* y validación cruzada de ocho pliegues (número 16).

Dicho de otra forma, de acuerdo con los resultados, los factores *años de formación musical*, *curso académico*, *nota del curso* (la calificación obtenida al final de la evaluación de ese año académico), el tiempo destinado a la *práctica diaria o estudio personal* (de materias relacionadas con el conservatorio), la *media espectral*, la *desviación espectral*, el *sesgo espectral*, *curtosis espectral* y *desviación* ***no*** tienen una correlación con la LPV eficaz.

Tabla 2

Coeficientes de correlación y errores cuadráticos medios relativos

Variables	**Calificación Media**	
	Coeficiente de correlación	Error cuadrático medio relativo
Edad	0.707	58.6569%
Formación[a]	-1	100%
Curso	-0.86	108.1881%
Nota del curso	-0.3381	275.3087%
Práctica diaria[b]	-1	100%
Duración LPV[c]	-0.5482	111.4252%
Duración imaginación[d]	-0.9483	103.6701%
Media espectral	-0.6734	117.473%
Desviación espectral	-1	100%
Sesgo espectral	-1	100%
Curtosis espectral	-1	100%
Media de picos[e]	0.8569	47.1626%
Desviación de picos	-1	100%

Nota: La formación (a) recogía el número de años que habían tenido formación musical. La práctica diaria (b) recogía el número de horas de dedicación personal al estudio de materias relacionadas con el conservatorio. La duración (c) y (d) se midió en segundos. La media de picos (e) indicaba el valor medio de la activación de picos durante la interpretación imaginada de la partitura. Todas las variables con un error cuadrático medio relativo que supera el 100% (en la columna de la derecha) no contribuyeron al modelo porque daban un valor constante. En rojo están resaltados los valores de las 3 variables que son significativas mientras que en verde están resaltados los valores para la variable de la lectura imaginada silenciosa que, aunque el coeficiente de correlación es muy bueno, el error cuadrático medio relativo invalida su validez como variable predictora.

```
=== Run information ===
Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-4,6-7,9-15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              tiempo_repentizacion_s
Test mode:3-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===
M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/80.302%)
LM num: 1
calificacion_media = -0.0061 * tiempo_repentizacion_s +
7.0622

=== Summary ===
Correlation coefficient                  -0.5482
Mean absolute error                       1.9056
Root mean squared error                   2.0287
Relative absolute error                 110.7658 %
Root relative squared error             111.4252 %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2
```

En la variable independiente *duración LPV*, aunque supera el 100% en el error cuadrático medio relativo, sí aparece la variable en el modelo, pero no tendría carácter predictivo. Todos los coeficientes de correlación en los que en la Tabla 2 tienen un -1 (por ejemplo: *formación*, *práctica diaria*, etc.) tienen un 100% en el error cuadrático medio relativo porque esas variables independientes no contribuyen.

A continuación, se facilita un ejemplo de ello, concretamente del cruce entre *calificación media* y *formación*.

```
=== Run information ===
Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-2,4,6-15
Instances:    10
Attributes:   2
              formacion
              calificacion_media
Test mode:10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===
M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)
LM num: 1
calificacion_media = + 5.5163

=== Summary ===
Correlation coefficient                  -1
Mean absolute error                       1.5882
Root mean squared error                   1.725
Relative absolute error                 100      %
Root relative squared error             100      %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2
```

Los resultados mostraron que los coeficientes de correlación más altos con respecto a la calificación media obtenida fueron con:

1. El valor medio de la densidad de activación de picos en interpretación mental: R = 0.86 (Figura 118)
2. La edad del sujeto: R = 0.71 (Figura 119)
3. La duración de la LPV: R = -0.55 (Figura 120)

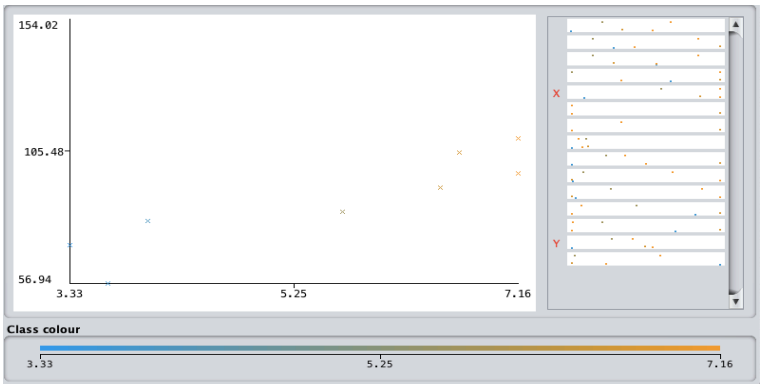


Figura 118. Calificación media con valor medio de la densidad de activación de picos (Variable 1)

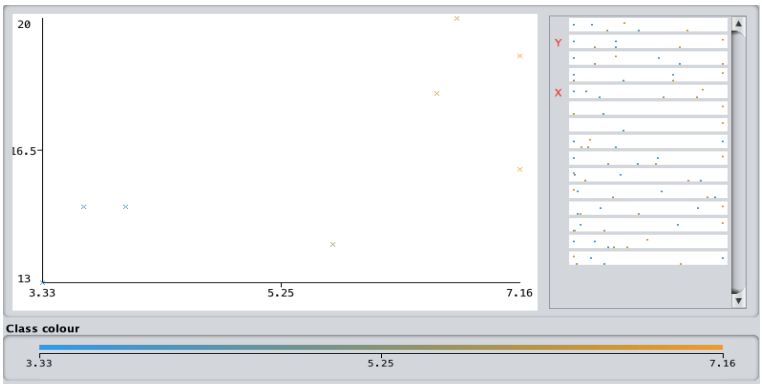


Figura 119. Calificación media con edad (Variable 2)

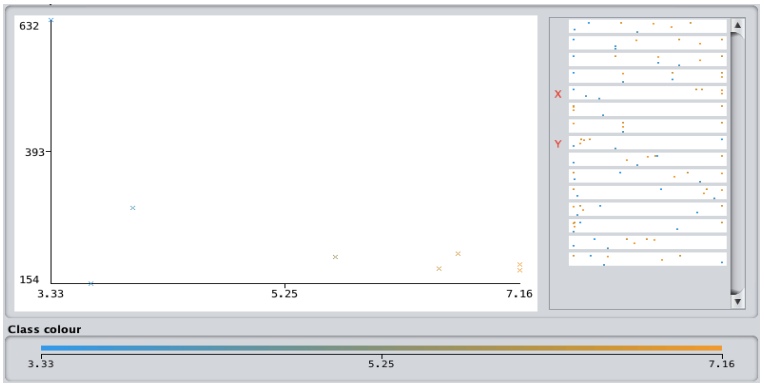


Figura 120. Calificación media con duración (Variable 3)

Como el resto de las variables no contribuyeron a la construcción del modelo, sus gráficas se no se incluyen en este trabajo.

Para comprobar la dependencia entre estos tres atributos más importantes, el modelo calculó la relación entre los pares de variables de la siguiente forma:

1. Par 1 (edad/tiempo de repentización). El coeficiente de correlación obtenido fue de -0.3248 y un error cuadrático medio relativo del 125.1483% (Figura 121).
2. Par 2 (edad/media de picos). El coeficiente de correlación obtenido fue de -0.956 y un error cuadrático medio relativo del 97.3191% (Figura 122).
3. Par 3 (tiempo de repentización/edad). El coeficiente de correlación obtenido fue de -0.4421 y un error cuadrático medio relativo del 128.6867% (Figura 123).

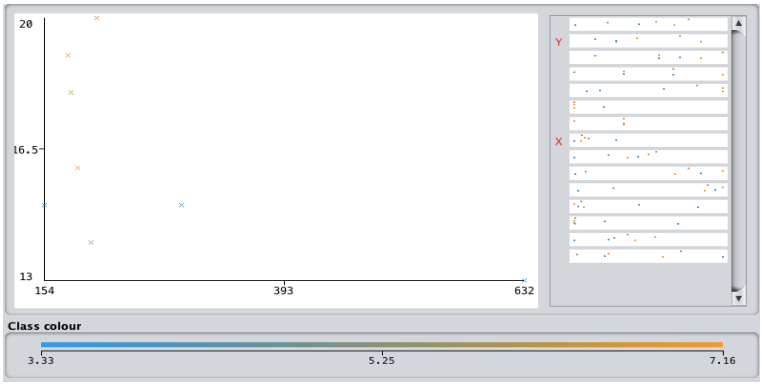


Figura 121. Edad y duración de la repentización (Par 1)

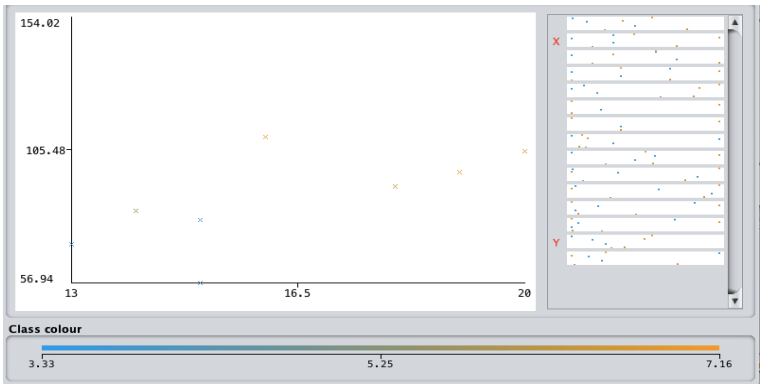


Figura 122. Edad y activación media de picos (Par 2)

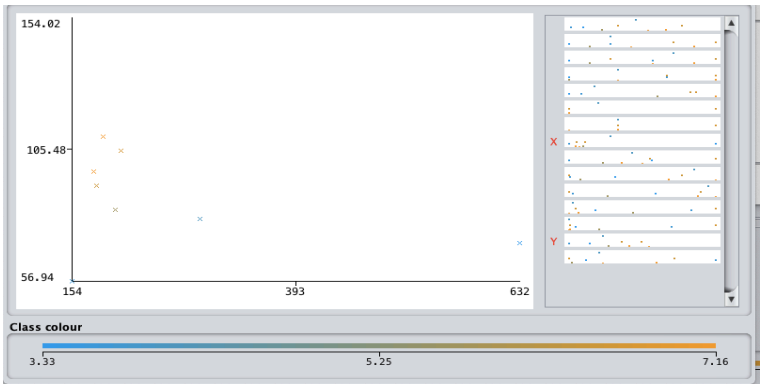


Figura 123. Duración de la repentización y activación media de picos (Par 3)

El resultado fue que la única relación significativa se producía en el par 2 (edad/media de picos) donde R = -0.956 aunque obtiene simultáneamente un error cuadrático medio relativo del muy alto 97.3191%. La activación es un valor constante, no es dependiente de la edad.

5.1. Tablas de resultados

Tabla 3

Calificación media, duración LPV, densidad de picos en imaginación y edad

Sujeto	Edad	Calificación media	Duración repentización	Densidad de picos en imaginación
1	15	3.66	154	56.94
2	13	3.33	632	70.88
3	14	5.66	201	83.17
4	20	6.66	207	105.39
5	15	4	291	79.64
6	16	7.16	188	109.66
7	19	7.16	178	97.16
8	18	6.5	181	91.69
9	16	2.33^{a}, 2.5^{b}	316^{a}, 282^{b}	154.02
10	21	5.66^{a}, 6.5^{b}	251^{a}, 235^{b}	106.78

Nota: Aquí quedan recogidos las variables que más correlan con el rendimiento de la LPV de los sujetos (edad, tiempo de ejecución y densidad de picos en imaginación). Hay dos valores en la calificación media porque se trata de las cantantes que ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La calificación media de la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la calificación media de la derecha (b) se refiere a la segunda repentización. Sucede igualmente con los dos valores en cuanto a la duración de las interpretaciones.

Tabla 4

Tiempos de ejecución (imaginada y real), cociente y calificación media

Sujeto	Duración imaginación	Duración repentización	Cociente	Calificación media
1	60	154	2.57	3.66
2	115	632	5.50	3.33
3	87	201	2.31	5.66
4	157	207	1.32	6.66
5	102	291	2.85	4
6	109	188	1.72	7.16
7	95	178	1.87	7.16
8	114	181	1.59	6.5
9	117	316[a], 282[b]	2.70[c], 2.41[d]	2.33[e], 2.5[f]
10	137	251[a], 235[b]	1.83[c], 1.72[d]	5.66[e], 6.5[f]

Nota: Hay dos valores en la duración de la repentización porque se trata de las cantantes que ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La duración de la repentización que aparece a la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la duración de la repentización que aparece a la derecha (b) se refiere a la segunda repentización. Sucede igualmente con los dos valores en cuanto cociente entre interpretación imaginada y ejecuciones: (c) y (d) se corresponden con repentización con la sílaba "la" y con repentización con texto, respectivamente; y la calificación media en los sujetos 9 y 10, donde (e) es la nota media obtenida para la repentización sin texto y (f) la nota media obtenida para la repentización con texto.

Tabla 5

Edad, calificación, duración, años de formación y dedicación personal

Sujeto	Edad	Calificación media	Duración repentización	Años de formación	Dedicación diaria al estudio
1	15	3.66	154	9	
2	13	3.33	632	5	
3	14	5.66	201	6	
4	20	6.66	207	7	4
5	15	4	291	10	2
6	16	7.16	188	9	1
7	19	7.16	178	11	2
8	18	6.5	181	12	2
9	16	2.33[a], 2.5[b]	316[a], 282[b]	8	2
10	21	5.66[a], 6.5[b]	251[a], 235[b]	7	3

Nota: Hay dos valores en la calificación media porque se trata de las cantantes que ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La calificación media de la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la calificación media de la derecha (b) se refiere a la segunda repentización. Sucede igualmente con los dos valores en cuanto a la duración de las interpretaciones.

Tabla 6

Densidad de picos en relajación y en interpretación imaginada de la pieza musical.

Sujeto	Edad	Densidad de picos en relajación	Densidad de picos en imaginación	Cociente	Ansiedad
1	15	120.21	56.94	0.47	
2	13	120.65	70.88	0.59	
3	14	130.81	83.17	0.64	
4	20	119.25	105.39	0.88	6-7
5	15	114.06	79.64	0.70	6-7
6	16	113.20	109.66	0.97	6-7
7	19	55.48	97.16	1.75	6-7
8	18	97.94	91.69	0.94	6-7
9	16	141.83	154.02	1.09	9-9
10	21	123.52	106.78	0.86	5-6

Nota: La densidad de picos de activación en relajación se refiere a la línea base, mientras que en imaginación se refiere a la actividad que se registra cuando los sujetos interpretan mentalmente la partitura. La ansiedad se refiere al nivel de nerviosimo que experimentaban los sujetos; se les pidió que dieran una cifra entre cero y diez para indicar la agitación que sentían en dos momentos: antes y después de las pruebas. Los sujetos 1-8 eran pianistas, mientras que los sujetos 9 y 10 eran cantantes. De los sujetos 1-3 no hay datos sobre su nivel de ansiedad porque se les perdió la pista después de las primeras convocatorias y no hubo forma de volver a contactar con ellos. Los sujetos 1, 2 y 3 no llegaron a contestar a la pregunta sobre ansiedad, es por lo que hay una cruz sobre el espacio que les correspondería.

Tabla 7

Calificaciones medias de ejecuciones

Sujeto	Calificación media repentización	Calificación media S1	Calificación media S2	Media de S1 + S2
1	3.66	No hay datos	No hay datos	No hay datos
2	3.33	2.66	5.5	4.08
3	5.66	No hay datos	No hay datos	No hay datos
4	6.66	3.91	6.5	5.2
5	4	4.33	5	4.66
6	7.16	3.16	4.16	3.66
7	7.16	2.83	5.19	4.01
8	6.5	2.08	5.33	3.7
9	2.33[a], 2.5[b]	2.33	4.66	3.49
10	5.66 [a], 6.5 [b]	6.33	8	7.16

Nota: Hay dos valores en la calificación media porque se trata de las cantantes que ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La calificación media de la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la calificación media de la derecha (b) se refiere a la segunda repentización.

Tabla 8

Duraciones de interpretaciones imaginadas y reales de las tres tareas

Sujeto	Duración imaginación	Duración repentización	Solfeo 1 imag	Solfeo 1 real	Solfeo 2 imag	Solfeo 2 real
1	60	154	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
2	115	632	157	250	144	166
3	87	201	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
4	157	207	203	185	243	123
5	102	291	99	156	73	138
6	109	188	201	247	154	179
7	95	178	151	160	106	123
8	114	181	166	193	106	129
9	117	316[a] 282[b]	140	215	129	162
10	137	251[a], 235[b]	131	156	97	108

Nota: Hay dos valores en la duración de la repentización porque se trata de las cantantes que ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La duración de la repentización que aparece a la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la duración de la repentización que aparece a la derecha (b) se refiere a la segunda repentización.

Tabla 9

Cocientes entre interpretación imaginación y ejecución real de las tres tareas

Sujeto	Cociente música	Cociente Solfeo 1	Cociente Solfeo 2
1	2.57	No hay datos	No hay datos
2	5.50	1.59	1.15
3	2.31	No hay datos	No hay datos
4	1.32	0.91	0.51
5	2.85	0.47	1.89
6	1.72	1.58	1.16
7	1.87	1.23	1.16
8	1.59	1.06	1.22
9	316[a], 282[b]	1.54	1.26
10	251[a], 235[b]	1.19	1.11

Nota: Los dos valores de los sujetos 9 y 10 son los dos cocientes que salen de relacionar la interpretación imaginada con la ejecución real: (a) se corresponde con la repentización con la sílaba *la* y (b) con la repentización con texto.

Tabla 10

Comparación tiempos de S1 con su calificación media

Sujeto	Tiempo imaginación	Tiempo ejecución	Cociente	Calificación media
1	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
2	157	250	1.59	2.66
3	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
4	203	185	0.91	3.91
5	99	156	0.47	4.33
6	201	247	1.58	3.16
7	151	160	1.23	2.83
8	166	193	1.06	2.08
9	140	215	1.54	2.33
10	131	156	1.19	6.33

Tabla 11

Comparación tiempo S2 con su calificación media

Sujeto	Tiempo imaginación	Tiempo ejecución	Cociente	Calificación media
1	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
2	144	166	1.15	5.5
3	No hay datos	No hay datos	No hay datos	No hay datos
4	243	123	0.51	6.5
5	73	138	1.89	5
6	154	179	1.16	4.16
7	106	123	1.16	5.19
8	106	129	1.22	5.33
9	129	162	1.26	4.66
10	97	108	1.11	8

Tabla 12

Comparación de tiempos de interpretaciones mentales y ejecuciones

	4	**5**	**6**	**7**	**8**		**9**	**10**
Antebrazo	157	102	162	95	114	Cuello	117	137
Cuello	119	108	94	82	100	Dedo	164	189
Dedo	143	96	81	79	65	**Rep. melis.**	**316**	**251**
Repentización	**207**	**291**	**188**	**178**	**181**	**Rep. textual**	**262**	**235**
S1 dedo	105	128	162	85	96	S1 dedo	102	132
S1 inter. mental	203	99	200	151	166	S1 inter. mental	139	131
S1 ejecución	**185**	**156**	**247**	**160**	**193**	**S1 ejecución**	**215**	**156**
S2 dedo	89	86	129	64	85	S2 dedo	94	106
S2 inter. mental	243	73	154	106	106	S2 inter. mental	128	97
S2 ejecución	**123**	**138**	**179**	**123**	**129**	**S2 ejecución**	**162**	**108**

Tabla 13

Comparación de calificaciones medias y segundo instrumento

	4	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
2º instrumento	Sí	No	No	Sí	No	Sí	Sí
Edad	20	15	16	19	18	16	21
LPV	6.66	4	7.16	7.16	6.5	2.33[a], 2.5[b]	5.66[a], 6.5[b]
S1	3.91	4.33	3.16	2.38	2.08	2.33	6.33
S2	5	4.16	5.91	5.91	5.33	4.66	8
Total	**5.19**	**4.16**	**5.41**	**5.15**	**4.63**	**2.95**	**6.62**

Nota: Hay dos valores en la calificación media en los sujetos 9 y 10 porque se trata de las cantantes. Ejecutaron una pieza a primera vista, en dos formatos diferentes: la primera vez sin cantar el texto (usando la sílaba *la*) y la segunda vez cantando con el texto de la pieza. La calificación media de la izquierda (a) se refiere a la primera repentización (sílaba *la*) y la calificación media de la derecha (b) se refiere a la segunda repentización.

Las siguientes tablas (desde la número 14 hasta la 20, ambas incluidas) son individuales de cada sujeto. En ellas están recogidos todos los datos de los que disponemos para el análisis intra-sujeto.

Tabla 14

Comparativa del sujeto número 4

Edad	20	Curso	6º	Años formación [a]	7
Núm. de instr.[b]	2	Calificación[c]	10	Tiempo estudio[d]	4
Inter. mental 1[e]	157	Inter. mental 2[f]	119	Ansiedad 1[h]	6
Inter. mental 3[g]	143				
Ejecución	**207**	**Media**	**6.66**	Ansiedad 2[i]	7
Inter. mental S1 1[j]	105	Inter. mental S1 2[k]	203	Ansiedad 3[l]	8
Ejecución S1	**185**	**Media**	**3.91**	Ansiedad 4[m]	9
Inter. mental S2 1[n]	89	Inter. mental S2 2[o]	243	Ansiedad 5[p]	6
Ejecución S2	**123**	**Media**	**5**	Ansiedad 6[q]	6

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de 0 a 10, siendo 0 nada ansioso y 10 extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en antebrazo

(f) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(g) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(h) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(i) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(k) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(l) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(m) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(o) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(p) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(q) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 15

Comparativa del sujeto número 5

Edad	15	Curso	4º	Años formación [a]	10
Núm. de instr.[b]	1	Calificación[c]	6	Tiempo estudio[d]	2
Inter. mental 1[e]	102	Inter. mental 2[f]	108	Ansiedad 1[h]	6
Inter. mental 3[g]	96				
Ejecución	**291**	**Media**	**4**	Ansiedad 2[i]	7
Inter. mental S1 1[j]	128	Inter. mental S1 2[k]	99	Ansiedad 3[l]	6
Ejecución S1	**156**	**Media**	**4.33**	Ansiedad 4[m]	7
Inter. mental S2 1[n]	86	Inter. mental S2 2[o]	73	Ansiedad 5[p]	7
Ejecución S2	**138**	**Media**	**4.16**	Ansiedad 6[q]	7

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en antebrazo

(f) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(g) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(h) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(i) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(k) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(l) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(m) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(o) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(p) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(q) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 16

Comparativa del sujeto número 6

Edad	16	Curso	4º	Años formación [a]	9
Núm. de instr.[b]	1	Calificación[c]	5	Tiempo estudio[d]	1
Inter. mental 1[e]	109	Inter. mental 2[f]	94	Ansiedad 1[h]	6
Inter. mental 3[g]	81				
Ejecución	**188**	**Media**	**7.16**	Ansiedad 2[i]	7
Inter. mental S1 1[j]	162	Inter. mental S1 2[k]	200	Ansiedad 3[l]	7
Ejecución S1	**247**	**Media**	**3.16**	Ansiedad 4[m]	8
Inter. mental S2 1[n]	129	Inter. mental S2 2[o]	154	Ansiedad 5[p]	6.33
Ejecución S2	**179**	**Media**	**5.91**	Ansiedad 6[q]	7

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en antebrazo

(f) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(g) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(h) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(i) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(k) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(l) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(m) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(o) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(p) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(q) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 17

Comparativa del sujeto número 7

Edad	19	Curso	6º	Años formación [a]	11
Núm. de instr.[b]	2	Calificación[c]	5	Tiempo estudio[d]	2
Inter. mental 1[e]	95	Inter. mental 2[f]	82	Ansiedad 1[h]	6
Inter. mental 3[g]	79				
Ejecución	**178**	**Media**	**7.16**	Ansiedad 2[i]	7
Inter. mental S1 1[j]	85	Inter. mental S1 2[k]	151	Ansiedad 3[l]	7
Ejecución S1	**160**	**Media**	**2.38**	Ansiedad 4[m]	7
Inter. mental S2 1[n]	64	Inter. mental S2 2[o]	106	Ansiedad 5[p]	6
Ejecución S2	**123**	**Media**	**5.91**	Ansiedad 6[q]	5

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en antebrazo

(f) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(g) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(h) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(i) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(k) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(l) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(m) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(o) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(p) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(q) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 18

Comparativa del sujeto número 8

Edad	18	Curso	5º	Años formación [a]	12
Núm. de instr.[b]	1	Calificación[c]	5	Tiempo estudio[d]	2
Inter. mental 1[e]	114	Inter. mental 2[f]	100	Ansiedad 1[h]	6
Inter. mental 3[g]	65				
Ejecución	**181**	**Media**	**6.5**	Ansiedad 2[i]	7
Inter. mental S1 1[j]	96	Inter. mental S1 2[k]	166	Ansiedad 3[l]	7
Ejecución S1	**193**	**Media**	**2.08**	Ansiedad 4[m]	7
Inter. mental S2 1[n]	85	Inter. mental S2 2[o]	106	Ansiedad 5[p]	7
Ejecución S2	**129**	**Media**	**5.33**	Ansiedad 6[q]	6

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en antebrazo

(f) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(g) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(h) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(i) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(k) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(l) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(m) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(o) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(p) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(q) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 19

Comparativa del sujeto número 9

Edad	16	Curso	1º	Años formación [a]	8
Núm. de instr.[b]	2	Calificación[c]	8	Tiempo estudio[d]	2
Inter. mental 1[e]	117	Inter. mental 2[f]	164	Ansiedad 1[g]	9
Ejecución (mel.)	**316**	**Media**	**2.33**		
Ejecución (tex.)	**262**	**Media**	**2.5**	Ansiedad 2[h]	9
Inter. mental S1 1[i]	102	Inter. mental S1 2[j]	140	Ansiedad 3[k]	9
Ejecución S1	**215**	**Media**	**2.33**	Ansiedad 4[l]	9
Inter. mental S2 1[m]	94	Inter. mental S2 2[n]	128	Ansiedad 5º	8
Ejecución S2	**162**	**Media**	**4.66**	Ansiedad 6[p]	7

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios

(f) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(g) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(h) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(i) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(k) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(l) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(m) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(o) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(p) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

Tabla 20

Comparativa del sujeto número 10

Edad	21	Curso	4º	Años formación [a]	7
Núm. de instr.[b]	2	Calificación[c]	7	Tiempo estudio[d]	3
Inter. mental 1[e]	137	Inter. mental 2[f]	189	Ansiedad 1[g]	5
Ejecución (mel.)	**251**	**Media**	**5.66**		
Ejecución (tex.)	**235**	**Media**	**6.5**	Ansiedad 2[h]	6
Inter. mental S1 1[i]	132	Inter. mental S1 2[j]	131	Ansiedad 3[k]	3
Ejecución S1	**156**	**Media**	**6.33**	Ansiedad 4[l]	4
Inter. mental S2 1[m]	106	Inter. mental S2 2[n]	97	Ansiedad 5º	5
Ejecución S2	**108**	**Media**	**8**	Ansiedad 6[p]	2

Notas: La expresión *Media* se refiere a la calificación media obtenida por el sujeto en cada repentización ejecutada y evaluada por los jueces ciegos. La ansiedad se midió por autoinforme, en una escala de cero a diez, siendo cero nada ansioso y diez extremadamente ansioso.

(a) Se refiere al número de años que el sujeto ha estado recibiendo clases de música

(b) Se refiere al número de instrumentos que puede tocar

(c) Se refiere a la última calificación obtenida en el instrumento principal

(d) Se refiere a una estimación del tiempo destinado a la dedicación diaria a materias relacionadas con el conservatorio

(e) Interpretación mental de la partitura, registrando movimientos involuntarios

(f) Interpretación mental de la partitura, marcando con el dedo sobre el papel

(g) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de la partitura

(h) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de la partitura

(i) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, marcando con el dedo sobre el papel

(j) Interpretación mental de la lección de Solfeo 1, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(k) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S1

(l) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S1

(m) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, marcando con el dedo sobre el papel

(n) Interpretación mental de la lección de Solfeo 2, registrando movimientos involuntarios en cuello/garganta

(o) Grado de ansiedad antes de empezar la imaginación mental de S2

(p) Grado de ansiedad después de terminar la repentización de S2

5.2. Figuras Praat de interpretación mental de las tareas

A continuación, se van a proporcionar las imágenes de las ondas acústicas de los diferentes participantes durante sus interpretaciones imaginadas. En el margen derecho inferior de las mismas, los números no se ven nítidos por un problema del propio programa Praat.

Las figuras serán comentadas en el capítulo siguiente (6. Discusión).

5.2.1. Figuras lectura mental pieza de piano (sujetos 1-8)

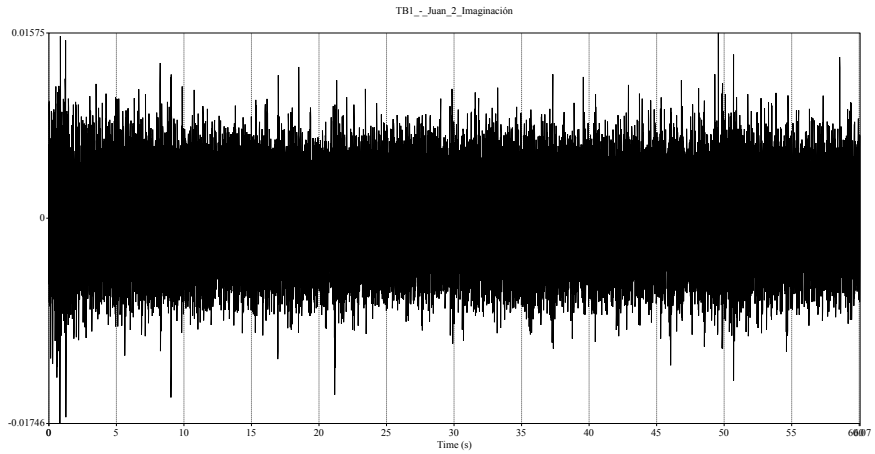


Figura 124. Sujeto 1 - Canal 1

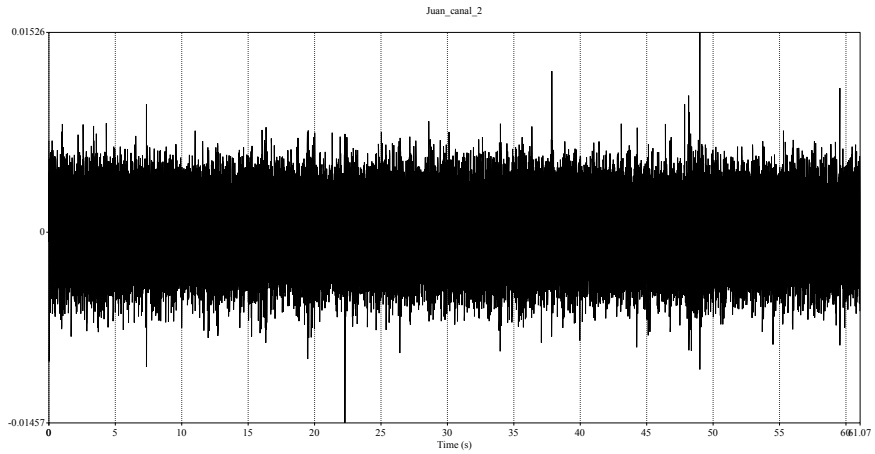


Figura 125. Sujeto 1 - Canal 2

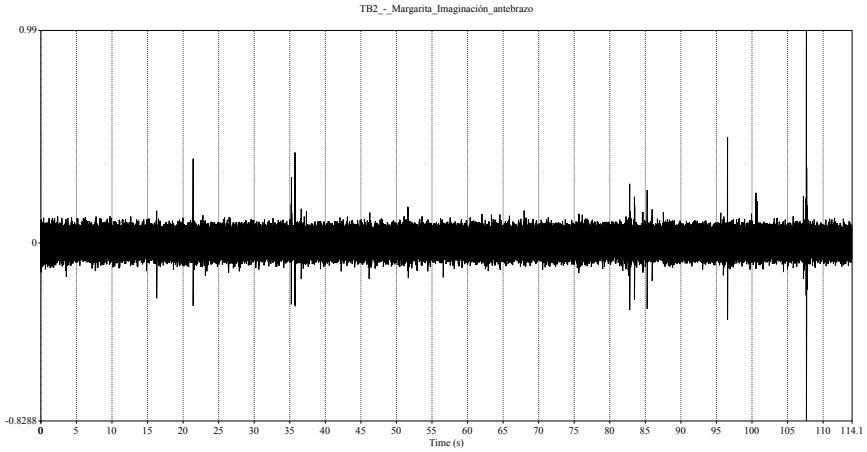


Figura 126. Sujeto 2 (antebrazo). 115/31 = 3.71 segundos por compás

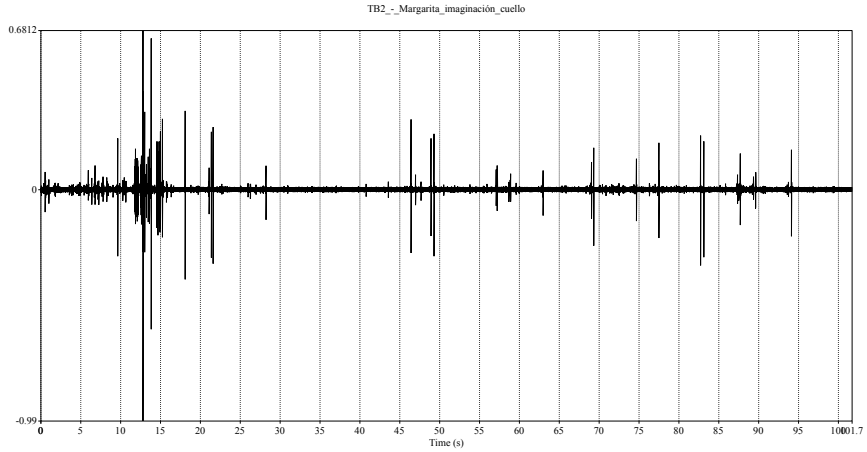


Figura 127. Sujeto 2 (cuello). 105/31 = 3.39 segundos por compás

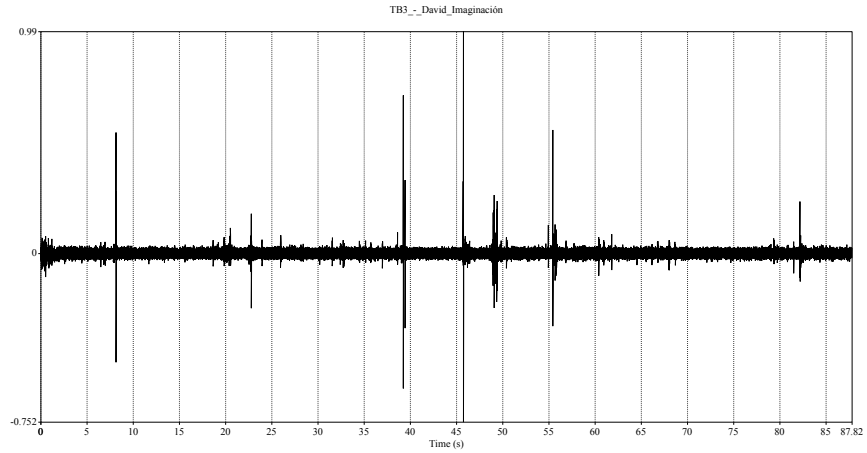


Figura 128. Sujeto 3 (antebrazo). 87/31 = 2.81 segundos por compás

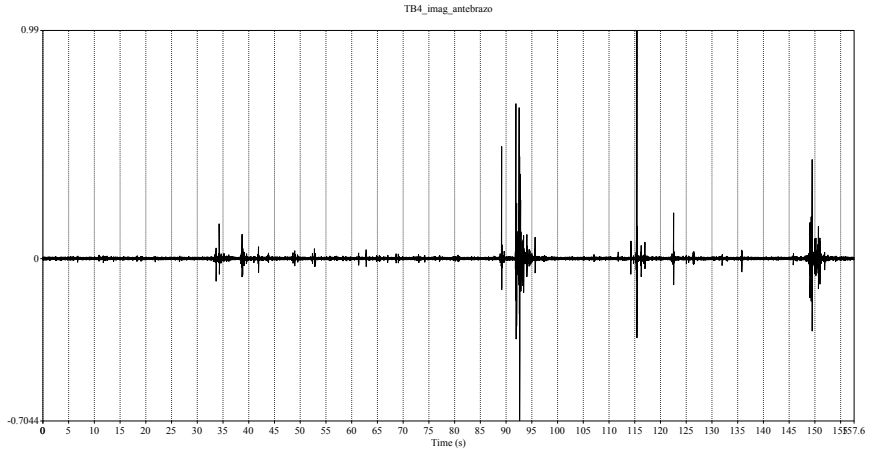


Figura 129. Sujeto 4 (antebrazo). 157/31 = 4.94 segundos por compás

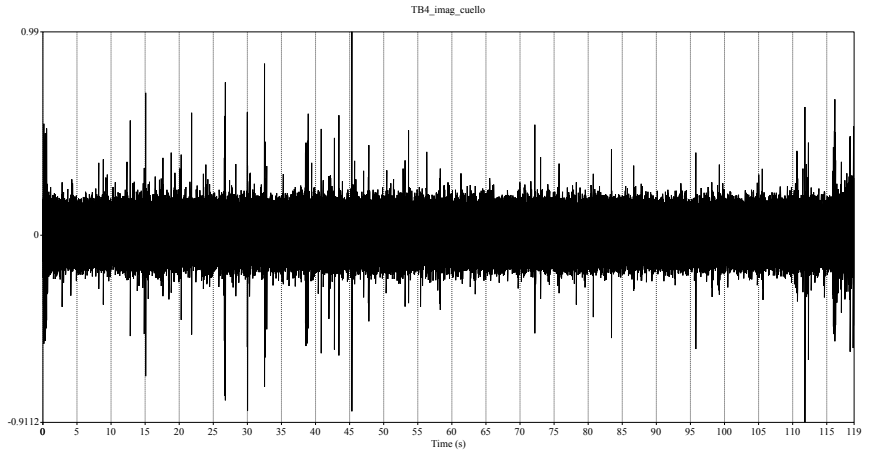


Figura 130. Sujeto 4 (cuello). 119/31 = 3.84 segundos por compás

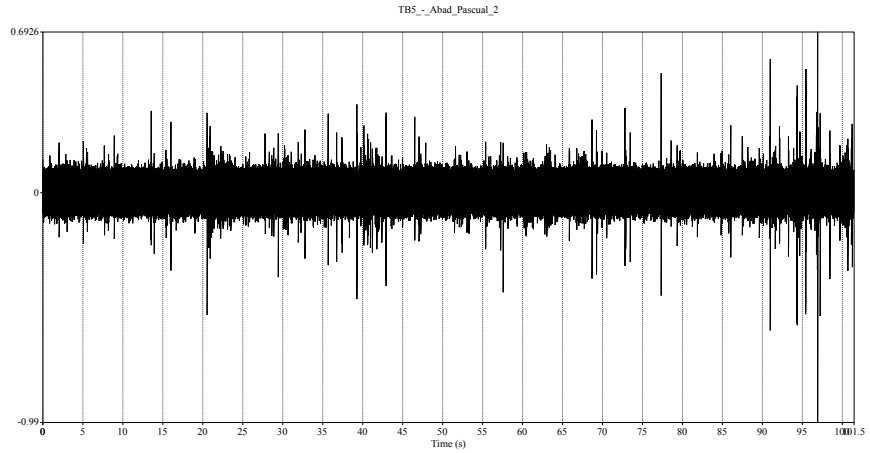


Figura 131. Sujeto 5 (antebrazo). 102/31 = 3.29 segundos por compás

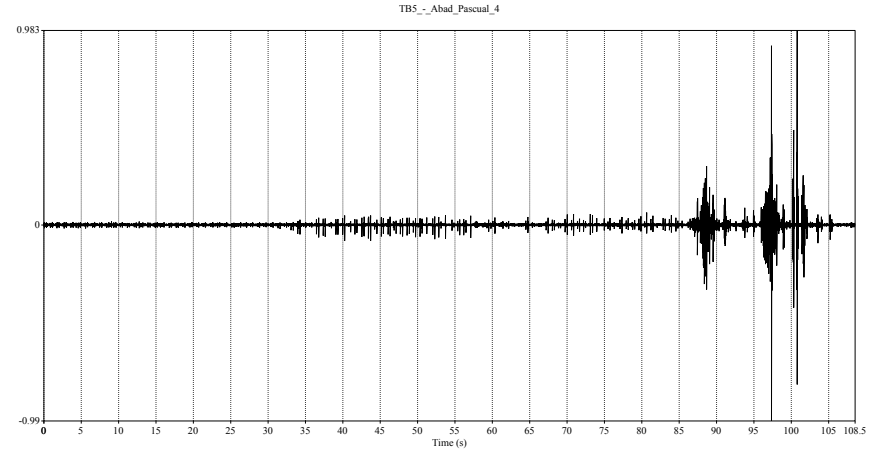


Figura 132. Sujeto 5 (cuello). 108/31 = 3.48 segundos por compás

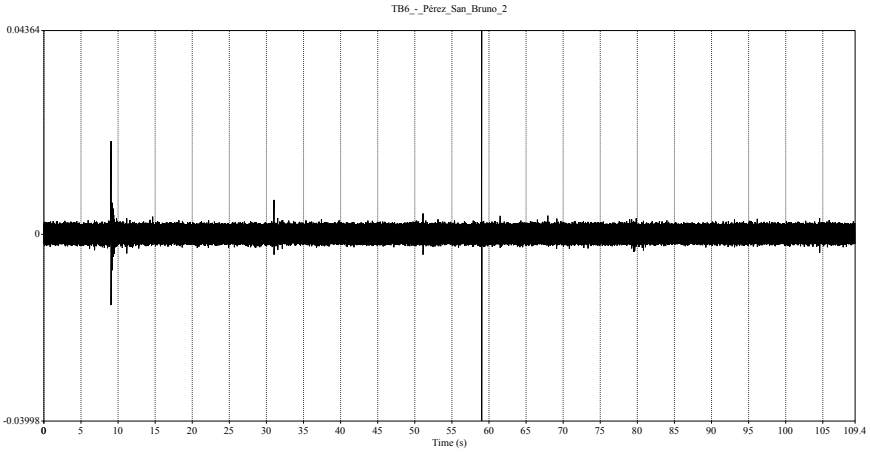


Figura 133. Sujeto 6 (antebrazo). 109/31 = 3.52 segundos por compás

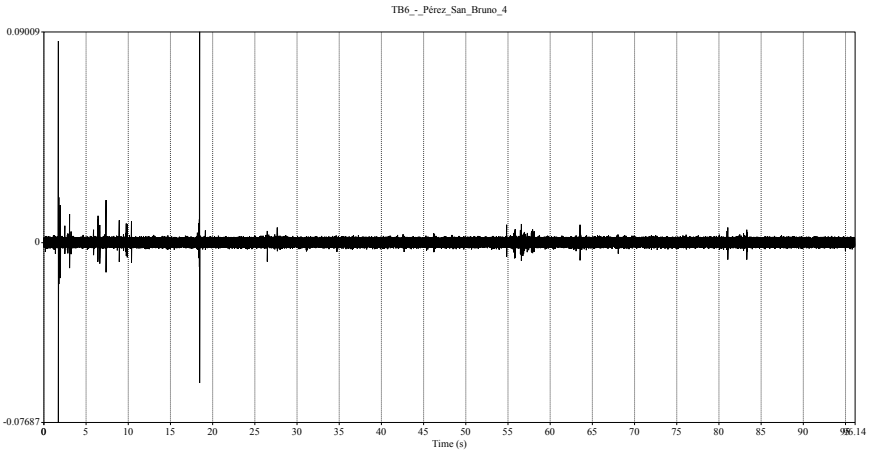


Figura 134. Sujeto 6 (cuello). 94/31 = 3.03 segundos por compás

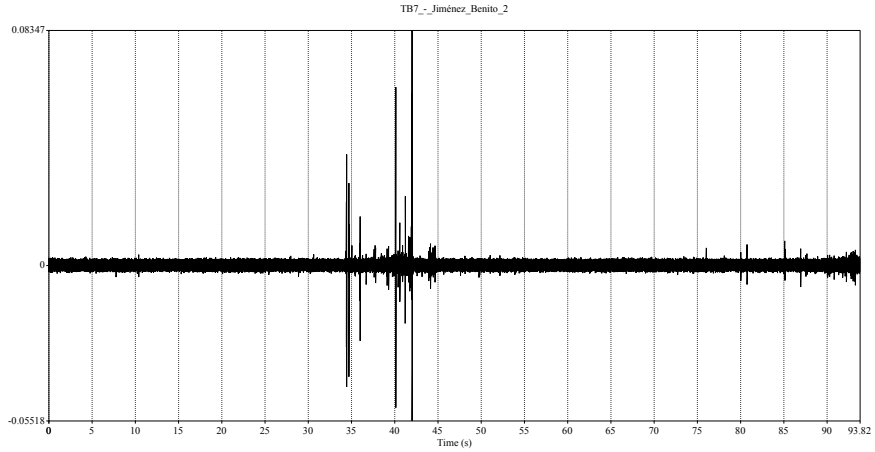


Figura 135. Sujeto 7 (antebrazo). 95/31 = 3.06 segundos por compás

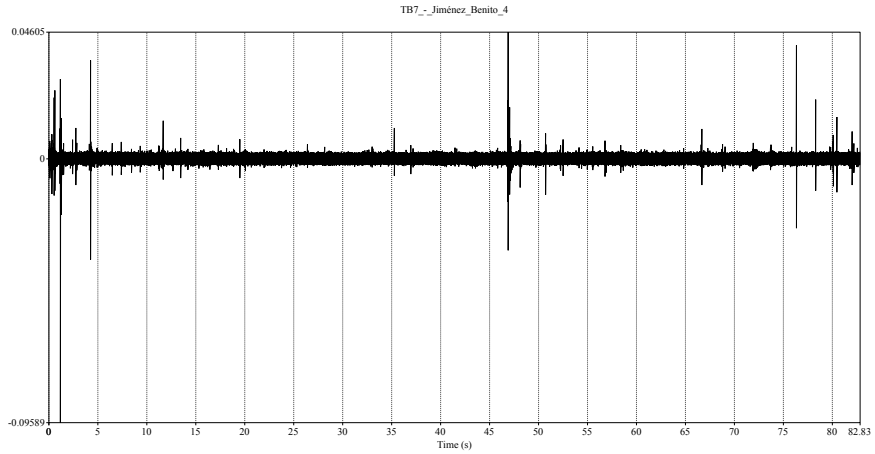


Figura 136. Sujeto 7 (cuello). 82/31 = 2.65 segundos por compás

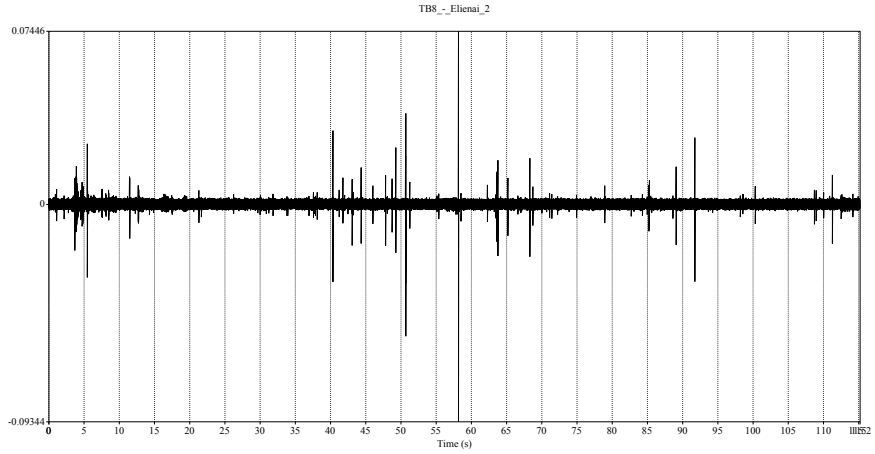


Figura 137. Sujeto 8 (antebrazo). 114/31 = 3.68 segundos por compás

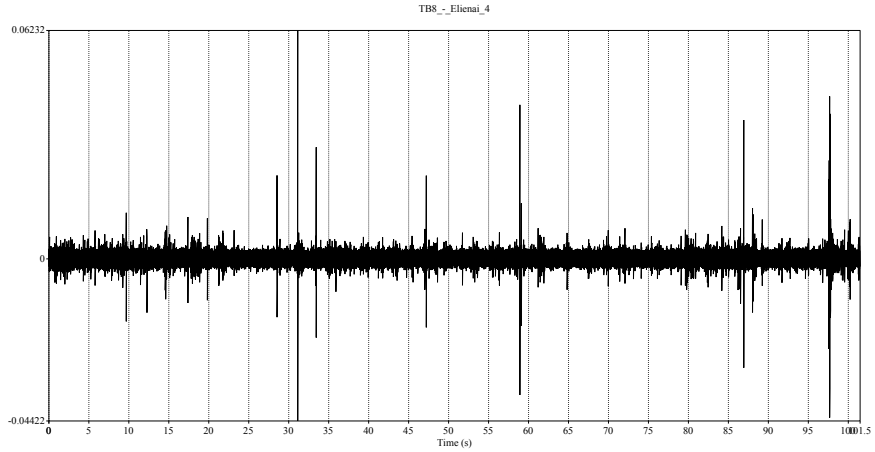


Figura 138. Sujeto 8 (cuello). 100/31 = 3.23 segundos por compás

5.2.2. Figuras lectura mental pieza de canto (sujetos 9 y 10)

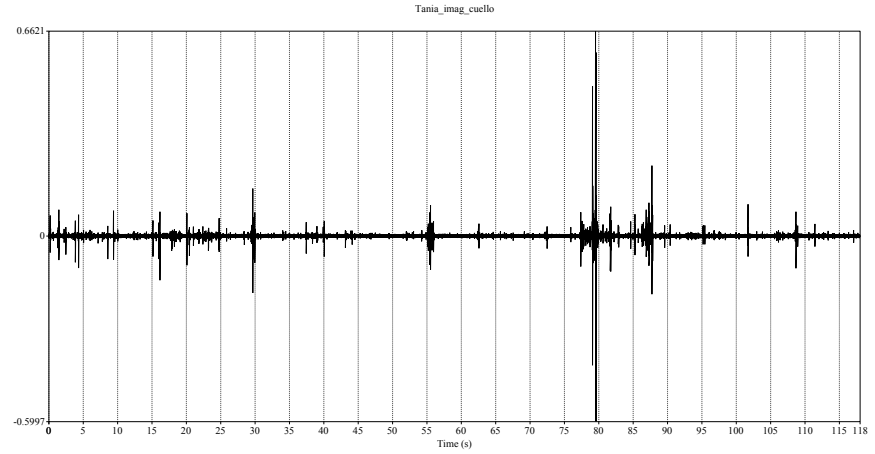


Figura 139. Sujeto 9 (cuello). 117/59 = 1.98 segundos por compás

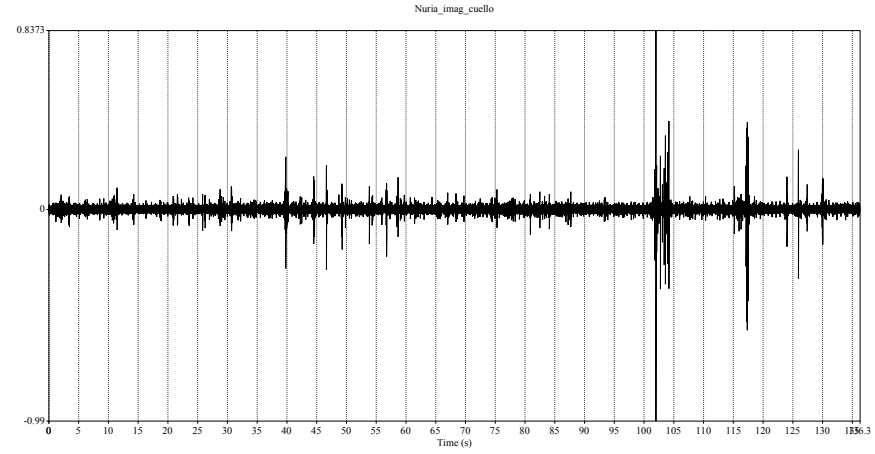


Figura 140. Sujeto 10 (cuello). 137/59 = 2.32 segundos por compás

5.2.3. Figuras lectura mental de solfeo S1 y S2

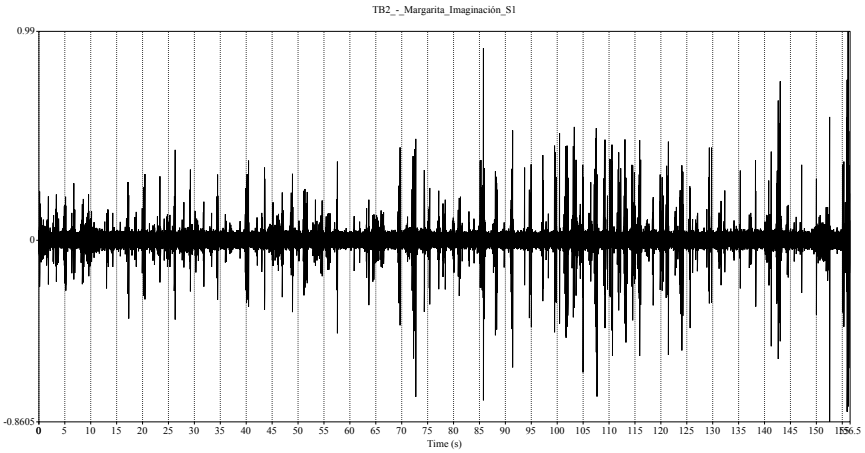


Figura 141. Sujeto 2 Solfeo 1 (S1). 157/32 = 4.90 segundos por compás

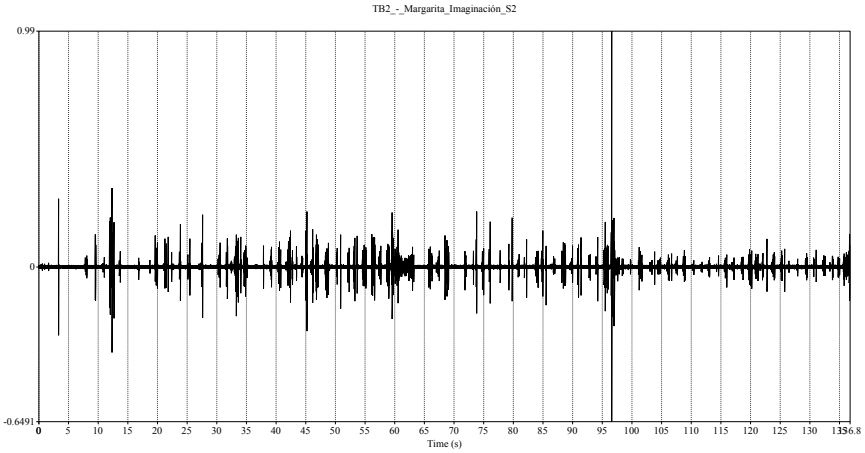


Figura 142. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2). 144/32 = 4.5 segundos por compás

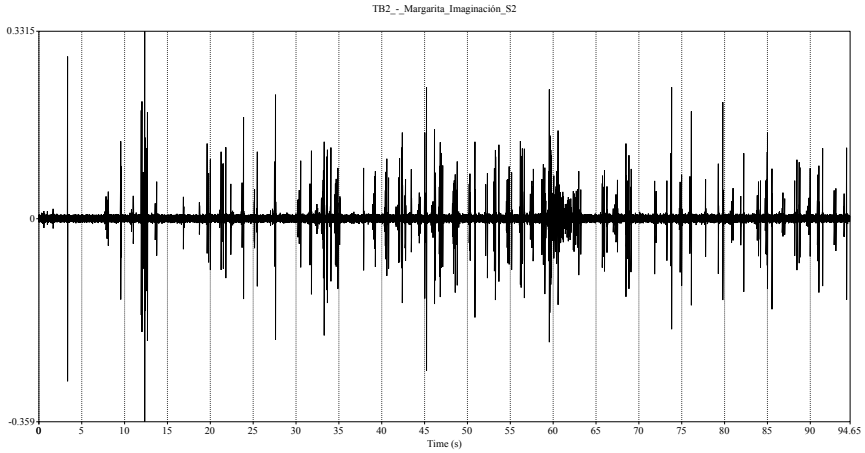


Figura 143. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2) – primera parte. Entre segundos 0 y 95.

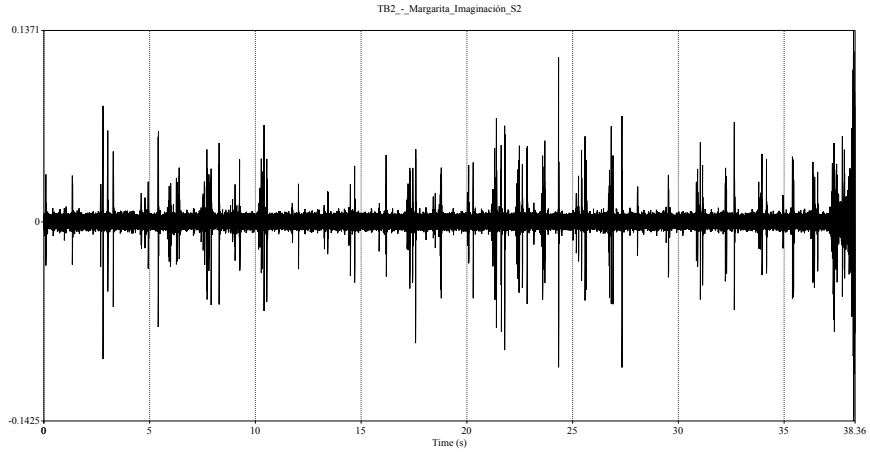


Figura 144. Sujeto 2 Solfeo 2 (S2) – segunda parte. Entre segundos 98 y el final.

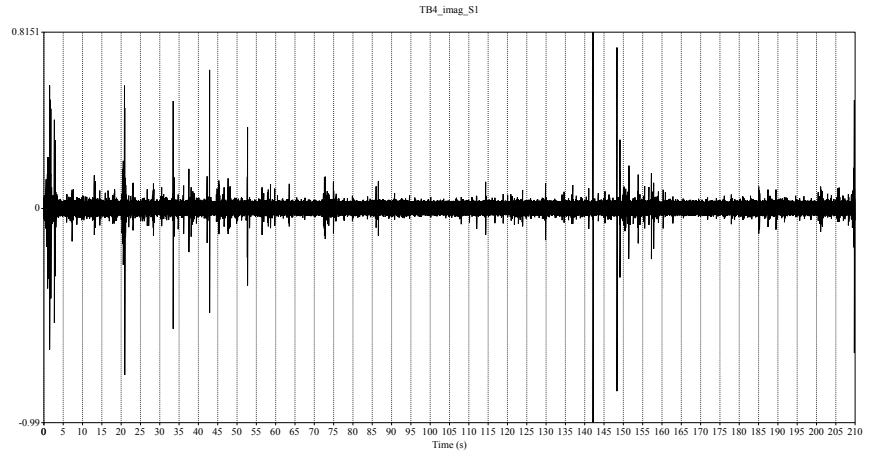


Figura 145. Sujeto 4 Solfeo 1 (S1). 203/32 = 6.34 segundos por compás

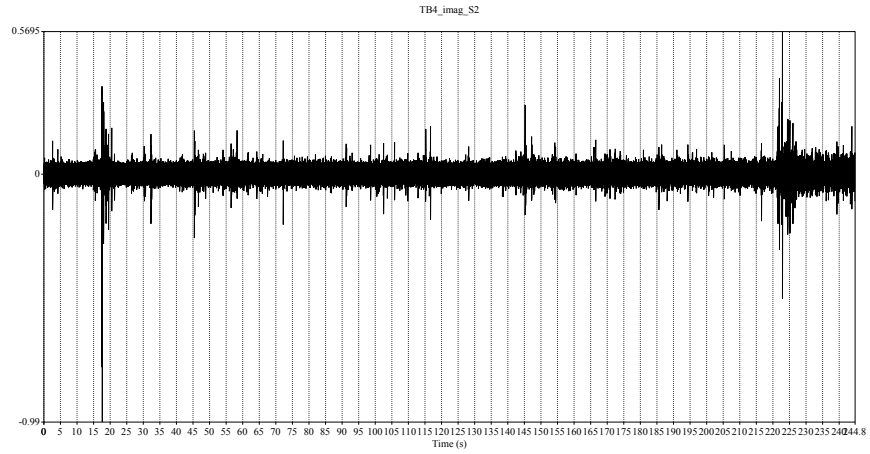


Figura 146. Sujeto 4 Solfeo 2 (S2). 243/32 = 7.59 segundos por compás

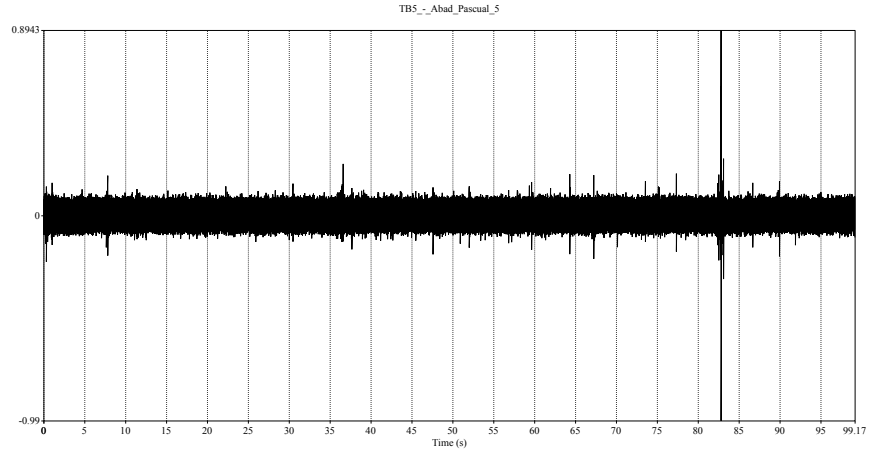


Figura 147. Sujeto 5 Solfeo 1 (S1). 99/32 = 3.09 segundos por compás

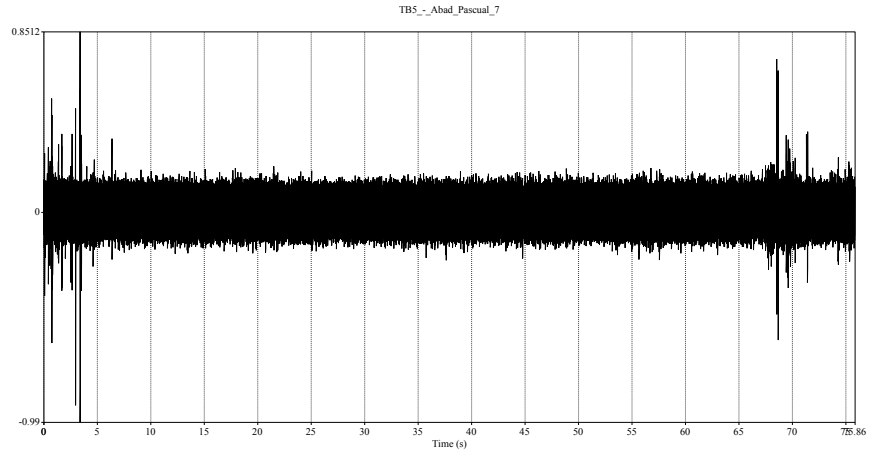


Figura 148. Sujeto 5 Solfeo 2 (S2). 73/32 = 2.28 segundos por compás

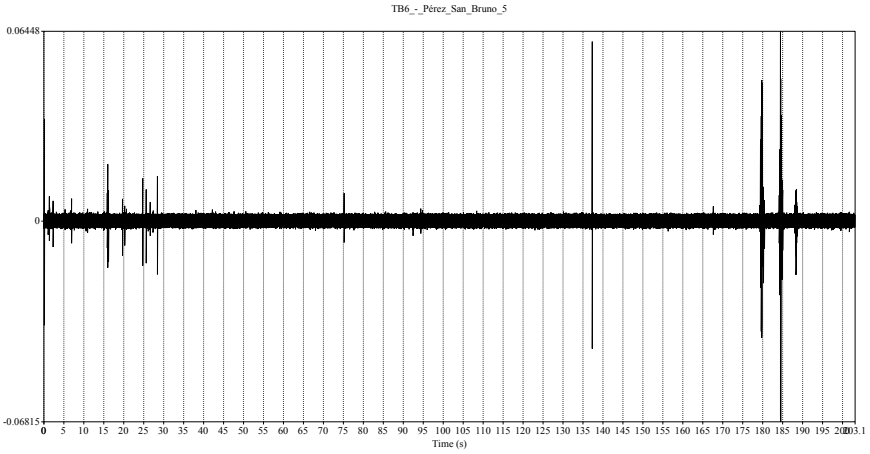


Figura 149. Sujeto 6 Solfeo 1 (S1). 200/32 = 6.25 segundos por compás

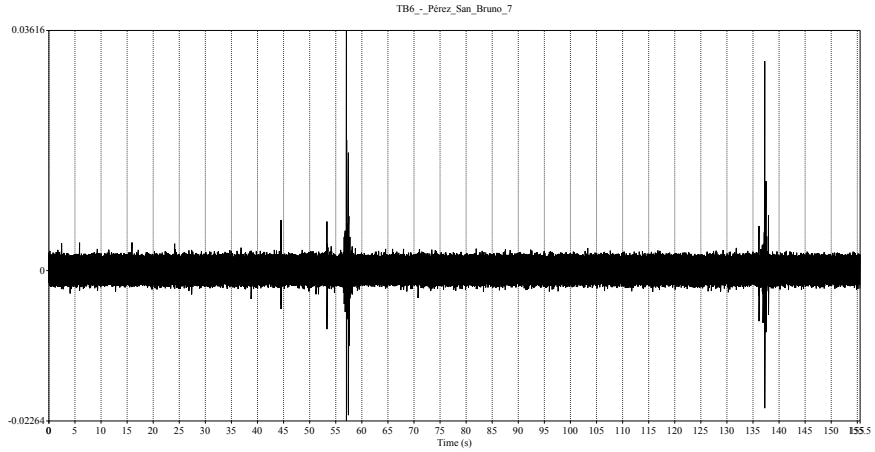


Figura 150. Sujeto 6 Solfeo 2 (S2). 154/32 = 4.81 segundos por compás

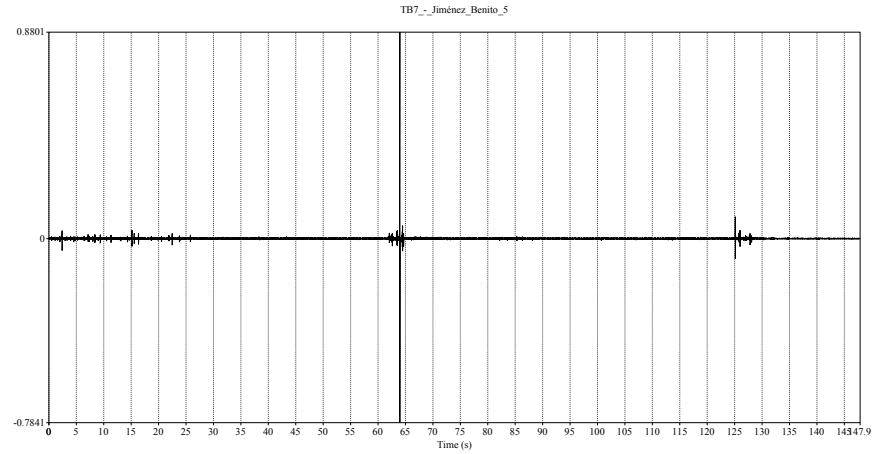


Figura 151. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1). 151/32 = 4.72 segundos por compás

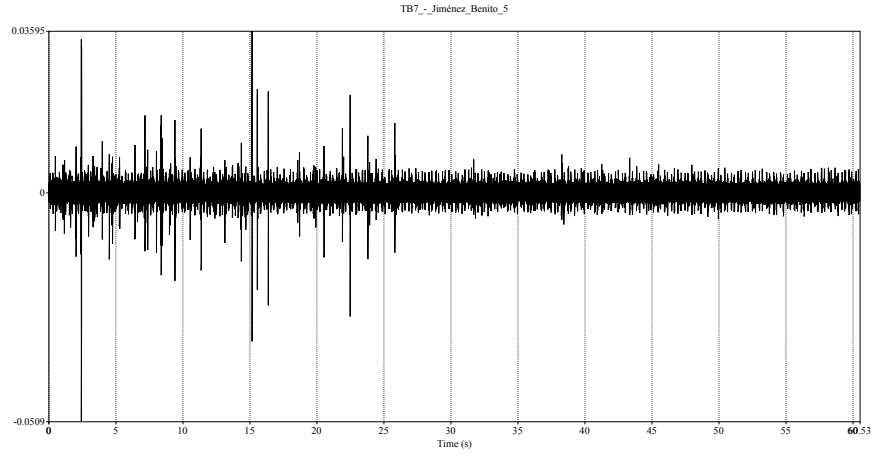


Figura 152. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1) – primera parte. Entre 0-60

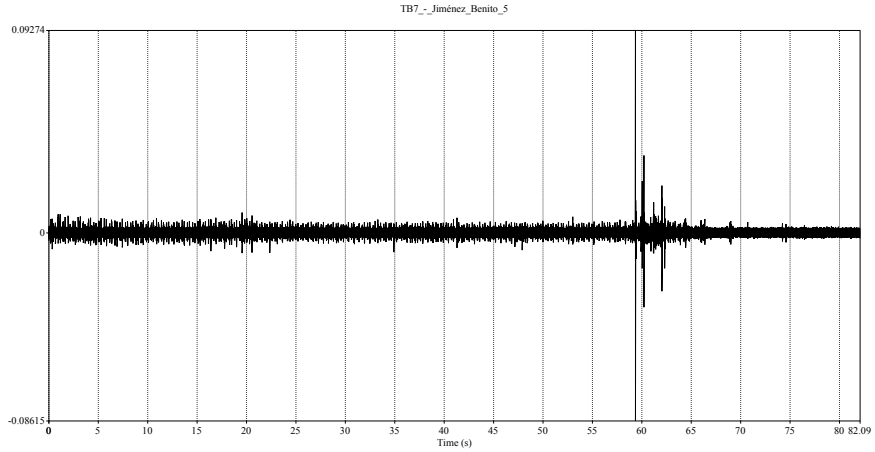


Figura 153. Sujeto 7 Solfeo 1 (S1) – segunda parte. Entre 66 y el final.

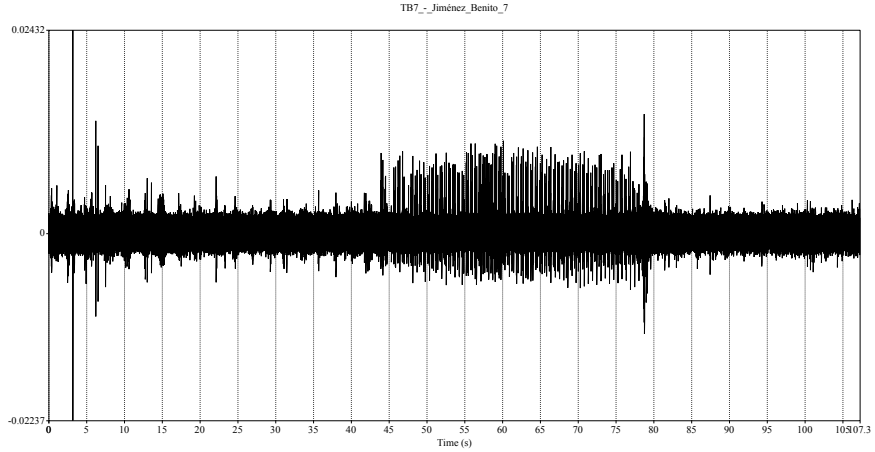


Figura 154. Sujeto 7 Solfeo 2 (S2). 106/32 = 3.31 segundos por compás

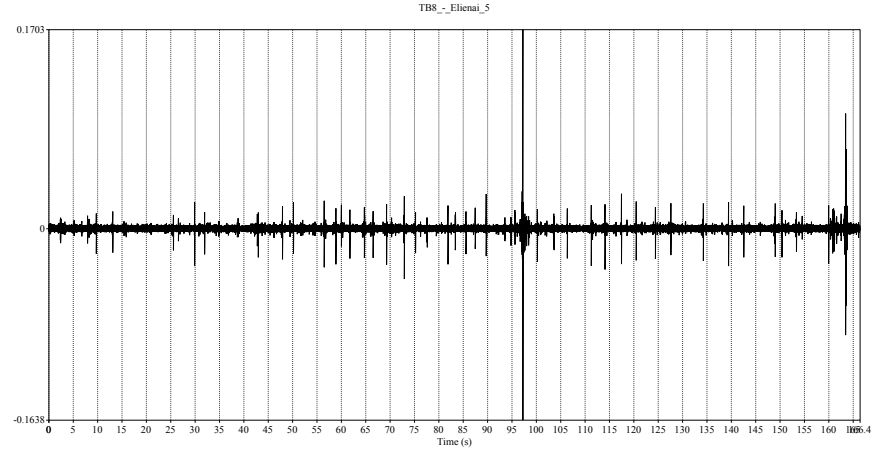


Figura 155. Sujeto 8 Solfeo 1 (S1). 166/32 = 5.19 segundos por compás

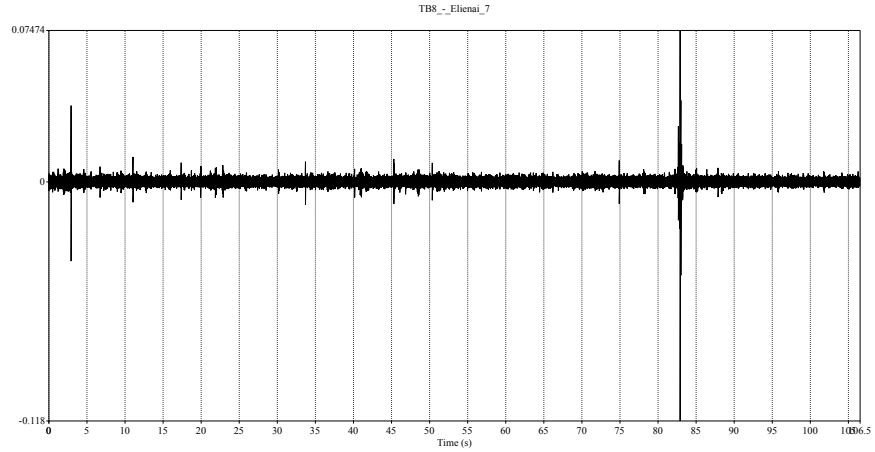


Figura 156. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2). 106/32 = 3.31 segundos por compás

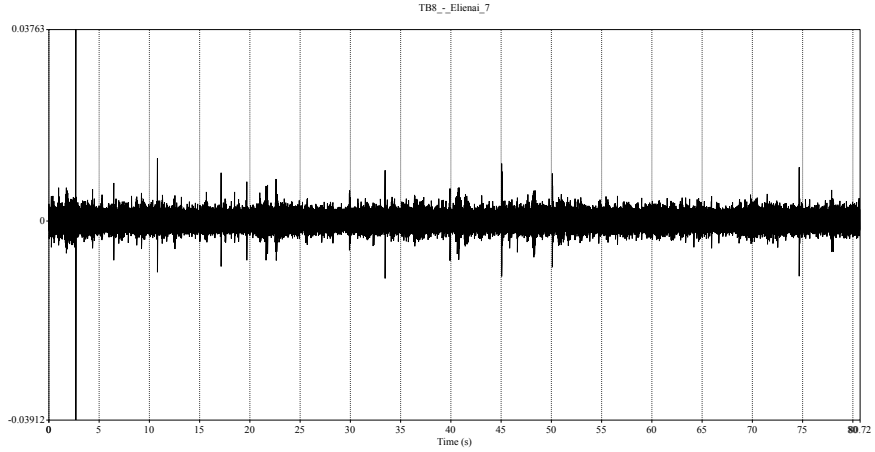


Figura 157. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2) – primera parte. Entre 0-72

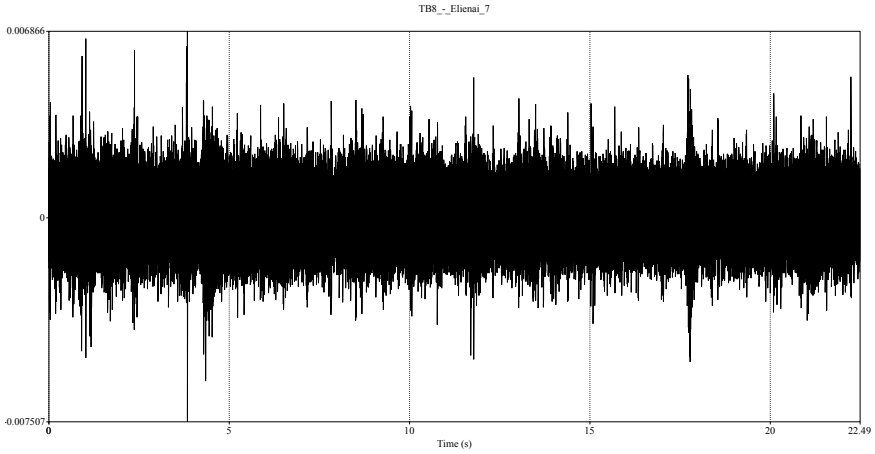


Figura 158. Sujeto 8 Solfeo 2 (S2) – segunda parte. Entre 84 y el final.

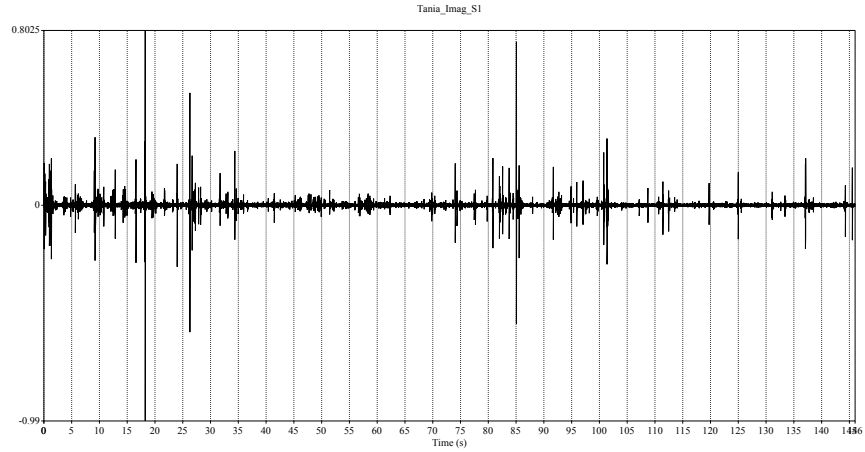


Figura 159. Sujeto 9 Solfeo 1 (S1). 140/32 = 4.38 segundos por compás

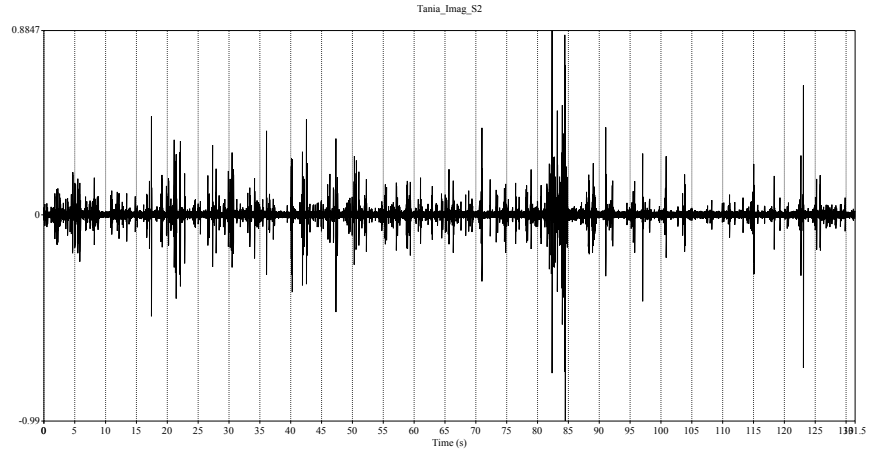


Figura 160. Sujeto 9 Solfeo 2 (S2). 128/32 = 4 segundos por compás

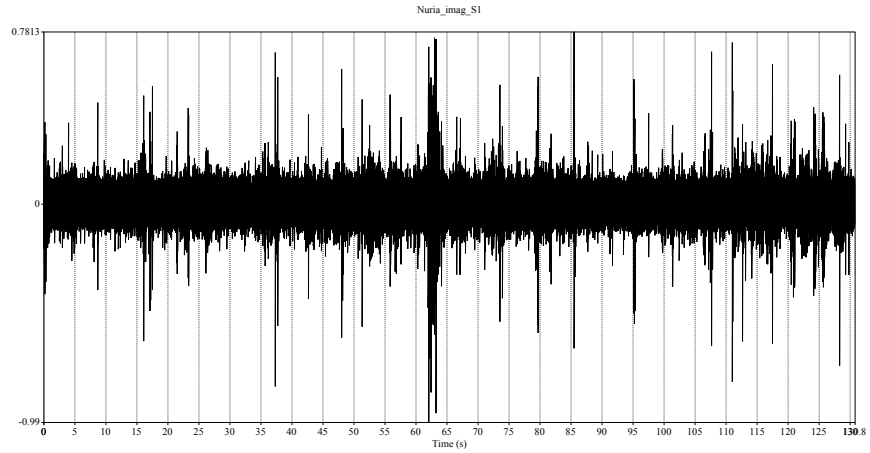


Figura 161. Sujeto 10 Solfeo 1 (S1). 131/32 = 4.09 segundos por compás

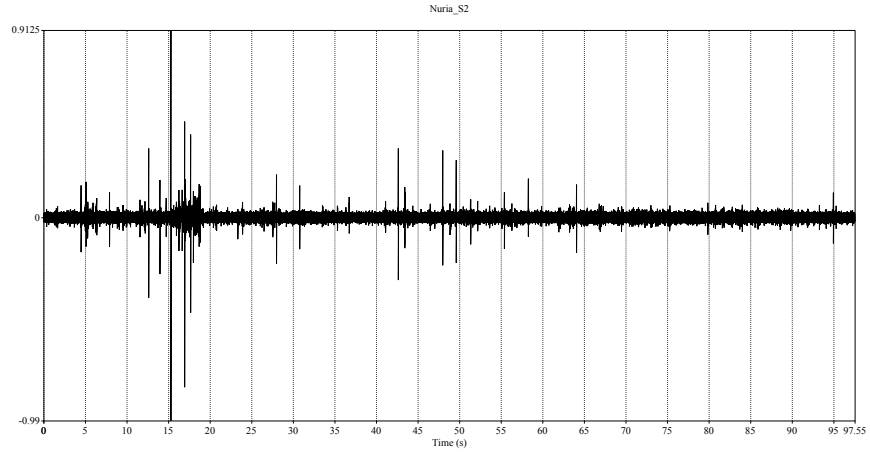


Figura 162. Sujeto 10 Solfeo 2 (S2). 97/32 = 3.03 segundos por compás

6. Discusión

6.1. Análisis de los resultados

La hipótesis general planteada queda probada con nuestro experimento: cuando alguien imagina en su mente cómo ejecutaría una partitura que no conoce o ha preparado previamente se generan unos movimientos que son inconscientes. Esos movimientos involuntarios suelen recibir el nombre de *subvocalización*, término que tiene su origen en los estudios del campo del lenguaje hablado[95]. Daneman y Newson (1992) afirmaron que se activan movimientos involuntarios al interpretar mentalmente una partitura desconocida, al igual que las investigaciones de Brodsky *et al.* (2003 y 2008) confirmaron que, cuando los músicos interpretan silenciosamente sonidos musicales, se ponen en marcha unas sutiles respuestas motoras. En el caso de la ejecución musical instrumental, no significa que se active necesariamente la musculatura encargada de la emisión verbal, sino que se ha probado que se activa el antebrazo (en el caso de los pianistas que participaron en el experimento) en virtud de la teoría de la percepción motora que indica que una codificación concreta es fruto de la asociación de un signo o símbolo con un gesto físico determinado. El micrófono, colocado en el cuello y en el antebrazo, captó esos finos movimientos que son fruto de esa interpretación imaginada y silenciosa de la partitura.

Queda probado que los movimientos espontáneos existen incluso en las situaciones en las que se ha pedido a los sujetos que bloqueen deliberadamente el movimiento físico exterior. Es más, parece que se subvocaliza incluso cuando solamente escuchamos música (Baddeley y Loggie, 1992; Cox, 2001; Crowder y Pitt, 1992; Smith *et al.*, 1992; Smith *et al.*, 1995). La imaginación musical se ha definido como la capacidad de *oír* o recrear

[95] La subvocalización tiene lugar cuando, al ponerse en marcha los órganos de fonación, producen movimientos inaudibles.

sonidos en la mente incluso cuando no hay sonidos reales presentes (Godøy y Jørgensen, 2001). Sin embargo, la interpretación imaginada usada por los músicos supone no solo imaginar los aspectos melódicos o rítmicos de la música sino también los movimientos físicos que requiere la ejecución de música: *ver* o *visualizar* (mentalmente) el instrumento, la partitura o el espacio en el que se ejecuta y *sentir* las emociones y sensaciones que podría querer transmitir (Clark *et al.*, 2011).

En cuanto al objetivo principal planteado, la FMG es definitivamente una técnica capaz de medir la reacción muscular interna de un sujeto que lee silenciosamente a primera vista una partitura escrita. Trager *et al.* (2006) ya confirmó que la FMG es un sistema fiable para realizar mediciones de reacciones neuromusculares. Las grabaciones nos han proporcionado información muy valiosa sobre las reacciones físicas de los participantes cuanto estos interpretaban silenciosamente la música que a través de sus ojos llegaba al cerebro. La FMG permite medir sonidos de muy baja frecuencia mediante acelerómetros, pero durante las sesiones de filtrado de las grabaciones se descubrió que existen frecuencias más altas que contienen información muscular. Eso permitió el uso de micrófonos de contacto, en lugar de acelerómetros y una mayor calidad de señal. La mejor banda en la que se registraban los sonidos estaba entre 800 y 1600 Hz. Como se explicó en el apartado 4.7.7. "Técnicas estadísticas empleadas" (p. 159), se seleccionó la densidad de picos de actividad muscular en la banda citada para describir la intensidad de la actividad neuromuscular durante la imaginación silenciosa. Esta densidad se expresó como un único número que constituyó una de las principales variables del estudio. Parece que esas respuestas musculares captadas por el micrófono adherido al cuerpo de los voluntarios sí tienen relación con algunos factores que hemos considerado importantes para valorar el rendimiento de la LPV.

Otras técnicas empleadas, en investigaciones recientes sobre la LPV, para registrar la actividad neuromuscular durante la interpretación imaginada de una partitura han sido la fMRI (Halpern *et al.*, 2004 y Hoppe *et al.*, 2014), la EEG (Schaefer *et al.*, 2011), la EMG (Brodsky *et al.*, 2008 y Seitz y Roland, 1992) o la EOG (Kopiez y Galley, 2002). Todos estos estudios aportan una variedad en la metodología a la hora de medir las reacciones internas de los sujetos al leer mentalmente un texto musical. Según afirman Amengual *et al.* (2014), encontramos hasta algunos estudios que sincronizan las activaciones electromiográficas de los músculos con los registros electrofisiológicos (conectando EEG con EMG), permitiendo hacer comparaciones.

De forma resumida, el análisis M5P de los datos indica que las tres variables que más correlaban con la calificación media obtenida de la LPV fueron, en orden de mayor a menor contribución:

1. La media del número de picos de activación muscular en interpretación mental: R = 0.86, siendo además la que mayor correlación muestra, y significando que, a mayor activación muscular, mejor calificación. Ver Figura 118.
2. La edad (expresada en años): R = 0.71, resultando que, a mayor edad, mejor calificación. Es una relación que podría considerarse trivial, de sentido común. Sin embargo, es problemática porque otros valores similares no correlan igual (por ejemplo, las horas de práctica o el curso). Ver Figura 119.
3. La duración de la repentización (expresada en segundos): R = -0.55, resultando que, a menor duración, mejor ejecución en la LPV. Esto se justifica en que los que tardan menos tienen los procesos mentales más automatizados, son más eficaces. Ver Figura 120.

En la Tabla 3 se muestran los datos en bruto de las medidas realizadas, según el modelo realizado en WEKA y descrito en p. 159 (4.7.7. "Técnicas estadísticas empleadas"). El modelo mostró una correlación entre la duración de la LPV real al piano y la edad, resultando que a mayor edad había menor tiempo de repentización. Ciertos estudios vinculan la edad con la competencia al realizar ciertas tareas musicales: "comenzar a recibir instrucción musical antes de los siete años está asociado con un mejor rendimiento en tareas musicales" (Ireland *et al.*, 2019).

Inversamente proporcional resulta la comparación entre el tiempo empleado en la repentización y la calificación obtenida. El Sujeto 2 ejecutó el fragmento pianístico en más de diez minutos y a pesar de ello (y contrariamente a lo que se pudiera intuir) obtuvo la peor calificación (no tomamos en cuenta los Sujetos 9 y 10 pues son cantantes y realizaron piezas diferentes).

En Aiba y Matsui (2016), por su parte, el número de errores se utilizó como índice de rendimiento para evaluar la ejecución de los sujetos. En nuestro caso, también se pidió número de errores, como queda recogido en el modelo de evaluación, además de una calificación global para cada tarea que repentizaron.

6.1.1. Relación entre respuestas musculares y factores identificados por otros investigadores como clave para valorar el rendimiento de la LPV (de acuerdo con el objetivo secundario número 1)

No hay todavía, hoy en día, una teoría que considere *todos* los factores relevantes al rendimiento de la LPV (Kopiez *et al.*, 2006), así que las diferencias que se encuentran entre los diferentes individuos son difíciles de comprender y explicar. Los estudios de neuroimagen han probado que la corteza auditiva se activa espontáneamente incluso en

silencio, aun en ausencia de estímulo acústico, pero con inducción imaginada (King, 2016). La imaginación auditiva tiene lugar cuando uno repasa mentalmente un número de teléfono o canturrea una melodía en *su cabeza*. Es una experiencia subjetiva que consiste en poder oír o escuchar en ausencia de estímulo auditivo real. Desde Kornicke (1992) hasta Kopiez y Lee (2008), pasando por Waters *et al.* (1998), muchos investigadores han afirmado que la imaginación auditiva era uno de los predictores más fuertes para una buena LPV. Aunque la retroalimentación auditiva no es imprescindible para repentizar bien (Banton, 1995), sí puede ayudar a la creación de expectativas (Lehmann y Kopiez, 2009). Coincidiendo con estos investigadores, los resultados obtenidos de nuestro experimento han reforzado la idea de que la calidad de la LPV musical puede ser predecida según la intensidad de la imaginación mental.

En general los sujetos eligieron velocidades moderadas para sus repentizaciones. El Sujeto 2, de hecho, realizó su LPV a una velocidad *extremadamente lenta*. No creo que fuera decidido de manera deliberada. Dos motivos pueden explicar este hecho: por una parte, se trata del alumno más joven en edad (13) y también es la persona que tenía menos nivel (acababa de finalizar 2º curso de EE.PP.), mientras que todos los demás voluntarios tenían más edad y se encontraban matriculados en cursos superiores.

Aquellos sujetos cuyos tiempos silenciosos y reales son más similares (su cociente entre real y silencioso es <2) obtienen las mejores calificaciones (sujetos 4, 6, 7, 8 y 10), como se puede ver en Tabla 4. Al comparar que los sujetos invierten en hacer la repentización silenciosa de la partitura y se comparan con los tiempos que los mismos invierten al ejecutar esa misma partitura, llama la atención que absolutamente todos ellos emplean más tiempo en la ejecución real que en la silenciosa. Parecería indicar que el proceso de repentización lo tienen más automatizado y la imaginación silenciosa es más

rica y son capaces de reproducir más detalles de la interpretación real. Lee (2015) y Mielke (2016) resaltaron la importancia de la práctica mental en la disciplina de la interpretación musical, pero este fenómeno se conoce desde hace tiempo en el entrenamiento deportivo, donde se sabe que los mejores deportistas son capaces de imaginar sus movimientos con tanta precisión y exactitud como si lo estuvieran ejecutando realmente (Hardy *et al.*, 1996; Mizuguchi *et al.*, 2013; Munzert y Krüger, 2013; Murphy y Martin, 2002; Schuster *et al.*, 2011). También en otros campos se aplica la *motor imagery patterns* (por ejemplo, en medicina, en programas de rehabilitación en pacientes de diverso tipo, como muestra el trabajo de Wriessnegger *et al.*, 2014). La práctica mental del músico puede dividirse en diversos aspectos: por una parte, hay una primera recepción visual de información; por otra parte, entran en juego problemas motor-cinestésicos y en última instancia, hay que contar con factores relacionados con el sentido del oído: la adquisición y desarrollo de la audición puede jugar un papel importante (Anderson, 1995; Baumann *et al.*, 2005; Brown y Palmer, 2012; Karpinski, 2000; Schön y Besson, 2005; Zatorre y Halpern, 2005). Para Murphy y Martin (2002) el entrenamiento mental es una especie de imitación de las experiencias sensibles y perceptivas mientras que para Hardy *et al.* (1996) es la capacidad de usar la imaginación propia como herramienta en los procesos de práctica personal. El entrenamiento mental no se usa únicamente en situaciones de alta demanda (como pueden ser competiciones, concursos o conciertos públicos), sino que se trata de una estrategia que puede ser empleada en la rutina diaria de estudios personal para lograr los mejores resultados. A través de este sistema se puede optimizar el aprendizaje y aumentar la capacidad de concentración del individuo (Immonen *et al.*, 2012)[96].

[96] El concepto de entrenamiento musical se usa en el sentido de la práctica sistemática que tiene lugar en la mente interior en ausencia de cualquier interumento concreto o situación real de interpretación. Esta práctica mental está directamente conectada con la acción musical y su guía interna cognitiva y experiencia

Los años de formación en la calidad de la LPV (Tabla 5) no constituyen un factor decisivo para obtener un buen resultado en la LPV musical, según nuestros resultados. Sin embargo, numerosas investigaciones *sí* han probado la estrecha relación entre la edad de comienzo en la formación musical y la plasticidad cerebral (Ireland *et al.*, 2019; Vaquero *et al.*, 2016). Esta afirmación confirma que la estimulación temprana tiene beneficios para la adquisición y desarrollo de habilidades de tipo artístico y musicales, así que es probable que la intensidad de la práctica (dedicación personal, según viene indicado en Tabla 5) y la edad a la que se dio comienzo los estudios formales de música jueguen roles importantes, aunque no podemos corroborarlo a partir de los datos obtenidos con nuestro experimento. Lehmann y Ericsson (1996), por su parte, *sí* que prefijeron que el rendimiento de una LPV se podía predecir en función de la experiencia profesional y de los años de práctica, y Brown *et al.* (2015) también mencionaron la exposición temprana además de la acumulación de horas de práctica para lograr un buen resultado en la LPV.

En la Tabla 6 comparamos el estado basal (en relajación) con la ejecución imaginada en comparando la activación y la densidad de picos de cada uno de los voluntarios. El cociente sirve para poder comparar entre los diferentes sujetos, ya que de esta forma las medidas quedan en la misma escala y nos permite contrastarlas entre ellas. En términos absolutos, se observa que la densidad de picos en relajación es superior en muchos de los sujetos, con respecto a la densidad de picos en la imaginación. Esto podría explicarse porque la relajación no es eficaz y, contrariamente, cuando imaginan inhiben aquellos músculos que no necesitan conduciendo a un uso de recursos más eficaz. Solamente el

emocional. Para ellos, la práctica mental de los músicos está íntegramente relacionada con el hecho/acto de hacer música.

sujeto 7 muestra una relajación eficaz, pero refiere el mismo nivel de ansiedad que el resto de los sujetos pianistas. Curiosamente los sujetos pianistas (del 4 al 8, ambos incluidos), todos ellos, refieren un 6 al comienzo del encuentro para grabar y un 7 al finalizar la repentización de la obra correspondiente. Sobre el tema de la actividad cerebral subyacente durante la relajación muscular, Kato *et al.* (2019) realizaron un interesante estudio que probó la necesidad del control de la musculatura corporal no solo durante la acción (contracción muscular) sino también durante la relajación de muchos actos ordinarios.

6.1.2. Comparación de los resultados obtenidos en la LPV de la pieza musical con los resultados obtenidos al repentizar dos lecciones de solfeo de diferente dificultad (de acuerdo con el objetivo secundario número 2)

Al comparar las calificaciones medias de las dos lecciones de solfeo (Tabla 8), se aprecia que los ocho voluntarios de quienes tenemos datos al completo obtienen mejor calificación en S2, que es la más sencilla de las dos que tuvieron. Sin embargo, no parece que la capacidad de realizar un ejercicio de ritmo y lectura sea un predictor de repentización musical, aunque Elliot (1982) sí incluyó la lectura de ritmos como una de las variables que predecían el rendimiento de la LPV. Según Lehmann y Ericson (1996), cuanta más experiencia se tiene leyendo música e interpretando, más fluida será la LPV de una partitura desconocida. Por su parte, Eaton (1978) incluyó tanto la lectura de notas y como la experiencia previa entre las variables a considerar cuando realizó su investigación sobre la LPV al teclado. Gromko (2004) afirmó que la LPV puede predecirse en base a una combinación de diferentes habilidades cognitivas: comprensión lectora, audición rítmica, etc.

No parece que exista una relación directa entre la capacidad de tocar "*prima vista*" al instrumento con la capacidad de solfear una lección de ritmo y lectura. Esto puede ser debido a que los canales de salida de la repentización instrumental (llamado *sight-reading performance*, en inglés) y repentización musical (llamado *sight-reading ability*, en inglés) sean diferentes. En el primer caso involucra un conjunto muy complejo de movimientos a distintos niveles físicos externos y en el segundo los movimientos se reducen a la verbalización (supuestamente a una velocidad determinada) de la notación escrita en el soporte escrito. En resumen, esto podría probar que se trata de dos tareas de dominio específico con poca transferencia entre ellas, aunque otros autores sugieren que la red cortical que constituye la base del procesamiento lingüístico también sirve para procesar la información musical (Kölsch *et al.*, 2002) y el canto parece movilizar muchas de las mismas regiones que el habla activa (Perry *et al.*, 1999).

El Sujeto 5 es el que interpreta mentalmente en menos tiempo la tarea S1, ejecutándolo también en el menor tiempo registrado (empatando con el Sujeto 10), pero la calificación media no llega al 5. El Sujeto 10, en cambio, se tomó algo más de tiempo para la interpretación mental del ejercicio, ejecutándolo en el mismo tiempo que el Sujeto 5 y obteniendo la mejor puntuación de todos los sujetos. Waters *et al.* (1998) correlacionaron positivamente la velocidad y denominación de notas (lo que podría ser el equivalente al *clásico* ejercicio de *ritmo y lectura* del solfeo español) con la LPV.

Mishra (2014) sugiere más investigación en la asociación entre repentización instrumental (*sight-reading performance*) y repentización musical (*sight-reading ability*). En todo caso, un único factor parece insuficiente para explicar esta compleja capacidad.

El solfeo es usado por un grupo significativo de profesores como estrategia principal para mejorar la repentización musical (Monferrer Montañés, 2016, p. 40). Muchos de ellos confian en que si uno se desenvuelve bien en "Lenguaje Musical" también lo debería hacer en el instrumento, "casi ignorando los retos a nivel mecánico que surgen de la propia ejecución instrumental" (p. 41). Muchos profesores opinan que las dificultades en la LPV al piano tienen su origen en dificultades relacionadas con componentes básicos del lenguaje musical: la altura de notas, la duración (los ritmos), etc. Algunos sujetos compartían profesor-tutor (esta es la figura del profesor de instrumento, que ejerce de tutor de sus alumnos). Se podría suponer una instrucción semejante en relación con la LPV cuando son tutorizados por el mismo profesional, pero no es un aspecto que se haya valorado entre las diferentes variables del trabajo de campo de esta tesis.

6.1.3. Análisis de la duración de las lecturas imaginadas y las lecturas reales, comparándolas (de acuerdo con el objetivo secundario número 3)

En la Tabla 9 podemos comparar las duraciones (expresadas en segundos) de las tres tareas que realizaron los participantes del experimento: las tres interpretaciones silenciosas y las tres ejecuciones (cuatro en el caso de los cantantes). A pesar de que la imaginación de un movimiento y su ejecución real requieren de redes cerebrales similares, hay diferencias parciales. Los resultados obtenidos por Leaver *et at.* (2009) apuntan a mecanismos predictivos comunes en ambos dominios. Gerardin *et al.* (2000) sugiere que existe un sustrato neuronal específico en el procesamiento de las representaciones motoras de la mano. En relación con la anticipación, ver Bernardi *et al.* (2013), que probó que la práctica mental conlleva a la anticipación del movimiento.

Se calcularon los cocientes entre los tiempos de interpretación mental y de ejecución real para ver si había alguna relación (Tabla 10). Deberían ser iguales, pero en líneas

generales, hallamos que el tiempo de repentización es mayor que la interpretación mental. Aunque, en realidad, con este bajo número de sujetos no se pueden sacar conclusiones claras: hay demasiada variación. Las peores calificaciones, también en líneas generales, se dan en las personas que hacen la lectura imaginada demasiado rápido.

Más detalladamente, del estudio de la Tabla 11 se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- El único sujeto que supera el aprobado en la calificación (con un 6.33) de esta tarea S1 es el Sujeto 10.
- La segunda mejor calificación es del Sujeto 5 (aunque no llega al aprobado), que tiene los menores tiempos de interpretación mental y ejecución real de tarea (aunque coinciden con el Sujeto 10 en la realización, 156 segundos).
- La peor calificación (Sujeto 8) no coincide con los mayores tiempos de interpretación imaginada y ejecución real.

Resulta curioso cómo, al comparar los tiempos de interpretación imaginada y ejecución de S2 (Tabla 12) con las calificaciones medias obtenidas, salen los siguientes puntos llamativos:

1. La mejor nota se corresponde con el sujeto que interpretó mentalmente y ejecutó realmente en menor tiempo el ejercicio (Sujeto 10).
2. La segunda mejor nota se corresponde con el sujeto que empleó más tiempo para interpretar mentalmente el ejercicio. Aunque su interpretación imaginada fue *lenta*, su ejecución real no lo fue tanto y hubo quien necesitó más tiempo para ejecutar el ejercicio (Sujetos 2, 6 y 9, por citar los que lo realizaron en más tiempo, no obteniendo mejor calificación media del resultado).

3. El sujeto 5, de nuevo, es el que interpreta silenciosamente más *rápido* el S2 (al igual que sucedió en S1).

La evaluación vocal (principalmente, en *sight-singing*) se ha valido habitualmente de dos estrategias: nota a nota (donde se puntúa cada nota *bien cantada*) o por compases sin errores (donde se puntúa por cada compás ejecutado sin errores). Aunque la evaluación instrumental ha ido por delante de la evaluación de ámbito vocal, Henry desarrolló en 2001 y 2009 un sistema diferente de evaluación de la LPV vocal categorizando altura y duración por nivel de dificultad (Henry, 2015). Las calificaciones emitidas por los jueces de esta tesis, tanto en relación con las cantantes como con los pianistas, se debía fundamentar también en el número de errores cometidos en relación con tres parámetros principales del sonido: la altura, la duración y la intensidad (Anexo 7). Mishra (2015) afirma que la lectura musical no es únicamente una única habilidad: la altura y la duración son dos rasgos del sonido que se *leen* por separado, al igual que texto y símbolos. Los errores en el ritmo parecen ser los más comunes durante las LPV (McPherson, 1994) sobre todo en el caso de los lectores de menos nivel, mientras que los lectores de más capacidad tocan mejor en cuanto al tiempo (ritmo, pulso) pero muestran más errores en la altura de las notas ejecutadas (Drake y Palmer, 2000). También se consideró la distribución de la respiración en el caso de los participantes de canto (Anexos 8 y 9) y la correcta lectura del texto (Anexo 9), entre otros aspectos que pueden verse en los anexos mencionados. La evaluación y posterior calificación de las LPV se confió al criterio de los mencionados evaluadores ciegos. Para saber más sobre el procesamiento de patrones prosódicos y musicales, el trabajo de Patel *et al.* (1998) es altamente recomendable.

En las siguientes sub-secciones se va a proceder a hacer un análisis lo más detallado posible de las diferentes ejecuciones de los alumnos que participaron voluntariamente en el trabajo experimental. Compararemos a los sujetos entre ellos, realizando las mismas tareas (ya sea en interpretación imaginada/lectura silenciosa o en repentización/ejecución real, ya sea una pieza musical o una lección de ritmo y lectura) y también haremos un estudio intrasujeto de siete de ellos. Esta fórmula permitiría "desarrollar estrategias de mejora personalizadas" (Blanco y Ramínez, 2019), al atender de manera individualizada cada ejecución.

6.1.4. Análisis intrasujeto del rendimiento de la LPV (de acuerdo con los objetivos secundarios números 4 y 5)

Al tener tan pocos voluntarios en el trabajo de campo, se va a hacer un análisis personalizado de cada uno de ellos, valorando todos los aspectos posibles. A partir de aquí, los análisis y comentarios se van a realizar sobre los sujetos 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 (Véase Tabla 13, en p. 176). No contamos con datos suficientes de los sujetos 1, 2 y 3 porque no pudieron acudir a convocatorias sucesivas para hacer grabaciones. Este análisis en profundidad del rendimiento de cada sujeto, examinando diferentes variables, es coherente con los objetivos secundarios números 4 y 5.

Al comparar en detalle los tiempos de la Tabla 13 (son la duración de cada sujeto imaginando y ejecutando las tres tareas), se aprecia que todos, salvo en uno de ellos (el Sujeto 4, en las lecciones de Solfeo constituye la excepción, pero coinciden en la LPV musical) tardan más tiempo en repentizar que lo que tardan en imaginarse la música en su mente. Esto prueba que su capacidad de imaginar en detalle no está totalmente desarrollada y se saltan *pasos* importantes. Dicho de otra forma: la conexión imaginación-movimiento no está completamente dominada. Los estudios que apoyan esta explicación

se encuentran en el campo del entrenamiento deportivo imaginado donde los deportistas (al igual que debe de suceder con los músicos prácticos) adoptan una perspectiva externa (en tercera persona), abandonando la perspectiva interna (en primera persona) y fijan la meta externamente dejando que sea el cuerpo el que genere toda la secuencia motriz automáticamente (no se piensa en qué músculos se van a poner en movimiento ni en el orden en el que se irán encadenando los diferentes gestos).

Hay muchas cosas que suceden internamente cuando un individuo ejecuta una acción determinada. En el caso de los pianistas, cuando tienen una cierta experiencia y nivel técnico-musical, se ha comprobado que requieren menos esfuerzo para realizar los mismos movimientos que sujetos no músicos (Jäncke *et al.*, 2000; Krings *et al.*, 2000), tienen reacciones motrices involuntarias (Haueisen y Knosche, 2001) y muestran movimientos de tipo anticipatorio (Bernardi *et al.*, 2013).

Por su parte, también observando la Tabla 13, se aprecia que el cociente entre la duración de la lectura silenciosa señalando con el dedo y la interpretación mental en los participantes cantantes se muy similar (1.40 en el caso del sujeto 9 y 1.38 en el caso del Sujeto 10): Henry (2011) consideró que la habilidad de transformar la lectura de una partitura en sonidos musicales forma parte del proceso de repentización, especialmente en el caso de cantantes.

El rendimiento general más alto lo consigue el Sujeto número 10 (Tabla 20). En rojo están resaltados las calificaciones más extremas, las más altas y las más bajas. En las repentizaciones solo tenemos dos de cinco sujetos con una calificación inferior al 5. En S1 todos los sujetos, salvo el número 10, suspenden la tarea. Y en S2 dos participantes suspenden, pero con notas por encima del 4. La lectura musical es una de las habilidades

más relevantes que posee el músico profesional (Hodges y Nolker, 2011). Sin embargo, la capacidad lectora en los alumnos, en términos generales, deja bastante que desear, está lejos de ser fluida (Gudmundsdottir, 2010).

Podemos estar de acuerdo con esta última afirmación, pues la tarea S1, aun siendo bastante difícil, entraría dentro del rango de capacidades de los voluntarios que participaron en el trabajo de campo. Todos estos alumnos, matriculados en EE.PP. oficiales, han superado los cursos de la asignatura de Lenguaje Musical, donde durante seis cursos se les ha enseñado, entre otros contenidos, a ejecutar lecciones de ritmo y lectura similares a S1 (en los últimos cursos) y S2 (en los cursos intermedios).

6.1.4.1.Análisis intrasujeto: Sujeto 4

En Tabla 14 se recogen todos los datos del Sujeto 4. Todas las veces que interpretó mentalmente la partitura de piano que las duraciones son inferiores a la ejecución real. Sin embargo, no sucede lo mismo cuando se trata de las lecciones de solfeo S1 y S2. Para ambos ejercicios, el tiempo que necesitó para interpretar mentalmente fue superior a la ejecución real y a la lectura silenciosa marcando con el dedo sobre el papel. Es el único sujeto al que le sucede esto último: que necesitara más tiempo para interpretar mentalmente S1 y S2 que el tiempo real en el que, posteriormente, las recitó.

Sus años de formación no se correlacionan con el curso en el que estaba porque este sujeto tenía un perfil que no es habitual en los conservatorios españoles, aunque eso no signifique que no existan. Empezó su formación musical a una edad bastante tardía, pero con la ventaja de que eligió estudiar música por interés propio, consciente de lo que suponía elegir este tipo de formación.

Su dedicación diaria al estudio y práctica personal supera en mucho el tiempo que el resto de los sujetos decía dedicar. Posiblemente es lo que le ha permitido avanzar hasta el 6º curso de EE.PP. en tan solo siete años, entre otros motivos.

6.1.4.2.Análisis intrasujeto: Sujeto 5

Los tiempos medidos del Sujeto 5 son bastante coherentes con la idea que se ha expuesto anteriormente: que la conexión imaginación-movimiento no está completamente dominada. Ello se puede apreciar a lo largo de las tres tareas (véase Tabla 15): en todas las ejecuciones reales tardó más que en las imaginaciones o lecturas silenciosas. El perfil de este sujeto es muy diferente del perfil del Sujeto 4 en cuanto al momento de incursión en el mundo de la música: debió empezar a una edad joven, posiblemente fuera del conservatorio (porque oficialmente no pueden empezar hasta los ocho años, coincidiendo con 3º de Educación Primaria). Con una dedicación aproximada de dos horas al día para estudiar y preparar las materias del conservatorio, no tenía interés en dedicarse a la música de manera profesional. Sorprende que la calificación de la lección de S1 (la más difícil, y en la que todos los demás sujetos obtienen calificaciones peores en comparación con la lección de S2) es la más alta de las tres tareas que ejecutó y es la mejor calificación para este ejercicio de entre los cinco sujetos pianistas (ver Tabla XX). Pero más llamativo resulta cuando, mirando la misma tabla citada, constatamos que también obtuvo las peores calificaciones en la pieza de piano y el S2 en comparación con los otros voluntarios de su especialidad.

6.1.4.3.Análisis intrasujeto: Sujeto 6

El Sujeto 6 también presenta unas duraciones que son consistentes a lo largo de las tres tareas (Tabla 16). En todas las ejecuciones reales tardó más que en las lecturas silenciosas (esto es, su conexión interpretación imaginada-movimiento no está completamente dominada). El Sujeto 6 tenía un perfil similar al Sujeto 5, pero con menos dedicación diaria a la práctica musical, obtuvo mejores calificaciones en la repentización de piano y la lección de solfeo S1. El rendimiento de sus tres tareas está dentro de la tendencia del conjunto de sujetos. No hay ningún resultado que llame la atención por extraño.

6.1.4.4.Análisis intrasujeto: Sujeto 7

Al igual que sucede con los Sujetos 5 y 6, la conexión interpretación imaginada-movimiento no está completamente dominada. Se deduce a partir de los tiempos medidos del Sujeto 7 a lo largo de las tres tareas (Tabla 17). También en todas las ejecuciones reales tardó más que en las lecturas silenciosas. Su calificación en la repentización de piano es de las mejores. Empata con el Sujeto 6 (ambos tienen un 7.16), pero requiere menos tiempo en lecturas silenciosas y en la misma ejecución en vivo de la pieza, demostrando una interpretación mental más eficaz. Puede que la edad (tres años mayor), el curso (dos cursos por delante) y los años de formación (también dos años más) sean motivos que justifiquen esta diferencia. Resulta llamativa la bajísima calificación obtenida en la lección de S1 (un 2.38) en comparación con las otras dos ejecuciones.

6.1.4.5.Análisis intrasujeto: Sujeto 8

Al igual que sucede con los Sujetos 5, 6 y 7, los tiempos medidos del Sujeto 8 (Tabla 18) también son consistentes a lo largo de las tres tareas y prueban que su conexión interpretación imaginada-movimiento no está completamente dominada. En las ejecuciones reales tardaba más que en las lecturas silenciosas. Se trata del participante que más años lleva recibiendo formación musical (12) aunque no es el de mayor edad ni el que está en el curso más avanzado. Su calificación en la lección de S1 es muy baja, comparándola con las calificaciones de las otras dos interpretaciones.

6.1.4.6.Análisis intrasujeto: Sujeto 9

Al igual que sucede con la mayoría de los alumnos de piano analizados, los diferentes tiempos medidos de los ejercicios del Sujeto 9 (Tabla 19) también muestran la misma evolución a lo largo de las tres tareas: en todas las ejecuciones reales tardó más que en las lecturas silenciosas (sigue presente la idea de que la conexión interpretación imaginada-movimiento no está completamente dominada). Además, se puede apreciar que la pieza vocal que se les propuso necesitó más tiempo la ejecución melismática (con sílaba *la*) que la repentización textual (con el texto). Esto podría ser que la segunda no era *prima vista* realmente, sino *segunda vista* y se podría beneficiar del recuerdo reciente (al menos en los aspectos melódicos y rítmicos). Otra explicación sería que le resulta más *fácil* cantar con texto que con una sílaba carente de significado, aunque sobre este aspecto los estudios de diversos investigadores no acaban de determinar si el lenguaje musical tiene o no carga semántica: por ejemplo, para Kölsch (2005) la música sí posee sintaxis y semántica, mientras que para Stewart (2005) no. Veremos más adelante (en el análisis del Sujeto 10) que sucede lo mismo, en cuanto al tiempo necesario para las diferentes

ejecuciones. Sorprende la baja calificación obtenida en las dos repentizaciones de la pieza vocal (son las más bajas de todo el conjunto de voluntarios). Una justificación es el curso en el que está (solamente en 1º de EE.PP.) y otra el alto grado de nerviosismo que tenía al someterse a las pruebas.

6.1.4.7.Análisis intrasujeto: Sujeto 10

Al igual que sucede con el Sujeto 9 y la mayoría de los sujetos de piano analizados, los tiempos medidos del Sujeto 10 (Tabla 20) también muestran la misma tendencia a lo largo de las tres tareas: en las repentizaciones reales tardó más que en las imaginaciones silenciosas (lo cual, entra dentro de lo esperado, como ya se ha comentado previamente). También se aprecia que la pieza vocal se cantó en más tiempo cuando lo hizo por primera vez (canto melismático *la*) que la segunda vez (con el texto). Ya se ha explicado una posible causa: que la segunda repentización no era a primera vista de verdad, sino una especie *segunda vista* y se podría haber beneficiado del recuerdo reciente (de aspectos melódicos y rítmicos). La otra explicación sería que les resulta más *fácil* cantar con texto que, con una sílaba arbitraria, sin significado: Groussard *et al.* (2010) explicaron que las memorias semánticas verbales y musicales activaban ciertas áreas cerebrales comunes y, de manera simultánea, ciertas áreas específicas, para cada tarea. Este sujeto 10 es el que tiene las mejores calificaciones en las dos lecciones de solfeo, y en relación con la pieza repentizada también obtiene mejor calificación que el otro alumno de canto (Sujeto 9). El rendimiento general de sus tres tareas es el mejor de todo el conjunto de voluntarios grabados y analizados. Es el sujeto de mayor edad (21) pero no el de más años de formación (siete) ni el que más dedicación diaria destina a la práctica musical (tres).

6.2. Comparación entre interpretación y ejecución (con imágenes de Praat)

6.2.1. Análisis pormenorizado de la partitura de Dussek

Consultar Anexo 11 para ver la partitura y las marcas que se comentan a continuación.

A los participantes del estudio, se les pidió el primer movimiento, concretamente hasta la doble barra. Era una página completa y una línea de la página dos. En total eran 31 compases. Tiene una duración aproximada de 140 segundos[97].

En color violeta y forma rectangular muestro los aspectos que, según la *checklist* de Michaelis (1978), deberían ser observados durante la fase de lectura silenciosa (o imaginación mental): el título (*Sonata III*), la tonalidad[98] (en la armadura, dos bemoles *b*: correspondientes a las notas *Si* y *Mi*), el compás (un 4/4), el *tempo* (Andante), y la figuración (corcheas al inicio, llegando a usarse las semicorcheas a partir del compás 12, en el tercer sistema). Además de estos detalles, yo consideraría importante fijarse también en si hay algún cambio de compás, *tempo*, clave, etc. Está marcado en color rojo y forma oval. En este caso, sí hay numerosos cambios de clave (únicamente afectando a la mano izquierda, es decir: se encuentran en la línea inferior de cada sistema). Igualmente

[97] Estimación hecha por la misma autora de la tesis, tocando a primera vista en su propio estudio.

[98] Ya se ha comentado que una armadura se corresponde con dos posibles tonalidades, de acuerdo con el sistema moderno de teoría de la música. En este caso, con dos bemoles en la armadura, podría ser Si bemol mayor o sol menor. Ser capaz de razonar rápidamente en qué tono estamos es signo de buena preparación teórica del ejecutante y puede ayudar a la lectura porque con cada tono van asociados unos acordes y enlaces *típicos*. No es imprescindible saber en qué tonalidad se está, pero es mejor ser capaz de discernirlo velozmente y saber aprovecharse de la información extra que puede acompañarlo (el hecho de saber en qué tono está).

considero fundamental fijarse en si hay muchas alteraciones accidentales (éstas suelen dificultar mucho la LPV, en la partitura de Anexo 11 no hay muchas alteraciones accidentales, pero sí he resaltado tres de ellas) y si se observan pasajes especialmente complicados. Los pasajes más difíciles técnicamente no son fáciles de identificar, especialmente en el caso de pianistas con menos capacidad técnica y experiencia porque para poder darse cuenta de que un pasaje puede suponer un *problema* a nivel motor se debe tener un alto grado de consciencia sobre sí mismo.

Por último, he usado una estrella en color amarillo para señalar algunos sitios que resultan problemáticos para la LPV: frases en terceras u octavas (no solo por el hecho de tener que leer dobles notas, sino porque hay que tocarlas con el mismo número de dedos que las líneas simples y supone una gestión de los recursos que tiene que ser más eficaz), alguna alteración que no te *esperas*, etc.

En la segunda página de la pieza de piano a repentizar por los sujetos hay menos marcas. Solamente: en rojo dos momentos que deberían ser apreciados por el intérprete durante el análisis preparatorio, y en amarillo otros dos momentos que seguramente sean *momentos difíciles* para los sujetos porque en el primer caso (compás 26) mientras la mano derecha toca una octava en sol, la mano izquierda debe tocar un fa y va a sonar un poco disonante[99], y en el segundo caso (compás 29) porque hay una figuración rítmica que no había aparecido hasta ahora y podría sorprender o pillar de imprevisto[100].

[99] Un músico con experiencia y con una buena formación teórica y un oído entrenado posiblemente lo pueda identificar como una disonancia *correcta* mientras que una persona con menos bagaje podría dudar de sí mismo: si ha tocado lo correcto o no.

[100] He aquí un ejemplo de porqué es importante *leer por delante*, que la vista vaya unas pocas notas por delante de dónde se encuentra la mano: para ir adelantándose a los acontecimientos que van a llegar.

6.2.1.1.Análisis de imágenes de Praat de pianistas interpretando mentalmente la partitura de Dussek

En primer lugar, se han establecido cuatro puntos considerados como especialmente complejos de cara a su LPV (no son los únicos, pero es una forma de elegir unos pasajes puntuales, ubicados en sitios concretos de la partitura, para comprobar si coincide que, al llegar a esos momentos, sucede algo llamativo en la imagen).

Luego se ha tomado el tiempo medio que tarda cada participante en el estudio en interpretar mentalmente un compás de la partitura, y se ha comparado las imágenes de dicha interpretación mental con la partitura y esos puntos señalados como difíciles. La estimación de ese tiempo medio por compás es aproximada porque, en realidad, la velocidad de lectura imaginada no será constante y uniforme, sino irregular, en función de la dificultad de los fragmentos escritos en la partitura.

Los cuatro puntos establecidos como sitios delicados se encuentran en los compases 7, 12, 16 y 28 de la partitura de Dussek. En el compás 7, la mano derecha (pentagrama superior de cada sistema) debe tocar en terceras por primera vez. En el compás 12, hay un cambio de clave para la mano izquierda (pentagrama inferior del sistema) y una figuración rítmica nueva en la mano derecha, además de notas en registro agudo donde hacen falta algunas líneas adicionales (éstas suelen dificultar un poco la lectura, al tener que destinar recursos cognitivos a *contar escalones*). En el compás 16, aparecen una serie de terceras paralelas en la mano izquierda, que se mueven por grados conjuntos, sumado a un cambio de línea. En el compás 28, ambas manos dejan de hacer unos patrones que venían ejecutando en los últimos cuatro compases para hacer algo diferente (las octavas de la mano derecha se terminan mientras que el bajo tipo Alberti también se acaba y deja paso a otra forma de acompañamiento).

Seguidamente se comparará la imaginación mental de la partitura de piano de cada participante (usando el gráfico que proporciona Praat al dibujar el sonido grabado, una vez extraído y modificado) y la partitura en sí, con sus pasajes más difíciles, según el análisis anterior que se ha hecho. En todas las comparaciones que se hacen, se ha supuesto una velocidad constante en la imaginación silenciosa de la música, a pesar de que es altamente improbable que la realidad sea esa (que los participantes fueran haciendo una lectura silenciosa a una velocidad regular y uniforme). Para todos ellos (salvo Figuras 124 y 125) se proporciona la velocidad media por compás en cada tarea (viene expresado en segundos), aunque somos conscientes de que la velocidad no sería constante ni estable, pero es la única aproximación de la que podemos valernos para analizar en más profundidad la interpretación imaginada de los sujetos.

En el caso del Sujeto 1 (Figura 124) no se puede hacer ningún análisis comparativo entre su imaginación silenciosa y la partitura porque las imágenes que se obtuvieron solo ofrecían ruido. Sucede igual cuando se extrajo el segundo canal (Figura 125), por si acaso había habido algún error que escapara a nuestro entender. No proporcionan información sobre la imaginación mental de la partitura de Dussek.

En el Sujeto 2 (Figura 126) se aprecian cambios en la activación en torno a los segundos 16, 21, 35-36, 83-86, 96 y 107-108 de su lectura imaginada. Pueden corresponderse, *grosso modo*, con los compases 5, 6, 11/12, 24/25/26, 28 y últimos compases. Un análisis comparativo con la partitura parece indicar que este participante al piano tenía especial dificultad con el control ocular: muchos de los momentos en los que la activación cambia drásticamente coinciden con los cambios de línea de la pauta. Aparte de este rasgo, coincide en el compás 28 con uno de los puntos que se han establecido como *especial*.

En la grabación que se hizo en una segunda ocasión de la misma pieza en lectura imaginada (Figura 127) se señalan los segundos 42-44, 57-59, 63, 69, 75, 83, 87-89 y 94. Se corresponderían, de forma aproximada, con los compases 12, 13, 14, 16, 17, 20, 22, 25, 26, y 28. De un total de 31 compases, parece que la activación muscular registrada es bastante uniforme (esta uniformidad salta a la vista mirando la mencionada figura, especialmente desde el segundo 20). No entran en consideración los cambios de activación que se aprecian al inicio de la grabación precisamente porque rompen esa continuidad que caracteriza a esta grabación.

Comparando estos dos registros, me vienen a la mente varias preguntas. La primera de ellas es en relación con la reducción del tiempo destinado a la interpretación mental de la misma pieza. ¿Podría ser porque era la segunda vez que la *leía*? Hay que señalar que entre ambas grabaciones pasaron varios meses (la primera se realizó al inicio del curso, en el mes de septiembre) y la segunda en la primavera del siguiente año. ¿Puede ser que en esos seis meses transcurridos el sujeto hubiera *mejorado* sustancialmente la LPV pianística? Puede ser muy aventurado decir que sí, pero sería un motivo plausible, aunque sería necesario destinar un estudio completo y únicamente orientado a comprobar estas diferencias.

Otra diferencia muy evidente que se puede inferir al comparar las dos imágenes (Figuras 126 y 127) es que parece que, en la grabación de la activación en el cuello, el participante tiene una lectura más eficaz (hay alteraciones repartidas de forma homogénea a lo largo del tiempo, pudiendo significar que su mente estuviera realmente reaccionando a toda la información que le transmitían los ojos). ¿Realmente es así, o simplemente la medida en el cuello es más clara que en el antebrazo? Al igual que en las preguntas planteadas anteriormente, sería interesante poder realizar alguna investigación profundizando en estas cuestiones.

La Figura 128 se corresponde con la interpretación silenciosa del Sujeto 3, en ella se aprecian cambios significativos en la activación en torno a los segundos 8, 23, 39, 46, 49-50, 55-56 y 83. Se corresponden, más o menos, con los compases 3, 8, 14, 16-17, 18, 20, y 28-29. En este caso, se aprecian dos coincidencias entre los puntos delicados de la música y la interpretación mental del voluntario: en el compás 16 y en el compás 28. De este voluntario número 3 no hay toma de cuello de lectura imaginada.

En cuanto al Sujeto 4 (Figura 129) y su interpretación mental de la partitura, se aprecian cambios muy llamativos en la activación en torno a los segundos 93-95, 115 y 150. De acuerdo con el tiempo durante el cual el sujeto realizó su lectura imaginada, se corresponden con los compases 18-20, 23-24 y 28, respectivamente. De estos fragmentos señalados, el último (compás 28) parece ser coincidente con uno de los puntos delicados de la partitura. En este registro también se aprecia una cadencia en la activación muscular bastante regular. Similarmente, como sucedió en el Sujeto 2 (en Figuras 126 y 127), este participante realizó esta imaginación mental con micrófono al cuello seis meses más tarde que la grabación de la lectura imaginada con micrófono en el antebrazo (Figura 130).

En Figura 131 (interpretación mental de partitura de piano, micrófono en antebrazo, Sujeto 5), los segundos en los que se aprecian cambios en la activación son el 21, el intervalo 39-31, el 77, el 91 y el intervalo 94-97. Corresponden de forma aproximada con los compases 6, 12-13, 24, 28 y 30. Nuevamente, vuelve a haber una coincidencia con lo señalado anteriormente como punto delicado en el compás 28 (y al igual que los compañeros analizados hasta ahora).

La tendencia que nos proporciona la Figura 132 es que la activación es relativamente baja pero estable durante la mayor parte de la interpretación mental, concentrándose los cambios de activación en los últimos segundos (a partir del segundo 85 se aprecian esas

alteraciones). Esta segunda interpretación imaginada del Sujeto 5, con micrófono en el cuello, se tomó unos pocos días después de la grabación de la primera lectura silenciosa.

Solamente voy a llamar la atención sobre dos momentos de la Figura 133 (interpretación mental de partitura de piano, micrófono en antebrazo, Sujeto 6) en los que el cambio en la activación es muy evidente: en torno al segundo 9 y en torno al segundo 59. Estos se corresponden con los compases 2-3 y 17, respectivamente.

En esta Figura 134 se ven los cambios en la activación, especialmente marcados en los segundos 6-11, 19 y 55-59. Estos momentos coinciden con los compases 2-4, 6 y 18-20. Esta segunda interpretación imaginada del Sujeto 6, con micrófono en el cuello, se tomó unos pocos días después de la grabación de la primera lectura silenciosa.

En el caso del Sujeto 7 (Figura 135), la imagen permite apreciar los cambios en la activación concentrados en la zona central de la gráfica, entre los segundos 34 y 44. En ese intervalo de tiempo, el sujeto (según su velocidad de lectura imaginada media) debía de estar entre los compases 11 y 15. En este fragmento musical, la escritura se vuelve más compleja (por el patrón rítmico de semicorcheas con contratiempos, además de las líneas adicionales y los cambios de clave en el pentagrama inferior).

En Figura 136 (también pertenece al sujeto 7) se ve una activación bastante constante y regular, que se encuentra distribuida de forma bastante uniforme a lo largo de toda la línea del tiempo. Esta segunda interpretación imaginada, con micrófono en el cuello, también se tomó unos pocos días después de la grabación de la primera lectura silenciosa.

Del sujeto 8 (Figura 137) señalaré cuatro instantes en los que el cambio en la activación se hace más patente: en los segundos 40, 50, 58 (especialmente notable) y 92. Se correlacionan con los compases 11, 14, 16 y 25, aproximadamente.

En Figura 138 se aprecia de forma clara la activación mental del sujeto 8. Hay un reparto muy homogéneo de *picos*, y destacan cuatro momentos en los que esos picos son

especialmente grandes (largos): segundos 31, 59, 87 y 98, que se corresponderían con los compases 10, 18, 27 y 30 de la partitura de Dussek, respectivamente. Esta segunda interpretación mental, con micrófono en el cuello, se tomó en la misma sesión de grabación que la primera interpretación mental. Es el único participante, junto a los participantes de canto, cuyos registros se tomaron en la misma jornada.

6.2.2. Análisis pormenorizado de la partitura de Cherubini

Consultar Anexo 12 para ver la partitura y las marcas que se comentan a continuación.

La partitura de esta pieza era una general de piano y voz. Hay versiones de orquesta con voz. La partitura de la que dispusieron los sujetos tenía cuatro páginas y 76 compases en total, contando con 12 compases iniciales de introducción del piano (donde la voz no canta) y otros pocos compases de descanso entre frases y al final de la obra. Tiene una duración aproximada de cuatro minutos[101], tiempo que contempla también las partes de piano solo, en las que la voz no participa activamente.

En la primera página del Anexo 12 está reproducida la primera página de Cherubini. En ella las únicas marcas son en color violeta. Se corresponden con las características generales que en las que deben durante la lectura silenciosa o imaginación mental: título (*Ave Maria*), tonalidad (con un bemol *b*, se corresponde a Fa Mayor[102]), compás (en 3/4),

[101] La estimación de la duración de la pieza se extrae de grabaciones de estas que se encuentran disponibles en internet.

[102] Las tonalidades posibles, cuando en la armadura hay un único bemol, son Fa Mayor y Re menor.

tempo (indicado con la expresión *Larghetto* y la indicación metronómica entre paréntesis[103]), y figuración rítmica (es variada, pero no significativamente complicada).

Adicionalmente, yo considero de utilidad fijarse en algunos aspectos más de la partitura, sobre todo de la línea que el cantante va a cantar. Por una parte, notas especialmente agudas o graves (marcado en rojo en la segunda página del mismo Anexo 12, un *Sol* agudo) o células melódicas-rítmicas que puedan resultar más difíciles de ejecutar (también señalado en rojo, en la parte superior de la mencionada imagen). Por otra parte, silencios o compases de descanso, la extensión de las frases[104] y el texto[105] serían aspectos a los que deberían prestarse atención. El rectángulo de color violeta (en el tercer sistema) es solo para señalar una frase cuya rítmica ilustra lo que va a ir viéndose a lo largo de las dos páginas que quedan: no tiene ninguna figuración demasiado inusual, aun teniendo cierta riqueza (variedad de figuras, de distinta duración).

En la tercera página del Anexo 12 están señalados, también en rojo, notas o frases que pueden resultar un poco difíciles de ejecutar y que durante la lectura silenciosa o interpretación mental deberían llamar la atención. En amarillo hay dos estrellas que señalan dos sitios que podrían resultar bastante difíciles de ejecutar en una primera vista (el trino sobre la nota Re en el tercer compás del primer sistema, y las apoyaturas del cuarto compás del segundo sistema[106]).

En la última página del *Ave Maria* de Cherubini, de la misma manera, están señalados en rojo notas o pasajes especialmente exigentes que deberían llamar la atención del

[103] El *tempo* (negra = 50) sí es original del autor, suyo manuscrito afortunadamente se conserva.

[104] Para poder hacer una estimación de la respiración que se va a necesitar. Este rasgo es muy característico de instrumentistas de viento y cantantes.

[105] Un *Ave Maria* es una pieza tipo del repertorio religioso vocal. El texto suele estar en latín. En esta partitura se ofrece un texto alternativo en inglés, pero lo habitual es emplear el latín.

[106] Trinos y apoyaturas son ornamentos, son prescindibles durante una repentización. Aportan variedad y riqueza, por eso son adornos, pero si entorpecen una lectura deben ignorarse a favor de la continuidad del discurso musical.

ejecutante durante la fase de familiarización con la pieza. En amarillo se han señalado pasajes especialmente difíciles, de la soltura del intérprete dependerá su resolución. En el segundo sistema, la estrella amarilla señala un recorrido interválico difícil de entonar (la tercera disminuida). En el tercer sistema, los dos *amén* finales son especialmente difíciles porque el registro que tiene la voz es muy agudo y además tiene que afinarlo con las notas escritas para la mano derecha del piano (en un caso con sextas paralelas y en el otro con terceras paralelas). En el cuarto sistema, se ha señalado el *Sol* blanca con puntillo no solamente por el trino (hay otro trino que no he destacado por tratarse de una situación similar a la descrita para el compás tres del primer sistema): también hay un calderón. Una repentización ideal sería hacer una versión provisional, pero no desprovista de recursos expresivos en tanto que estos puedan ser realizados con cierta seguridad. Si el cantante que está leyendo a primera vista la pieza de Cherubini considera que hay demasiada información, el calderón es de los elementos que podría, temporalmente, no cumplir.

6.2.2.1.Análisis de imágenes de Praat de cantantes interpretando mentalmente la partitura de Cherubini

De manera semejante, con los dos participantes que colaboraron en calidad de cantantes (cabe aclarar que ambas personas también cursaban estudios oficiales de piano, simultaneándolos con los de la especialidad de canto), se ha hecho una comparación semejante. Pero en lugar de cuatro puntos, se han establecido seis, ya que la pieza vocal era sustancialmente más larga (tanto en número de páginas y compases, como en tiempo de música).

Después, con el tiempo medio de las repentizaciones mentales por compás, se ha comparado las imágenes que tenemos con la partitura. Igualmente, esta estimación es una

aproximación, pues estamos suponiendo una velocidad constante que normalmente no se da. Para ajustar al máximo, dentro de lo posible, no se han tenido en cuenta los compases en los que está el piano solo porque en una repentización de voz *a solo* no se suele respetar esos tiempos de espera (y esto afecta al tiempo total, tanto de imaginación como de ejecución). Los descansos de los cantantes en una repentización suelen durar lo que necesiten para respirar entre frases y tal vez recuperar un poco de aliento, no siguiendo estrictamente el número de pulsos que hay en silencio. De esta forma, se contabilizan 59 compases en los que la línea vocal tiene presencia (dejando 17 compases en los que está el acompañamiento de piano completamente solo). Aunque la obra dura unos cuatro minutos en la versión completa, la parte vocal puede repentizarse en unos tres minutos (180 segundos).

Los seis momentos complicados de la obra de Cherubini están en los compases siguientes:

- 35, 36 y 37. Por la interválica (las distancias entre las notas son de difícil entonación).
- 44. La fórmula melódica escrita tiene dos dificultades (por una parte, el registro agudo; por otra, la presencia de apoyaturas).
- 46 y 47. También por la interválica.
- 61 y 62. También por los intervalos.
- 68. Hay un pequeño cromatismo y luego un salto relativamente grande hacia la nota más aguda que se escribe en toda la pieza (“la” agudo).
- 70, 71 y 72. La frase final aúna varios problemas para la lectura a primera vista: empieza en registro agudo, es larga (afecta a la respiración), y el dibujo melódico es muy rico y variado, conteniendo además la nota más aguda (al igual que en el compás 68).

Se contabilizan activaciones a lo largo de toda la interpretación mental del Sujeto 9 (Figura 139), destacando las de los segundos 30, 55, 80 y 87-88. Estos instantes coinciden, poco más o menos, con los compases 15, 27, 40 y 44. También del Sujeto 10 (Figura 140) se cuentan activaciones más o menos regulares a lo largo de toda la línea del tiempo, destacando las de los segundos 40-60 (es un tramo largo), 102-105, 115-118 y 124-130. Estos intervalos se corresponden con los compases 17-25, 44, 50 y 54-56.

Llama la atención que, en ambos voluntarios de canto, hay un cambio muy fuerte en la activación en torno al comienzo del tercio final de su repentización. En el sujeto 9 (Figura 139) en torno al segundo 80 de un total de 117 segundos y en el sujeto 10 (Figura 140) en torno al segundo 102 de un total de 137 segundos.

Algunos investigadores están convencidos de que la repentización vocal (*sight-singing*, en inglés) ayuda a desarrollar la interpretación mental de la música impresa (Karpinski, 2000) y el oído interno (Gordon, 1993).

La interpretación imaginada tiene beneficios para los músicos y ya fue defendida por Jaques-Dalcroze (1921) cuando escribió que "el entrenamiento musical debería desarrollar el oído interno" (entendiéndolo como la capacidad de escuchar música mental y físicamente) y que "cada método de enseñanza debería aspirar a despertar esta capacidad" (p. 98).

6.2.3. Análisis pormenorizado de la lección de solfeo S1

Consultar Anexo 13 para ver el ejercicio de solfeo y las marcas que se comentan a continuación.

Esta lección de solfeo se compuso por la autora de esta tesis con la idea de recoger en una sola página la mayor cantidad de combinaciones de alturas y duraciones en las figuras musicales. En la formación reglada, tiene una dificultad apropiada para los cursos más

altos de la asignatura de Lenguaje Musical (en torno a 5º-6º curso, que son los últimos que se realizan, antes de pasar a otras asignaturas de carácter teórico dentro del mismo currículo de estudios oficiales).

En la imagen del Anexo 13 se muestra la lección de solfeo S1 que se proporcionó a los alumnos para que hicieran una lectura silenciosa y después la recitaran en voz alta. En color violeta y forma rectangular están marcados las tres indicaciones fundamentales: clave, compás y *tempo*. En rojo están señaladas las diferentes dificultades que se van a ir manifestando a lo largo de los 32 compases: tresillos, cuatrillos, quintillos, líneas adicionales, figuras rítmicas muy variadas y combinaciones ricas, saltos de intervalos frecuentes, cambios de compás, cambios de clave, etc. En color amarillo están marcados algunos puntos que visualmente pueden afectar a la persona que lee, pero que a nivel ejecutivo no tiene una gran influencia (se trata de alteraciones, tanto en la armadura como accidentales). Igualmente, si hubiera matices dinámicos (cambios de intensidad) u agógicos (cambios de velocidad), éstos podrían haberse ignorado, así como las articulaciones u otros signos (como puntos de repetición, calderones, etc.

6.2.4. Análisis pormenorizado de la lección de solfeo S2

Consultar Anexo 14 para ver el ejercicio de solfeo y las marcas que se comentan a continuación.

Esta lección de solfeo, de igual forma, se compuso por la autora de esta tesis con la idea de recoger en una sola página una serie combinaciones de alturas y duraciones variadas, pero no excesivamente difíciles, en las figuras musicales. En la formación reglada, tiene una dificultad apropiada para los cursos intermedios de la asignatura de Lenguaje Musical (en torno a 3er. curso, de un total de seis años que se cursan).

En el Anexo 14, por último, tenemos la segunda lección de solfeo que tuvieron que leer los sujetos del experimento. También se indican los tres aspectos fundamentales: clave, compás y *tempo* (en color violeta). En color rojo quedan resaltados algunas dificultades para la lectura (ritmos variados, aunque con patrones que se repiten; saltos pequeños; contratiempos, líneas adicionales, un cambio de compás en el antepenúltimo pentagrama, etc.). En color amarillo se señalan dos fragmentos con alteraciones accidentales que no tienen un efecto grande en la ejecución de una lección de solfeo. También se ha supuesto una velocidad constante, aunque no sea real.

A modo conclusivo, se comentará que las dos lecciones de solfeo coinciden en número de compás porque fueron escritas con una idea musical subyacente. Aunque no estén pensadas como piezas artísticas ni para una interpretación musical, siguen siendo textos con sentido (a través de la regularidad de las frases, por ejemplo: el ciclo de 4, 8 ó 16 compases, que es el modelo clásico de estructura). Por el mismo motivo, se escriben las alteraciones (no solo para *molestar* a la vista). Si se cantaran, o se tocaran en algún instrumento, tendrían cierta coherencia melódica y el discurso musical podría tener alguna dirección.

6.2.5. Análisis de imágenes de Praat de sujetos leyendo mentalmente S1 y S2

La activación mental del Sujeto 2 mientras repentizaba mentalmente S1 se muestra intensa, pero es bastante homogénea (Figura 141). Lo que esta imagen nos dice es que el sujeto estaba subvocalizando la lección, no inhibió el movimiento de las cuerdas vocales. Aunque sus labios no pronunciaran nada, por dentro sí había movimientos, posiblemente inconscientes.

También se puede decir algo similar con respecto a la lección de solfeo S2: la activación mental es bastante intensa y homogénea a lo largo del tiempo transcurrido

(Figura 142). También es prueba que el sujeto estaba subvocalizando la lección, no inhibió el movimiento de las cuerdas vocales.

Las Figuras 143 y 144 muestran al Sujeto 2 imaginando la tarea S2, pero se ha cortado antes y después de los segundos 96-97 para poder apreciar mejor los cambios en activación que tienen lugar y su alcance.

Del Sujeto 4 (Figura 145) y su interpretación mental de la tarea S1 se ve que hay más cambios importantes en la activación mental en el primer tercio del tiempo de lectura imaginada y alguno a remarcar en el tercio final. En general, hay más ruido y menos cambios en la activación a nivel interno, subvocaliza menos. En cambio, en la tarea S2 (Figura 146), tratándose del mismo sujeto, la imagen de las activaciones muestra una actividad más homogénea, aunque hay un cambio que llama la atención hacia el final, en torno al segundo 223, que se corresponde con el compás 29. En este sitio, hay un salto de línea (el último) y un cambio de la figuración rítmica. También se percibe más ruido: que subvocaliza menos. Menos que en S1, ¿será porque es más fácil?

El dibujo de la lectura imaginada del Sujeto 5 de la tarea S1 (Figura 147) no nos proporciona mucha información, parece que hay mucho ruido y solamente un cambio destacable en el segundo 83, que se correlaciona con el compás 26. En este compás se inicia un patrón rítmico sincopado con saltos interválicos notables. No hay mucha información, la banda ancha significa que hay mucho ruido y que está en el límite de detección. También se percibe ruido en líneas generales en su lectura imaginada de la tarea S2 (Figura 148), y en dos ocasiones la activación cambia de forma significativa: al principio hay mucha activación y al final, desde el segundo 67 hasta el 72 más o menos. Estos últimos coinciden con los compases 29 y siguientes.

En cuanto a la la activación de la lectura silenciosa del Sujeto 6 en su imaginación de S1 (Figura 149) se contabilizan cambios en los segundos 16-18, en 75, en 136 y entre 180 y 188. Estos puntos coinciden con los compases 2-3, 12, 22, y 28-30. Sobre S2, este Sujeto 6 (Figura 150) mostró dos cambios grandes en los segundos 36-38 y 136-138. Estos sitios se corresponden con los compases 7 y 28, aproximadamente.

Observando los dibujos correspondientes al Sujeto 7 (Figuras 151 y 154) parece que estamos ante unos registros con muy poca actividad. Solamente entre los segundos 63 y 65 hay un cambio evidente y otro que se aprecia entre el segundo 125 y el 128. El primero de los cambios se correlaciona con el compás 13 y el segundo con el compás 26. Pero se aprecian unos picos muy pequeñitos al inicio de la lectura silenciosa del ejercicio (a la izquierda del gráfico) que quedan amplificados en Figura 152 (que recoge los primeros 60 segundos de la lectura imaginada de S1 del Sujeto 7). Estos picos pequeños quedan escondidos porque el cambio de activación que hay justo antes del segundo 65 de alguna forma los camufla. Por ello, con el programa Praat se tomó la imagen completa de Figura 151, se cortó antes y después del segundo 65 para poder aumentar lo que sucede antes y después (quedando las Figuras 152 y 153). La Figura 152 es la primera parte de la imagen de Figura 151. Abarca entre el segundo 0 y el segundo 60. En ella vemos hasta el segundo 25 bastante actividad, que antes podía pasar desaparecibida. La Figura 153 es la segunda parte de la imagen de Figura 151. Abarca entre el segundo 66 y el segundo 148 (aunque en esta Figura 153 aparezca cifrado entre 0 y 82). En ella vemos que los segundos señalados en Figura 151 (entre 125 y 128) aquí se aprecian más claramente entre 60 y 63. Aunque la banda central parece más estrecha, en realidad se puede ver un gran parecido entre el 0-55 de aquí y el 30-60 de Figura 152.

En la interpretación imaginada de S2, el Sujeto 7 (Figura 154) no pudo ni siquiera inhibir la subvocalización, en la práctica este participante *vocalizó* la lección.

La imagen del Sujeto 8 en su ejecución mental de S1 (Figura 155) muestra que hay una activación mental bastante constante y regular. Hay dos momentos en que esa consistencia se rompe (en el segundo 97 y en el segundo 164, más o menos), coincidentes con los compases 18 y 31, aproximadamente. En el compás 18 hay varias figuras irregulares seguidas que suponen un estrés añadido a la dificultad general de la lección. En el compás 31 en realidad no se aprecia nada que salga de la tónica general de la lección, pero tal vez el cambio en la dirección melódica, sumado a la figuración rítmica enriquecida con el tresillo de semicocheas y las fusas, y la proximidad al final de la tarea, supusieran una reactivación de la musculatura interna encargada de la subvocalización.

Como el dibujo del Sujeto 8 en su interpretación mental de S2 (Figura 156) resulta poco clarificadora, se cortó antes y después del tramo comprendido entre los segundos 71 y 84 para ampliar la imagen (de ahí salen las Figuras 157 y 158). En Figura 157 queda representado el tramo 0-72 segundos y la Figura 158 representa el intervalo 84-final. De la observación de ambas figuras se puede decir que, en términos generales, que apenas hay reacción muscular durante la interpretación imaginada de esta tarea o que está en el umbral de poder ser registrado, porque la amplificación normalizada da lugar solo a una banda de ruido de origen electrónico. En la grabación original no hay *ruido ambiente* (está bien grabado).

La imagen del Sujeto 9 durante su interpretación mental de la tarea S1 (Figura 159) muestra que hay bastante activación a lo largo del tiempo que dura el ejercicio. Destacan los cambios que se producen en torno a los segundos 18, 26 y 85. Estos puntos se

corresponden con los compases 4, 6 y 19 de la tarea S1, respectivamente. El compás cuatro coincide con un salto de línea al mismo tiempo que un cambio de compás. El compás seis tiene figuraciones rítmicas algo complejas y cambiantes.

Del mismo Sujeto 9, en la imaginación mental de la tarea S2 (Figura 160) las activaciones son también frecuentes a lo largo del tiempo. Llama la atención el cambio que hay en torno a los segundos 83-85 (que se correspondería al compás 21 que coincide con un salto de línea, y seguidamente un cambio de clave).

Por último, el Sujeto 10 en su imaginación mental de S1 (Figura 161) también mostró activación abundante y frecuente. Parece más intensa en torno a los segundos 62-64, equivalentes al compás 15 (coincidente con un cambio de línea).

En cambio, el mismo Sujeto 10 en la tarea S2 (Figura 162) presenta menos activaciones que la tarea anterior, con algunos puntos destacados: entre los segundos 13 y 18, y en los segundos 43, 47, y 49.

Una vez analizadas las lecturas imaginadas de las tareas de ritmo y lectura (S1 y S2), se puede decir que, de manera general, no hay una buena interpretación imaginada de la partitura. Muchos de los gráficos que se han visto en las páginas anteriores, muestran ruido debido a la ausencia de activaciones interiores, a nivel muscular. Estas activaciones deberían tener lugar si la mente estuviera interpretando mentalmente de manera eficaz lo que está escrito sobre el papel y que la vista está percibiendo. En algún momento de este proceso, la continuidad se ve comprometida. El motivo puede ser una mezcla de falta de práctica y de instrucción. El *saber cómo* abordar una lectura imaginada de forma silenciosa y el *hábito* de hacerlo con frecuencia seguramente sean factores que mejoren las lecturas silenciosas, en el caso de que se repitiera este experimento.

6.3. Limitaciones del estudio y líneas futuras de investigación

6.3.1. Limitaciones del estudio

El bajo número de sujetos participantes en el experimento no permite sacar resultados que sean extensibles al conjunto de estudiantes de música de conservatorios profesionales españoles. Me resultó muy difícil movilizar un mayor número de voluntarios. Esta circunstancia, sumada al error personal que cometí al grabar a los cuatro sujetos del CPM *Alcalá de Henares*, ha reducido las posibilidades de sacar unas estadísticas aplicables al resto de alumnos de música.

6.3.2. Líneas futuras de investigación

Lo primero que debe quedar recogido aquí es el gran punto débil de esta investigación: el bajo número de participantes. En un futuro lo ideal sería repetir el mismo experimento con dos mejoras:

1. Incluir más sujetos. Por ejemplo, cuando se discute sobre a la mayor activación muscular en relación con la calificación media obtenida, parece que en los pianistas se cumple la correlación, pero en los cantantes no. Ahora bien, resulta complicado encontrar una justificación ante este dato ya que el número de sujetos de la especialidad de voz fue demasiado bajo, y habría que intentar averiguar en futuros estudios similares si vuelve a darse esta situación haciendo el experimento con más sujetos cantantes.
2. No caer en los errores que he cometido esta primera vez (el micrófono mal conectado cuando se realizaron las grabaciones de los sujetos del CPM *Alcalá de Henares* o la necesidad de convocar una segunda vez por falta de previsión, ya

que en estas convocatorias sucesivas se iban perdiendo participantes por la imposiblidad de concertar un encuentro más).

En cuanto a la relación edad cronológica/tiempo de entrenamiento, al no disponer de un alto número de participantes, sería interesante que en futuros estudios se hicieran medias ponderadas de la edad, corregidas en función del tiempo de formación. Tomando personas que hayan comenzado en edades diferentes a estudiar música, sacar sus horas acumuladas de práctica musical y para un mismo nivel académico ver su rendimiento en repentización musical.

También en relación con las variables que afectan e influyen en el rendimiento de una repentización, sería muy interesante investigar en profundidad cuál o cuáles prevalencen. Por ejemplo, si son más importantes los años de formación o la dedicación diaria. Se puede continuar la investigación sobre interpretación mental y LPV atendiendo y comparando otros factores como la dexteridad o el género. Por ejemplo, en el estudio de Kopiez *et al.* (2006) se relacionó parcialmente la lateralidad y el hecho de ser varón o hembra con un rendimiento determinado en la LPV. Otros componentes que también son recurrentes entre los investigadores pero que necesitan más investigación son: el oído interno, el oído absoluto, el conocimiento teórico del lenguaje musical, la aptitud natural, el nivel técnico de ejecución, el interés y motivación personal, etc.

Entre las preguntas que quedan en el aire después de todo el proceso de investigación y análisis de resultados, a continuación, delinearé las que más atractivas pueden resultar.

En primer lugar, sobre las capacidades innatas de un individuo para la música y sobre el componente genético que puede existir, o no, para la LPV (Chan *et al.*, 2013; Hyde *et al.*, 2009; Norton *et al.*, 2005; Schlaug, 2001). Entre los participantes del trabajo de campo experimental había dos alumnos que eran hermanos. Sería interesante, en estudios futuros, trazar la influencia que la carga genética puede tener sobre la LPV.

Cabe preguntarse si el tipo de notación influiría a la hora de interpretar mentalmente una partitura, pues no es lo mismo la notación tradicional que una tablatura, por ejemplo. En la tablatura la relación mental entre la notación musical y el mismo instrumento es de gran importancia (González Valle, 2014, p. 120). Una tesis, realizada por Montanaro (1970), exploró si la distribución espacial de las notas en los compases y pentagramas influía en la LPV. El mismo Montanaro (1970) se inspiró en otro trabajo presentado por Osborn (1966) titulado *Notation should be metric and representacional*. Lo contrario a esta organización extrema de la relación tiempo-espacio serían los preludios no medidos[107]. Odermatt (2018) los considera "visualmente hermosos" (en *Introducción*, p. 7), pero en la partitura solo se indica la altura de las notas y su orden de aparición, no la duración de cada sonido, dejando un vacío en la información necesaria para interpretarlos[108].

Según Simoens y Tervaniemi (2013) durante la lectura el músico parece que traduce en primer lugar el código escrito en una señal auditiva que queda almacenada en la

[107] Un tipo de escritura musical que se dio en época barroca, sobre todo entre el repertorio para tecla (principalmente, para clave) pero del que también hay ejemplos en el repertorio de viola da gamba y laúd.

[108] El vacío no es tal, pues, contamos con tres valiosas fuentes primarias para aprender sobre ellos: los prefacios de dos volúmenes de piezas para clave (de N. Lébegue y F. Couperin, de 1677 y 1716, respectivamente) y la correspondencia escrita entre Lèbegue y alguien llamado W. Dundass (Odermatt, 2018).

memoria a corto plazo, listo para que se utilice en una comparación diferida con la retroalimentación auditiva. Sería interesante investigar si realmente tiene lugar primero la reacción a nivel auditivo, o si pudiera haber espacio para una reacción más inmediata aún a nivel muscular inconsciente.

En cuanto a los estudios sobre los movimientos oculares en la lectura musical, cabe decir que están relativamente poco estudiados y desarrollados, sobre todo cuando se comparan con los que se han realizado y publicado en relación con la lectura de textos (Madell y Hébert, 2008). Faltan estudios que se centren en las propiedades estructurales más pequeñas (como pueden ser los intervalos, o la expectativa tonal-armónica). Hasta la fecha la mayoría se fijan en característcas generales (como la melodía). Los músicos parecen estar caracterizados por tener estrategias extremadamente eficientes para el procesamiento de tareas oculo-motoras (Kopiez y Galley, 2002), entender la relación entre los movimientos oculares y una estructura musical particular que se aprecia visualmente en la partitura permitiría a los docentes aconsejar y guiar mejor a sus alumnos en la repentización musical (Madell y Hébert, 2008). Así pues, escasean hipótesis más variadas y paradigmas originales, que inciten a más líneas de investigación.

7. Conclusiones

La LPV es una destreza que todo músico debería adquirir. Ser un *lector* fluido, en el campo de la interpretación musical, supone ser capaz de tocar a vista y sin preparación previa una composición nueva, que no ha sido estudiada o practicada previamente por el ejecutante. Resulta importante dominar esta habilidad tanto para alumnos de niveles iniciales, así como para los más aventajados y los profesionales del sector (concertistas, profesores, etc.). Sin embargo, y desgraciadamente, no hay una fórmula sistemática por la cual se desarrolla y mejora la LPV. Esta tesis pretende arrojar algo más de luz en el mecanismo internto de la lectura silenciosa y ejecución a vista de lo estudiantes.

En este trabajo de investigación, nos hemos centrado en la repentización de partituras escritas en NMO. A lo largo de la Historia, y en todas partes del mundo, han surgido numerosos intentos de crear una notación musical que fuera lo suficientemente clara como para indicar de forma precisa los diferentes aspectos que pueden caracterizar el sonido (como la altura, la duración, la intensidad, o la expresividad). Al igual que sucedió con el lenguaje escrito, la NMO que se maneja hoy en día en una gran parte del ámbito musical más académico es fruto de muchas evoluciones.

Con un total de diez sujetos, de dos conservatorios de la Comunidad de Madrid, se hicieron grabaciones de ellos ejecutando hasta tres tareas distintas. Ocho de los participantes eran estudiantes de *piano*, mientras que los otros dos eran de la especialidad de *canto* (aunque ambos tocaban el piano también). Las tareas consistieron en lecturas imaginadas y repentizaciones reales de una pieza musical y dos lecciones de solfeo. Para los pianistas se eligió un fragmento de una sonata de Dussek y para los cantantes una pieza de Cherubini titulada *Ave Maria*. Las dos lecciones de ritmo y lectura (nombradas como S1 y S2) fueron compuestas exprofeso por la autora de la tesis.

A nivel personal, la realización de este trabajo ha sido un reto por diversos motivos: el propio mecanismo de la LPV todavía está descubriéndose y la tecnología disponible para su investigación es, normalmente, poco accesible.

Precisamente, gracias a todos esos avances tecnológicos, la actividad neural asociada a la práctica de un instrumento musical, así como la distribución de las redes neurales que participan o no de ella, puede ser observada *in situ*, en sujetos vivos, sin producir ningún tipo de molestia o daño.

Las nuevas tecnologías permiten trabajar con sistemas de medición novedosos que tienen muchas ventajas (la posibilidad de *mirar dentro*, la alta fiabilidad de los datos que se obtienen, la nula invasividad, y que no son molestas ni dolorosas). La intención era poder monitorizar el proceso de repentización de manera que se pudieran extraer conclusiones para intentar mejorar su enseñanza en el futuro.

Todas las lecturas del trabajo de campo de esta tesis fueron grabadas con una grabadora y un micrófono de contacto adherido al antebrazo derecho y al cuello de los sujetos. Lo más original es que, con un instrumental tan sencillo, se haya podido registrar datos para su estudio y posterior reflexión. Estos datos nos han permitido profundizar en la LPV de los participantes sin necesitar una formación técnica especializada en el manejo de complejas máquinas médicas de diagnóstico y con la mínima disrupción en las costumbres de los voluntarios (no tenían que desplazarse a ningún sitio desconocido, no les supuso ningún daño o riesgo, etc.).

La técnica fonomiográfica empleada (FMG) para este trabajo de campo nos ha permitido probar un nuevo método de diagnóstico y es, además de barata y accesible, fácil de manejar. Los datos sobre la interpretación mental de los sujetos que nos ha proporcionado son fiables, quedando demostrada la hipótesis de esta investigación, a saber: que la FMG de una actividad mental permite predecir el nivel de rendimiento de la

actividad real. La mayor sorpresa que el estudio ha probado es que existen subvocalizaciones en las lecturas silenciosas o imaginaciones mentales de las partituras, aunque hubiera inhibición del movimiento físico. Otros resultados obtenidos fueron que la calificación media obtenida por cada voluntario de la LPV correló con su edad, con la duración de su ejecución y con su media de picos de activación muscular que quedó registrada a través del micrófono de contacto.

Con tres programas informáticos se realizaron los análisis de las grabaciones para el posterior estudio. Praat sirvió para filtrar los sonidos y extraer sus gráficas, gracias a ImageJ se calcularon los picos de las imágenes (en lugar de hacer un conteo manual) y con WEKA se hicieron los árboles de clasificación para ver dónde estaban las correlaciones entre las variables.

De forma resumida, concluiremos que, de entre las variables consideradas significativas para predecir el rendimiento de una LPV, hallamos que juegan un papel decisivo las siguientes:

1. La calificación (extraída de la media de las notas emitidas por los jueces) que fue tomada como la variable dependiente.
2. La densidad de picos de activación (medida mediante herramientas de procesado de imagen sobre el espectrograma de la grabación fonomiográfica filtrada en la banda 800-1600 Hz).
3. La edad del sujeto.
4. La duración de la repentización (expresada en segundos tanto en las tablas como en los cálculos estadísticos. Se midió entre la orden verbal de empezar y la indicación del propio sujeto de haber finalizado su interpretación mental de la partitura).

Además de las aportaciones sobre la LPV desde el punto de vista más pedagógico y práctico, espero poder proporcionar un nuevo punto de partida para futuros trabajos similares ya que la bibliografía existente sobre este tema es tan amplia como carente de orden.

Cierto es que los enfoques pueden ser tan variados que el resultado, después de más de un siglo de investigaciones en torno a la repentización musical, es un maremágnum de publicaciones de lo más heterogéneo.

Por una parte, espero que este trabajo pueda cubrir parte de la laguna existente en cuanto a referencias en lengua española y por otra parte, también me gustaría que el capítulo tres, Revisión de la literatura científica (entre pp. 127-145), sirva de base para eventuales intentos de clasificación de publicaciones relacionadas con la repentización musical, dado el gran margen de maniobra que existe cuando se trata de desarrollar investigaciones sobre ejecución musical. Todo ello, en ausencia de una sistematización de las líneas de trabajo, se traduce en una desordenada sucesión de textos publicados, sin relación de continuidad en muchos casos que producen confusión y desasosiego cuando se pretende encontrar una base sólida de conocimiento previo desde la que partir.

Por todo lo explicado anteriormente, mi "Revisión" está dividida en cuatro grandes subapartados y podría constituirse en una referencia válida para dividir y parcelar los diferentes tipos de investigaciones que surgen en torno a la LPV.

8. Referencias

Todas las referencias listadas a continuación constituyen bibliografía primaria. Se han dividido en dos bloques grandes. El primero contiene todas las referencias que han sido citadas a lo largo del texto y el segundo (a partir de p. 276) recoge aquellos trabajos que han sido consultados y han servido para elaborar diversas partes de la tesis, de manera complementaria, además también recoge las obras de consulta general como diccionarios o enciclopedias.

1. Agay, D. (Ed.). (1981). *Teaching piano: A comprehensive guide and reference book for the instructor* (Vol. 2). Yorktown Music Press.

2. Aiba, E. y Matsui, T. (2016). Music memory following short-term practice and its relationship with the sight-reading abilities of profesional pianists. *Frontiers in Psychology, 7*, 645. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00645

3. Amengual, J. L, Marco-Pallarés, J., Grau, C., Münte, T. F. y Rodríguez-Fornells, A. (2014). Linking motor-related brain potentials and velocity profiles in multi-joint arm reaching movements. *Frontiers in human neuroscience, 8*, 271. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00271

4. Anderson, D. P. (1995). Integrating Instructional Ear-Training Techniques into a High School Choral Music Performance Class Curriculum To Improve Students' Sight-Reading Skills.

5. Ang, C.-Y. (2012). *Improving piano sight-reading skills of college student*. Penn State University.

6. d'Anselmo, A., Giuliani, F., Marzoli, D., Tommasi, L. y Brancucci, A. (2015). Perceptual and motor laterality effects in pianists during music sight-reading. *Neuropsychologia, 71*, 119-125. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.03.026

7. Aránguiz, R., Chana-Cuevas, P., Alburquerque, D. I. y León, M. (2011). Focal dystonia in musicians. *Neurología, (English Edition), 26*(1), 45-52. https://doi.org/10.1016/S2173-5808(11)70008-6

8. Arthur, P., Khuu, S. y Blom, D. (2016). Music sight-reading expertise, visually disrupted score and eye movements. *Journal of Eye Movement Research, 9*. https://doi.org/10.16910/jemr.9.7.1

9. Bach, C. P. E. y Mitchell, W. J. (1949). *Essay on the true art of playing keyboard instruments*. Nueva York: W. W. Norton. (Original publicado en 1753 y 1762)

10. Baddeley, A. y Logie, R. (1992). Auditory imagery and working memory. En D. Reisberg (ed.). *Auditory Imagery*. Hillsdale, NY, Lawrence Erlbaum.

11. Bangert, M., Haeusler, U. y Altenmüller, E. (2001). On practice: how the brain connects piano keys and piano sounds, *Annals of the New York Academy of Sciences, 930*(1), 425-428. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05760.x

12. Banton, L. J. (1995). The role of visual and auditory feedback during the sight-reading of music. *Psychology of music, 23*(1), 3-16. https://doi.org/10.1177/0305735695231001

13. Baumann, S., Koeneke, S., Meyer, M., Lutz, K. y Jäncke, L. (2005). A network for sensory-motor integration: What happens in the auditory cortex during piano playing without accoustic feedback?. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1060*(1), 186-188. https://doi.org/10.1196/annals.1360.038

14. Beal, A. L. (1985). The skill of recognizing musical structures. *Memory & cognition, 13*(5), 405-412. https://doi.org/10.3758/BF03198453

15. Bean, K. L. (1938). An experimental approach to the reading of music. *Psychological Monographs, 50*(6), i. https://doi.org/10.1037/h0093540

16. Benson, M., Faita, F., Peretz, I., Bonnel, A. M. y Requin, J. (1998). Singing in the brain: Independence of lyrics and tunes. *Psychological Science, 9*(6), 494-498. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00091

17. Benson, M. y Schön, D. (2001). Comparison between language and music. *Annals of the New York Academy of Sciences, 930*(1), 232-258. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2001.tb05736.x

18. Bernardi, N. F., De Buglio, M., Trimarchi, P. D., Chielli, A. y Bricolo, E. (2013). Mental practice promotes motor anticipation: evidence from skilled music performance. *Frontiers in Human Neurocience, 7*, 451. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00451

19. Bernhard, H. C. (2003). The effects of tonal training on the melodic ear playing and sight reading achievement of beginning wind instrumentalists. *Contributions to Music Education*, 91-107.

20. Bever, T. G. y Chiarello, R. J. (1974). Cerebral dominance in musicians and non musicians. *Science, 185*(4150), 537-539. https://doi.org/10.1126/science.185-4150.537

21. Bishop, D. (1964). *Sight-reading in the Piano Class*. Clavier, 3, 48-51.

22. Blanco, A. D. y Ramírez, R. (2019). Evaluation of a sound quality visual feedback system for bow learning technique in violin beginners: an EEG study. *Frontiers in psychology, 10*, 165. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00165

23. Bravi, R., Ioannou, C. I., Minciacchi, D. y Altenmüller, E. (2019). Assesment of the effects of Kinesiotaping on musical motor performance in musicians suffering from focal hand dystonia: a pilot study. *Clinical Rehabilitation, 33*(10), 1636-1648.

24. Brodsky, W., Henik, A., Rubinstein, B.-S. y Zorman, M. (2003). Auditory imagery from musical notation in expert musicians. *Perception & Psychophysics, 65*(4), 602-612. https://doi.org/10.3758/BF03194586

25. Brodsky, W., Kessler, Y., Rubinstein, B. S., Ginsborg, J. y Henik, A. (2008). The mental representation of music notation: Notational audiation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *34*(2), 427. https://doi.org/10.1037/00096-1523.34.2.427

26. Brown, R. M. y Palmer, C. (2012). Auditory-motor learning influences auditory memory for music. *Memory & Cognition, 40*(4), 567-578. https://doi.org/10.3758/s13421-011-0177-x

27. Brown, R. M., Zatorre, R. J. y Penhune, V. B. (2015). Expert music performance: cognitive, neural, and developmental bases. En *Progress in brain research* (Vol. 217, pp. 57-86). https://doi.org/10.1016/bx.pbr.2014.11.021

28. Buj Corral, M. (2014). Partituras Gráficas Circulares: Entre Tiempo y Espacio. *BRAC: Barcelona, Research, Art, Creation, 2(3)*, 277-300. https://doi.org/10.4471/brac.2014.14

29. Burnam, E. M. (2003). *A Dozen a Day* (Book 1), Hal Leonard Corporation.

30. Calderón-Garrido, D. y Gustems-Carnicer, J. (2018). Métodos de lectura musical y el aprendizaje de nuevos repertorios: un estudio exploratorio. *Sonograma Magazine, 37*. Recuperado de http://sonograma.org/2018/01/metodos-lectura-musical-aprendizaje/#_ftn

31. Cara, M. A. y Gómez Vera, G. (2016). Silent reading of music and texts; eye movements and integrative reading mechanisms. *Journal of Eye Movement Research, 9*, 1-17. https://doi.org/10.16910/jemr.9.7.2

32. Cara, M. y Molin, P. (2010). El rango ojo-mano durante la lectura a primera vista y la ejecución musical. Laboratoire d'Etudes de l'Apprentissage et du Développement, Université de Bourgogne.

33. Castro Gil, C. (2017). Mejoramiento de la lectura musical mediante la interpretación y comprensión de dibujos. *Ricercare. Revista del Departamento de Música – Grupo de investigación en Estudios musicales, 8*, 47-71. https://doi.org/10.17230/ricercare.2017.8.3

34. Chan-Barrett, K., Ashley, R., Strait, D. L. y Kraus, N. (2013). Art and science: how musical training shapes the brain. *Frontiers in Psychology, 4*, 713. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00713

35. Chen, H. (2015). ¿Ideogramas o pictogramas? Una introducción a los caracteres chinos. *México y la Cuenca del Pacífico, 4(10)*, 107-129. https://doi.org/10.32870/mycp.v4i10.479

36. Cisneros Sola, M. D. (2013). La lectura a vista de partituras: Un planteamiento de técnicas de trabajo. *Música y educación: Revista trimestral de pedagogía musical, 30*, 71-82.

37. Clark, A. R. (2016). Vocal sight-reading achievement using technological tools (Trabajo de Máster). Universidad de Florida, EE. UU.

38. Clark, F. (1992). *Questions and Answers: Practical Advice for Piano Teachers*. Northfield, IL: Instrumentalist Co.

39. Clark, T., Williamon, A. y Aksentijevic, A. (2011). *Musical imagery and imagination: The function, measurement, and application of imagery skills for performance*, en Musical Imaginations: Multidisciplinary Perspectives on Creativity, Performance and Perception (D. Hargreaves, D. Miell y R. MacDonald, ed.), p. 351-368. Nueva York: Oxford University Press.

40. Colwell, R. (1992). *The Handbook of Research on Music Teaching and Learning: A Project of the Music Educators National Conference*. Schirmer Books, Nueva York, EE. UU.

41. Colwell, R. y Richardson, C. (2002). *The Handbook of Research on Music Teaching and Learning: A Project of the Music Educators National Conference*. Oxford University Press, EE. UU.

42. Couperin, F. (1716). *L'art de Toucher le Clavecin*. Recuperado de http://ks.petruccimusiclibrary.org/files/imglnks/usimg/2/21/IMSLP302585-PMLP09374-Couperin_-_L'art_de_toucher_le_clavecin_-1716-.pdf

43. Cox, A. (2001). The mimetic hypothesis and embodied musical meaning. *Musicae Scientiae, 5*(2), 195-212. https://doi.org/10.1177/102986490100500204

44. Crowder, R. G. y Pitt, M. A. (1992). Research on memory/imagery for musical timbre. En D. Reisberg (ed.). *Auditory Imagery*. Hillsdale, NY, Laurence Erlbaum.

45. Daneman, M. y Newson, M. (1992). Assessing the importance of subvocalization during normal silent reading. *Reading and Writing, 4*(1), 55-77. https://doi.org/10.1007/BF0102707

46. Daselaar, S. M., Porat, Y., Huijbers, W. y Pennartz, C. M. A. (2010). Modality-specific and modality-independent components of the human imagery system. *Neuroimage, 52*(2), 677-685. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.04.239

47. Debarnot, U., Sperduti, M., Di Rienzo, F. y Guillot, A. (2014). Experts bodies, experts minds: How physical and mental training shape the brain. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 280. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00280

48. Decuir, A. A. y Maranto, C. D. (1979). Analysis of visual and auditory rhythmic perception abilities of piano majors. *Perceptual and Motor Skills, 49*(2), 659-664. https://doi.org/10.2466/pms.1979.49.2.659

49. Deutsch, L. (1950). Guided Sight-Reading: A New Approach to Piano Study. Crown Publishers.

50. Diago Jiménez, J. M. (2017). El pensamiento musical pitagórico, platónico y aristoxénico de Arístides Quintiliano. *ÉNDOXA: Series Filosóficas, 40*, 11-29.

51. Ding, Y., Gray, K., Forrence, A., Wang, X. y Huang, J. (2018). A behavioral study on tonal working memory in musicians and non-musicians. *PLoS ONE 13(8)*, e0201765. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201765

52. Dirkse, S. (2009). *A survey of the development of sight-reading skills in instructional piano methods for average-age beginners and a simple primer-level sight-reading curriculum* (Master of Music in Piano Pedagogy). School of Music, University of South Carolina.

53. Domínguez, C. R. y Rigueiro, J. (2015). La epístola *De Ignoto Cantu* de Guido D'Arezzo: de la memoria a la escritura musical. *En Carta de Guido dirigida al monje Miguel acerca de un canto desconocido de Guido de Arezzo.* Mar del Plata, Argentina: Universidad Nacional de Mar del P.

54. Drai-Zerbib, V. y Baccino, T. (2011). Musical sight-reading expertise: cross-modal investigations. *2nd International Conference on Behavioral, Cognitive and Psychological Sciences IPCSIT vol. 23*.

55. Drai-Zerbib, V. y Baccino, T. (2014). The effect of expertise in music reading: Cross-modal competence. *Journal of Eye Movement Research, 6*(5), 1-30.

56. Drai-Zerbib, V., Baccino, T. y Bigand E. (2012). Sight-reading expertise: Cross-modality integration investigated using eye tracking. *Psychology of Music, 40*(2), 216-235. https://doi.org/10.1177/0305735610394710

57. Drake, C. y Palmer, C. (2000). Skill acquisition in music performance: Relations between planning and temporal control. *Cognition, 74*(1), 1-32. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(99)00061-X

58. Eaton, J. L. (1978). *Correlation Study of Keyboard Sight-Reading Facility with Previous Training, Note-Reading, Psychomotor, and Memorization Skills* (Tesis doctoral). Universidad de Indiana, EE. UU.

59. Elliot, C. A. (1982). The relationships among instrumental sight-reading ability and seven selected predictor variables. *Journal of Research in Music Education, 30*(1), 5-14.

60. Ericsson, K. A. y Smith, J. (1991). *Toward a general theory of expertise: Prospects and limits*. Cambridge: Cambridge Univesity Press.

61. Fine, P., Berry, A. y Rosner, B. (2006). The effect of pattern recognition and tonal predictability on sight-singing ability. *Psychology of Music, 34*(4), 431-447. https://doi.org/10.1177/0305735606067152

62. Furneaux, S. y Land M. F. (1999). The effects of skill on the eye-hand span during musical sight-reading. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Sciences, 266*(1436), 2435-2440. https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0943

63. Furulla, S. y Altenmüller, E. (2013). Flexibility of movement organization in piano performance. *Frontiers in Human Neuroscience, 7*, 173. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00173

64. Gaab, N., Gaser, C., Zaehle, T., Jancke, L. y Schlaug, G. (2003). Functional anatomy of pitch memory-an fMRI study with sparse of temporal sampling. *NeuroImage, 19*(14), 1417-1426. https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00224-6

65. Galera Núñez, M. D. M. y Tejada Giménez, J. (2012). Lectura musical y procesos cognitivos implicados. *Revista Electrónica De LEEME: Lista Electrónica Europea de la Música en la Educación, 29*, 56-82.

66. Gärtner, H., Minnerop, M., Pieperhoff, P., Schleicher, A., Zilles, K., Altenmüller, E. y Amunts, K. (2013). Brain morphometry shows effects of long-term musical practice in middle-aged keyboard players. *Frontiers in Psychology, 4*, 636. https://doi.org/10.3389/fpsyg.00636

67. Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Brain structures differ between musicians and non-musicians. *The Journal of Neuroscience, 23*(27), 9240-9245. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.23-27-09240.2003

68. Gaser, C. y Schlaug, G. (2003). Gray Matter Differences between Musicians and Nonmusicians. *Annals of the New York Academy of Sciences, 999*(1), 514-517.

69. Gerardin, E., Sirigu, A., Lehericy, S., Poline, J. B., Gaymard, B., Marsault, C., Agid, Y. y Le Bihan, D. (2000). Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. *Cerebral Cortex, 10*(11), 1093-1104.

70. Gilman, E. y Underwood, G. (2003). The perceptual span during music reading. En Hyönä, Rabach y Deubel (eds.), *The mind's eye: cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 177-191). Nueva York: North-Holland.

71. Globerson, E. y Nelken, I. (2013). The neuro-pianist. *Frontiers in Systems Neuroscience, 7, 35*. https://doi.org/10.3389/fnsys.2013.00035

72. Godøy, R.I. y Jørgensen, H. (eds.) (2001). *Musical Imagery*. Lisse, Países Bajos: Swets and Zeitlinger.

73. González Muñoz, M.T. (s.f.). *Historia de la Notación Musical Occidental*. Pública. Online

74. González Valle, J. V. (2014). El compás en la época del *Compendio de Mvsica* de Hernando de Cabezón. *Anuario musical, 69*, 119-158.

75. Goolsby, T. (1989). Computer applications to eye movement research in music reading. *Psychomusicology: Music, Mind, and Brain, 8*(2), 111-126. https://doi.org/10.1037/h0094245

76. Goolsby, T. (1994). Eye movement in music reading: Effects of reading ability, notational complexity, and encounters. *Music Perception 12*(1), 77-96. https://doi.org/10.2307/40285756

77. Gromko, J. E. (2004). Predictors of music sight-reading ability in high school wind players. *Journal of Research in Music Education, 52*(1), 6–15. https://doi.org/10.2307/3345521

78. Groussard, M., Viader, F., Hubert, V., Landeau, B., Abbas, A., Desgranges, F. y Platel, H. (2010). Musical and verbal semantic memory: two distinct neural networks? *NeuroImage, 49*(3), 2276-2273. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.10.039

79. Grout, D. J., Burkholder, J. P. y Palisca, C. V. (2008). *Historia de la Música Occidental*. Trad. de G. Menéndez Torrellas (7ª Ed). Madrid: Alianza Editorial.

80. Gruhn, W., Litt, F., Scherer, A., Schumann, T., Weiss, E. M. y Gebhardt, C. (2006). Suppressing reflexive behaviour. Saccadic eye movements in musicians and non-musicians. *Musicae Scientiae, 10*(1), 19-32. https://doi.org/10.1177/102986490601000102

81. Grutzmacher, P. A. (1985). *The effect of tonal pattern training on the aural perception, reading recognitivion and melodic sight reading achievement of first year instrumental music students* (Tesis doctoral). Universidad del Estado de Kent, EE. UU.

82. Gudmundsdottir, H. (2010). Advances in music-reading research. *Music Education Research, 12*(4), 331-338. https://doi.org/10.1080/14613808.2010.504809

83. Guzmán Barrios, R. (2019). La muerte del Guerrillero: a musical-graphical analysis. *Índex, revista de arte contemporáneo*, (7), 58-66. https://doi.org/10-26807/cav.v0i07.175

84. Hakim, G. (2007). La lectura musical, procesos perceptivos, motores y cognitivos y sus vínculos con las estrategias de agrupación de la información escrita. *Calle 14: revista de investigación en el campo del arte, 1*(1), 140-149. https://doi.org/10.14483/21450706.2925

85. Halpern, A. R. y Zatorre, R. (1999). When that tune runs through your head: a PET investigation of auditory imagery for familiar melodies. *Cerebral Cortex, 9*(7), 697-704. https://doi.org/10.1093/cercor/9.7.697

86. Halpern, A. R., Zatorre, R., Bouffard, M. y Johnson, J. A. (2004). Behavioral and neural correlates of perceived and imagined musical timbre. *Neuropsychologia, 42*(9), 1281-1292.
https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2003.12.017

87. Hardy, L., Jone, G. y Gould, D. (1996). *Understanding psychological preparation for sport: Theory and practice of elite performers*. West Sussex, England: Wiley. John Wiley & Sons Inc.

88. Hasegawa, T., Matsuki, K.-I, Ueno, T., Maeda, Y., Matsue, Y., Konishi, Y. y Sadato, N. (2004). Learned audio-visual cross-modal associations in observed piano playing activate the left planum temporale. An fMRI study. *Cognitive Brain Research, 20*(3), 510-518. https://doi.org/10:1016/jcogbrainres.2004.04.005

89. Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Hennenlotter, A., Schwaiger, M., Gräfin von Einsiedel, H., Rummeny, E., Conrad, B. y Ceballos-Baumann, A. O. (2004). Reduced recruitment of motor association areas during bimanual coordination in concert pianists. *Human Brain Mapping, 22*(3), 206-215. https://doi.org/10.1002/hbm.20028

90. Haslinger, B., Erhard, P., Altenmüller, E., Schroeder, U., Boecker, H. y Ceballos-Baumann, A. O. (2005). Transmodal sensorimotor networks during action observation in professional pianists. *Journal of Cognitive Neuroscience, 17*(2), 282-293. https://doi.org/10.1162/0898929053124893

91. Haueisen, J. y Knosche, T. R. (2001). Involuntary motor activity in pianists evoked by music perception. *Journal of Cognitive Neuroscience, 13(6)*, 786-792. https://doi.org/10.1162/08989290152541449

92. Haug, S. (1990). Sight playing and visual perception: The eyes have it. *American Music Teacher, 40*(3), 22-71. Recuperado de http://www.jstor.org/stable/43542498

93. Hayward, C. y Gromko, J. (2009). Relationships among music sight-reading and technical proficiency, spatial visualization, and aural discrimination. *Journal of Research in Music Education, 57*(1), 26-36. https://doi.org/10.1177/0022429409332677

94. Hébert, S. y Cuddy, L. L. (2006). Music-reading deficiencies and the brain. *Advances in Cognitive Psychology, 2*(2-3), 199-206.

95. Henry, M. L. (2011). The effect of pitch and rhythm difficulty on vocal sight-reading performance. *Journal of Research in Music Education, 59*(1), 72-84. https://doi.org/10.1177/0022429410397199

96. Henry, M. L. (2015). Vocal sight-reading assesment: Technological advances, student perceptions, and instructional implications. *Update: Applications of*

Research in Music Education, 33(2), 58-64. https://doi.org/10.1177/8755123314547908

97. Herrero, L. y Carriedo, N. (2019). The contributions of updating working memory sub-processes for sight-reading music beyond age and practice effects. *Frontiers in Psychology, 10*, 1080. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01080

98. Hickok, G., Buchsbaum, B., Humphries, C. y Muftuler, T. (2003). Auditory-motor interaction revealed by fMRI: speech, music, and working memory in area Spt. *Journal of Cognitive Neuroscience, 15*(5), 673-682. https://doi.org/10.1162/089892903322307393

99. Hikosaka, O., Nakamura, H., Sakai, K. y Nakahara, H. (2012). Central mechanisms of motor skill learning. *Current Opinion in Neurobiology, 12*(2), 217-222. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(02)00307-0

100. Hodges, D. A. (1992). The acquisition of music-reading skills. En R. Colwell (Ed.), *Handbook of Research in Music Teaching and Learning: A project of the Music Educators National Conference*, (pp. 466-471). Nueva York: Schirmer Books.

101. Hodges, D. A. y Nolker, B. (2011). The acquisition of music reading skills. En R. Colwell y P. Webster (Eds.), *Handbook of Research in Music Teaching and Learning Vol. 2*, 61-91.
https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199754397.003.0002

102. Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. y Prinz, W. (2001). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action planning. *Behavioral and Brain Sciences, 24*(5), 849-937.
https://doi.org/10.1017/S0140525X01000103

103. Hoppe, C., Splittstösser, C., Fliessbach, K., Trautner, P., Elger, C. E. y Weber, B. (2014). Silent music reading: Auditory imagery and visuotonal modality transfer in singers and non-singer. *Brain and Cognition, 91*, 35-44. https://doi.org/10.1055/s-0034-1371203

104. Hutchinson, S., Lee, L. H.-L., Gaab, N. y Schlaug, G. (2003). Cerebellar volumen of musicians. *Cerebral Cortex, 13*(9), 943-949. https://doi.org/10.1093/cercor/13.9.943

105. Hyde, K. L., Lerch, J., Norton, A., Forgeard, M., Winner, E., Evans, A. C. y Schlaug, G. (2009). Musical training shapes structural brain development. *Journal of Neurosciences, 29*(10), 3019-3025. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5118-08.2009

106. Immonen, O., Inkeri, R y Ruismäki, H. (2012). Elements of mental training in music. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 45*, 588-594. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.06.596

107. Ireland, K., Iyer, T. A. y Penhune, V. B. (2019). Contributions of age of start, cognitive abilities and practice to musical task performance in childhood. *PLoS ONE, 14(4):e0216119*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216119

108. Itoh, K., Fujii, Y., Suzuki, K. y Nakada, T. (2001). Asymmetry of parietal lobe activation during piano performance: A high field functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters, 309*(1), 41-44. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02024-9

109. Jacobsen, O. I. (1928). An experimental study of photographing eye-movements in reading music. *Music Supervisors Journal, 14*(3), 63-69. https://doi.org/10.2307/3382999

110. Jacobsen, O. I. (1941). An analytical study of eye-movements in reading vocal and instrumental music. *Journal of Musicology, 3*, 1-32.

111. Jäncke, L., Shah, N. J. y Peters, M. (2000). Cortical activations in primary and secondary motor areas for complex bimanual movements in professional pianists. *Cognitive Brain Research, 10*(1-2), 177-183. https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00028-8

112. James, C. E., Oschslin, M. S., Van De Ville, D., Hauert, C. A., Descloux, C. y Lazeyras, F. (2013). Musical training intensity yields opposite effects on grey matter density in cognitive versus sensorimotor networks. *Brain Structure and Function, 219*(1), 353-366. https://doi.org/10.1007/s00429-013-0504-z

113. James, G., Witten, D., Hastie, T. y Tibshirani, R. (2005). *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R*. Nueva York: Springer.

114. Jaques-Dalcroze, É. (1921). *Rythm, music and education*. Londres: The Knickerbocker Press. https://doi.org/10.1177/002205742109401204

115. Jenkins, H. (1983). Technique for better sight reading. *The Instrumentalist, 37*(7), 42-44.

116. Johnson, T. A. (1964). *You and I: 35 tuneful pieces for piano duet useful also for sight-reading: grade 1: primary: some with directions for privae study and hints on performance* (tesis doctoral, Hinrichsen).

117. Karpinski, G. S. (2000). *Aural skills acquisition: The development of listening, reading, and performing skills in college-level musicians*. Nueva York: Oxford University Press.

118. Kato, K., Vogt, T. y Kanosue, K. (2019). Brain activity underlying muscle relaxation. *Frontiers in Physiology, 10*, 1457.
https://doi.org/10.3389/fphys.2019.91457

119. Keilmann, W. (1972). *Introduction to Sight Reading at the Piano or Other Keyboard Instrument*. Translated by Kurt Michaelies. Nueva York: C. F. Peters.

120. Keilmann, W. (1978). *Introduction to Sight Reading at the Piano or Other Keyboard Instrument*. Vol. 2. Translated by Kurt Michaelies. Nueva York: C. F. Peters.

121. King, A. J. (2006). Auditory neuroscience: Activating the cortex without sound. *Current Biology, 16*(11), R410-R411.
https://doi.org/10.1016/j.cub.2006.05.012

122. Kinsler, V. y Carpenter, R. (1995). Saccadic eye movements while reading music. *Vision Research, 35*(10), 1447-1458.
https://doi.org/10.1016/0042-6989(95)98724-N

123. Kölsch, S. (2005). Neural substrates of processing syntax and semantics in music. *Current Opinion in Neurobiology, 15*, 1-6.
https://doi.org/10.1016/j.conb.2005.03.005

124. Kölsch, S., Gunter, T. C., Cramon, D. Y. V., Zysset, S., Lohmarm, G. y Friederici, A. D. (2002). Bach speaks: A cortical "language-network" serves the processing of music. *NeuroImage, 17*(2), 956-966. https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1154

125. Kölsch, S., Fritz, T., Schulze, K., Alsop, D. y Schlaug, G. (2005). Adults and children processing music: an fMRI study. *NeuroImage, 25*(4), 1068-1076. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.12.050

126. Kopiez, R. y Galley, N. (2002). The musician's glance: a pilot study comparing eye movement parameters in musicians and non-musicians. En C. Stevens, D. Burnham, G. McPherson, E. Schuberts y J. Renwick *(eds.): Proceedings of the 7th International Conference on Music Perception and Cognition* (pp. 683-686), Sydney, 2002. Adelaide: Causal Productions.

127. Kopiez, R., Galley, N. y Lee, J. I. (2006). The advantage of a decreasing right-hand superiority: The influence of laterality on a selected musical skill (sight reading achievement). *Neuropsychologia, 44*(7), 1079-1087. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.10.023

128. Kopiez, R. y Lee, J. I. (2008). Towards a general model of skills involved in sight reading music. *Music Education Research, 10*(1), 41-62. https://doi.org/10.1080/14613800701871363

129. Kopiez, R., Weihs, C., Ligges, U. y Lee, J. I. (2004). In search of variables distinguishing low and high achievers in music sight reading task. En *Proceedings of the 28th Annual Conference of the Gesellshaft für Klassifikation e.V.* (pp. 593-599), University of Dortmund, March 9-11, 2004. https://doi.org/10.1007/3-540-28084-7_70

130. Kopiez, R., Weihs, C., Ligges, U. y Lee, J. I. (2006). Classification of high and low achievers in a music sight-reading task. *Psychology of music, 34*(1), 5-26. https://doi.org/10.1177/0305735606059102

131. Kornicke, L. E. (1992). *An exploratory study of individual difference variables in piano sight-reading achievement* (Tesis doctoral). Universidad de Indiana, EE.UU. DAI-A, 53(12), 4125. ProQuest Infotmation & Learning.

132. Kornicke, L. E. (1995). An exploratory study of individual difference variables in piano sight-reading achievement. *Quarterly Journal of Music Teaching and Learning, 6*, 56-79.

133. Kostka, M. J. (2000). The effects of error-detection practice on keyboard sight-reading achievement of undergraduate music majors. *Journal of research in Music Education, 48*(2), 114-122. https://doi.org/10.2307/3345570

134. Kraemer, D. J. M., Macrae, C. N., Green, A. E. y Kelley, W. M. (2005). Sound of silence activates auditory cortex. *Nature, 434*(7030), 158. https://doi.org/10.1038/434158a

135. Krings, T., Töpper, R., Foltys, H., Erberich, S., Sparing, R., Willmes, K. y Thron, A. (2000). Cortical activation patterns during complex motor tasks in piano players and control subjects. A functional magnetic resonance imaging study. *Neuroscience Letters, 278*(3), 189-193. https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00930-1

136. Kristeva, R., Chakarov, V., Schulte-Monting, J. y Spreer, J. (2003). Activation of cortical areas in music execution and imagining: a high-resolution EEG study. *NeuroImage, 20*(3), 1872-1883. https://doi.org/10.1016/C1053-8119(03)00422-1

137. Kuo, M-H. (2012). *Strategies and methods for improving sight-reading*. Theses and Dissertations--Music. 6. Recuperado de https://uknowledge.uky.edu/music_etds/6

138. Lahav, A., Saltzman, E. y Schlaug, G. (2007). Action representation of sound: Audiomotor recognition network while listening to newly acquired actions. *Journal of Neuroscience, 27*(2), 308-314. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4822-06.2007

139. Landau, S. M. y D'Esposito, M. (2006). Sequence learning in pianists and nonpianists: An fMRI study of motor expertise. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience, 6*(3), 246-259. https://doi.org/10.3758/CABN.6.3.246

140. Lang, W., Obrig, H., Lindinger, G., Cheyne, D. y Deecke, L. (1990). Supplementary motor area activation while tapping bimanually different rhythms in musicians. *Experimental Brain Research, 79(3)*, 504-514. https://doi.org/10.1007/BF00229320

141. Lannert, V. y Ullman, M. (1945). Factors in the reading of piano music. *American Journal of Psychology, 58*(1), 91-99. https://doi.org/10.2307/1417577

142. Lawrence, S. (1964). *A guide to remedial sightreading for the piano student: a study in corrective teaching techniques and procedures*. Workshop Music Teaching Publications.

143. Leaver, A. M., Van Lare, J., Zielinski, B., Halpern, A. R. y Rauschecker, J. P. (2009). Brain activation during anticipation of sound sequences. *Journal of Neuroscience, 29*(8), 2477-2485. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4921-08-2009

144. Lee, H. S. (2015). *The Relevance of Mental Practice to Music Performance* (Tesis doctoral). Universidad tecnológica de Texas, EE. UU.

145. Lee, H. Y. (2013). Interaction of pitch and duration processing by non-musicians in reading musical notation. *Perceptual and motor skills, 116*(1), 21-29. https://doi.org/10.2466/22.23.24.PMS.116.1.21-29

146. Lee, H. Y. y Wang, Y. S. (2011). Visual processing of music notation: A study of event-related potentials. *Perceptual and Motor Skills, 112*(2), 525-535. https://doi.org/10.2466/11.22.24.27.PMS.112.2.525-535

147. Lee, J. I. (2003). The role of working memory and short-term memory in sight reading. En *Proceedings of the 5th Internationl Conerence of the European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM), Hanover, Germany* (pp. 121-126).

148. Lee, J. I. (2004). *Component skills involved in sight-reading* (Tesis doctoral). Universidad de Música y Drama, Hanover, Alemania.

149. Lehmann, A. C. y Ericsson, K. A. (1993). Sight-reading ability of expert pianists in the context of piano accompanying. *Psychomusicology, 12*(2), 182-195.

150. Lehmann, A. C. y Ericsson, K. A. (1996). Performance without preparation: Structure and acquisition of expert sight-reading and accompanying performance. *Psychomusicology: A journal of research in music cognition 15*(1-2), 1. https://doi.org/10.1037/h0094082

151. Lehmann, A. C. y Kopiez, R. (2009). Sight-Reading. En S. Hallam; I. Cross; M. Thaut (eds.), *The Oxford Handbook of Music Psychology*, 344-351. Oxford, UK: Oxford University Press.

152. Lehmann, A. C. y McArthur, V. (2002). *Sight-reading. The science and psychology of music performance. Creative strategies for teaching and learning*. Nueva York: Oxford University Press.

153. Levinowitz, L. M. (1998). The importance of music in early childhood. *General Music Today, 12*(1), 4-7. https://doi.org/10.1177/104837139801200103

154. Levitin, D. J. y Menon, V. (2003). Musical structure is processed in "language" areas of the brain: a possible role for Brodmann area 47 in temporal coherence. *NeuroImage, 20*(4), 2142-2152.
https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.08.016

155. Logan, T. y Chaffin, R. (2020). Movement is part of the meaning of music notation: A musical Stroop effect for trombonists. *Psychology of Music*, 0305735619900921. https://doi.org/10.1177/0305735619900921

156. López Villalba, J. (2014). La estética musical en Jean-Jacques Rousseau. *Música: Revista del Real Conservatorio Superior de Música de Madrid*, (21), 57-84.

157. Lötze, M., Scheler, G., Tan, H. R., Braun, C. y Birbaumer, N. (2003). The musician's brain: functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery. *Neuroimage, 20*(3), 1817-1829.
https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.07.018

158. Lu, J., Yang, H., Zhang, X., He, H., Luo, C. y Yao, D. (2015). The brain functional state of music creation: an fMRI study of composers. *Scientific Reports, 5*(1), 1-8. 12277. https://doi.org/10.1038/srep12277

159. Madell, J. y Hébert, S. (2008). Eye movements and music reading: Where do we look next? *Music Perception, 26*, 157-170. https://doi.org/10.1525/MP.2008.26.2.157

160. Maguire, M. (2015). Music and its association with epileptic disorders. En *Progress in Brain Research* (Vol. 217, pp. 107-127). Elsevier. https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.023

161. Maimon, O. y Rokach, L. (2005). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer.

162. Mainwaring, J. (1951). Psychological factors in the teaching of music: Part II: Applied musicianship. *British Journal of Educational Psychology, 21*, 105-21. https://doi.org/10.1111/.j.2044-8279.1951.tb02789.x

163. Marpurg, F. W. (1755). *Anleitung Zum Clavierspielen*. Disponible *online* en: https://archive.org/details/imslp-zum-clavierspielen-marpurg-friedrich-wilhelm. También disponible en Petrucci Music Library IMSLP, en la dirección: https://imslp.org/wiki/Anleitung_zum_Clavierspielen_(Marpurg,_Friedrich_Wilhelm)

164. Marquès Olives, Z. M. (2014). Estudio y valoración de las habilidades visuales de los músicos profesionales. Trabajo fin de grado. Facultad de óptica y optometría de Terrassa, Universidad Politécnica de Cataluña-Barcelona Tech.

165. Martin, S., Mikkuta, C., Leonard, M. K., Hungate, D., Koelsch, S., Shamma, S., Chang, E. F., Millán, J. del R., Knight, R. T. y Pasley, B. N. (2017). Neural encoding of auditory features during music perception and imagery. *Cerebral Cortex, 28*(12), 4222-4233. https://doi.org/10.1093/cercor/bhx277

166. Mathias, B., Gehring, W. J. y Palmer, C. (2019). Electrical brain responses reveal sequential constraints on planning during music performance. *Brain Sciences, 9*(2), 25. https://doi.org/10.3390/brainsce9020025

167. McLain, M. S. (1974). *Class Piano*. Indiana University Press. Bloomington, Indiana, EE. UU.

168. McPherson, G. E. (1994). Factors and abilities influencing sightreading skill in music. *Journal of research in Music Education, 42*(3), 217-231. https://doi.org/10.2307/3345701

169. McPherson, G. E. (1995). Five aspects of musical performance and their correlates. *Bulletin of the Council for Research in Music Education, 127*, 115-121. Recuperado de http://www.jstor.org/stable/40318774

170. McPherson, G. E. y Gabrielsson, A. (2002). From Sound to Sign. En *The Science & Psychology of Music Performance: Creative strategies for teaching and learning* (p. 99-116).

171. Meinz, E. J. y Hambrick, D. Z. (2010). Deliberate practice is necessary but not sufficient to explain individual differences in piano sight-reading skill: the role of working memory capacity. *Psychological Science, 21*(7), 914-919. https://doi.org/10.1177/0956797610373933

172. Meister, I. G., Krings, T., Foltys, H., Boroojerdi, B., Müller, M., Töpper, R. y Thron, A. (2004). Playing piano in the mind – an fMRI study on music imagery and performance in pianists. *Cognitive Brain Research, 19*(3), 219-228. https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2003.12.005

173. Michaelis, K. (1978). *Introduction to Sight Reading, Vol. 2*. Peters Edition, London, UK.

174. Mielke, S. (2016). *Mental Practice in Music Performance: A Literature-Based Glossary and Taxonomy*. Trabajo fin de Máster. Universidad de Ottawa, Canadá.

175. Miller, S. D. (1973). Guido d'Arezzo: medieval musician and educator. *Journal of Research in Music Education, 21(3)*, 239-245.
https://doi.org/10.2307/3345093

176. Mishra, J. (2013). Improving sightreading accuracy: A meta-analysis, *Psychology of Music, 42*(2), 131-156.
https://doi.org/10.1177/0305735612463770

177. Mishra, J. (2014). Factors related to sight-reading accuracy: A meta-analysis. *Journal of Research in Music Education, 61*(4), 452-465. https://doi.org/10.1177/0022429413508585

178. Mishra, J. (2015). How the brain sight reads. *Music Teacher's National Association Conference* (Las Vegas, NV, USA).
https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2244.3048

179. Mizuguchi, N., Nakata, H., Uchida, Y. y Kanosue, K. (2012). Motor imagery and sport performance. *The Journal of Physical Fitness Sports Medicine, 1*(1), 103-111. https://doi.org/10.7600/jpfsm.1.103

180. Molina, E. (2003). La lectura a primera vista y el análisis. *Música y educación: Revista trimestral de pedagogía musical, 16*, 73-90.

181. Monferrer Montañés, A. (2016). *La enseñanza de la lectura a primera vista en el piano en las enseñanzas elementales y profesionales. Una investigación educativa sobre concepciones y prácticas de los profesores de conservatorio*. Trabajo final de Máster en Didáctica de la Música, Universidad "Jaume I", Castellón de la Plana.

182. Montano, D. R. (1983). *The effect of improvisation in given rhythms on rhythmic accuracy in sight reading achievement by college elementary group piano students* (Tesis doctoral). Universidad de Missouri, Kansas City, EE. UU.

183. Mortenson, G. R. (1970). *Development and use of computerized procedures for scoring sight reading of rhythms to compare the effectiveness of metric and representational notation with conventional notation* (Tesis doctoral). Universidad Northwestern, Evanston, Illinois, EE. UU.

184. Münte, T. F., Altenmüller, E. y Jäncke, L. (2002). The musician's brain as a model of neuroplasticity. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(6), 473-478. https://doi.org/10.1038/nrm843

185. Munzert, J. y Krüger, B. (2013). Motor and Visual Imagery in Sports. En *Multisensory Imagery* (pp. 319-341). https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5879-1_17

186. Murphy, S. M. y Martin, K. A. (2002). The use of imagery in sport. En T. S. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* (pp. 221-250). Champaing, IL: Human Kinetcs.

187. Murthy, S. K. (1998). Automatic construction of decision trees from data: A multi-disciplinary survey. *Data Mining and Knowledge Discovery, 2*(4). https://doi.org/10.1023/A:1009744630224

188. Neely, B. (2012). *Piano para Dummies*. Pearson Education: Para Dummies.

189. Newman, W. S. (1974). *Pianist Problems*. Harper and Row. Nueva York, EE. UU.

190. Nordstrom, M. A. y Butler, S. L. (2002). Reduced intracortical inhibition and facilitation of corticospinal neurons in musicians. *Experimental Brain Research, 144*(3), 336-342. https://doi.org/10.1007/s00221-002-1051-7

191. Norton, A., Winner, E., Cronin, K., Overy, K., Lee, D. J. y Schlaug, G. (2005). Are there pre-existing neural, cognitive, or motoric markers for musical ability?. *Brain and Cognition, 59*(2), 124-134. https://doi.org/10.1016/j.bandc.2005.05.009

192. Odermatt, A. (2018). Historical performance practice of the prélude non mesuré and its relationship to recording and performance. https://doi.org/10.25911/5d611eb622cc0

193. Ohnishi, T., Matsuda, H., Asada, T., Aruga, M., Hirakata, M., Nishikawa, M., Katoh, A. e Imabayashi, E. (2001). Functional anatomy of musical perception in musicians. *Cerebral Cortex, 11*(8), 754-760. https://doi.org/10.1093/cercor/11.8.754

194. Oku, T. y Furuya, S. (2019). Neuromuscular incoordination in musician's dystonia. *Parkinsonism & Related Disorders, 65*, 97-104. https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2019.05.011

195. Orlando, R. y Speelman, C. (2012). The effect of music teaching method on music reading skills and music participation: An online study. *Proceeding of the 12th International Conference on Music Perception and Cognition and the 8th Triennial Conference of the European Society for the Cognitive Sciences of Music*, 759-765. (July 23-28, 2012, Thessaloniki, Greece).

196. Osborn, L. A. (1966). Notation should be metric and representational. *Journal of Research in Music Education, 14*(2), 67-83.

197. Ozubko, J. D., & MacLeod, C. M. (2010). The production effect in memory: Evidence that distinctiveness underlies the benefit. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and the Cognition, 36*(6), 1543-1547. https://doi.org/10.1037/a0020604

198. Paller, K. A., McCarthy, G. y Wood, C. C. (1992). Event-related potencials elicited by deviant endings to melodies. *Psychophysiology, 29*(2), 202-206. https://doi.org/10.111/j.1469-8986.1992.tb01686.x

199. Pascual-Leone, A. (2001). The brain that plays music and is changed by it. En R. J. Zatorre & I. Peretz (Eds.), *The biological foundations of music* (Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 930(1), pp. 315-329). Nueva York: New York Academy of Sciences.

200. Pascual-Leone, A., Nguyet, D., Cohen, L. G., Brasil-Neto, J. P., Cammarota, A. y Hallett, M. (1995). Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology, 74*(3), 1037-1045.
https://doi.org/10.1152/jn.1995.74.3.1037

201. Patel, A. D. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience, 6*(7), 674-681. https://doi.org/10.1038/nn1082

202. Patel, A. D. y Daniele, J. R. (2003). An empirical comparison of rhythm in language and music. *Cognition, 87*(1), B35-B45. https://doi.org/10.1016/S0010-0277(02)00187-7

203. Patel, A. D., Gibson, E., Ratnet, J., Besson, M. y Holcomb, P. J. (1998). Processing syntactic relations in language and music: An event-related potentials study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 10*(6), 717-733. https://doi.org/10.1162/089892998563121

204. Patel, A. D., Peretz, I., Tramo, M. y Labreque, R. (1998). Processing prosodic and musical patterns: a neuropsychological investigation. *Brain and Language, 61*(1), 123-144. https://doi.org/10.1006/brln.1997.1862

205. Parsons, L. M. (2001). Exploring the functional neuroanatomy of music performance, perception, and comprehension. *Annals of the New York Academy of Sciences, 930*(1), 211-231.

206. Penhune, V. B. y Steele, C. J. (2012). Parallel contributions of cerebellar, striatal and M1 mechanisms to motor sequence learning. *Behavioural Brain Research, 226*(2), 579-591. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2011.09.044

207. Penttinen, M. (2013). *Skill development in music reading. The eye-movement approach* (Tesis doctoral). Departamento de Educación de Maestros y el Centro de Investigación del Aprendizaje, Universidad de Turku, Finlandia).

208. Penttinen, M. y Huovinen, E. (2011). The early development of sight-reading skills in adulthood: A study of eye movements. *Journal of Research in Music Education, 59*, 196-220. https://doi.org/10.1177/0022429411405339

209. Peretz, I., Gagnon, L., Hébert, S. y Macoir, J. (2004). Singing in the brain: Insights from cognitive neuropsychology. *Music Perception: An Interdisciplinaty Journal, 21*(3), 373-390.
https://doi.org/10.1525/mp.2004.21.3.373

210. Peretz, I. y Zatorre, R. J. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology, 56*, 89-114.
https://doi.org/10.1146/annurev.psych.56.091103.070225

211. Perry, D. W., Zatorre, R. J., Petrides, M., Alivisatos, B., Meyer, E., y Evans, A. C. (1999). Localization of cerebral activity during simple singing. *NeuroReport, 10*(16), 3979-3984.

212. Petty, C. y Henry, M. L. (2014). The effects of technology on the sight-reading achievement of beginning choir students. *Texas Music Education Research*, 23-28.

213. Pich, J. (2000). The role of subvocalization in rehearsal and maintenance of rhythmic patterns. *The Spanish Journal of Psychology, 3*(1), 63-67.
https://doi.org/10.1017/S1138741600005552

214. Pike, P. y Carter, R. (2010). Employing cognitive chunking techniques to enhance sight-reading performance of undergraduate group-piano students. *International Journal of Music Education, 28*(3), 231-246. https://doi.org/10.1177/0255761410373886

215. Platz, F., Kopiez, R., Lehmann, A. C. y Wolf, A. (2014). The influence of deliberate practice on musical achievement: a meta-analysis. *Frontiers in psychology, 5*, 646. https://doi.org/10:3389/fpsyg.2014.00646

216. Polanka, M. (1995). Research note: Factors affecting eye movements during the reading of short melodies. *Psychology of Music, 23*(2), 177-183. https://doi.org/10.1177/0305735695232005

217. Praamstra, P., Turgeon, M., Hesse, C. W., Wing, A. M. y Perryer, L. (2003). Neurophysiological correlates of error correction in sensorimotor synchronization. *NeuroImage, 20*(2), 1283-1297. https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00351-3

218. Prensa Villegas, L. (1997). La escritura musical gregoriana. En *Primeras Jornadas de Canto Gregoriano: Zaragoza, 4-13 de noviembre de 1996* (pp. 135-176). Sección de Música Antigua. Institución Fernando el Católico.

219. Proverbio, A. M., Calbi, M., Manfredi, M. y Zani, A. (2014). Audio-visuomotor processing in the musician's brain: an ERP study on profesional violinists and clarinetists. *Scientific Reports, 4*, 5866. https://doi.org/10.1038/Srep05866

220. Rayner, K. (1986). Eye movements and the perceptual span in beginning and skilled readers. *Journal of Experimental Child Psychology, 41*(2), 211-236. https://doi.org/10.1016/0022-0965(86)90037-8

221. Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological bulletin, 124*(3), 372-422. https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372

222. Rayner K. (2009). Eye movements in reading: models and data. *Journal of eye movement research, 2*(5), 1-10.

223. Rezits, J. (1972). Everyone should try ensemble sight reading. *Clavier, 11*, 33.

224. Ridding, M. C., Brower, B. y Nordstrom, M. A. (2000). Reduced interhemispheric inhibition in musicians. *Experimental Brain Research, 133*(2), 249-253. https://doi.org/10.1007/s002210000482

225. Rodrigo Angulo, M. (s.f.). Origen y evolución del lenguaje musical. Recuperado de https://asemeya. com/sites/default/files/ceremonias/adjuntos/discurso_de_ingreso_margarita_orig en_y_e volucion_del_lenguaje_musical.pdf.

226. Rogenmoser, L., Kernbach, J., Schlaug, G. y Gaser, C. (2018). Keeping brains young with making music. *Brain Structure & Function, 223*(1), 297-305. https://doi.org/10.1007/s00429-017-1491-2

227. Ronkainen, S. y Kuusi, T. (2009). The keyboard as a part of visual, auditory, and kinesthesic processing in sight-reading at the piano. En *Proceedings of the 7th Triennial Conference of European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM 2009)*. Jyväskylä, Finland.

228. Rosset-Llobet, J., Candia, V., Fàbregas i Molas, S., Dolors Rosinés i Cubells, D. y Pascual-Leone, A. (2009). The challenge of diagnosing focal hand dystonia in musicians. *European Journal of Neurology, 16*(7), 864-869. https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02610.x

229. Saiz Vega, O. (2018). Lectura a primera vista en los instrumentos de cuerda. Situación educativa. *DEDiCA. Revista de Educação e Humanidades, 13*, 165-181. https://doi.org/10.30827/dreh.v0i13.7247

230. Saoud, R. (2004). The muslim influence on musical theory. Recuperado de https://muslimheritage.com/influence-on-musical-theory/

231. Sato, K., Kirino, E. y Tanaka, S. (2015). A voxel-based morphometry study of the brain of university students majoring in music and nonmusic disciplines. *Behavioural neurology, 2015*, 274919. https://doi.org/10.1155/2015/274919

232. Schaefer, R. S., Vlek, R. J. y Desain, P. (2011). Music perception and imagery in EEG: alpha band effects of task and stimulus. *International Journal of Psychophysiology, 82*(3), 254-259.

https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.09.007

233. Schlaug, G. (2001). The brain of musicians: A model for functional and structural adaptation. En R. J. Zatorre & I. Peretz (Eds.), *The biological foundations of music* (*Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 930*(1), pp. 281-299). Nueva York: New York Academy of Sciences.

234. Schlaug, G., Norton, A., Overy, K. y Winner, E. (2005). Effects of music training on the child's brain and cognitive development. *Annals of the New York Academy of Sciences, 1060*, 219-230. https://doi.org/10.1196/annals.1360.015

235. Schlaug, G. (2015). Musicians and music making as a model for the study of brain plasticity. En *Progress in brain research* (Vol. 217, pp. 37-55). Elsevier. https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2014.11.020

236. Schneider, P., Scherg, M., Dosch, H. G., Specht, H. J., Gutschalk, A. y Rupp, A. (2002). Morphology of Heschl's gyrus reflects enhanced activation in the auditory cortex of musicians. *Nature Neuroscience, 5*(7), 688-694. https://doi.org/10.1038/nn871

237. Schön, D., Anton, J. L., Roth, M. y Besson, M. (2002). An fMRI study of music sight-reading. *NeuroReport, 13*(17), 2285-2289. https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000044224.79663.f5

238. Schön, D. y Besson, M. (2005). Visually induced auditory expectancy in music reading: a behavioral and electrophysiological study. *Journal of cognitive neuroscience, 17*(4), 694-705. https://doi.org/10.1162/0898929053467532

239. Schöna, D. y Besson, M. (2006). Audiovisual interactions in music reading: A reaction times and event-related potentials study. *Annals of the New York Academy of Sciences, Vol. 999*(1). En *The Neurosciences and Music* (p.193-198). https://doi.org/10.1196/annals.1284.028

240. Schumann, R. y C. Schumann (2009). *Journal intime, Conseils aux jeunes musiciens*. París: Editions Buchet-Chastel. (Original publicado en 1848)

241. Schürmann, M., Raij, T., Fujiki, N. y Hari, R. (2002). Mind's ear in a musician: Where and when in the brain. *NeuroImage, 16*(2), 434–440. https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1098

242. Schuster, C., Hilfiker, R., Amft, O., Scheidhauer, A., Andrews, B., Butler, J., Kischka, U. y Ettlin, T. (2011). Best practice for motor imagery: a systematic literature review on motor imagery training elements in five different disciplines. *BMC Medicine, 9*.

243. Seitz, R. J., Roland, E., Bohm, C., Greitz, T. y Stone-Elander, S. (1990). Motor learning in man: a positron emission tomographic study. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience, 1*, 57-60.

244. Seitz, R. I. y Roland, P. F. (1992). Learning of sequential finger movements in man: a combined kinematic and positron emission tomography (PET) study. *European Journal of Neuroscience, 4*(2), 154-165. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.1992.tb00862.x

245. Sergent, J., Zuck, E., Terriah, S. y MacDonald, B. (1992). Distributed neural network underlying musical sight-reading and keyboard performance. *Science, 257*(5066), 106-109. https://doi.org/10.1126/science.1621084

246. Seroff, V. (1970). *Common Sense in Piano Study*. Funk and Wagnalls. NuevaYork, EE. UU.

247. Servant, I. y Baccino, T. (1999). Lire Beethoven: une étude exploratoire des mouvements des yeaux. *Scientae musicae, 3*(1), 67-94. https://doi.org/10.1177/102986499900300104

248. Shifres, F. (2018). Realidad e idealización del dominio de la notación musical. *Foro de Educación Musical, Artes y Pedagogía, 3*(4), 13-44. Recuperado de https://www.aacademica.org/favio.shifres/360

249. Simoens, V. L. y Tervaniemi, M. (2013). Auditory short-term memory activation during score reading. *PLoS ONE 8(1)*. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0053691

250. Sloboda, J. A. (1974). The eye-hand span: an approach to the study of sight-reading. *Psychology of Music, 2*(2), 4-10. https://doi.org/10.1177/030573567422001

251. Sloboda, J. A. (1976). The effect of item position on the likelihood of identification by interference in prose reading and music reading. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie, 30*(4), 228-237. https://doi.org/10.1037/h0082064

252. Sloboda, J. A. (1976). Visual perception of musical notation: Registering pitch symbols in memory. *The quarterly journal of experimental psychology, 28*(1), 1-16. https://doi.org/10.1080/14640747608400532

253. Sloboda, J. A. (1977). Phrase units as determinants of visual processing in music reading. *British Journal of Psychology, 68*(1), 117-124. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1977.tb01566.x

254. Sloboda, J. A. (1978). The psychology of music reading. *Psychology of music, 6*(2), 3-20. https://doi.org/10.1177/030573567862001

255. Sloboda, J. A. (1984). Experimental studies of music reading: a review. *Music Perception*, 2(2), 222-236.

256. Sloboda, J. A. (1985). *The musical mind: The cognitive psychology of music*. Nueva York: Oxford University Press.

257. Sloboda, J. A. (1993). Musical ability. *The origins and development of high ability, 178*, 106-118.

258. Sloboda, J. A. (2000). Individual differences in music performance. *Trends in Cognitive Sciences, 4*(10), 397-403. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01531-X

259. Sloboda, J. A., Clarke, E. F., Parncutt, R. y Raekallio, M. (1998). Determinants of finger choice in piano sight-reading. *Journal of Experimental Psychology: Human Perceptions and Performance, 24*(1), 185-203. https://doi.org/10.1037/0096-1523.24.1.185

260. Sloboda, J. A., Davidson, J. W., Howe, M. J. y Moore, D. G. (1996). The role of practice in the development of performing musicians. *British Journal of Psychology, 87*(2), 287-309. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1996-tb02591.x

261. Sluming, V., Barrick, T., Howard, M., Cezayirli, E., Mayes, A. y Roberts, N. (2002). Voxel-based morphometry reveals increased gray matter density in Broca's area in male symphony orchestra musicians. *NeuroImage, 17*(3), 1613-1622. https://doi.org/10.1006/nimg.2002.1288

262. Smith, J. D., Reisberg, D. y Wilson, M. (1992). Subvocalization and auditory imagery: Interactions between the inner ear and inner voice. En Reisberg, D. (ed.). *Auditory Imagery*. Hillsdale, NY, Laurence Erlbaum.

263. Smith, J. D., Wilson, M. y Reisberg, D. (1995). The role of subvocalization in auditory imagery. *Neuropsychologia, 33*(11), 1433-1454. https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00074-D

264. Stewart, L. (2005). A neurocognitive approach to music reading. *Annals New York Academy of Sciences*, *1060*(1), 377-386.

https://doi.org/10.1196/annals.1360.032

265. Stewart, L., Henson, R., Kampe, K., Walsh, V., Turner, R. y Frith, U. (2003). Brain changes after learning to read and play music. *NeuroImage, 20*(1), 71-83. https://doi.org/10.1016/S1053-8119(03)00248-9

266. Strobl, C., Malley, J. y Tutz, G. (2009). An introduction to recursive partitioning: Rationale, application and characteristics of classification and regression trees, bagging and random forests. *Psychological Methods, 14*(4), 323-348. https://doi.org/10.1037/a0016973

267. Thompson, W. B. (1987). Music sight reading skill in flute players. *General Psychology, 114*(4), 345-352. https://doi.org/10.1080/00221309.1987.9711072

268. Thompson, S. y Lehmann, A. C. (2004). Strategies for sight-reading and improvising music. En A. Williamon (ed.), *Musical Excellence* (pp. 143-159). Oxford: Oxford University Press.

269. Tierney, A. y Kraus, N. (2013). Music Training for the Development of Reading Skills. En *Progress in Brain Research: Changing Brains. Applying Brain Plasticity to Advance and Recober Human Ability* (Ed. Merzenich, Nahum y Van Vleet), 209-241.

270. Tinker, M. A. (1946). The study of eye movements in reading. *Psychological Bulletin, 43*(2), 93-200. https://doi.org/10.1037/h0063378

271. Trager, G., Michaudm G., Deschamps, S. y Hemmerling, T. M. (2006). Comparison of phonomyography, kinemyography and mechanomyography for neuromuscular monitoring. *Canadian Journal of Anesthesia, 53*(2), 130-135. https://doi.org/10.1007/BF03021816

272. Trimble, M. y Hesdorffer, D. (2017). Music and the brain: the neuroscience of music and musical appreciation. *BJPsych International, 14*(2), 28-31. https://doi.org/10.1192/s2056474000001720

273. Truitt, F. E., Clifton, C., Pollatsek, A. y Rayner, K. (1997). The perceptual span and eye-hand span in sight reading music. *Visual Cognition, 4*(2), 143-161. https://doi.org/10.1080/713756756

274. Tsangari, V. (2010). An interactive software program to develop pianists' sight-reading ability (Tesis doctoral). Universidad de Iowa, EE. UU. http://doi.org/10.17077/etd.nqub1mfn

275. Túñez, M., Shifres, F. y González, A. (2013). El rango ojo mano en la lectura pianística a 1ra. vista enmarcado en un videojuego. En *11º encuentro de ciencias cognitivas de la música*. SAACCoM y TMP-FBA-UNLP.

276. Türk, D. (1982). *School of Piano, or, Instructions in Piano Playing the Clavier for Teachers & Students*, trad. Raymond H. Haggh. Lincoln: University of Nebraska Press.

277. Udtaisuk, D.B. (2005). *A theoretical model of piano sightplaying components* (Tesis doctoral). Universidad de Missouri-Columbia, EE. UU.

278. Valtonen, J., Gregory, E., Landau, B. y McCloskey, M. (2014). New learning of music after bilateral medial temporal lobe damage: Evidence from an amnesic patient. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 694. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00694

279. Vaneechoutte, M. y Skoyles, J. R. (1998). The memetic origin of language: modern human as musical primates. *Journal of Memetics-Evolutionar Models of Information Transmission, 2*(2), 84-117.

280. Vaquero, L., Hartmann, K., Ripollés, P., Rojo, N., Sierpowska, J., François, C., Càmara, E., van Vugt, F. T., Mohammadi, B., Samii, A., Münte, T. F., Rodríguez-Fornells, A. y Altenmüller, E. (2016). Structural neuroplasticity in expert pianists depends on the age of musical training onset. *Neuroimage, 126*, 106-119. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.11.008

281. Vázquez-Sánchez, R. y Chao-Fernández, R. (2018). Lectura musical a primera vista en los conservatorios superiores de música. *I Congreso Iberoamericano de Docentes*. Algeciras, Cádiz. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/330999083_Lectura_musical_a_primera_vista_en_los_conservatorios_superiores_de_musica

282. Wang, S. y Agius, M. (2018). The neuroscience of music: a review and summary. *Psychiatria Danubina, 30*(7), 588-594.

283. Waters, A. J., Townsend, E. y Underwood, G. (1998). Expertise in musical sight-reading: A study in pianists. *British Journal of Psychology, 89*(1), 123-149. https://doi.org/10.111/j.2044-8295.1998.tb02676.x

284. Waters, A. J. y Underwood, G. (1998). Eye movements in a simple music reading task: A study of experts and novice musicians. *Psychology of Music, 26*(1), 46-60. https://doi.org/10.1177/0305735698261005

285. Waters, A. J., Underwood, G. y Findlay, J. M. (1997). Studying expertise in music reading: Use of a pattern-matching paradigm. *Perception & Psychophysics 59*(4), 477-488. https://doi.org/10.3758/BF03211857

286. Watkins, A. J. (1984). *The effect of the use of a recorded soloist as an aid to the teaching of sight reading accompaniments at the piano* (Tesis doctoral). Universidad de Oklahoma, EE. UU.

287. Weaver, H. (1943). Studies of ocular behaviour in music reading in a survey of visual processes in reading differently constructed musical selections. *Psychological Monographs, 55*(1), 1-30.

288. Weger, U. W. e Inhoff, A. W. (2006). Attention and eye movements in reading: inhibition of return predicts the size of regressive saccades. *Psychological science, 17*(3), 187-91. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01683.x

289. Westney, W. (2003). *The perfect wrong note: Learning to trust your musical self*. Hal Leonard Corporation.

290. Wolf, T. (1976). A cognitive model of musical sight-reading. *Journal of Psycholinguistic Research, 5*(2), 143-171.

291. Wollner, C., Halfpenny, E., Ho, S. y Kurosawa, K. (2003). The effects of distracted inner-hearing on sight-reading. *Psychology of Music, 31*(4), 377-389. https://doi.org/10.11777/01057356010124003

292. Wriessnegger, S. C., Steryl, D., Koschutnig, K. y Müller-Putz, G. R. (2014). Short time sports exercise boosts motor imagery patterns: Implications of mental practice in rehabilitation programs. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 469. https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00469

293. Wright, D. J., Holmes, P. S., Di Russo, F., Loporto, M. y Smith, D. (2012). Differences in cortical activity related to motor planning between experienced guitarists and non-musicians during guitar playing. *Human Movement Science, 31*(3), 565-577. https://doi.org/10.1016/j.humov.2011.07.001

294. Wristen, B. (2005). Cognition and motor execution in piano-sight-reading: A review of literature. *Update: Applications of Research in Music Education, 24*(1), 44-56. https://doi.org/10.1177/87551233050240010106

295. Wristen, B., Evans, S. y Stergiou, N. (2006). Sight-reading versus repertoire performance on the piano: A case study using high-speed motion analysis. *Medical Problems of Performing Artists, 21*, 10-16.

296. Wurtz, P., Mueri, R. M. y Wiesendanger, M. (2009). Sight-reading of violinists: Eye movements anticipate the musical flow. *Experimental Brain Research, 194*(3), 445-450. https://doi.org/10.1007/s00221-009-1719-3

297. Yoo, S. S., Lee, C. U. y Choi, B. G. (2001). Human brain mapping of auditory imagery: event-related functional MRI study. *NeuroReport, 12*(14), 3045-3049. https://doi.org/10.1097/00001756-100110080-00013

298. Young, L. J. (1971). *A study of the eye-movements and eye-hand temporal relationships of successful and unsuccessful piano sight-readers while piano sight-reading* (Tesis doctoral). Universidad de Indiana, EE. UU. DAI-A 32/10, p. 5834, Apr 1092.

299. Zatorre, R. J. (2012). Beyond auditory cortex: working with musical thoughts. *Annals of the New York Academy of Sciences 1252*, 222-228. (*Issue: The Neurosciences and Music IV: Learning and Memory*). https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06437.x

300. Zatorre, R. J., Belin, P. y Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in cognitive sciences, 6*(1), 37-46.

301. Zatorre, R. J., Halpern, A. R., Perry, D. W., Meyer, E. y Evans, A. C. (1996). Hearing in the mind's ear: a PET investigation of musical imagery and perception. *Journal of Cognitive Neuroscience, 8*(1), 29–46. https://doi.org/10:1162/jocn.1996.8.1.29

302. Zatorre, R. y Halpern, A. R. (2005). Mental concerts: Musical imagery and auditory cortex. *Neuron, 47*(1), 9-12. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2005.06.013

303. Zatorre, R. J. y Peretz, I. (eds) (2003). *The Cognitive Neuroscience of Music*. Oxford: Oxford University Press.

304. Zhukov, K. (2006). Gender issues in instrumental music teaching in Australian conservatories. *Research Studies in Music Education, 26*(1), 22-36. https://doi.org/10.1177/1321103X060260010501

305. Zhukov, K. (2014). Exploring advance piano students'approaches to sight-reading. *International Journal of Music Education, 32*(4), 487-498. https://doi.org/10.1177/0255761413517038

306. Zhukov, K., Viney, L., Riddle, G., Teniswood-Harvey, A. y Fujimura, K. (2016). Improving sight-reading skills in advanced pianists: A hybrid approach. *Pschology of Music, 44*(2), 155-167. https://doi.org/10.1177/0305735614550229

307. Zvyagintsev, M., Clemens, B., Chechko, N., Mathiak, K. A., Sack, A. T. y Mathiak, K. (2013). Brain networks underlying mental imagery of auditory and visual information. *European Journal of Neuroscience, 37*(9), 1421-1434. https://doi.org/10.1111/ejn.12140

8.1. Bibliografía complementaria y obras de consulta general

1. Apel, W. (2003). *The Harvard diccionary of music*. Harvard University Press.

2. Bennett, R. (2003). *Léxico de Música* (Vol. 4). Ediciones Akal.

3. Betancor, P. (2017). Introducción al machine learning con Weka. Recuperado de https://www.adictosaltrabajo.com/2019/01/17/introduccion-al-machine-learning-con-weka/

4. Deng, H., Runger, G. y Tuv, E. (2011). Bias of importance measures for multi-valued attributes and solutions. *Proceedings of the 1st International Conference on Artificial Neural Networks* (ICANN). Springer, Berlin, Heidelberg.

5. Gabrielsson, A. (1999). The Performance of Music. En D. Deutsch (Ed.), *Academic Press series in cognition and perception: A series of monographs and treatises. The Psychology of Music, 2*, 501–602. San Diego, EE. UU.: Academic Press.

6. George-Nektarios, T. (2013): Weka Classifiers Summary. *Athens University of Economics and Bussines Intracom-Telecom*, Atenas.

7. González Casado, Pedro (2000). *Diccionario técnico Akal de Términos Musicales*. Español-Inglés Inglés-Español. Ediciones Akal, Tres Cantos, Madrid, España.

8. Gordon, E. E. (1993). *Learning sequences in music: Skill, content, and patterns*. Chicago: GIA Publications.

9. Harrel, R. (1997). The habit of reading slowly. *Clavier, 36*(5), 22-23.

10. Hernández Orallo, J. y Ferri Ramírez, C. (2006). Práctica de minería de datos: Introducción al Weka. *Curso de doctorado Extracción Automática de Conocimiento en Bases de Datos e Ingeniería del Software*. Univesitat Politècnica de València.

11. Karimi, K. y Hamilton, H. J. (2011). Generation and interpretation of temporal decision rules. *International Journal of Computer Information Systems and Industrial Management Applications*, Volume 3.

12. Kennedy, M., Kennedy, J. y Rutherford-Johnson T. (2015). *Diccionario Oxford de Música*. Ediciones Omega, Barcelona, España.

13. MacLeod, C. M. (2011). I said, you said: The production effect gets personal. *Psychonomic Bulletin & Review*, 18(6), 1197-1202. https://doi.org/10.3758/s13423-011-0168-8

14. Painsky, A. y Rosset, S. (2017). Cross-validated variable selection in tree-based methods improves predictive performance. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 39*(11), 2142-2153. https://doi.org/10.1109/TPAMI.2016.2636831

15. Randel, D. M. (ed.). *Diccionario Harvard de música* (cuarta edición) (2009). Alianza Editorial, Madrid, España.

16. Scholes, P. A. (1960). *The Oxford Companion to Music*. Oxford University Press, Londres, Reino Unido.

9. Glosario de términos

Algunos términos están lengua española y otros en lengua inglesa.

Afasia
Trastorno de tipo neurológico que supone la pérdida de la palabra, ya sea escrita o hablada.

Alexia
Trastorno de tipo neurológico que supone la pérdida de la capacidad lectora.

Amusia
Trastorno de tipo neurológico que supone la "carencia de música" o el "desconocimiento musical". Se aplica a personas con incapacidad para reconocer o reproducir sonidos musicales (tonos o ritmos, altura o duración).

***Absolute Pitch* (AP) – Oído absoluto**
Capacidad que tienen algunas personas de reconocer la altura de los sonidos producidos, no solo por instrumentos musicales, sino también por la voz humana (canto) o incluso sirenas de coches, timbres de puertas, bocinas… etc. En contraposición, está el oído relativo, que es aquel que necesita de una referencia para poder averiguar, por comparación, qué sonido se está escuchando en un momento determinado.

Acorde
Conjunto de dos o más sonidos que suenan simultáneamente.

Agógica
Cambios en la velocidad de ejecución de una obra musical.

Alteración
Signo gráfico musical que cambia la altura del sonido que acompaña.

Armadura
Indicación de la escritura musical que muestra el número de alteraciones que rigen en una composición. Se halla al inicio de cada línea o sistema, después de la clave y antes del compás.

Auditory imagery* / *Aural imagery
Ambas expresiones pueden traducirse por "imaginación auditiva" o "imaginación acústica".

Calderón
Indicación de la escritura musical que indica que un sonido debe prolongarse, aunque no especifica cuánto.

Claves (musicales)
Indicación de la escritura musical que sirve para determinar la altura de los sonidos contenidos a continuación. Es como leyenda que proporciona la forma en la que han de leerse las notas: por ejemplo, la clave de sol en segunda línea indica que la nota escrita en la segunda línea del pentagrama recibe el nombre de Sol y hacia arriba y abajo el resto de las notas reciben su nombre de manera correlativa, de acuerdo al orden establecido (Do-Re-Mi-Fa-Sol-La-Si)

Compás
Indicación de la escritura musical que indica las relaciones de valor entre los sonidos. Se indica por fracciones en las que el numerador señala el número de partes, mientras que el denominador señala la figura que actúa de unidad principal. Tres de los compases más frecuentes son el: 2/4, el 3/4 y el 4/4, donde el número 4 en el denominador es equivalente a la figura de una negra.
También se denomina "compás" al espacio del pentagrama que queda delimitado por las barras de compás, y donde se escriben las notas musicales en la cantidad exacta que indica la fracción inicial.

Dináminca
Cambios en la intensidad del sonido al ejecutar una obra musical.

Fonomiografía / (llamado también "Miografía muscular" o "Vibromiografía")
Estudio de las señales vibratorias de baja frecuencia generadas por la contracción muscular.

Improvisación
En música, acción y acto de improvisar. Según el Diccionario de la RAE, una "improvisación" también es una "obra o composición improvisada", es decir, realizada sin estudio o preparación.

Improvisar
Según el Diccionario de la RAE, significa "hacer algo de pronto, sin estudio ni preparación". En música, se refiere a tocar mientras se inventa, sin una partitura.

Inner ear* / *Inner hearing
Traducido al español por "oído interno".

Inner speech
Traducido al español por "discurso interno" o "lenguaje interno".

Inner voice
Traducido al español por "voz interna" o "voz interior".

Intervalo
En música, según el Diccionario de la RAE, en su tercera acepción, es la "diferencia de tono entre los sonidos de dos notas musicales".

Lectura a primera vista (LPV) / Lectura a vista
En el Diccionario técnico Akal de Términos Musicales aparecen 3 expresiones que son muy similares entre sí:
1. *sight-p*laying
2. *sight-reading*
3. *sight-singing*
Las 3 expresiones a son traducidas al español por "repentización" (p. 320).
Curiosamente, *The Oxford Companion to Music* solo contempla el término "*sight-singing*" al que le dedica una entrada bastante larga (y hasta dos láminas con diversas imágenes) pero no menciona ni "*sight-reading*" ni "*sight-playing*" (pp. 954-956).
En el *Léxico de Música* (p. 167) se define "lectura a primera vista" como "la habilidad y el arte de interpretar una pieza vista por primera vez, sin haberla estudiado o practicado de antemano". En cambio, no aparecen contemplados los términos "repentizar" ni "repentización".
"Lectura a primera vista, repentización" aparecen definidas en el Diccionario Harvard de música (p. 657) como "interpretación de una pieza musical mientras se ve por primera vez. La capacidad de cantar a primera vista requiere la capacidad de imaginar el sonido de las notas o los intervalos sin la ayuda de un instrumento, y la enseñanza de esta técnica constituye una parte importante de la educación musical básica o de la educación del oído. El solfeo y otros sistemas de solmisación se encuentran entre los principales medios para llevar a cabo este aprendizaje. Interpretar a primera vista en un instrumento requiere la capacidad de aprehender rápidamente el significado de la notación musical y de aportar todos los elementos técnicos relevantes para la ejecución; esto debe acompañarse de una buena destreza auditiva. La capacidad para tocar eficazmente a primera vista y la capacidad de ofrecer interpretaciones con calidad y precisión no van necesariamente unidas, pero ambas deben encontrarse entre los objetivos de la enseñanza musical".
"Lectura a primera vista, canto a primera vista" queda definido en el *Diccionario Oxford de Música* (p. 477) como "lectura de una partitura de forma inmediata, sin tener que reflexionar sobre ella (es decir, de un modo comparable a leer un texto en un idioma que el lector domina) para tocarla o cantarla".

Líneas adicionales
Signos gráficos que se emplean para dar nombre a los sonidos cuya altura (frecuencia) están por encima o por debajo de lo que permiten las cinco líneas del pentagrama estándar, permitiendo indicar tonos muy por encima o muy por debajo de las notas que sí se hallan dentro de dicho pentagrama.

Repentización
Acción y acto de repentizar. Según el Diccionario de la RAE, en música, es la "ejecución de una canción o pieza instrumental a la primera lectura". Normalmente, entre

profesionales del mundo musical la "repentización" se considera término sinónimo de "lectura a primera vista".

Repentizar
Según el Diccionario de la RAE, en su primera acepción, es "improvisar con rapidez". En el campo de la música el mismo diccionario dice que "Dicho de un instrumentista o de un cantante: Ejecutar a la primera lectura piezas de música".

Ritmo y lectura (ejercicio de)
Una de las cuatro partes fundamentales de la antigua asignatura de "Solfeo" (hoy en día denominado "Lenguaje Musical"). Además de "ritmo y lectura", se trabaja "teoría musical", "entonación" y "dictado musical". Un ejercicio de ritmo y lectura consiste en una lección que el alumno ha de ejecutar (normalmente con preparación previa, o estudio en casa) intentando nombrar correctamente las notas escritas sobre el papel (en notación musical) a una velocidad determinada (por la figuración rítmica) y en un pulso estable.

Sight-perform* / *Sight-play* / *Sight-read* / *Sight-sing (ver "Lectura a primera vista")
Son locuciones que se usan en el mundo anglosajón para especificar si se interpreta, se toca, se lee o se canta a primera vista. En español no contamos con tantas expresiones, tan específicas.

Solfear
Es el acto de leer una partitura, normalmente en voz alta, intentando mantener la corrección en cuanto a la altura y duración de las notas escritas en el papel. Suele ser requisito mantener un pulso estable, y sobre esa regularidad, ejecutar los diferentes ritmos presentes nombrando correctamente las notas. En ocasiones se pide también que se entone (cante) la línea musical, y hay quien lo ha llamado "repentización".

Solfeo
Era el nombre de la asignatura que todos los estudiantes de conservatorio tenían que recibir. Hoy en día se ha sustituido por la clase de "Lenguaje Musical" y aunque la metodología se ha actualizado, los contenidos y objetivos básicos son los mismos. En esta asignatura se enseñan los fundamentos teóricos de la música, para poder aplicarlos posteriormente de manera práctica sobre los instrumentos.

Textura (escritura musical) contrapuntística
Es aquella en la que hay varias líneas (voces) *independientes* funcionando simultáneamente, normalmente con figuración rítmica contrastante, compensándose entre sí (cuando una de las líneas/voces está más parada, la/s otra/s tiene una cadencia más fluida). Suele decirse es "horizontal" en el sentido de que las líneas melódicas se aprecian mejor siguiendo ese sentido. Se distingue de la escritura polifónica en que, en realidad, el contrapunto es compositiva, de desarrollo del material polifónico.

Textura (escritura musical) homofónica

Es aquella en la que también hay varias voces (dos o más) pero éstas *no* son independientes y tienen una figuración rítmica similar de manera que el avance es compacto y homogéneo. Suele decirse que es "vertical" en el sentido de que se aprecian perfectamente los acordes y los diferentes sonidos se combinan para crear diferentes "colores" sonoros.

Textura (escritura musical) polifónica
Es aquella en la que hay más de una voz, que suelen ser *independientes* y en ocasiones pueden ser *imitativas* (esas voces se desarrollan y alcanzan cotas de complejidad muy altas, gracias a las técnicas del contrapunto).

Tiempo / *Tempo*
En música, según el Diccionario de la RAE, es "cada una de las partes de igual duración en que se divide el compás".
También nos referimos al *tempo musical* cuando hablamos de la velocidad o pulso que lleva una pieza o composición musical.

Tonalidad
En música, es una organización jerárquica de los sonidos musicales, de manera que hay un centro (tonal) llamado "tónica" que funciona como el sonido principal, del que parte y al que llega el discurso musical. Permite que una frase musical, o fragmento mayor, esté encuadrado en un ámbito o región.

10. Anexos

10.1. Explicación / Presentación

TESIS SOBRE LECTURA A PRIMERA VISTA EN PIANO

OBJETIVO GENERAL
Profundizar en el conocimiento de los procesos que permiten la repentización de partituras musicales. Este conocimiento tendrá aplicación en la enseñanza musical y en musicoterapia motora.

CÓMO
Tomando los movimientos involuntarios que se producen muscularmente en el antebrazo del sujeto a través de un micrófono de contacto que se sujeta en el antebrazo por medio de cinta de papel.
Se realizan tres tomas: en la primera solo se les pedirá que estén relajados y se grabará una "base" durante un minuto aproximado, en la segunda se les pedirá que hagan una exploración visual de la partitura que van a repentizar inhibiendo voluntariamente cualquier movimiento físico externo y en la tercera se les pedirá que repenticen la partitura ofrecida.

DÓNDE
En el conservatorio, en el aula que se estime oportuna, la única necesidad es que haya un piano eléctrico (tipo Clavinova o Roland) porque el volumen se puede ajustar a un nivel en el que el alumno oiga su repentización pero que no interfiera en el registro de las vibraciones musculares.

QUÉ NECESITO
Alumnos del conservatorio de la especialidad de piano, que se encuentren entre los cursos 3º y 6º de EEPP. A mayor número, mejor porque en un futuro (para la elaboración de datos estadístico de la tesis) necesitaré tener un mínimo de 30 sujetos. Pero cualquier número de voluntarios es de agradecer.
Un piano eléctrico.

CUÁNDO
En el horario que puedan los alumnos. Una estimación sobre la duración de cada intervención/grabación es de 20 minutos.
Lo que he hecho en mi propio centro es convocar de 3 en 3 cada hora para que no se les haga demasiado largo ni que pierdan el tiempo en esperas vacías.

MUCHAS GRACIAS POR LA ATENCIÓN,

Cheng-I V. Chen Liu

10.2. Ficha inicial

FICHA
TESIS DOCTORAL SOBRE LECTURA A PRIMERA VISTA

NOMBRE Y APELLIDOS

EDAD

SEXO

CURSO

AÑOS DE FORMACIÓN MUSICAL

10.3. Consentimiento informado

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Investigador principal: Cheng-I Victoria Chen Liu
Directores de tesis y tutores académicos: Mariano Betés de Toro y Juan Antonio Martínez Rojas
Universidad de Alcalá de Henares – Escuela de doctorado
Documento de consentimiento informado para padres, madres o tutores legales de estudiantes de piano del CPM "Teresa Berganza" de Madrid a los que se les invita a participar en la investigación sobre la lectura a primera vista al piano.

Este documento tiene dos partes:
• Información (proporciona información sobre el estudio)
• Formulario de Consentimiento (para firmar si está de acuerdo en participar). Se le dará una copia del documento completo.

PARTE I:

Presentación
Mi nombre es Cheng-I V. Chen, profesora de la asignatura de "Repertorio con piano" del mismo centro CPM "Teresa Berganza" de Madrid. Estoy investigando sobre la destreza de la repentización musical, con especial énfasis en pianistas de EEPP (enseñanzas profesionales).
Le voy a dar información e invitarle a participar en esta investigación. Si tiene preguntas o dudas, puede preguntarme e intentaré resolverlas encantada.

Propósito
El objetivo general de mi investigación es el de profundizar en el conocimiento de los procesos que permiten la repentización de partituras musicales. Este conocimiento tendrá aplicación en la enseñanza musical y en musicoterapia motora.

Tipo de intervención
Esta investigación, en su parte experimental consta de una única sesión en la que se medirá y grabarán reacciones físicas de los sujetos en tres situaciones:

1. en estado relajado
2. mientras leen mentalmente una partitura propuesta
3. mientras ejecutan por primera vez dicha partitura propuesta

Se usarán unos micrófonos que estarán en contacto con la piel de los estudiantes a la altura de los antebrazos y en el cuello así como una cámara para recoger el movimiento ocular realizado. Los micrófonos recogen las bajas frecuencias de la musculatura corporal y nos permiten conocer las reacciones ante el estímulo de una partitura nueva.
La técnica usada no es invasiva. No tiene ningún tipo de riesgo, efecto secundario o molestias.

Selección de participantes
Estoy invitando a participar a estudiantes de EEPP de piano con un cierto nivel de técnica pianística y unos pocos años previos de experiencia musical.

Participación Voluntaria

Su participación en esta investigación es totalmente voluntaria. Puede elegir participar o no.

Descripción del proceso (protocolo)
En la única sesión se invitará al sujeto (estudiante de piano) a sentarse cómodamente en la banqueta frente al piano. Se le ajustarán los micrófonos (uno en cada antebrazo y uno en cada lado del cuello, haciendo un total de cuatro micrófonos) y se ajustará la cámara para poder grabar sus ojos durante las pruebas.
Para la primera grabación se le pedirá al sujeto que se relaje (puede cerrar los ojos, si eso le ayuda) porque solamente necesitamos recoger su estado basal.
Para una segunda grabación se le pedirá al sujeto que lea mentalmente una partitura que le facilitaremos, sin mover las manos ni los brazos.
Para una tercera y última grabación se le pedirá al sujeto que repentice (ejecute a primera vista) la partitura que previamente ha leído mentalmente.
En esta única sesión se le pedirá al sujeto que rellene un documento con diversos datos para usos estadísticos (edad, género, curso que realiza, años de estudios musicales…) que, bajo ningún concepto, serán hechos públicos ni usados fuera de este estudio.

Duración
La investigación durará un único día. Solamente será necesaria la presencia del sujeto durante una hora aproximadamente.

Confidencialidad
La información que recojamos para este proyecto de investigación se mantendrá confidencial. Solo los investigadores tendrán acceso a los datos recogidos. Cualquier información acerca de los sujetos tendrá un número en vez de un nombre.

Resultados
El conocimiento que obtengamos por realizar esta investigación se compartirá público general. No se compartirá información confidencial. Los resultados se detallarán en la tesis doctoral.

Derecho a negarse o retirarse
Usted no tiene porque tomar parte en esta investigación si no desea hacerlo. Puede dejar de participar en la investigación en cualquier momento que quiera. Es su elección y todos sus derechos serán respetados.

Contacto
Si tiene cualquier pregunta puede hacerlas ahora o más tarde, incluso después de haberse terminado el estudio. Si desea hacer preguntas más tarde, puede contactar conmigo a través del teléfono 640692913 o el email chengichenliu@gmail.com.

PARTE II:
Formulario de Consentimiento

Esta sección puede escribirse en primera persona. Debiera incluirse una breve información sobre la investigación seguido de una afirmación similar a la que está en negrita debajo. Si el participante es analfabeto pero da un consentimiento oral, un testigo debe firmar. Un investigador o la persona que realiza el consentimiento informado debe firmar cada consentimiento. A causa de que el formulario es parte integral del consentimiento informado y no un documento por si mismo, la constitución o diseño del formulario debiera reflejar esto.

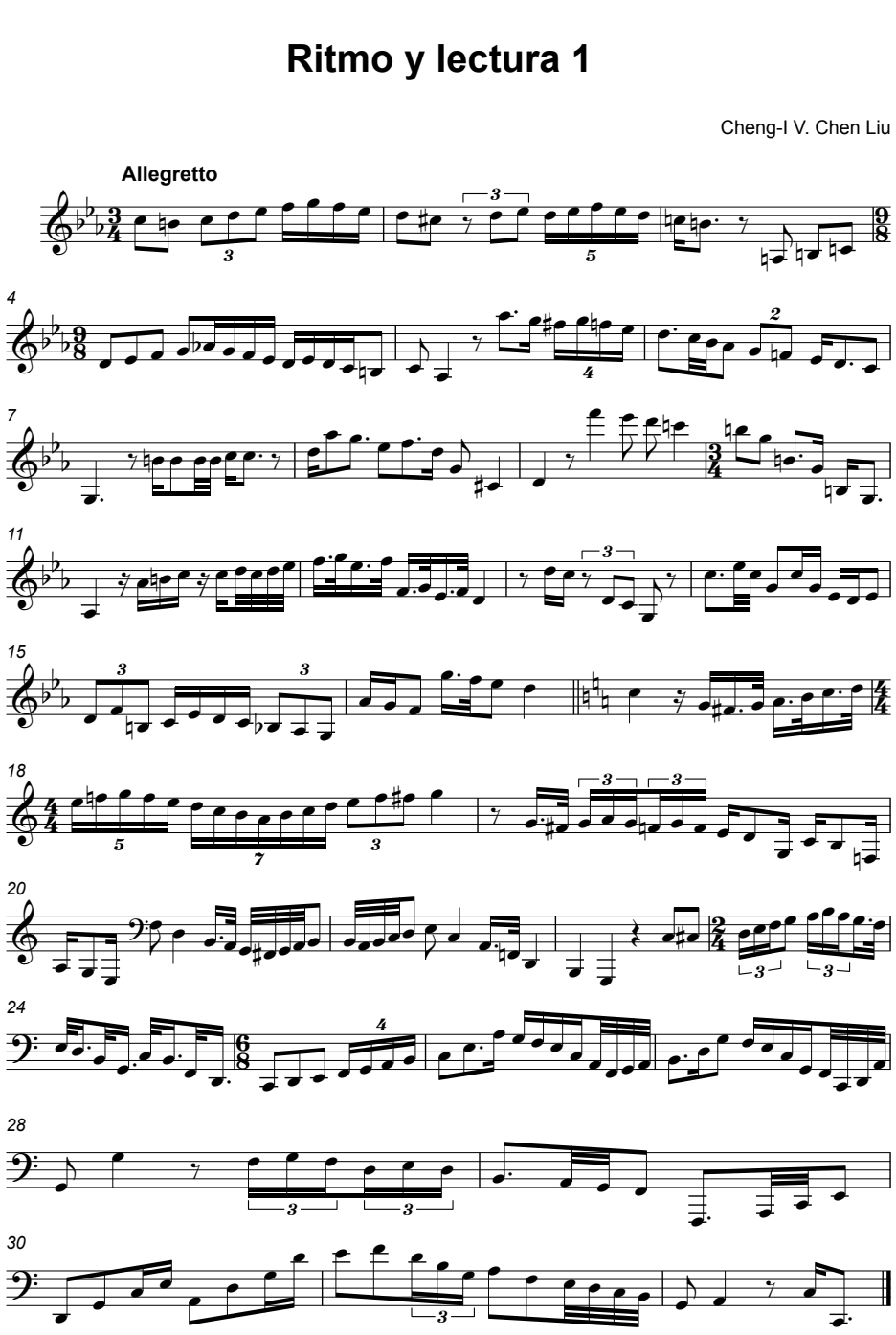
He sido invitado a participar en la investigación sobre la destreza de la repentización musical, con especial énfasis en pianistas de EEPP (enseñanzas profesionales). Entiendo que acudiré a una única sesión en la que realizaré tres grabaciones sentado frente al piano. He sido informado de que no hay ningún tipo de peligro o riesgo pues las técnicas empleadas son de tipo no invasivo.
Se me ha proporcionado el nombre del investigador que puede ser fácilmente contactado usando el teléfono y el correo electrónico.
He leído la información proporcionada. He tenido la oportunidad de preguntar sobre ella y se me ha contestado satisfactoriamente las preguntas que he realizado.
Consiento voluntariamente participar en esta investigación como sujeto y entiendo que tengo el derecho de retirarme de la investigación en cualquier momento.

Nombre del Participante
Firma del Participante
Fecha

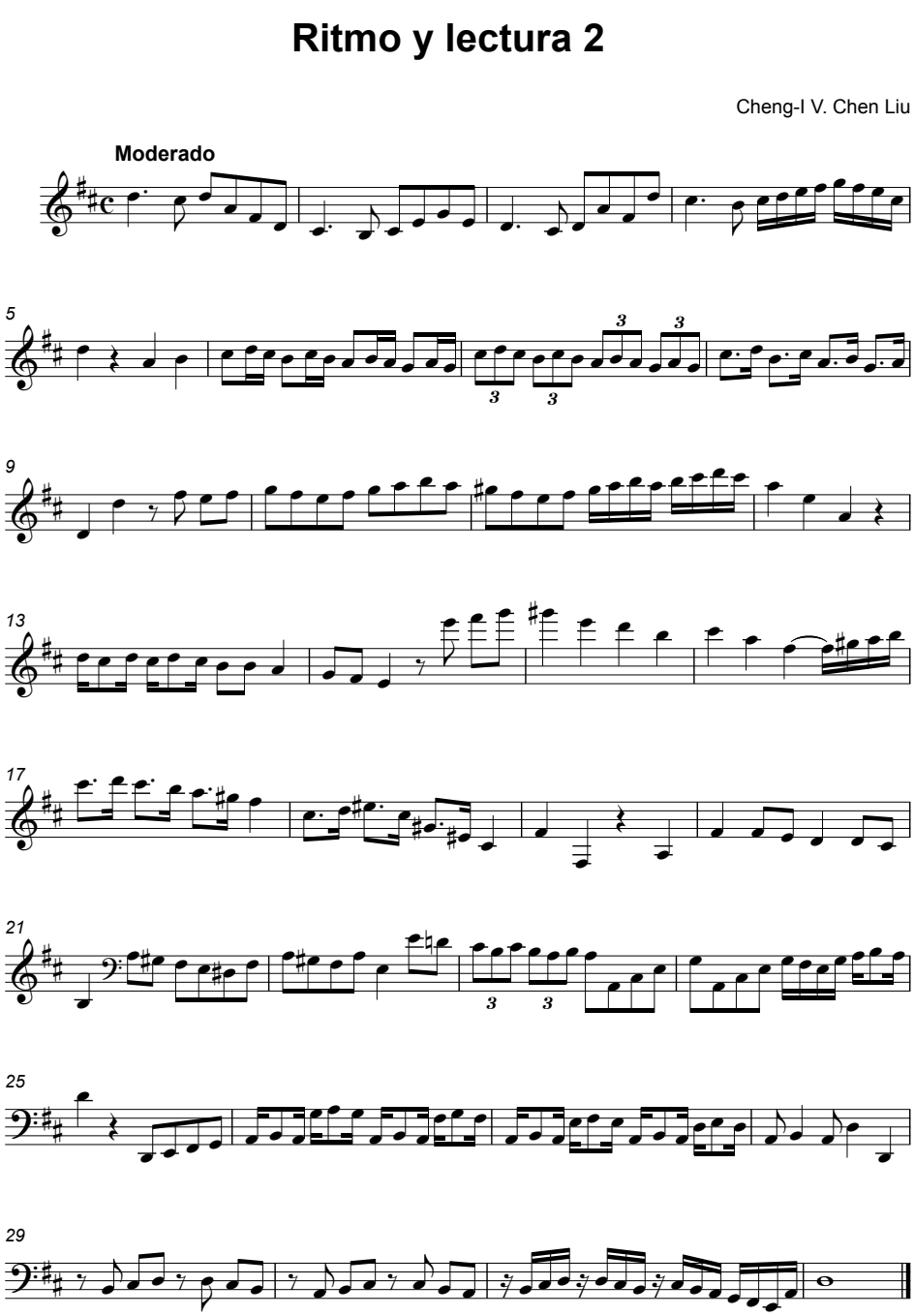
Nombre del Investigador
Firma del Investigador
Fecha

Ha sido proporcionada al participante una copia de este documento de consentimiento informado.

10.4. Lección de ritmo y lectura S1



10.5. Lección de ritmo y lectura S2



10.6. Modelo de evaluación piano

Sujeto número:

Errores en parámetros del sonido:

Altura (nota)
Octava (registro) inadecuada
Alteración (bemol, sostenido, becuadro)

Duración (ritmo)
Más corto
Más largo

Intensidad (dinámica)

Número de errores total:

Anotaciones sobre la agógica (velocidad general, *tempo*)

Puntuación:

Otras observaciones:

10.7. Modelo de evaluación solfeo

Sujeto número:

Errores en parámetros del sonido:

Altura (nota)
Octava (registro) inadecuada
Alteración (bemol, sostenido, becuadro)

Duración (ritmo)
Más corto
Más largo

Intensidad (dinámica)

Número de errores total:

Anotaciones sobre la agógica (velocidad general, *tempo*)

Puntuación:

Otras observaciones:

10.8. Modelo de evaluación canto (melismático)

Sujeto número:

Errores en parámetros del sonido:

Altura (nota)
Octava (registro) inadecuada
Alteración (bemol, sostenido, becuadro)

Duración (ritmo)
Más corto
Más largo

Intensidad (dinámica)

Número de errores total:

Anotaciones sobre la agógica (velocidad general, *tempo*)

Observaciones sobre la respiración:

Puntuación:

Otras observaciones:

10.9. Modelo de evaluación canto (textual)

Sujeto número:

Errores en parámetros del sonido:

Altura (nota)
Octava (registro) inadecuada
Alteración (bemol, sostenido, becuadro)

Duración (ritmo)
Más corto
Más largo

Intensidad (dinámica)

Errores en el texto:

Número de errores total:

Anotaciones sobre la agógica (velocidad general, *tempo*)

Observaciones sobre la respiración:

Puntuación:

Otras observaciones:

10.10. Resultados completos de WEKA (Completos)

```
=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1,3-4,6-15
Instances:    10
Attributes:   2
              edad
              calificacion_media
Test mode:3-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)

edad <= 15.5 : LM1 (4/59.393%)
edad >  15.5 : LM2 (4/19.576%)

LM num: 1
calificacion_media =
      0.3833 * edad
      - 0.9967

LM num: 2
calificacion_media =
      0.3833 * edad
      - 0.4267

Number of Rules: 2

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       6.609     -0.551
2          ?      5.078
3      6.5        6.172     -0.328
4          ?      5.078
1      4          5.151      1.151
2      5.66       4.691     -0.969
3      3.66       5.151      1.491
```

```
1       6.66        7.438       0.778
2       3.33        3.676       0.346
3       7.16        5.289      -1.871

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  0.707
Mean absolute error                      0.9356
Root mean squared error                  1.0679
Relative absolute error                 54.3832 %
Root relative squared error             58.6569 %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-2,4,6-15
Instances:    10
Attributes:   2
formacion
calificacion_media
Test mode:10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5163

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0.02 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1       7.16        5.281      -1.879
1          ?        5.516
```

```
1       6.5         5.376     -1.124
1           ?       5.516
1       4           5.733      1.733
1       5.66        5.496     -0.164
1       3.66        5.781      2.121
1       6.66        5.353     -1.307
1       3.33        5.829      2.499
1       7.16        5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -1
Mean absolute error                       1.5882
Root mean squared error                   1.725
Relative absolute error                 100      %
Root relative squared error             100      %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-3,6-15
Instances:    10
Attributes:   2
              curso
              calificacion_media
Test mode:7-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds
```

```
=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.745      1.745
2      5.66       5.745      0.085
1      3.66       6.241      2.581
1      6.66       5.353     -1.307
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       4.829     -2.331

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.862
Mean absolute error                       1.6937
Root mean squared error                   1.8671
Relative absolute error                 107.2095 %
Root relative squared error             108.1881 %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,7-15
Instances:    10
Attributes:   2
calificacion_media
nota_curso
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162
```

```
Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66      -5.923    -12.583
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.3381
Mean absolute error                       2.9977
Root mean squared error                   4.749
Relative absolute error                 188.7443 %
Root relative squared error             275.3087 %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6,8-15
Instances:    10
Attributes:   2
           calificacion_media
           horas_diarias_practica
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
```

```
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66       5.353     -1.307
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                 -1
Mean absolute error                      1.5882
Root mean squared error                  1.725
Relative absolute error                100      %
Root relative squared error            100      %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                  2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-7,9-15
Instances:    10
Attributes:   2
           calificacion_media
           tiempo_repentizacion_s
```

```
Test mode:3-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/80.302%)

LM num: 1
calificacion_media =
      -0.0061 * tiempo_repentizacion_s
      + 7.0622

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0.01 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.078     -2.082
2          ?      5.078
3      6.5        5.078     -1.422
4          ?      5.078
1      4          6.052      2.052
2      5.66       6.77       1.11
3      3.66       7.146      3.486
1      6.66       5.396     -1.264
2      3.33       5.396      2.066
3      7.16       5.396     -1.764

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                 -0.5482
Mean absolute error                      1.9056
Root mean squared error                  2.0287
Relative absolute error                110.7658 %
Root relative squared error            111.4252 %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
```

```
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-8,10-15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              tiempo_repentizacion_imag
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
+ 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66       5.353     -1.307
1      3.33       6.162      2.832
1      7.16       5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.9483
Mean absolute error                       1.6299
Root mean squared error                   1.7883
Relative absolute error                 102.6269 %
Root relative squared error             103.6701 %
Total Number of Instances                 8
```

```
Ignored Class Unknown Instances                  2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation:     repentización-
weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1-4,6-9,11-15
Instances:    10
Attributes:   2
      calificacion_media
      media_espectral
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          6.711      2.711
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66       4.129     -2.531
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                 -0.6734
```

```
Mean absolute error                      1.8635
Root mean squared error                  2.0264
Relative absolute error                117.3324 %
Root relative squared error            117.473  %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-10,12-15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              desviacion_espectral
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree:(using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66       5.353     -1.307
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       5.281     -1.879
```

```
=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -1
Mean absolute error                       1.5882
Root mean squared error                   1.725
Relative absolute error                 100      %
Root relative squared error             100      %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-11,13-15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              sesgo_espectral
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
```

```
1       5.66        5.496      -0.164
1       3.66        5.781       2.121
1       6.66        5.353      -1.307
1       3.33        5.829       2.499
1       7.16        5.281      -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -1
Mean absolute error                       1.5882
Root mean squared error                   1.725
Relative absolute error                 100      %
Root relative squared error             100      %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-12,14-15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              curtosis_espectral
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
```

```
1       7.16        5.281      -1.879
2           ?       5.281
1       6.5         5.376      -1.124
2           ?       5.376
1       4           5.733       1.733
1       5.66        5.496      -0.164
1       3.66        5.781       2.121
1       6.66        5.353      -1.307
1       3.33        5.829       2.499
1       7.16        5.281      -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -1
Mean absolute error                       1.5882
Root mean squared error                   1.725
Relative absolute error                 100      %
Root relative squared error             100      %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-13,15
Instances:    10
Attributes:   2
              calificacion_media
              media_picos
Test mode:7-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)

media_picos <= 81.405 : LM1 (3/18.123%)
media_picos >  81.405 : LM2 (5/21.154%)

LM num: 1
calificacion_media =
              0.0684 * media_picos
              - 0.7328
```

```
LM num: 2
calificacion_media =
           0.0734 * media_picos
           - 0.7091

Number of Rules : 2

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       6.255     -0.905
2          ?      6.957
1      6.5        5.85      -0.65
2          ?     10.847
1      4          4.849      0.849
2      5.66       5.638     -0.022
1      3.66       2.389     -1.271
1      6.66       7.138      0.478
1      3.33       4.482      1.152
1      7.16       7.565      0.405

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  0.8569
Mean absolute error                      0.7166
Root mean squared error                  0.8139
Relative absolute error                 45.3615 %
Root relative squared error             47.1626 %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-4,6-14
Instances:    10
Attributes:   2
           calificacion_media
           desviacion_picos
```

```
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
calificacion_media =
      + 5.5162

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1      7.16       5.281     -1.879
2          ?      5.281
1      6.5        5.376     -1.124
2          ?      5.376
1      4          5.733      1.733
1      5.66       5.496     -0.164
1      3.66       5.781      2.121
1      6.66       5.353     -1.307
1      3.33       5.829      2.499
1      7.16       5.281     -1.879

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                 -1
Mean absolute error                      1.5882
Root mean squared error                  1.725
Relative absolute error                100      %
Root relative squared error            100      %
Total Number of Instances                8
Ignored Class Unknown Instances                  2

===========
COMENTARIOS
===========
```

Las únicas variables que muestran correlación con la calificación media de la repentización son:

* Edad (años): R = 0.71, a mayor edad mejor calificación.
* Duración de la interpretación al piano (s): R = -0.55, a menor duración mejor interpretación.
* Media del número de picos de activación muscular en repentización imaginada: R = 0.86 (la mayor correlación), a mayor activación mejor calificación.

==========
COMENTARIOS
==========

Las correlaciones entre los pares de variables que correlan con la calificación media son:

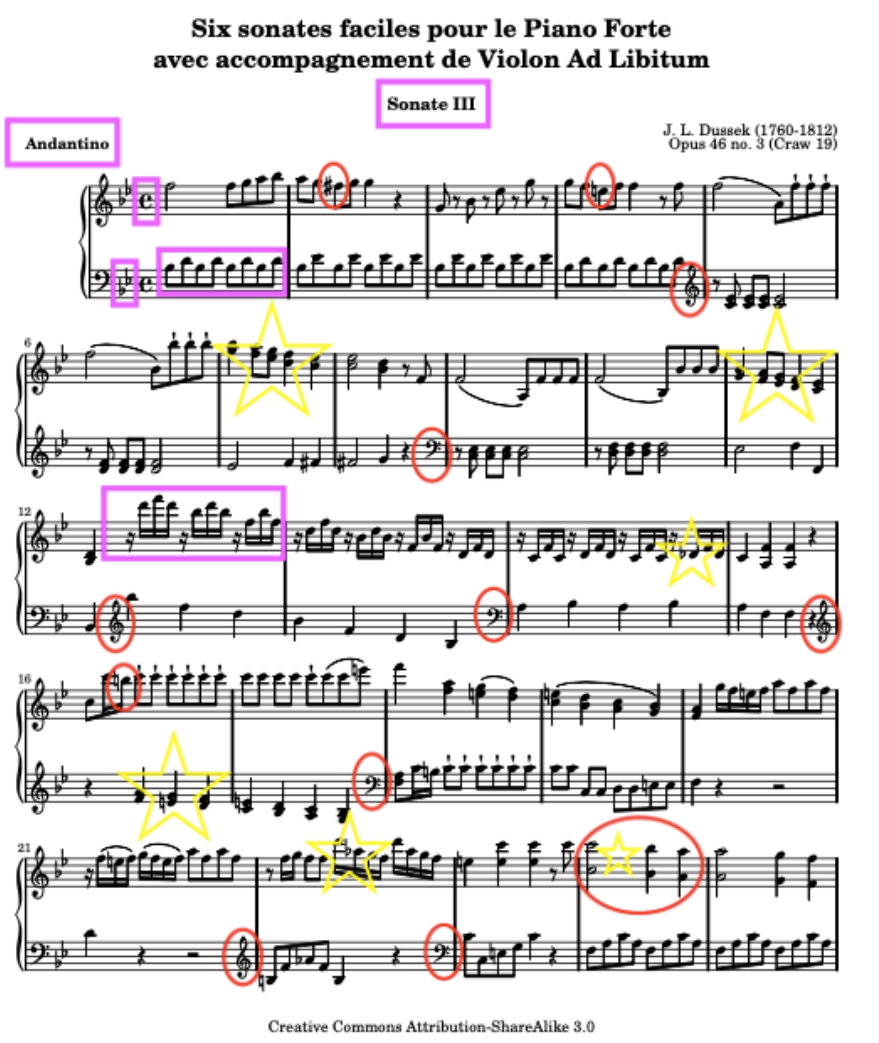
```
=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-R1,3-7,9-15
Instances:    10
Attributes:   2
           edad
           tiempo_repentizacion_s
Test mode:3-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/83.26%)

LM num: 1
tiempo_repentizacion_s =
      -35.1034 * edad
      + 824.431

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===
```

```
inst#,    actual, predicted, error
1    178        278.833    100.833
2          ?    278.833
3    181        278.833     97.833
4          ?    278.833
1    291        408.286    117.286
2    201        467.87     266.87
3    154        408.286    254.286
1    207        201         -6
2    632        201       -431
3    188        201         13

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.3248
Mean absolute error                     160.8885
Root mean squared error                 210.7551
Relative absolute error                 149.3396 %
Root relative squared error             125.1483 %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1,3-13,15
Instances:    10
Attributes:   2
           edad
           media_picos
Test mode:10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (10/100%)

LM num: 1
media_picos =
      + 95.581

Number of Rules : 1
```

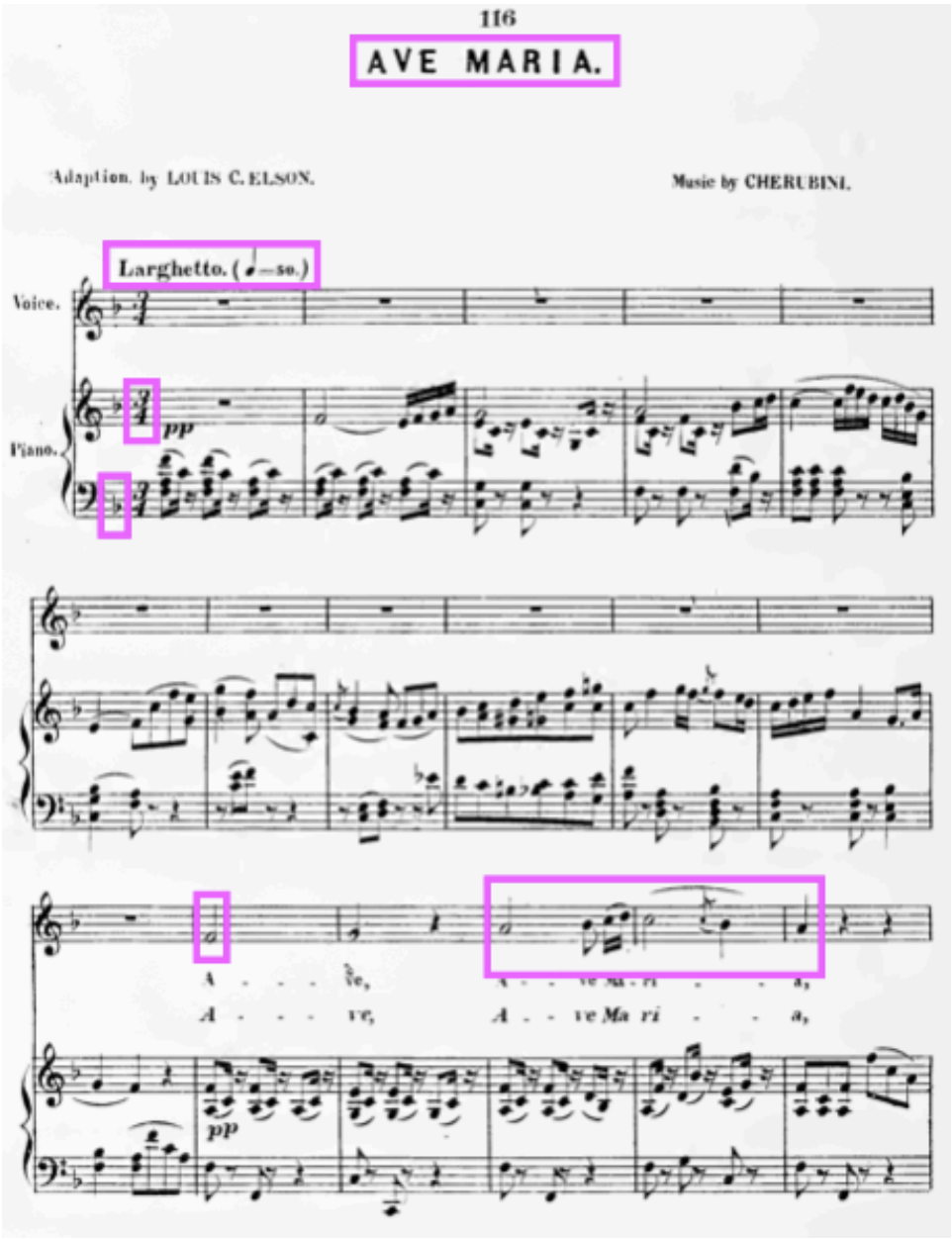
```
Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1     97.16      95.406     -1.754
1    107         94.312    -12.688
1     92         95.979      3.979
1    154.02      92.374    -61.646
1     79.64      97.352     17.712
1     83.17      96.96      13.79
1     56.94      99.874     42.934
1    105         94.534    -10.466
1     70.88      98.326     27.446
1    110         93.979    -16.021

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.956
Mean absolute error                      20.8436
Root mean squared error                  27.2889
Relative absolute error                  98.4479 %
Root relative squared error              97.3191 %
Total Number of Instances                10

=== Run information ===

Scheme:weka.classifiers.trees.M5P -M 4.0
Relation: repentización-weka.filters.unsupervised.attribute.Remove-
R1-7,9-13,15
Instances:    10
Attributes:   2
      tiempo_repentizacion_s
      media_picos
Test mode:8-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

M5 pruned model tree: (using smoothed linear models)
LM1 (8/100%)

LM num: 1
```

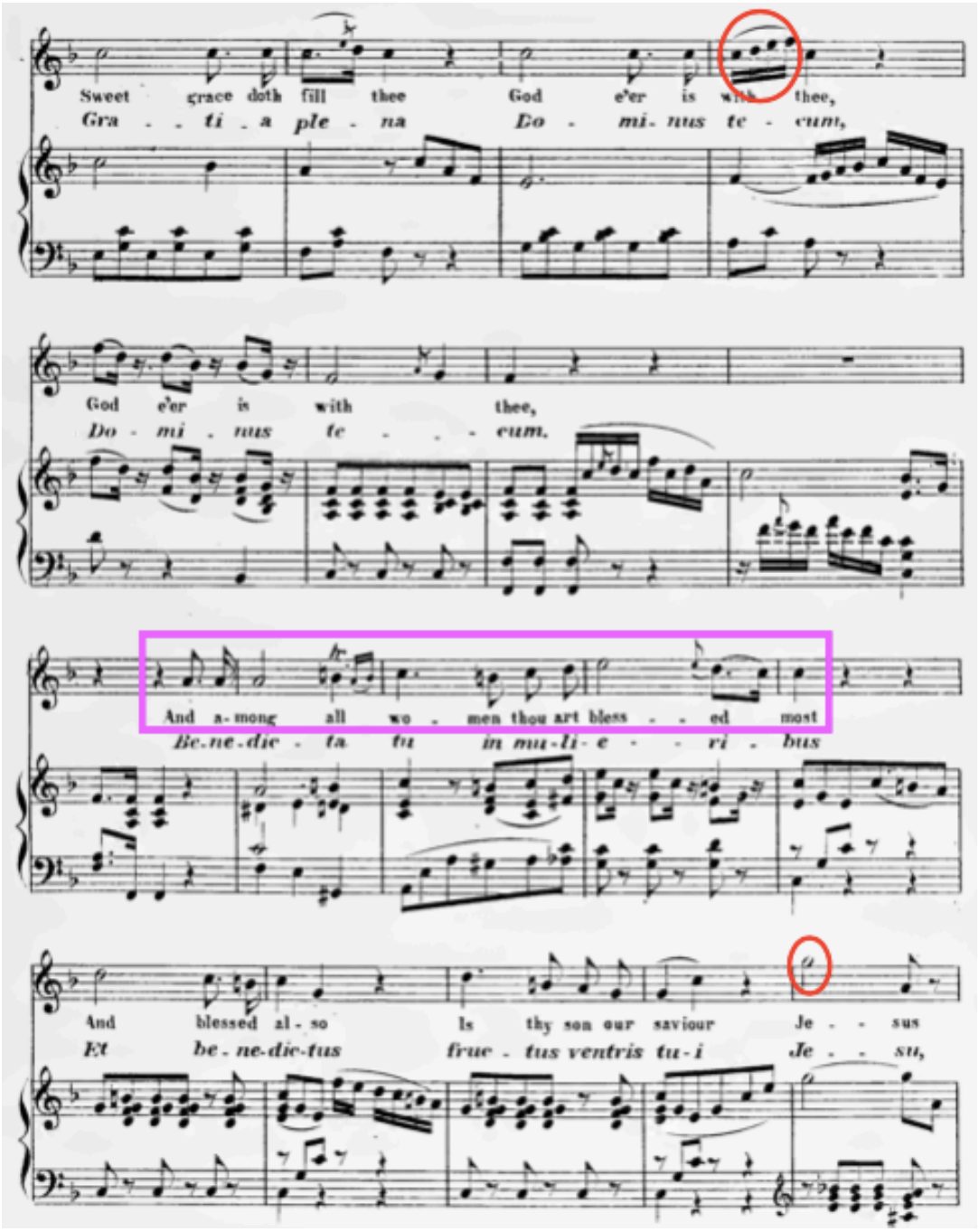
```
tiempo_repentizacion_s =
      + 254

Number of Rules : 1

Time taken to build model: 0 seconds

=== Predictions on test data ===

inst#,    actual, predicted, error
1    178        264.857     86.857
2          ?    264.857
1    181        264.429     83.429
2          ?    264.429
1    291        248.714    -42.286
1    201        261.571     60.571
1    154        557.461    403.461
1    207        260.714     53.714
1    632        200       -432
1    188        263.429     75.429

=== Cross-validation ===
=== Summary ===

Correlation coefficient                  -0.4421
Mean absolute error                     154.7183
Root mean squared error                 217.3536
Relative absolute error                 130.4853 %
Root relative squared error             128.6867 %
Total Number of Instances                 8
Ignored Class Unknown Instances                 2
```

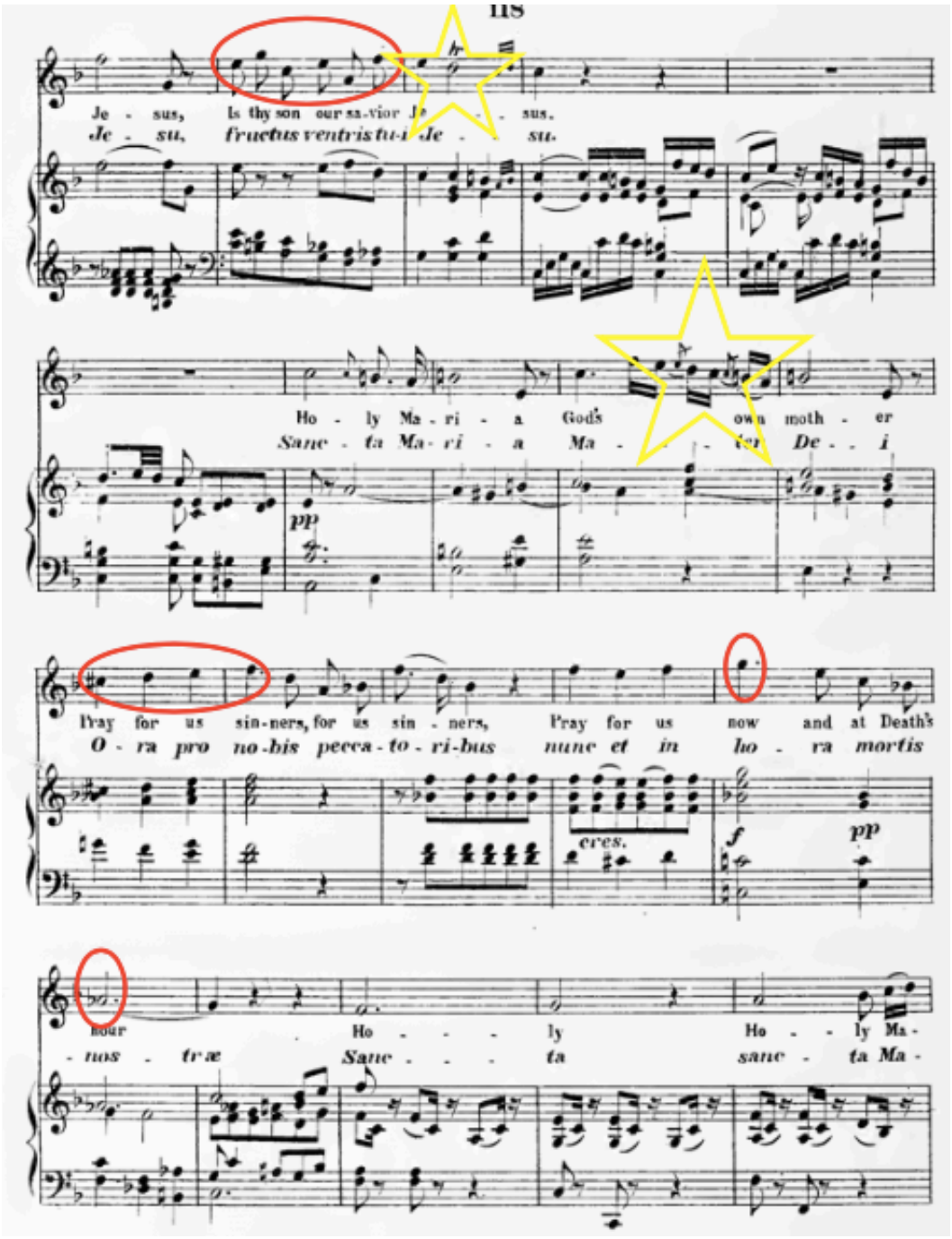
10.11. Partitura analizada de Dussek

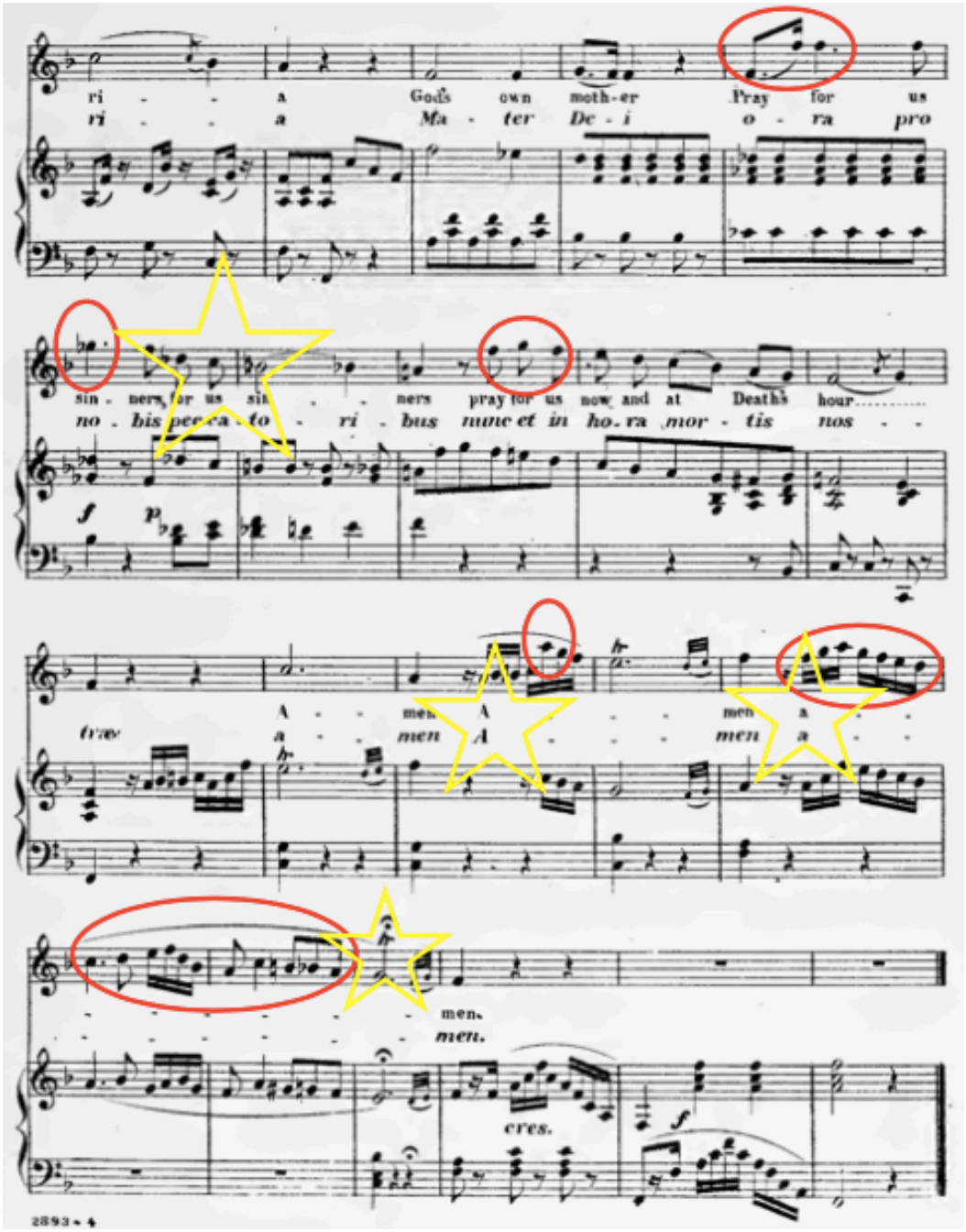


10.12. Partitura analizada de Cherubini

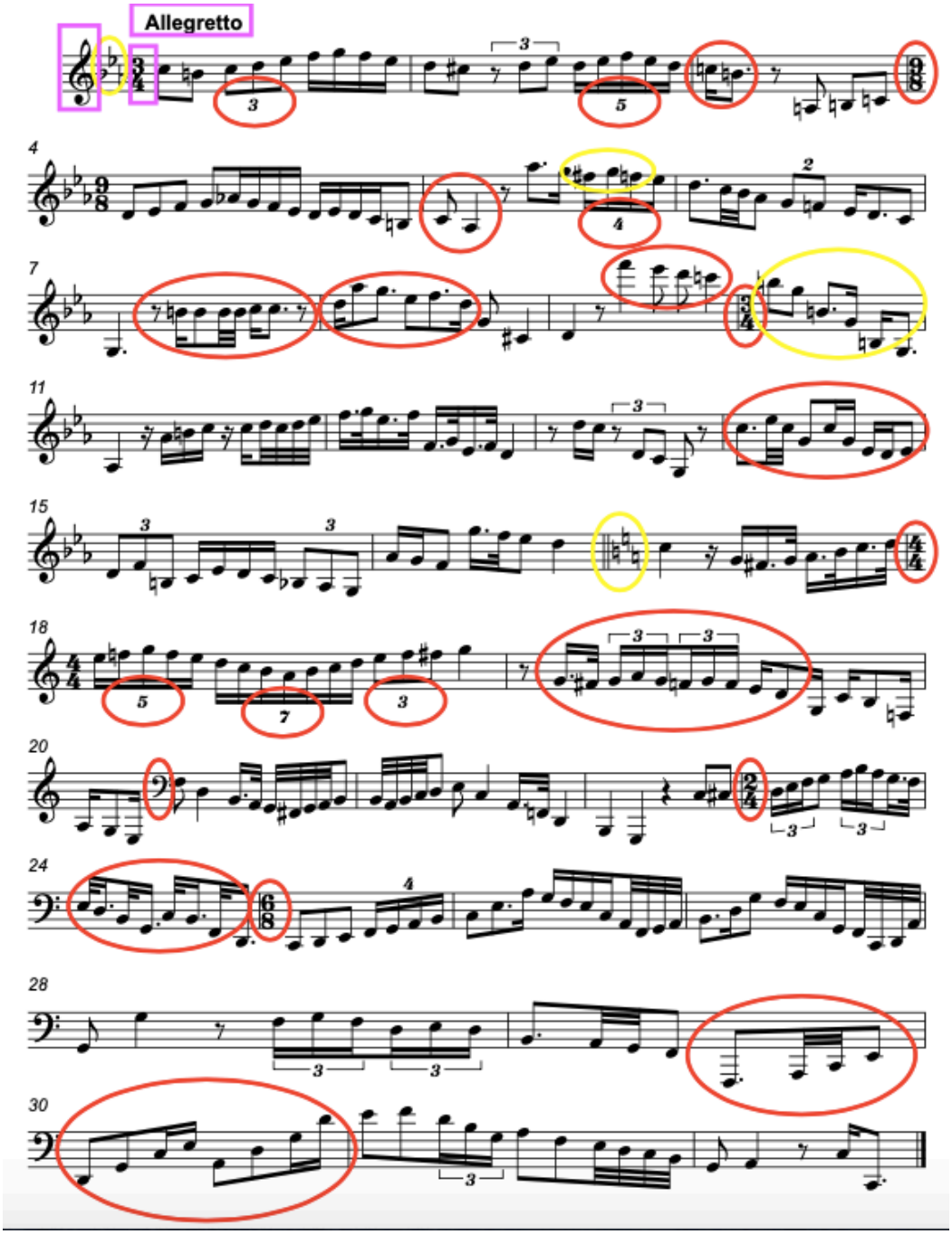
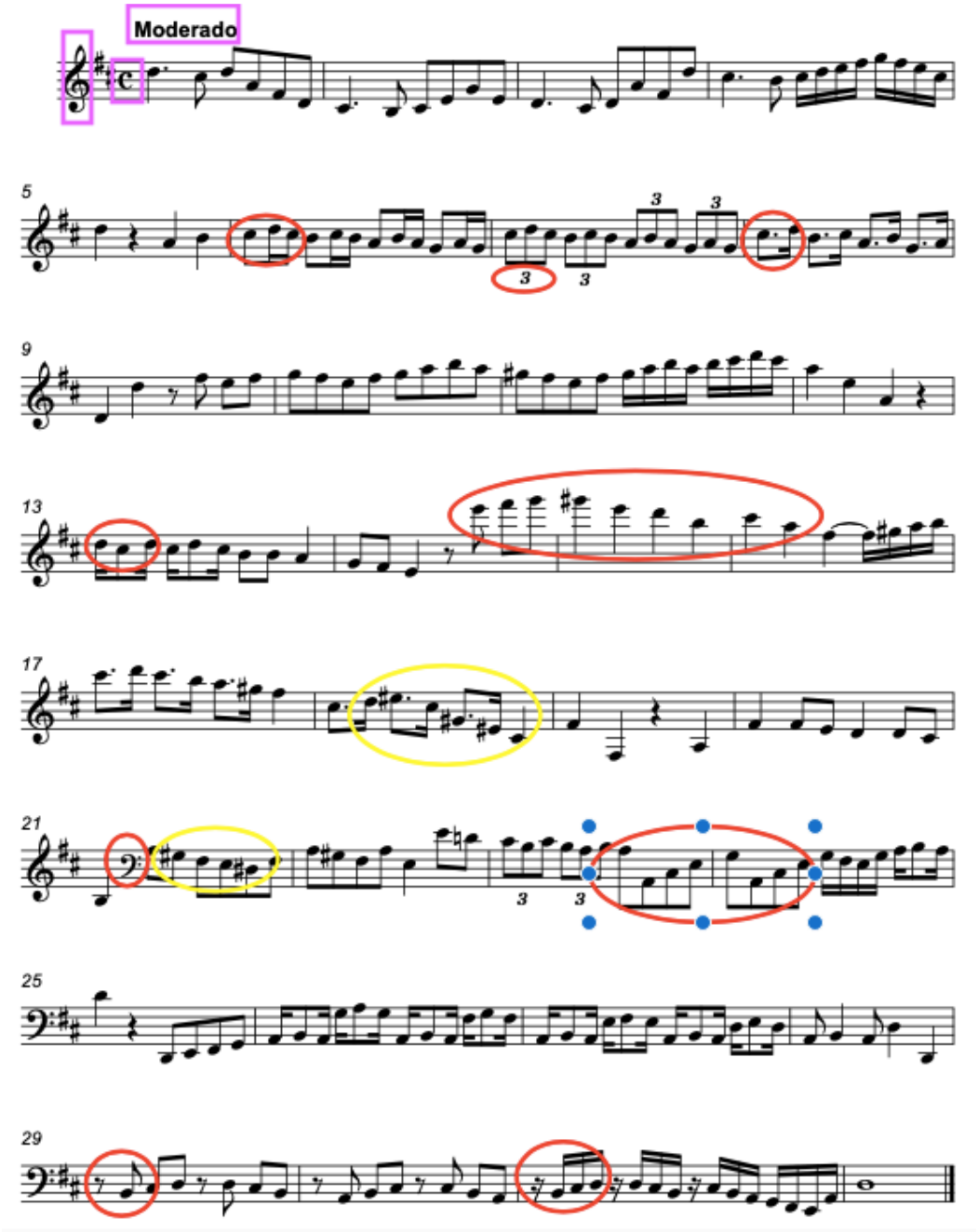



Sweet grace doth fill thee God e'er is with thee,
Gra - - ti - a ple - na Do - mi - nus te - cum,
God e'er is with thee,
Do - mi - nus te - - - cum.
And a-mong all wo - men thou art bless - - ed most
Be-ne-dic - ta tu in mu-li-e - - ri - bus
And blessed al - so Is thy son our saviour Je - - sus
Et be-ne-dic-tus fruc - tus ventris tu-i Je - - su,


118
Je - sus, Is thy son our sa-vior Je - sus.
Je - su, fructus ventris tu-i Je - su.
Ho - ly Ma - ri - a God's own moth - er
Sanc - ta Ma - ri - a Ma - ter De - i
pp
Pray for us sin-ners, for us sin - ners, Pray for us now and at Death's
O - ra pro no-bis pecca-to - ri-bus nunc et in ho - ra mortis
cres.
f
pp
hour Ho - - - ly Ho - - ly Ma -
- nos - træ Sanc - - - ta sanc - ta Ma -


ri - - a God's own moth-er Pray for us
ri - - a Ma - ter De - i o - ra pro
sin - ners for us sin - - - ners pray for us now and at Death's hour
no - bis pec-ca - to - ri - bus nunc et in ho-ra mor - tis nos - -
f p
A - - men. A - - men a - -
fræ a - - men A - - men a - -
men.
men.
cres.
f
2893 - 4

10.13. Análisis de S1



10.14. Análisis de S2