



Tesis doctoral
Mención de doctorado europeo

EL CUERPO EN LA INTERPRETACIÓN MUSICAL
UN MODELO TEÓRICO BASADO EN LAS PROPIOCEPCIONES EN
LA INTERPRETACIÓN DE INSTRUMENTOS ACÚSTICOS,
HIPERINSTRUMENTOS E INSTRUMENTOS ALTERNATIVOS

Alicia Peñalba Acitores

Directores: Dr. Enrique Cámara de Landa y Dr. Rubén López Cano

Junio, 2008

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS

Departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal

A mis Padres y hermano. A Luismi.

A Rubén López Cano, mi co-director de tesis, que creyó en este trabajo desde el principio. Me guió, me animó y me ayudó a adquirir las competencias necesarias para desarrollar una investigación.

A María Antonia Virgili Blanquet, directora del departamento y a Enrique Cámara, codirector de la tesis, por el apoyo institucional y personal. A todos los miembros de la sección departamental de Historia y Ciencias de la música y del área de Expresión Musical. Mi especial agradecimiento a M^a Ángeles Sevillano y M^a José Valles por su ayuda.

A Edson Zampronha por el seguimiento de este trabajo desde sus orígenes.

A Natividad García Atarés por sus correcciones en el campo anatómico.

A Eric Clarke, Jane Davidson, Kevin O'Regan, Marcelo Wanderley y Antonio Camurri por convertirse en verdaderos tutores en mis estancias en el extranjero. A Arnie Cox y Lawrence Zbikowski por su accesibilidad y aportaciones.

A Luismi por su fundamental ayuda. A Ana, Eva, Rebeca y Ruth por estar ahí. A toda mi familia por su apoyo en este tiempo. A mis amigos. A todas las personas que en este tiempo me han hecho la vida más fácil. A Mila.

A mis alumnos, quienes con su interés e inquietudes hacen que cada esfuerzo merezca la pena. Gracias.

Índice

PRIMERA PARTE	11
0. Introducción	15
1. El problema de estudio	19
1.1. Descripción del problema	19
1.2. Hipótesis	21
1.3. Objetivos de la investigación	22
1.4. Justificación	23
1.5. Descripción y estructura del trabajo	25
1.6. Metodología	26
2. Estado de la cuestión	31
2.1. El cuerpo en la música	31
2.2. El cuerpo en la filosofía cognitiva	35
3. Teorías cognitivas de base	41
3.1. La teoría de la <i>Embodied Mind</i> de Mark Johnson	41
3.1.1. Introducción	41
3.1.2. Esquemas encarnados	42
3.1.2.1. Definición de esquema	43
3.1.2.2. Diferencias con otros conceptos	45
3.1.2.3. La naturaleza de los esquemas encarnados	46
3.1.2.4. El proceso de formación de los esquemas	50
3.1.3. Las proyecciones metafóricas	50
3.1.3.1. Definición de metáfora	51
3.1.3.2. Diferencias y semejanzas entre esquemas encarnados y metáforas	51
3.1.3.3. Naturaleza de las proyecciones metafóricas	52
3.1.4. Tipos de esquemas y metáforas	52
3.1.5. El proceso de metaforización	55
3.1.6. Algunas matizaciones de la teoría de la metáfora	57
3.1.6.1. Matizaciones teóricas	57
3.1.6.2. Matizaciones de la aplicación de la teoría a la música	59
3.1.7. El concepto de esquema y de metáfora propuestos para este trabajo	75
3.1.8. Esquema conceptual de la teoría de la Metáfora	77
3.2. Teoría Ecológica de la Percepción Visual de James Gibson	82
3.2.1. Introducción	82
3.2.2. Las prestaciones [affordances]	83

3.2.2.1.	Definición.....	83
3.2.2.2.	Naturaleza de las prestaciones.....	84
3.2.3.	Las invariantes.....	87
3.2.3.1.	Definición.....	87
3.2.3.2.	Naturaleza de las invariantes.....	88
3.2.4.	Explicación del proceso perceptivo.....	89
3.2.4.1.	Diferencias con los modelos de percepción tradicionales.....	89
3.2.4.2.	El proceso perceptivo.....	92
3.2.4.3.	Cómo se exploran las prestaciones. La acción.....	94
3.2.4.4.	La percepción directa.....	94
3.2.5.	Matizaciones de la Teoría Ecológica de la Percepción Visual.....	95
3.2.5.1.	Matizaciones teóricas.....	95
3.2.5.2.	Matizaciones de la aplicación a la música.....	98
3.2.6.	El concepto de prestaciones utilizado en este trabajo.....	107
3.2.7.	Mapa conceptual de la teoría ecológica de la percepción visual.....	109
3.3.	Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras.....	112
3.3.1.	Introducción.....	112
3.3.2.	La teoría.....	113
3.3.3.	Funcionamiento cognitivo.....	114
3.3.4.	Diferencias en las modalidades perceptivas.....	116
3.3.5.	Intermodalidades perceptivas.....	117
3.3.6.	Diferencias entre percepción e imaginación, memoria y pensamiento.....	117
3.3.6.1.	Corporalidad [<i>Bodiliness</i>].....	118
3.3.6.2.	Captación [<i>Grabbiness</i>].....	118
3.3.7.	La consciencia.....	119
3.3.7.1.	La continuidad de la experiencia.....	120
3.3.7.2.	El carácter cualitativo de la experiencia.....	122
3.3.7.3.	Modalidades perceptivas.....	122
3.3.8.	Las contingencias sensoriomotoras.....	123
3.3.9.	El mundo como memoria externa.....	124
3.3.10.	Matizaciones con respecto a la teoría.....	125
3.3.10.1.	El problema de la consciencia.....	125
3.3.10.2.	Implicaciones con respecto a la percepción.....	127
3.3.10.3.	Las contingencias sensoriomotoras.....	129
3.3.11.	La teoría de las Contingencias Sensoriomotoras en nuestro modelo.....	131
3.3.12.	Mapa conceptual de la teoría de las Contingencias Sensoriomotoras.....	134

SEGUNDA PARTE: PROPUESTA Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE ESTUDIO DEL ROL DEL CUERPO EN LA INTERPRETACIÓN MUSICAL..... 135

4. Propuesta de un modelo de estudio del cuerpo en la interpretación musical.....	139
4.1. Preliminares del modelo.....	139
4.1.1. Introducción.....	139
4.1.2. Niveles de funcionamiento.....	141
4.1.2.1. Programación motora.....	141
4.1.2.2. Producción sonora.....	142
4.1.2.3. Relación contingente entre percepción y acción.....	143
4.1.2.4. Almacenamiento.....	143
4.2. La integración del modelo a través de las propiocepciones.....	145
4.2.1. Definición.....	146
4.2.2. Tipos de propiocepciones.....	147
4.2.3. Estímulos y receptores propioceptivos.....	148
4.2.4. Los receptores propioceptivos.....	150
4.2.5. Vías y centros propioceptivos.....	152
4.2.6. El papel de los propioceptores.....	155
4.2.6.1. La planificación motora.....	155
4.2.6.2. El control motor.....	157
4.2.6.3. Relación contingente entre percepción y acción.....	159
4.2.6.4. Almacenamiento.....	160
4.3. Análisis de funcionamiento del modelo en instrumentos acústicos y digitales.....	167
4.3.1. Instrumentos digitales.....	167
4.3.1.1. Clasificación.....	167
4.3.2. Funcionamiento de los controladores musicales.....	169
4.3.2.1. La captura del gesto.....	169
4.3.2.2. El sonido.....	176
4.3.2.3. El mapeado.....	178
4.4. Funcionamiento del modelo basado en la TCS.....	178
4.4.1. Instrumentos acústicos e instrumentos tipo acústico.....	178
4.4.1.1. Programación motora.....	179
4.4.1.2. Acción motora.....	182
4.4.1.3. Relación contingente entre percepción y acción. Hipótesis del movimiento compensatorio.....	183
4.4.1.4. Almacenamiento.....	204
4.4.2. Hiperinstrumentos.....	206
4.4.2.1. Planificación motora.....	207
4.4.2.2. La acción motora.....	208

4.4.2.3.	Relación contingente entre percepción y acción.....	208
4.4.2.4.	Almacenamiento.....	210
4.4.3.	Instrumentos alternativos e instrumentos inspirados en instrumentos tradicionales. ..	212
4.4.3.1.	Introducción.....	212
4.4.3.2.	Planificación motora.....	215
4.4.3.3.	La acción.....	217
4.4.3.4.	Relación contingente entre sonido y movimiento.....	218
4.4.3.5.	Almacenamiento.....	218
5.	Ilustración del modelo en tres ejemplos musicales.....	223
5.1.	Introducción.....	223
5.2.	Instrumentos acústicos.....	225
5.2.1.	Introducción.....	225
5.2.2.	Programación y acción motora.....	228
5.2.2.1.	Planificación de movimientos gracias a la imagen corporal.....	228
5.2.2.2.	Planificación de movimientos gracias al esquema corporal.....	235
5.2.3.	Relación contingente.....	241
5.2.3.1.	Afinación.....	241
5.2.3.2.	Cambios de timbre.....	242
5.2.4.	Almacenamiento.....	244
5.2.4.1.	Procesos corporales resultado del control del instrumento.....	244
5.2.4.2.	Resultado de prestaciones.....	245
5.2.4.3.	Resultado de esquemas encarnados.....	248
5.3.	Hiperinstrumentos.....	255
5.3.1.	Introducción.....	255
5.3.2.	Programación y acción motora.....	256
5.3.2.1.	Movimientos como consecuencia de la imagen y esquema corporal.....	256
5.3.3.	Relación contingente entre percepción y acción.....	259
5.3.4.	Almacenamiento.....	261
5.3.4.1.	Resultado del control.....	261
5.3.4.2.	Resultado de prestaciones.....	261
5.3.4.3.	Resultado de esquemas encarnados.....	262
5.4.	Instrumentos alternativos.....	265
5.4.1.	Introducción.....	265
5.4.2.	Programación y acción motora.....	266
5.4.2.1.	Programación y acción centrada en el movimiento.....	267
•	Equilibrio conjunto.....	272
•	Movimiento de piernas.....	273
•	Manos en alto.....	275

5.4.2.2.	Configuración de las manos.....	276
5.4.2.3.	Ruptura de la configuración de las manos.	278
5.4.2.4.	Programación y acción centrada en el sonido.	281
5.4.2.5.	Programación y acción basada en la contingencia.	286
5.4.3.	Relación contingente entre percepción y acción.....	292
5.4.4.	Almacenamiento.....	293
5.4.4.1.	Resultado del control.	293
5.4.4.2.	Resultado de prestaciones.	293
5.4.4.3.	Esquemas encarnados.	294
<i>TERCERA PARTE: CONCLUSIONES Y APLICACIONES.....</i>		297
6.	Resumen y conclusiones.....	301
7.	Implicaciones y aplicaciones pedagógicas, terapéuticas, compositivas, sociales, estéticas y tecnológicas del estudio del cuerpo en la interpretación musical.....	315
7.1.	Implicaciones y aplicaciones pedagógicas.	315
7.1.1.	Instrumentos acústicos.....	315
7.1.2.	Instrumentos alternativos.....	317
7.2.	Implicaciones y aplicaciones terapéuticas.....	318
7.3.	Implicaciones y aplicaciones compositivas, estéticas y sociales.....	320
7.4.	Implicaciones y aplicaciones tecnológicas tecnológicas.....	321
<i>BIBLIOGRAFÍA</i>		325
<i>GLOSARIO DE TÉRMINOS.....</i>		353
<i>ÍNDICE DE IMÁGENES</i>		363
<i>ÍNDICE ANALÍTICO</i>		371
<i>ANEXOS.</i>		373

PRIMERA PARTE

INTRODUCCIÓN

0. Introducción

La tesis doctoral que a continuación se presenta es el resultado de una investigación en el campo de las Ciencias Cognitivas de la música, un área reciente en su desarrollo pero con una gran prospección de futuro. Dicha investigación se ha desarrollado en el departamento de Didáctica de la Expresión Musical, Plástica y Corporal, en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Valladolid. Rubén López-Cano actualmente vinculado a la ESMUC (Barcelona) y Enrique Cámara de Landa, catedrático de la Universidad de Valladolid, son los directores encargados de su supervisión y dirección.

Las Ciencias Cognitivas son un conjunto de disciplinas relativamente recientes cuyo interés central es el estudio de la mente humana. La lingüística cognitiva, la semiótica, la inteligencia artificial y la filosofía cognitiva se interesan por aspectos comunes del estudio de la mente y el cerebro humano desde metodologías y enfoques muy diversos. Las Ciencias Cognitivas de la Música abordan el fenómeno musical desde perspectivas diferentes a las que la musicología tradicional acostumbra. Estos novedosos estudios no consideran la música como una realidad externa al sujeto. Por su parte, el sujeto se convierte en el centro del estudio, un sujeto que comprende, categoriza, memoriza y percibe la música. Desde esta disciplina se abordan investigaciones muy dispares, desde estudios sobre la percepción del sonido, hasta modelos sobre la cognición musical. Independientemente de la metodología empleada, los estudios se ocupan de actividades muy variadas, como la composición, la audición, la dirección y la interpretación musical. Ésta última actividad, la interpretativa, constituye el campo de estudio de esta tesis doctoral.

La interpretación musical consiste en la ejecución de una pieza o piezas musicales por parte de un intérprete que puede reproducir la música escrita en una partitura, que puede recordar una música aprendida o improvisar en directo. La interpretación musical ha sufrido un cambio sustancial en los últimos cincuenta años tras la aparición de

instrumentos musicales digitales¹. Estos instrumentos han cambiado la manera en la que el intérprete y el instrumento se relacionan entre sí con las consiguientes implicaciones sociales, estéticas, pedagógicas, terapéuticas, compositivas, etc. En este trabajo se aborda la interpretación de instrumentos musicales incluyendo el vasto grupo de nuevos instrumentos emergentes (los digitales). De todos los aspectos interpretativos, la investigación se centra en algunos mecanismos cognitivos² involucrados en la ejecución, particularmente en aquellos en los que el cuerpo está implicado. Para estudiar la relevancia del cuerpo en los mecanismos cognitivos es preciso abordar una metodología propia de los estudios filosófico-cognitivos, ya que desde este ámbito se han desarrollado trabajos al respecto de forma reciente.

Las Ciencias Cognitivas de la Música se están ocupando de cuestiones como la intervención del cuerpo en diversas actividades y manifestaciones musicales. En el mundo académico este interés por la relación entre música y cuerpo se pone de manifiesto en la organización de diversas jornadas y congresos científicos cuyo tema aglutinador es la música y el cuerpo. Se han publicado además diversos monográficos y libros científicos sobre este tema y en numerosas universidades europeas y americanas el cuerpo en la música se ha constituido como una importante línea de investigación. Más adelante (**ver apartado 2.2**) abordaremos las principales. A continuación se describe el problema de estudio, las hipótesis y objetivos propuestos en este trabajo.

¹ Los instrumentos digitales son aquellos que utilizan soporte informático, bien sea para producir el sonido o bien para modificarlo.

² Con los términos “mecanismos cognitivos” nos referimos a los procesos mentales que se ponen en práctica a nivel cognitivo-corporal con una actividad musical específica.

EL PROBLEMA DE ESTUDIO

1. El problema de estudio

1.1. Descripción del problema

En la interpretación musical, el cuerpo constituye una dimensión de gran interés por su evidente implicación en la producción sonora. Imaginemos un pianista que interpreta una sonata para piano de Mozart en una sala de conciertos. Desde que el intérprete sale a escena hasta que se marcha, podemos observar en él una serie de movimientos, gestos, posturas y actitudes que ponen en relación su cuerpo y la música que interpreta. Un área de creciente estudio denominada *performance*, se interesa por todos aquellos aspectos perceptibles de la puesta en escena musical; entre ellos analiza los gestos del intérprete, incluyendo cómo entra en escena, cómo recibe los aplausos, la postura que adopta ante el piano, la colocación dentro del escenario. El objetivo es tratar cuestiones de índole publicitaria, de marketing, social, etc. Si nos ceñimos a los movimientos que están estrictamente relacionados con la producción sonora del pianista podemos describir cómo interviene su cuerpo en la ejecución de la pieza. Observaremos cómo coloca sus manos a lo largo del piano para producir sonidos, cómo hace rotaciones con el tronco, movimientos de cuello, gestos con la cara, flexiones de brazos, etc.

Esta tesis doctoral argumenta que la intervención del cuerpo no se agota en la mera acción del intérprete sobre el instrumento para producir el sonido, no se agota en el aspecto visible de sus gestos, posturas, movimientos y acciones. El cuerpo interviene en otras tareas necesarias para interpretar la música.

Volvamos por un instante al pianista interpretando la pieza de Mozart. Seguramente, y sobre todo si se trata de un buen intérprete, habrá llevado a cabo varios ensayos de la obra. En ellos, los intérpretes estudian las partes difíciles de la pieza de tal manera que consiguen automatizar los movimientos implicados en pasajes virtuosísticos, para que cuando llegue el momento de interpretar la pieza puedan darle un sentido global sin tener que estar preocupados por las cuestiones técnicas. Dicha automatización se sucede de forma similar a cuando conducimos un coche. Cuando estamos aprendiendo, debemos ser conscientes de todos los movimientos necesarios: soltar el embrague a la

vez que pisamos suavemente el acelerador, cambiar de marcha cuando pisamos el embrague, mirar por los espejos, etc. Con la práctica esta preocupación desaparece porque automatizamos los movimientos y podemos llevar a cabo diferentes tareas como escuchar la radio o hablar con otra persona. Cuando somos competentes en la conducción no pensamos en movimientos aislados, sino en sensaciones generales mucho más difusas. Lo mismo le sucede al pianista que interpreta al piano. Como sus movimientos se han automatizado, tiene consciencia de muchos de ellos de forma global, no tanto como un conglomerado de gestos individuales, sino como una integración de sensaciones. Estas sensaciones, tanto corporales como sonoras, constituyen una especie de memoria corporal, una “idea” o “sensación” de la obra. Cuando el pianista interpreta, va comparando este ideal sonoro y corporal con lo que sucede en el transcurso de su interpretación, lo que le permite regular y modificar los aspectos no deseados. La acústica de la sala, el tipo de instrumento que utiliza en el concierto, la resonancia, la cantidad de público, condicionarán el resultado sonoro final, de tal manera que el intérprete lo va ajustando a su ideal en tiempo real.

Además de este “ideal” sonoro-corporal, el cuerpo del intérprete interviene también en otros aspectos. La música en general, tiene la capacidad de despertar en nosotros emociones y sensaciones corporales diversas. Una obra musical hace que desencadenemos diversas sensaciones físicas resultado de emociones como miedo, alegría, nostalgia, angustia, rabia, etc. Además de ello, la música puede evocar en nosotros acciones corporales como subidas, bajadas, bloqueos, caídas, suspensiones, etc. Todas estas imágenes corporales dejan huella en la manera que tenemos de comprender la música y nuestras futuras relaciones con piezas, estilos, o géneros concretos. En este caso, el pianista habrá generado determinadas imágenes relacionadas con la música clásica, con la obra de Mozart, con esa pieza en concreto, con la música para piano, con la sonata para este instrumento, con la forma sonata, etc. Dicha conceptualización interviene cognitivamente en la interpretación musical para dar sentido a la pieza.

Las imágenes corporales y la memoria corporal son sólo dos ejemplos de cómo el cuerpo interviene en otras tareas no relacionadas exclusivamente con la producción del

sonido. Para comprender otras implicaciones corporales hemos de profundizar en algunas teorías cognitivas que abordaremos más adelante.

Podemos formular el problema de estudio en los siguientes términos: la intervención del cuerpo en la interpretación musical no se agota en los movimientos necesarios para producir el sonido, sino que además interviene a nivel de planificación motora, a nivel perceptivo y cognitivo.

1.2. Hipótesis

Tras haber presentado el problema de estudio, es preciso formular la hipótesis de partida de esta investigación que ha sido definida en los siguientes términos:

En la interpretación musical El cuerpo interviene en cuatro niveles: 1) un nivel de programación motora, 2) un nivel de producción sonora, 3) un nivel perceptivo y 4) un nivel de evocación de sensaciones corporales destinadas al almacenaje.

La forma en que los sujetos regulan y son conscientes de su cuerpo en cada una de las fases anteriormente descritas es a través de las propiocepciones³.

Explicaremos brevemente en qué consiste cada uno de los niveles que constituyen este modelo:

- La programación motora⁴. Previamente a la ejecución de un movimiento, éste ha de planificarse. Nuestro sistema nervioso se encarga de este aspecto.

³ La propiocepción es la información que el cuerpo emite de sí mismo y le sirve para auto-regularse. Utiliza receptores musculares, articulares y de la piel que envían información acerca de la colocación exacta de articulaciones, músculos y posición del cuerpo. Estudiaremos las propiocepciones en profundidad en el apartado 4.2 de esta tesis.

⁴ Godøy (2004) define el concepto como una imagen mental de una acción o una secuencia de acciones. Es una especie de guión sobre cómo realizar una acción. Dichos programas motores son variables en

- La acción motora. Los movimientos encaminados a producir los sonidos del instrumento están regulados por un sistema de feedback que se asegura de que sean correctos.
- La relación contingente entre percepción y acción. La percepción está mediada por la acción. Percibir supone ser consciente de los propios movimientos.
- El almacenamiento. Todo intérprete evoca acciones y sensaciones físicas como resultado de sus percepciones y éstas le sirven para conceptualizar, comprender y memorizar la obra musical. Los intérpretes almacenan todas ellas para utilizarlas en futuras interpretaciones.

1.3. Objetivos de la investigación

Tras la propuesta de nuestra hipótesis de partida que trata de mostrar la intervención del cuerpo en varios niveles y cómo dicha intervención se produce a través de las propiocepciones, nos proponemos definir a continuación los principales objetivos de la investigación.

- **Objetivo general**

Explicar la intervención del cuerpo en la interpretación de instrumentos musicales acústicos y digitales.

- **Objetivos específicos**

1. Definir los modos en los que el cuerpo interviene en la interpretación musical.

cuanto a que la cualidad del movimiento puede cambiar de unas veces a otras gracias a lo que Godøy denomina equivalencia motora.

2. Proponer un modelo teórico que permita explicar la intervención del cuerpo en la interpretación musical en los niveles de planificación motora, acción motora, percepción y almacenamiento a través de las propiocepciones.
3. Ilustrar el funcionamiento del modelo teórico en la interpretación de diversos instrumentos musicales acústicos y digitales y estudiar sus diferencias.
4. Detectar y explicar las implicaciones y posibles aplicaciones a nivel pedagógico, terapéutico, compositivo estético y social y tecnológico de la ejecución de los instrumentos acústicos y digitales.

1.4. Justificación

El auge de estudios sobre el cuerpo en música queda patente en los últimos años por el gran número de investigaciones publicadas al respecto (**ver apartado 2**). Es para todos evidente que utilizamos el cuerpo en diversas actividades musicales. Por ejemplo, los directores de orquesta utilizan su expresión corporal para dar consignas a los intérpretes, en las discotecas y bares la gente baila, los niños responden a la música de forma física siguiendo el ritmo, dando palmas, saltando, etc. Además de estas manifestaciones del cuerpo en actividades musicales, todas las personas experimentan evocaciones de acciones con la simple audición musical. Cuando escuchamos una canción podemos evocar subidas y bajadas, caídas, rebotes, tensiones, distensiones, suspensiones, paradas, aceleraciones, etc. Dichas acciones pueden ir acompañadas de imágenes e historias imaginadas o por el contrario percibirse de forma aislada.

A este respecto y como forma de estudiar las acciones más allá de su implicación en la producción sonora, durante mi estancia en la Universidad de Sheffield (Inglaterra)⁵ llevé a cabo un pequeño experimento para medir la pertinencia del estudio del cuerpo en la música. Para ello filmé a varias personas (músicos y no músicos) en su relación con

⁵ Esta estancia fue posible por estar en posesión de una beca FPU del Ministerio de Educación Cultura y Deporte

piezas diversas. Muchas de las personas que intervinieron en la investigación señalaban que normalmente no se moverían con determinadas músicas, pero sentían que su cuerpo estaba implicado en la escucha. Algunas “les hacían estar pegados al suelo”, otras les hacían bailar “en forma de balanceo”, otras les permitían moverse de delante a atrás, otras invitaban al movimiento solo de la cabeza, otras “generaban tensión”, otras les invitaban a realizar movimientos en avance, entre otras muchas respuestas. Lo interesante de esta investigación fue que constituyó el punto de partida para plantear un trabajo cuya hipótesis argumenta que el cuerpo interviene en las actividades musicales más allá de lo evidente.

El primer paso dado en esta investigación fue el estudio del estado de la cuestión y más en profundidad de aquéllas teorías cognitivas que ofrecieran conceptos de base para la propuesta de un modelo. Las teorías cognitivas más significativas contempladas en esta tesis son:

- La Teoría de la *Embodied Mind*, formulada por Mark Johnson en 1987.
- La Teoría Ecológica de la Percepción Visual de Gibson, propuesta en 1979.
- La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras, presentada por Kevin O'Regan y Alva Noë en 2001.

Las dos primeras teorías han sido aplicadas a la música. Con respecto a la primera, tuve la oportunidad de conversar con Lawrence Zbikowski y Arnie Cox, dos de los estudiosos que aplican esta teoría a la música. Con respecto a la Teoría Ecológica de la Percepción Visual, durante mi estancia en la Universidad de Sheffield, estuve tutorizada por Eric Clarke uno de los investigadores más representativos de esta teoría en su aplicación a la música. En mi segunda estancia de investigación en la Universidad Rene Descartes de París (Francia), seguí con mi investigación bajo la tutela de Kevin O'Regan y tuve la oportunidad de profundizar sobre la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras, que aún no ha sido aplicada a la música.

El segundo paso dado en este trabajo fue la propuesta de un modelo para el estudio de la interpretación musical aplicable a diversos instrumentos. Para ello era preciso estudiar los nuevos instrumentos digitales. Durante mi tercera estancia de investigación tutorizada por Marcelo Wanderley en el laboratorio de Tecnología Musical de la Universidad McGill de Montreal (Canadá) y durante mi cuarta estancia con Antonio Camurri en el laboratorio de informática Musical de la Casa Paganini de la Universidad de Génova (Italia), pude profundizar en los diferentes tipos de instrumentos digitales y su control a través del cuerpo. Además Marcelo Wanderley investiga sobre tipos de movimientos, por lo que también me pude especializar en este aspecto.

Una vez conocidos los diversos instrumentos y los tipos de movimientos implicados en su control, se llevó a cabo una propuesta de modelo teórico. Dicho modelo utiliza algunos de los elementos de las teorías estudiadas incluyendo matices. Además, este modelo, incorpora un nuevo concepto que no ha sido utilizado en los estudios musicales previos: el concepto de propiocepción. Para ello fue necesario estudiar las propiocepciones en profundidad y analizar cómo integraban los diversos niveles del modelo que se propone para explicar varios tipos de instrumentos.

El último paso del trabajo fue la ilustración del modelo con tres ejemplos representativos de instrumentos musicales. Un instrumento acústico, un hiperinstrumento y un instrumento alternativo. Dicha demostración permite identificar algunas diferencias entre la interpretación de instrumentos acústicos y digitales a nivel corporal. Tras el análisis, se vislumbran algunas conclusiones e implicaciones importantes desde el punto de vista social, estético, educativo, terapéutico, etc.

1.5. Descripción y estructura del trabajo

El presente trabajo consta de tres partes. La primera parte consta de una introducción y tres capítulos. El primero de ellos plantea el problema de estudio, la hipótesis y objetivos; el segundo, el estado de la cuestión, tanto de los estudios que incluyen el cuerpo en la música como de los estudios desde la filosofía cognitiva. El tercer capítulo aborda tres teorías de base de las que se toman conceptos que forman parte del modelo. Dichas teorías son: la Teoría de la *Embodied Mind*, formulada por Mark Johnson en

1987, la Teoría Ecológica de la Percepción Visual de Gibson propuesta en 1979, la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras presentada por Kevin O'Regan y Alva Noë en 2001.

La segunda parte del trabajo está orientada a la propuesta y aplicación de un modelo para el estudio de la interpretación musical. Consta de dos capítulos. El primero consiste en la propuesta del modelo. En primer lugar define los niveles de funcionamiento, el concepto de propiocepción, estudia los instrumentos digitales y explica su funcionamiento. El segundo capítulo consiste en la ejemplificación del modelo en tres piezas musicales diversas: un instrumento acústico (flauta travesera interpretada por el flautista irlandés James Galway), un hiperinstrumento (hipercello interpretado por el violonchelista Yo-yo Ma) y un instrumento alternativo (danza interactiva a cargo del Grupo Palindrome).

La tercera parte del trabajo analiza las conclusiones y trata sobre las posibles aplicaciones de este trabajo en algunos aspectos educativos, terapéuticos, tecnológicos y sociales. Siendo conscientes de que el trabajo se adentra en profundidades teóricas complejas, hemos querido introducir además un glosario de términos con el fin de facilitar y agilizar la lectura del mismo. Además el trabajo incluye los materiales audiovisuales a los que hace referencia.

La discusión teórica abordada en este trabajo constituye una de las máximas aportaciones de mismo. El estudio de teorías cognitivas y la propuesta de un modelo explicativo que nos permita conocer el funcionamiento cognitivo corporal de la interpretación de diversos instrumentos musicales, constituye la parte fundamental de este trabajo. Además, se ha tratado de ejemplificar o demostrar el funcionamiento del modelo teórico en piezas musicales reales, un camino que en esta tesis aparece esbozado y que puede ser continuado en profundidad en trabajos futuros.

1.6. Metodología

Este trabajo utiliza metodologías diversas debido a las diferentes necesidades surgidas a lo largo del mismo. En general, el grueso del trabajo consiste en la propuesta de un

modelo, una metodología propia de la filosofía de la mente. Dicho modelo se diseña para ser aplicado a la música de forma operativa.

Además de esta metodología, la metodología experimental queda también patente. Durante las estancias de investigación en la Universidad de Sheffield y la Universidad McGill de Montreal se llevaron a cabo dos experimentos. El primero tuvo lugar para determinar si el problema de estudio era susceptible de atención. El experimento consistió en medir las respuestas físicas y verbales de varias personas, relacionadas o no con la música, para determinar si su implicación corporal iba más allá de la mera imitación del sonido o la danza. Dicho experimento, como ya hemos comentado, permitió identificar determinadas sensaciones físicas o corporales derivadas de la escucha musical. No todas ellas eran respuestas físicas objetivables, sino que algunas eran internas. De las respuestas de nuestros sujetos de estudio pudimos constatar que efectivamente la implicación del cuerpo en la música va más allá de las tareas puramente visibles. De ahí que en este trabajo nos interesáramos por todos los niveles en los que el cuerpo interviene en los quehaceres musicales. El segundo de los experimentos se llevó a cabo en la Universidad McGill. El objetivo era doble. Por un lado queríamos demostrar la hipótesis del movimiento compensatorio que abordaremos en el **apartado 4.4.1.3** y por otro lado queríamos comprobar si cuando un intérprete escucha el resultado sonoro de su instrumento un poco modificado, cambia sus movimientos para *empatizar* con él. Ambos experimentos se valieron de un mismo sujeto, un percusionista profesional llamado Mark Zadel. Un informático doctorando del programa de Tecnología Musical de dicho departamento se prestó a colaborar diseñando un programa informático. Los datos se capturaron con el programa Vicon, un sistema de captura de movimiento en tres dimensiones que nos permitió llevar a cabo el análisis. El experimento se realizó en un día, pero se diseñó y preparó durante tres meses y medio bajo la supervisión de Marcelo Wanderley.

Además de la metodología experimental, el análisis musical también se muestra presente en este trabajo. Dicho análisis diverge de los análisis tradicionales, ya que no se centra en aspectos armónicos, melódicos, fraseológicos o estilísticos, sino que ilustra la implicación del cuerpo en la interpretación de tres instrumentos musicales diferentes. El modelo que se aplica es el propuesto en el capítulo 4 de este trabajo, un modelo que

analiza la implicación del cuerpo en todos los niveles detectados (en los que el cuerpo interviene de forma visible y no visible) y analiza las propiocepciones vinculadas a las acciones que son las que integran todo el modelo.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

2. Estado de la cuestión

2.1. El cuerpo en la música

En los últimos años, el tema del cuerpo en la música se ha consolidado como un tópico de gran interés. Dicho interés engloba el estudio de este tema desde numerosas perspectivas musicológicas muy diferentes entre sí. La musicología histórica se interesa por el estudio del gesto musical vinculado a la interpretación instrumental o a la danza, los gestos de los directores de orquesta o de coro, los “gestos”⁶ musicales característicos de un determinado compositor, etc. La etnomusicología profundiza en el papel que desempeña el cuerpo en la interpretación de determinadas músicas étnicas. La pedagogía musical estudia el impacto que tiene el cuerpo como facilitador del aprendizaje musical y las ciencias cognitivas estudian la intervención del cuerpo en los procesos mentales musicales.

Los estudios al respecto son muy heterogéneos, aunque el interés científico de los mismos por este tema está cada vez más organizado y definido. Como consecuencia de este reciente interés por sistematizar los estudios, en los últimos años se han organizado diversos congresos científicos, como el “Internacional Conference Music and Gesture” en Norwich en agosto de 2003, “The body in Musical Performance” en noviembre de 2003, en Roehampton, organizada por el British Forum of Ethnomusicology, la Segunda conferencia Internacional “Music and Gesture” en Manchester en julio de 2006 y la conferencia “La musica, il sensi, el corpo” en Roma en septiembre de 2006, entre otras. Además se han publicado algunos volúmenes monográficos dedicados al cuerpo en su totalidad como es el caso de *The World of Music* 44(2) de 2002.

Como se deduce de los eventos mencionados, la etnomusicología es una de las disciplinas que muestra un mayor interés por el estudio del cuerpo. Comenzó a

⁶ El término “gesto” además de referirse a aspectos puramente físicos, también se puede entender en términos de “unidad musical con sentido” (Hatten, 2003).

investigar intuitivamente el papel del cuerpo como “acompañante” de la música. De hecho, dicho interés fue tal que John Blacking trató de teorizar sobre una antropología del cuerpo en música (Blacking, 1977). Algunos trabajos más puntuales como el de Velichnika (1994) sobre flautas de pan en Rusia y de Nooshin (1994) sobre la música clásica persa se centran en el papel del cuerpo en la interpretación, observando cómo éste puede guiar la interpretación, constituyendo así un reflejo de la estructura de la música. Otros trabajos, como los de De France (1994) y Baily (1977), se interesan en cómo los movimientos que nos permite hacer un instrumento determinado condicionan los resultados sonoros musicales. Baily (1977) en la interpretación del dutar afgano y Seitz (2001) en el Jazz, estudian el papel del cuerpo en la improvisación musical. Otros trabajos centran su atención en la correspondencia entre los gestos físicos en la música y gestos sociales, como el estudio que hace Pelinski (2000) en relación al tango y Velichnika (1994) con respecto a las flautas de pan rusas. El rol del cuerpo en la inducción al trance es otro tópico de interés dentro de esta disciplina, como muestran los trabajos de Wilkinson (1994), Rouget (1977) y Blacking (1985). Las metodologías y enfoques utilizados para dichos estudios son diversas. Algunas parten del estudio de la etnografía, es decir, la concepción de la música que los propios miembros del grupo étnico definen, como en el caso de Wilkinson (1994) acerca de los Vlach, un grupo de gitanos húngaros o el estudio de Velichnika (1994), en la concepción de las flautistas de pan rusas. El estudio analítico a partir de la transcripción de melodías y disgregación de los motivos generadores es utilizado por Nooshin (1994) en su estudio de la música clásica persa. El estudio organológico en relación con las posibilidades de movimiento que ofrecen los instrumentos musicales es analizado por Nooshin (1994) en el caso de la música persa y por Baily (1977) en el dutar afgano. Rouget (1977) hace un estudio comparativo entre los parámetros sonoros de diferentes músicas y Wilkinson (1994) hace experimentación con los informantes.

Desde la musicología histórica se están desarrollando numerosos trabajos centrados fundamentalmente en música contemporánea. Los trabajos de Jonathan Impett (2003) y Juliana Hodkinson (2003) se adentran en la música del compositor Luigi Nono. Ian Mitchell (2003) y Vanessa Hawes (2003) profundizan sobre la obra de Boulez y Janet Halfyard (2003) sobre la de Berio. También son abundantes los trabajos temáticos sobre

Mozart (Orchard, 2003; Golomb, 2003; Jones, 2003; McKee, 2003), los trabajos de música antigua como el de Weller (2003) sobre el repertorio laudístico de Bulwer, el de Grammeniati (2003) sobre el gesto en el estilo representativo o el trabajo de McKeena (2003) sobre la pavana del siglo XVIII. La gestualidad en la interpretación ha sido estudiada por Davidson (1993, 1994). La dirección tanto coral como de orquesta también se constituye como un campo de estudio. Así lo muestran los trabajos de Veen (2003), Cottrell (2003), Luck (2003) y Halstead (2003).

Otra de las áreas que más se explora a este respecto es la teoría musical. Su estudio se lleva a cabo fundamentalmente con un enfoque filosófico-cognitivo basado en la teoría de la Metáfora de Johnson⁷, como los estudios de Cox (2003), Larson (2003), Reyland (2003) que tratan de explicar cómo determinados esquemas corporales intervienen en la comprensión de algunos fenómenos musicales. Existen además numerosos estudios con enfoque semiótico de la gestualidad como los de Lidov (2003), Hatten (2003), Dineen (2003), Reiner (2003) y Echard (1999, 2003)⁸.

En los últimos años, con el desarrollo de las nuevas tecnologías, ha aumentado además el interés por el estudio de la gestualidad en la relación interactiva hombre-máquina. Los controladores musicales son nuevos instrumentos de control gestual a través de un ordenador que han acaparado la atención de numerosos estudiosos. Los trabajos de Bonardi (2003), Kiss *et al.* (2003) y Hogg (2003) reflejan interés acerca de la música vocal digital. El estudio del cyborg lo contemplan Farwell (2003) y Cera (2003). Otros autores se centran más en el control gestual de la música electroacústica, como Chagas (2003), Richards (2003) y Bowers (2003). Pero en general, la mayor parte de los trabajos se centran en el estudio de nuevos instrumentos virtuales o hiperinstrumentos, como Janer y Peñalba (2007), Dack (2003), Collins (2003), Ng (2003), Richards (2003), Schroeder *et al.* (2003), o la danza interactiva, como Bevilacqua *et al.* (2001), Dobrian y Bevilacqua (2003), Wechsler (1995, 1997), Rován *et al.* (2001) y Wechsler *et al.*

⁷ Este trabajo dedica sus apartados 1.1 y 1.2 a profundizar en esta teoría y sus aplicaciones a la música.

⁸ Para un análisis crítico de la Teoría de la Embodied Mind de Johnson ver Peñalba (en prensa a, 2004 y 2005).

(2004). Además de cuestiones prácticas, los fundamentos teóricos, estéticos y de reflexión son abordados por Dobrian (2001), Hunt *et al.* (2000) y Wanderley y Orio (2002). Esta corriente musical en los últimos años se está consolidando como una disciplina de estudio muy importante, ya que existen numerosos centros de investigación que se han creado en los últimos cinco años con el fin de investigar, crear y reflexionar sobre estas nuevas formas de composición musical. A continuación señalo algunos de los equipos más importantes junto con la persona o personas responsables:

- Claude Cadoz en ACROE, Grenoble, Francia.
- Antonio Camurri en DIST, Universidad de Génova, Italia.
- Neil Farwell, en *Sensors, interacción and performance*, Bristol, Reino Unido.
- Andy Hunt en York Music Technology Group, Universidad de York, UK.
- Ng. Universidad de Leeds, Reino Unido.
- Kristoffer Jensen en Music Informatics Group. Universidad de København, Dinamarca.
- Serge de Laubier, *Espace Musical* - Paris, Francia.
- Teresa Marrin en Immersion Music, Inc., Estados Unidos.
- Jean-Paul Mazeau at LTCM, Universidad Paris 8, Paris. Francia.
- Axel Mulder en Infusion Systems, Montreal, Canadá.
- Leonello Tarabella en Computer Music, CNUCE/C.N.R., Pisa. Italia.
- Tamas Ungvary en Royal Institute of Technology, Estocolmo, Suecia.
- Roel Vertegaal en Twente University, Enschede, Holanda.
- Ioannis Zannos y Paul Modler, Universidad de York, UK.
- Frederic Bevilacqua. IRCAM. Paris, Francia.
- Marcelo Wanderley. Universidad McGill. Montreal, Canadá.
- Wechsler. Grupo Palindrome, Nürnberg, Alemania.
- Jaime del Val. Proyecto Reverso. Madrid. España.
- Sergi Jordá y Kaltenbrunner. Universidad Pompeu Fabra, Barcelona.
- José Manuel Berenguer. Barcelona, España.

2.2. El cuerpo en la filosofía cognitiva

Las ciencias cognitivas de la música, engloban disciplinas de estudio cuyos puntos de vista son muy diversos aunque su objetivo común es estudiar los procesos mentales implicados en actividades musicales. La neurofisiología de la música se interesa por fenómenos microscópicos implicados en la cognición como el funcionamiento neuronal, la especialización hemisférica, las ondas cerebrales, etc. La psicología suele interesarse por aspectos perceptivos, sobre todo por cuestiones paramétricas del sonido, por ejemplo cómo percibimos el tono, el timbre, la intensidad, etc., la semiótica de la música por el estudio de ésta como signo, por cómo se crea significado en música; la inteligencia artificial, por la emulación de sistemas cognitivos artificiales y la filosofía de la mente por la creación de modelos de explicación de la cognición.

La filosofía de la mente constituye una de las disciplinas filosóficas “más pujantes en nuestros tiempos” (Martínez Freire, 1995). Esta disciplina, consolidada en torno a los años 50 del siglo XX, impulsada por los trabajos de Gilbert Ryle y Ludwig Wittgenstein, en el año 1977 comenzó a aglutinar tópicos de interés como la percepción, la memoria, el procesamiento de la información y el conocimiento, campos comunes a otras disciplinas que en conjunto se denominaron ciencias cognitivas. El estudio de la mente, sin embargo, tiene su raíz en los antiguos griegos que buscaban una explicación a la racionalidad del hombre, desarrollando una teoría del *psique*. Tanto Platón como Aristóteles presentan una teoría de la mente que se caracteriza por el dualismo mente-cuerpo. Hasta Descartes no se produce una verdadera revolución. Este autor se considera un punto de partida en la filosofía de la mente debido a que afrontó el problema del dualismo mente-cuerpo de forma directa. Descartes, en un principio, hace una radical distinción entre mente y cuerpo o razón y sentimiento, aunque posteriormente trata de conectarlos⁹. Posteriormente a Descartes, Spinoza y Leibniz comenzaron a concebir una posición conciliadora entre mente y cuerpo, pero hasta el surgimiento de la psicología experimental no se comenzó a estudiar el problema desde

⁹ En su obra *Meditaciones de Prima Philosophia* (1641) habla de la conexión del espíritu con el cuerpo.

un punto de vista científico¹⁰. La filosofía de la mente desde un punto de vista científicista se desarrolló fundamentalmente durante el siglo XX en el círculo de Viena por Moritz Schlick (1882-1936) y Rudolf Carnap (1891-1970). Bertrand Russell (1872-1970) sostuvo, en el campo de la filosofía analítica, que mente y cuerpo no eran dos tipos de entidades radicalmente diferentes, sino que ambas estaban constituidas por un mismo tipo de material. Gilbert Ryle (1900-1976) criticó duramente el dualismo cartesiano y Ludwig Wittgenstein (1889-1951) se interesó por la filosofía de la mente y de la matemática.

Los temas de los que se ocupa la filosofía de la mente son variados. Sin embargo, se puede observar un cambio a partir de 1977¹¹. Hasta 1977, la filosofía de la mente se interesó fundamentalmente por “el análisis de la explicación psicológica, el estudio de la naturaleza de los procesos mentales y el problema mente-cuerpo” (Martínez-Freire, 1995). Dentro de los problemas mente-cuerpo, se desarrollaron la teoría de la identidad entre procesos mentales y procesos cerebrales (materialismo), el dualismo o distinción radical entre lo mental y lo físico, el emergentismo (que sostiene que lo mental no es independiente de lo físico) y el funcionalismo (que define los procesos mentales como funciones realizables). A partir de esta fecha, la mente constituye un punto de interés que ha de abordarse desde todas las perspectivas posibles; de ahí, la interdisciplinariedad de las ciencias cognitivas.

Como señala César Ojeda (2001), las ciencias cognitivas podrían tener su origen en la cibernética, cuyos impulsores se sentían disconformes porque la teoría de la mente había sido estudiada desde el punto de vista filosófico y psicológico. Desde la cibernética se trataba de crear una ciencia de la mente. Para ello delimitaron la ubicación de la mente únicamente en el cerebro. Comenzaron a construir los primeros computadores sobre esta base de mente como cerebro con tubos al vacío que representaban neuronas interconectadas. Se interesaron por la inteligencia. Sin embargo,

¹⁰ El científicismo en la filosofía de la mente comienza con el desarrollo de un laboratorio promovido por Wilhem Wundt en 1874, y otro de William James en 1876.

¹¹ En este año se edita el primer número de la revista *Cognitive Science*.

lo que defendía el cognitivismo clásico¹² implicaba que la inteligencia se parecía a lo que los computadores eran capaces de hacer y comenzaron a definir la cognición como computación de representaciones simbólicas (este es el clásico error que cometió la ciencia cognitiva clásica utilizando como metáfora de la mente el funcionamiento de un ordenador). El *cognitivismo clásico* implica tres aspectos muy criticados en los años siguientes de desarrollo de las ciencias cognitivas: la concepción de una mente separada del cuerpo y ubicada exclusivamente en el cerebro, la cognición como computación de representaciones simbólicas y la creencia de que la realidad exterior se puede representar simbólicamente.

Las lagunas que se derivaban de esta concepción clásica de la cognición trataron de paliarse con las ideas emergentistas desarrolladas en los años 80. Dos errores fundamentales del cognitivismo clásico habían sido detectados. Por un lado, la idea de cómputo de símbolos daba por supuesto que dicho cómputo se basaba en reglas secuenciales aplicadas de una en una. Este proceso podría producir lo que se denomina “cuello de botella”¹³. Este cuello de botella tiene lugar debido a que en los seres humanos existe una necesidad de llevar a cabo varios procesos a la vez. La segunda, derivada de la idea de representación ubicada físicamente en el cerebro. Esta creencia no era capaz de explicar cómo era posible que un daño cerebral no supusiera un gran daño del sistema (ya se conocía la plasticidad cerebral tras algunas lesiones cerebrales).

Como alternativa, el *enfoque conexionista*¹⁴ sostiene que los sistemas están constituidos por unidades simples interconectadas formando una red cuya estructura está inspirada en las redes neuronales artificiales. Las unidades poseen capacidad de activación o inhibición de otras neuronas a través de las conexiones entre ellas. Para llevar a cabo

¹² A este enfoque computacionista también se le denomina “paradigma simbólico”, “computacionismo ortodoxo” “enfoque de representaciones y reglas” o el acrónimo “GOIFAI; inteligencia artificial al viejo estilo” (Clark, 1999).

¹³ El cuello de botella supone que cuando dos procesos han de ser atendidos a la vez, es necesario esperar a terminar de procesar el primero para comenzar con el segundo.

¹⁴ El conexionismo también se denomina como “paradigma subsimbólico”, “neurocomputacionalismo”, o “enfoque PDP, pensamiento distribuido en paralelo”.

una tarea de forma satisfactoria es preciso entrenar una red, de manera que los pesos¹⁵ de cada componente simple se regulen. Los sistemas emergentes se encuentran en la naturaleza, en las colonias de hormigas, las bandadas de pájaros, los rebaños de ovejas, etc.

A pesar de que el paradigma del cognitivismo clásico fue sustituido poco a poco por el conexionismo, existían aún algunos problemas que los ordenadores eran incapaces de resolver. Las máquinas, a diferencia de los humanos, carecen de lo que Varela (1988) denominó “sentido común”. Las máquinas carecen de un cuerpo y una historia vivida con ese cuerpo. A raíz de esta reflexión algunos estudiosos de la mente se dedicaron a teorizar acerca del papel que tiene el cuerpo en la cognición.

Algunas de las teorías más importantes y representativas que estudian *modelos de la mente corporizada* sostienen que el cuerpo es parte indisoluble de la mente. Piaget (1926 [1973]) fue uno de los primeros en proponer que cuando el niño nace su única forma posible de relacionarse con el mundo es a través de su cuerpo; de su capacidad sensoriomotora. La denominada “etapa sensoriomotora” que propone Piaget (1926 [1973]) es una etapa en la que el niño desarrolla sus capacidades a través de la manipulación y exploración física del entorno. Partiendo de esta idea, la Teoría de la *Embodied Mind* formulada por Johnson (1987) afirma que si las experiencias corporales son las primeras que tiene el niño al nacer, forman esquemas corporales que estructuran nuestra experiencia. Dichos esquemas nos sirven para comprender aspectos abstractos de la realidad utilizándolos como metáforas para entenderlos.

¹⁵ Los pesos son los diferentes valores de “opinión” de cada componente del sistema que son reforzados si su emisión de valor resulta satisfactorio con respecto al resultado del sistema en un contexto de aprendizaje y devaluados si resulta erróneo”.

**TEORÍAS
COGNITIVAS
DE BASE**

3. Teorías cognitivas de base

3.1. La Teoría de la *Embodied Mind* de Mark Johnson

3.1.1. Introducción

La Teoría de la *Embodied Mind* formulada por Mark Johnson (1987) se ha convertido en una de las teorías filosófico-cognitivas más extendidas, ya que, aunque en un principio fue propuesta desde la lingüística (Lakoff y Johnson, 1980; Kittay, 1987), ha sido posteriormente aplicada a numerosas disciplinas como la matemática (Lakoff y Núñez, 2000)¹⁶, la política (Lakoff, 1996; Dirven, 1994; Schön, 1979), o la música¹⁷. Dicha teoría sostiene que nuestra mente se estructura por medio de las experiencias más básicas del ser humano, es decir, las experiencias preceptuales y manipulativas originadas en el cuerpo. Estas experiencias son utilizadas metafóricamente en el desarrollo del pensamiento abstracto.

La Teoría de la Metáfora considera que parte de nuestro pensamiento, nuestra forma de entender el mundo, es metafórica en cuanto a que implica proyectar patrones de un dominio cognitivo a otro. Para el pensamiento abstracto es necesario utilizar esquemas más básicos que, en el caso de nuestro proceso cognitivo, según indica Johnson, derivan de la propia experiencia inmediata de nuestros cuerpos. Utilizamos estos esquemas básicos, es decir, lo que él denomina esquemas encarnados, para dar sentido a nuestras experiencias en dominios abstractos mediante proyecciones metafóricas.

Los esquemas se forman a partir de múltiples experiencias corporales que el individuo experimenta de forma recurrente. Algunas de estas experiencias comparten rasgos comunes que se abstraen para dar lugar a los esquemas encarnados. Tanto las

¹⁶ Este libro estudia el papel del cuerpo en la comprensión de algunos aspectos de la teoría matemática como la teoría de conjuntos, la lógica formal, la aritmética, o la estructura cognitiva del “infinito” como se concibe actualmente.

¹⁷ Abordaremos estos estudios en el punto 1.6.2. de este trabajo.

experiencias como los rasgos comunes de dichas experiencias deben necesariamente tener un origen corporal, ya que surgen y son consecuencia de las experiencias vividas corporalmente.

Trataremos de explicar el funcionamiento de esta teoría a través de ejemplos. Lo que propone Johnson es que a través de nuestro cuerpo adquirimos experiencias diversas (por ejemplo subir y bajar en un balancín, subir y bajar escaleras, experiencias de origen manipulativo y corporal que forman por abstracción los esquemas encarnados en este caso el esquema arriba abajo). Este esquema puede servir para entender dominios abstractos por medio de metáforas. Por ejemplo, en el dominio de los estados de ánimo, podemos aplicar los esquemas encarnados para entender determinadas expresiones como “me han subido la moral”, “estoy de bajón”. Una vez que comprendemos la estructura interna de un esquema, podemos aplicar ésta a fenómenos que funcionen de forma similar aunque pertenezcan a dominios totalmente diferentes.

3.1.2. Esquemas encarnados

El término “esquema” procede de una larga tradición de estudios cognitivos que se interesaron por denominar las estructuras mentales involucradas en nuestros procesos mentales. Aparecieron con la psicología de Henry Head (1920), fueron también estudiados por Jean Piaget ([1926] 1973) y la psicología cognitiva enfocada hacia el ámbito social de Frederick Bartlett (1932). Los ha retomado la inteligencia artificial con los trabajos de Marvin Minsky (1975 y 1985) y Schank y Albenson (1988). Desde la semiótica también se han interesado por los esquemas, entre ellos Eco (1981) y Van Dijk (1984).

Los esquemas han sido definidos desde varios puntos de vista diferentes:

- Como estructura: Rumelhart y Norman definen los esquemas como “estructuras de conocimiento interrelacionadas y dinámicas, empleadas activamente en la comprensión de información de entrada y que guían la ejecución de operaciones de procesamiento” (Rumelhart y Norman, 1978: 41; cf. López-Cano, 2004c). Para Sonesson, un esquema *debe ser* “una estructura envolvente dotada de significado, la

cual, con la ayuda de una relación u orden en la forma de sintagmas y/o paradigmas, reúne un conjunto de unidades de significado que de otro modo aparecerían como independientes” (Sonesson, 1988: 24). El término estructura implica por un lado un ente organizado que, a priori, puede ser de cualquier naturaleza.

- Como ciclo perceptual. Para Neisser un esquema es un segmento del ciclo perceptual completo e interiorizado por el perceptor, modificable por medio de la experiencia (Neisser, 1976: 54 cf. López-Cano, 2004c). El concepto de ciclo perceptual se refiere a experiencias repetidas y completas que pueden ser modificadas por la experiencia en el sentido de que ésta puede enriquecerlas.
- Como organización de reacciones pasadas. Para Bartlett, el esquema es el andamio que hace posible la percepción o “una organización activa de reacciones pasadas o de experiencias pasadas” (Bartlett, 1932: 201 cf. López-Cano, 2004c). Esta definición vuelve a hacer referencia al orden y a la experiencia.

El término de esquema encarnado que propone Johnson combina los tres puntos de vista, ya que por un lado los esquemas encarnados son estructuras de conocimiento interrelacionadas y dinámicas, a la vez modificables por medio de la experiencia, y se conforman gracias al pasado, es decir, por la recurrencia de experiencias.

A continuación revisaremos el concepto de *esquema encarnado* que propone Johnson [*Image Schemata*], recopilando las diferentes definiciones del término que ofrece, así como sus múltiples descripciones y matizaciones.

3.1.2.1. Definición de esquema

Un esquema encarnado, según indica Johnson es un “patrón recurrente de nuestras interacciones perceptuales y programas motores que da coherencia y estructura nuestra experiencia” (Johnson, 1987: xiv). Si desglosamos la definición de esquema encarnado podemos comprender algunos aspectos que se infieren de la misma. El término “patrón” alude a la naturaleza abstracta del esquema que posee una estructura interna determinada. La “recurrencia” de dichos patrones apela a la necesidad de que existan

experiencias repetidas. Dichas experiencias han de ser “interactivas” porque implican interacción con el entorno, y han de ser “corporales” ya que se experimentan a través de los sentidos y desde la subjetividad del perceptor.

En la **Figura 1** vemos un ejemplo de cómo diferentes experiencias corporales, como andar en bicicleta, caminar sin caerse, percibir la homeostasis del cuerpo o hacer malabares, conforman el esquema de *equilibrio*. Dicho esquema, por su parte, se puede proyectar metafóricamente para comprender algunos aspectos de otros dominios, como por ejemplo el equilibrio psicológico o el equilibrio artístico, como asegura Johnson.

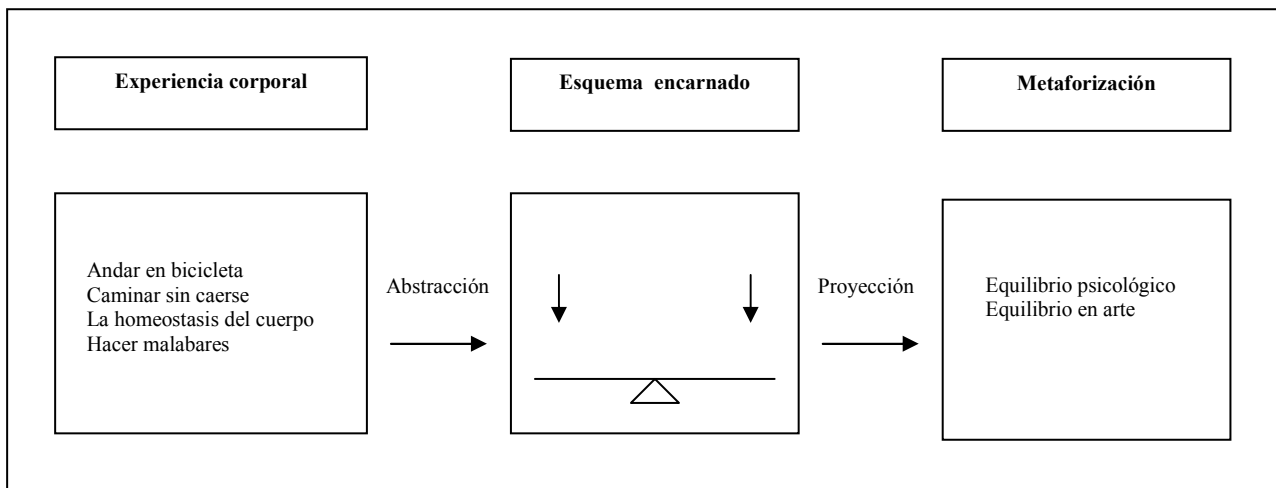


Figura 1. Esquema de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora. Conformación y metaforización del esquema *equilibrio*.

En la **Figura 2** observamos cómo el esquema *ciclo* se forma por diversas experiencias corporales relacionadas con la repetición. Éste tiende en particular a constituir límites temporales (bastante rígidos por lo general) a nuestras actividades (Johnson, 1987: 121-122).

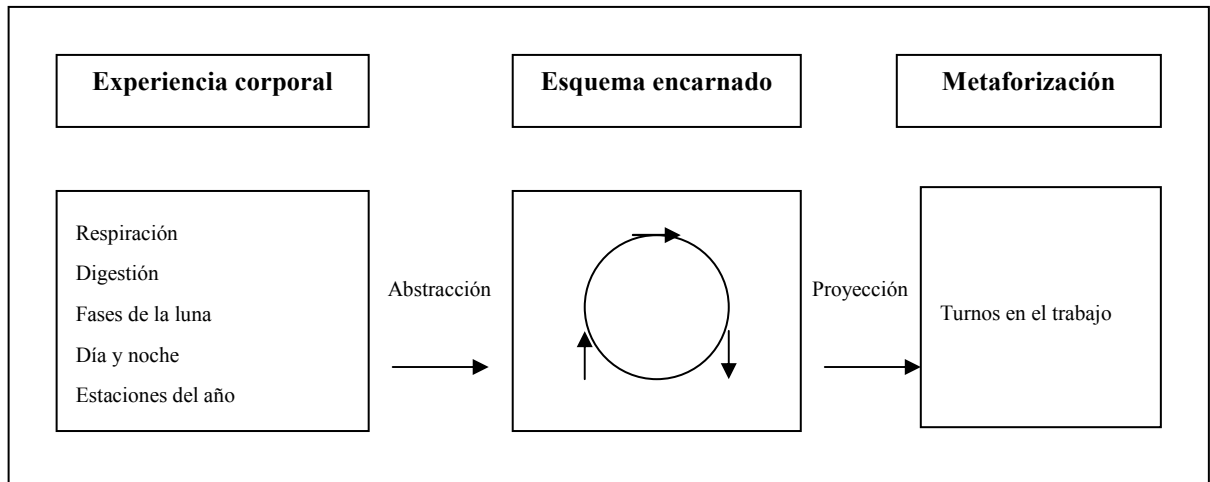


Figura 2. Esquema de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora. Conformación y metaforización del esquema ciclo.

3.1.2.2. Diferencias con otros conceptos

3.1.2.2.1. Diferencias entre esquemas y proposiciones

Johnson afirma que los esquemas encarnados no son proposicionales (Johnson, 1987: 23). La lógica proposicional permite representar y manipular aserciones sobre el mundo que nos rodea. Permite el análisis de sentencias simples para después analizar sentencias complejas, formadas mediante el uso de conectivos proposicionales, por ejemplo “Y” u “O”. Este mecanismo determina la veracidad de una sentencia compleja, analizando los valores de verdad asignados a las sentencias simples que la conforman. La proposición es el significado de una idea, enunciado, conjunto de palabras o letras a las que se les puede asignar uno y sólo uno de los valores de verdad. Por ejemplo, dos sentencias simples como “hoy es viernes” y “hay clase de música” se pueden combinar en una sentencia más compleja del estilo “hoy es viernes y hay clase de música”. El valor de verdad de la sentencia compleja se verifica con los valores de verdad de la simple. Esta sentencia solo tiene un valor de verdad.

Los esquemas encarnados no son proposicionales, no son estructuras de abstracción sujeto-predicado que especifican condiciones de verdad o de satisfacción (Johnson, 1987: 23). Un esquema existe en un nivel de generalidad y abstracción que le permite servir repetidamente como patrón identificable en un largo número de experiencias,

percepciones, etc. De hecho, Johnson señala que cuando intentamos describir los rasgos de dichos esquemas encarnados de forma proposicional, utilizando representaciones finitas, perdemos la habilidad para explicar su naturaleza. Ésto sucede por el carácter proposicional de la lengua en la formulación de metáforas.

3.1.2.2.2. *Diferencias entre esquemas encarnados e imágenes mentales*

El cognitivismo clásico considera la mente como un ordenador central que procesa imágenes mentales de la realidad externa. Los esquemas encarnados que propone Johnson no son ni imágenes mentales, ni imágenes concretas. Johnson define las imágenes mentales como la representación de un concepto utilizando una forma gráfica. Los esquemas encarnados no son representaciones gráficas sino, al contrario, su naturaleza es fundamentalmente abstracta.

3.1.2.2.3. *Diferencias entre esquemas encarnados y conceptos*

Un concepto es una regla abstracta que especifica las características que un objeto ha de tener para encajar en él (Johnson, 1987: 155). Un esquema encarnado, por su parte, “es un procedimiento de imaginación para producir imágenes y ordenar representaciones”. Es a la vez abstracto e intelectual, aunque posea internamente una estructura de sensación. Gracias a la imaginación, a través de las metáforas, creamos relaciones entre el fenómeno a comprender y el esquema, facilitando y ordenando nuestra experiencia.

3.1.2.3. *La naturaleza de los esquemas encarnados*

Aunque existe el término “imagen esquemática” para traducir literalmente el concepto *Image Schemata* al castellano, en este trabajo utilizamos el concepto esquema encarnado. Otra de las posibles denominaciones para este término podría ser “esquema corporal” o “imagen corporal”, sin embargo, se puede confundir con los términos empleados por los filósofos de la mente que hacen referencia a la capacidad del cuerpo

para autorregularse y a la imagen interna que guardamos de nuestros propios cuerpos¹⁸. El término “esquema encarnado” hace referencia por un lado a la naturaleza esquemática y abstracta del concepto, así como a su origen corporal entendido como resultado de una constante operación en nuestras percepciones, movimientos corporales en el espacio y manipulación física de objetos.

A continuación detallamos algunas de las características de los esquemas encarnados propuestas por Johnson. Los esquemas encarnados se caracterizan por ser dinámicos, tener una estructura interna determinada, permitir superimposiciones, tener estructura temporal, naturaleza kinestésica y no necesitar bagaje previo del sujeto para su formación.

3.1.2.3.1. Dinámica

Johnson señala que los esquemas encarnados se caracterizan por ser más dinámicos que fijos. Con dinámica se refiere a la capacidad de cambio, a la capacidad que tienen para adaptarse y presentar ciertas “transformaciones naturales”. Dicha capacidad para transformarse se manifiesta de dos formas fundamentales:

- Los esquemas son estructuras de una actividad, no son receptáculos vacíos donde la experiencia es vertida. Se van conformando en función de nuestras experiencias. A medida que nuestra experiencia aumenta, nuestros esquemas se van modificando.
- Los esquemas son flexibles, ya que pueden tomar parte en experiencias diversas en función del contexto (Johnson, 1987: 29-30). Tienen la capacidad de adaptarse a diversos contextos sin necesidad de cambiar su estructura interna.

¹⁸ Ver Bermúdez (1998)

A pesar de dicha flexibilidad, los esquemas mantienen un cierto grado de estabilidad. Aunque los esquemas sufren ciertas “transformaciones naturales”, mantienen una serie de elementos básicos o componentes que están relacionados con estructuras definidas. Dicha estabilidad está en parte regulada por la estructura interna de los esquemas, la cual define sus características.

3.1.2.3.2. Estructura interna

Los esquemas, al ser abstracciones de experiencias, poseen una estructura interna muy definida. Tienen determinadas partes que están relacionadas entre sí. Dichas partes consisten en una serie de entidades, de elementos que se articulan por medio de relaciones causales, secuencias temporales, patrones de partes-todo, localizadores relativos, etc. En la **Figura 3** y **Figura 4** observamos dos esquemas con sus respectivas estructuras internas.

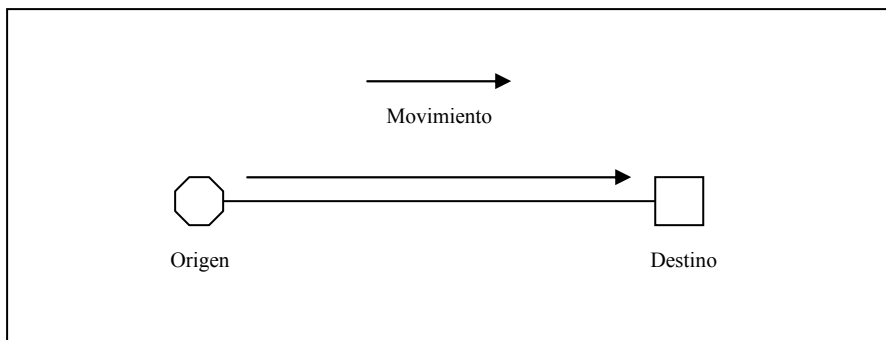


Figura 3. Diagrama del esquema *camino* y su estructura interna.

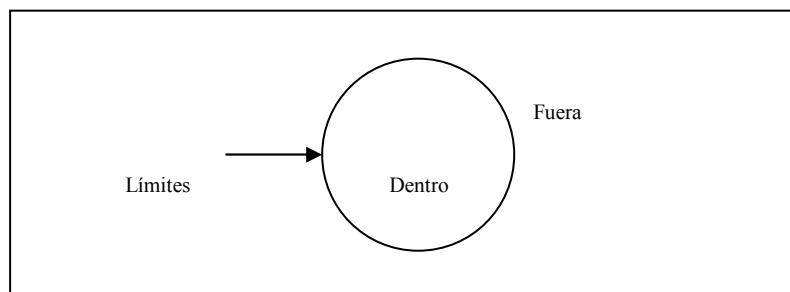


Figura 4. Diagrama del esquema *contenedor* y su estructura interna.

3.1.2.3.3. *Superimposición*

Los esquemas normalmente no están aislados, sino que un esquema concreto incluye a la vez a otros esquemas básicos. Por ejemplo, el esquema *centro-periferia* incluye algunos esquemas como *cerca-lejos*, *contenedor*, *dentro-fuera*, y el esquema de *yo-otros*.

Además, para explicar determinados fenómenos no se puede aplicar un solo esquema, ya que las experiencias, al ser complejas, son entendidas a través de esquemas de tipos diversos, que se solapan y actúan conjuntamente.

3.1.2.3.4. *Estructura temporal*

Johnson especifica que la imaginación implica un orden temporal de las representaciones, sean o no también temporales. Asegura que si las experiencias se dan en el tiempo, esto implica que cuando la imaginación las evoca se reproducen con un orden temporal en nuestra mente. Argumenta que la imaginación es una forma esquemática de organizar las representaciones en el tiempo (Johnson, 1987: 153).

Esta idea es un tanto confusa y arriesgada de asumir. No obstante, consideramos que ciertos esquemas encarnados poseen un orden temporal intrínseco. Por ejemplo, el esquema *camino* implica un orden, un origen y un destino. Para recorrer la distancia que separa a ambos es necesario un tiempo.

3.1.2.3.5. *Naturaleza kinestésica*

Los esquemas encarnados se forman por la abstracción de los patrones que se repiten en nuestras experiencias corporales, de forma que tienen carácter kinestésico. Johnson señala que los esquemas encarnados trascienden cualquier modalidad perceptiva, aunque tengan carácter kinestésico (Johnson, 1987: 25); sin embargo indica que de las diferentes modalidades perceptivas a las que están vinculados, la visual es la predominante. Profundizaremos en estos aspectos más adelante en este capítulo.

3.1.2.3.6. *No necesidad de bagaje previo del sujeto*

Los esquemas encarnados no están influidos por los conocimientos previos del sujeto ya que son puramente corporales (Johnson, 1987: 23). A diferencia de los conceptos que parecen variar en su conformación en función de la denominación lingüística y el bagaje del sujeto, los esquemas encarnados permanecen invariables a los aspectos culturales, sociales y lingüísticos. Esto a simple vista parece una contradicción de Johnson, ya que por otra parte asegura que los esquemas son dinámicos, es decir, que se modifican con las experiencias.

3.1.2.4. *El proceso de formación de los esquemas*

Según argumenta Johnson, los esquemas se forman por abstracción de experiencias con el entorno que comparten rasgos comunes entre sí. En el caso concreto del esquema *equilibrio* [*balance*], el autor indica cómo adquirimos dicho esquema a través de la actividad humana. Aprendemos el equilibrio desde que somos pequeños, cuando gateamos, cuando intentamos ponernos de pie. También, por ejemplo, la experiencia de hacer malabares, según indica Johnson, nos proporciona experiencia de equilibrio, la sensación de equilibrio de nuestro propio cuerpo, es decir, la sensación de regulación interna, de que todo va como deber ir (de homeostasis). El esquema *equilibrio* emerge de los actos de experimentación de equilibrio, surge como abstracción de dichas experiencias, de tal manera que dicha abstracción proporciona la estructura interna al esquema, sus características básicas, las cuales son comunes a todas las experiencias citadas anteriormente, como andar en bicicleta, caminar erguido, hacer malabares y percibir la homeostasis del cuerpo; en este caso, el esquema *equilibrio* propiamente dicho se caracteriza por la compensación de fuerzas antagonistas.

3.1.3. *Las proyecciones metafóricas*

Las proyecciones metafóricas son, junto con el concepto de esquema encarnado, otro de los pilares de la Teoría de la Metáfora.

3.1.3.1. Definición de metáfora

Para Johnson, una metáfora es un proceso por el cual comprendemos y estructuramos un dominio cognitivo (frecuentemente abstracto) en términos de otro dominio. A la metaforización, como es un proceso activo, también se le denomina *proyección metafórica*. Ésta se concibe como un “modo dominante de entendimiento a través del cual proyectamos patrones de un dominio de nuestra experiencia para estructurar otro dominio de tipo diferente” (Johnson, 1987: xv). A través de la metáfora hacemos uso de parámetros que obtenemos de nuestra experiencia física (los esquemas encarnados) que pueden ser proyectados por metáfora a otros dominios abstractos. Sin embargo, la proyección metafórica no es totalmente arbitraria desde “cualquier cosa hacia cualquier otra” sin constricciones¹⁹, como asegura Johnson, sino que la experiencia condiciona el input de las proyecciones metafóricas y su naturaleza, así como el tipo de mapeado que produce en cada caso.

3.1.3.2. Diferencias y semejanzas entre esquemas encarnados y metáforas

Los esquemas encarnados son más o menos estables aunque son flexibles en su configuración. Se forman como resultado de nuestras experiencias con el entorno. Las metáforas, por su parte, son producto de un proceso creativo, donde nuestra imaginación juega un papel fundamental en la búsqueda de similitudes de algún tipo entre los dos componentes de la metáfora: el esquema encarnado que se elige y el objeto al que se aplica, según argumenta el teórico.

Los esquemas encarnados no dependen del bagaje previo del sujeto mientras que las metáforas sí, y en función de la riqueza de éste más complejas serán las proyecciones metafóricas.

Ambos, esquemas encarnados y metáforas, son no proposicionales, es decir, no tienen un único valor de significado.

¹⁹ Señalaremos más adelante cuál es el criterio para que se establezcan metáforas.

Además, están sujetos a posteriores metaforizaciones. En el caso de los esquemas éstos son utilizados para llevar a cabo la metaforización, y en el caso de las metáforas, éstas pueden ser la materia prima para la elaboración de metáforas complejas y extensiones metafóricas, como señalábamos en el apartado anterior.

3.1.3.3. Naturaleza de las proyecciones metafóricas

El rol de la metáfora es el de utilizar patrones “conocidos” para comprender la realidad abstracta o dominios poco conocidos. Como señala Johnson, el rol de la metáfora es el de la elaboración del significado (Johnson, 1987: 65). Toda elaboración de esquemas encarnados o proyección de un esquema encarnado a otro dominio opera por metáfora.

Las metáforas no tienen por qué ser conscientes; se pueden establecer metaforizaciones de forma inconsciente.

Según Johnson, las proyecciones metafóricas no son arbitrarias (Johnson, 1987: 113). Según especifica este autor, no es posible establecer proyecciones al azar. Las proyecciones metafóricas están determinadas por la estructura interna de los esquemas encarnados, que ha de ser similar en algún rasgo a algún componente del fenómeno a metaforizar. Sin este requisito, la proyección metafórica no sería posible o no sería eficaz.

A diferencia de los esquemas encarnados, cuya formación no depende de las experiencias previas del sujeto, las metáforas están determinadas por las experiencias y los conocimientos previos del sujeto. Dichas experiencias son las que harán posibles las creaciones de nuevos referentes (Johnson, 1987: 70). A esta experiencia se le une el entrenamiento en metaforizar, de tal forma que es posible que el sujeto haga también proyecciones metafóricas de las propias metáforas.

3.1.4. Tipos de esquemas y metáforas

Un esquema encarnado tiene una estructura interna determinada que lo vertebrada. Es necesario recordar una vez más que los esquemas son flexibles y permiten adaptarse a diferentes dominios cognitivos y modificarse en función del contexto. La estructura

interna de cada esquema es diferente en cada uno, con lo que, como no podemos generalizar, pondremos un ejemplo concreto de esquema. A partir de este ejemplo podremos explicar su estructura interna, sus características y las posibles metaforizaciones a las que se puede someter.

El esquema de *origen-camino-meta* [*source-path-goal*] parte de una estructura interna que posee los siguientes elementos (ver Figura 5):

- Tiene un punto de partida o fuente A.
- Un final B.
- Una secuencia de localizaciones contiguas entre A y B.

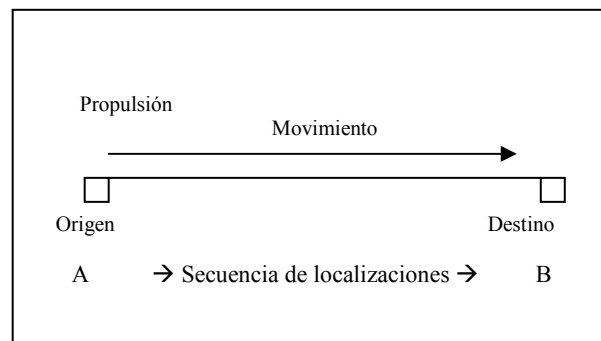


Figura 5. Estructura interna del esquema camino

Debido a su morfología posee las siguientes características:

- Continuidad: debido a que los puntos de partida y de llegada están conectados por puntos contiguos, podemos afirmar que si comenzamos en el punto A y finalizamos en el punto B, pasamos por todos los puntos intermedios entre A y B.

- Direccionalidad: se puede imponer una dirección al camino debido a que aunque éste no tiene por qué ser direccional, la tendencia de los humanos es a percibir una dirección, ya que vamos *de* un punto *hacia* otro.
- Dimensión temporal: el esquema *camino* tiene dimensión temporal. Se comienza en A a un tiempo T1 y se termina en B a un T2 posterior (Johnson, 1987: 114).

Una vez descritas las características del esquema, expondremos una de las posibles proyecciones metafóricas que propone Johnson que se pueden establecer, utilizando la metáfora *las intenciones son objetos físicos*, que está basada en el esquema *camino*. Así, tomando como ejemplo algunas metas abstractas como *escribir un libro*, *lograr la felicidad*, *terminar la tesis doctoral*, etc., éstas se pueden comprender a través del esquema *camino*.

De ahí algunas expresiones como las que siguen, que Johnson recoge en su trabajo:

- Tom ha recorrido un largo camino hasta lograr su cambio de actitud.
- Has alcanzado el punto medio de tu entrenamiento de vuelo.
- Me falta aún mucho trayecto para terminar la tesis doctoral.

En este caso la metaforización es posible ya que ambos, el esquema *camino* y las intenciones personales pasan por esas tres fases mencionadas con anterioridad de fase inicial o punto de partida, punto final y estados intermedios. Los objetivos como escribir un libro o terminar la tesis doctoral también se dan en el tiempo como los caminos recorridos.

Vemos que la metaforización es un proceso creativo en el que extrapolamos las características internas de los esquemas a las del fenómeno a comprender. Otras metáforas frecuentes establecen que la vida es un camino en el que el nacimiento es el punto de partida y la muerte el destino.

Existen muchos esquemas diferentes y muchas posibles metáforas. Algunos de los esquemas más básicos señalados por Johnson son los de *unión*, *ciclo*, *escala*, *centro-periferia*, *contenedor*, *bloqueo*, *imposibilidad*, *parte-todo*, *lleno-vacío*, *iteración*, *equilibrio*, *contrafuerza*, *atracción*, *cerca-lejos*, *compulsión*, *proceso*, *colección*, etc. Las metáforas posibles son diversas y múltiples. (Ver Figura 6).

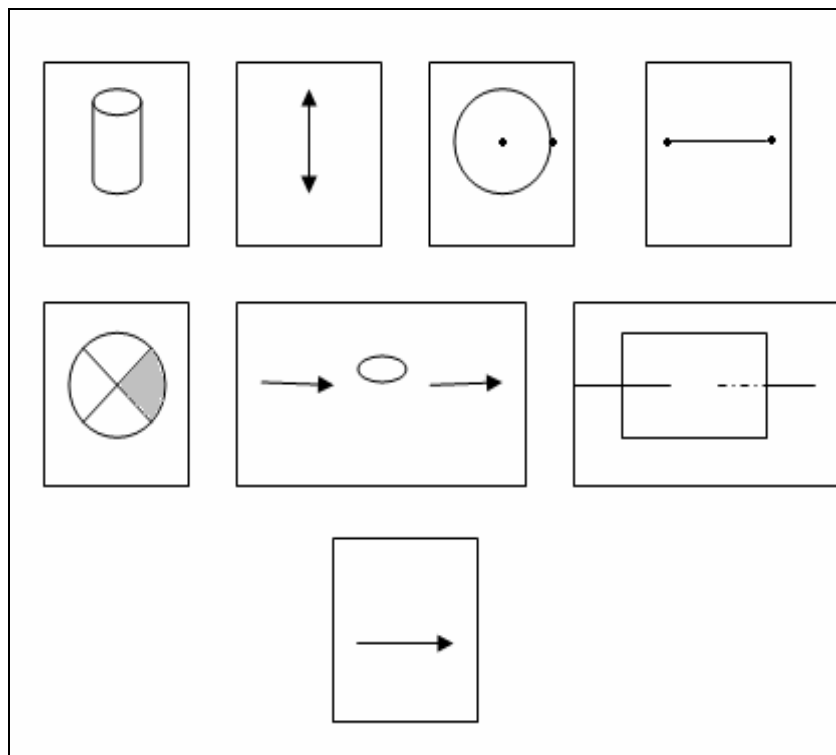


Figura 6. Algunos esquemas que recoge Saslaw (1996: 219) para su análisis musical. De izquierda a derecha y de arriba abajo los esquemas *contenedor*, *arriba-abajo*, *centro-periferia*, *unión*, *parte-todo*, *fuerza*, *delante-detrás* y *camino*.

3.1.5. El proceso de metaforización

Metaforizar supone atribuir las cualidades de un fenómeno a otro. Una metáfora *A es B* supone que existen cualidades de A presentes en B. No todas las cualidades de A son iguales o similares a las de B, sino sólo algunas. Tal y como propone Johnson en la Teoría de la Metáfora, una vez que hemos conformado determinados esquemas encarnados, los utilizamos como elemento A de la metáfora para comprender un

elemento B de un dominio más abstracto. Defiende cómo la Teoría de la Metáfora debe poder explicar el proceso de metaforización, es decir, cómo reconocemos en una metáfora *A es B* que A sea B y/o computamos los valores relevantes de B.

Algunos de los valores que propone Searle (1979) para computar dichos aspectos en B son:

- Que las cosas que son A por definición son B. Dos ejemplos son la extrapolación del concepto de *sociedad* humana para explicar las sociedades animales y el término virus procedente de la biología para extrapolarlo al campo informático. La definición de virus o de sociedad se mantiene en los diferentes campos y gracias a ello es posible la metáfora.
- Que las cosas que son A por contingencia son B. Un ejemplo de este tipo de metáfora es muy común en los niños cuando juegan. Cuando deciden que un palo es un caballo, lo denominan “caballo” para referirse a él. Sin embargo cuando termina el juego la denominación de “palo” vuelve a hacerse patente. La metáfora es efímera y depende de un contexto determinado.
- Que las cosas que son A se dice o se cree que son B. Un ejemplo puede ser Alfonso X, cuyo sobrenombre es “El Sabio”, se conoce como tal porque se dice o se cree que fue muy sabio.
- Que las cosas que no son ninguna de las anteriores poseen características de tal forma que establecemos relaciones de conexión entre ellas, culturales o naturales (Johnson, 1987: 73). Cualquier otro tipo de relación que establezcamos entre dos objetos que compartan algún rasgo en común se considera metáfora.

Pese a esto, existe un problema que plantea Searle que es que hay algunas metáforas que no se sabe cómo funcionan, aunque él señala que las percibimos como metáforas por una cuestión de percepción de conexiones subyacentes. En general, en este trabajo consideramos que los esquemas son proyectados metafóricamente a otros dominios cuando su estructura interna encaja con la estructura del elemento a metaforizar.

3.1.6. Algunas matizaciones a la Teoría de la Metáfora

En este trabajo el concepto de esquema encarnado es utilizado como parte del modelo explicativo en el que el cuerpo participa en diversos niveles en la interpretación musical. En ocasiones, tanto la teoría como sus aplicaciones a la música presentan algunos conflictos que queremos dar a conocer al lector para posteriormente posicionarnos respecto a ellos ya que algunas cuestiones son retomadas en nuestro aparato teórico.

3.1.6.1. Matizaciones teóricas

3.1.6.1.1. Arbitrariedad explicativa

Partiendo de la idea que propone Johnson de que establecer una metáfora consiste en identificar rasgos de la estructura interna del fenómeno abstracto similares a algunos rasgos de la estructura interna del esquema encarnado empleado, surgen algunos interrogantes que nos hemos de plantear. Cuando un sujeto establece una metáfora para comprender la música, está comparando un esquema encarnado con un fenómeno musical (o de otro tipo) por alguno de los sistemas anteriormente citados que proponía Searle²⁰: el sistema de definición, de contingencia, el sistema cultural, y otros. De esta manera, el musicólogo puede comprender las metáforas elegidas por algunos sujetos, intentando encontrar qué rasgos ha considerado dicho sujeto como pertinentes para establecer las relaciones entre el esquema encarnado y el fenómeno a comprender. Parece lógico que de esta manera podamos explicar en cierto modo los procesos cognitivos, siempre que contemos con la metáfora y el fenómeno al que se aplica. Si un sujeto explicara que los sonidos graves los siente pesados, por el suelo, hacia abajo, contamos con el esquema (*verticalidad*) y el fenómeno a entender (el tono). De esta manera podemos tratar de identificar qué rasgos son los que el sujeto ha considerado similares entre ambos elementos para comprender cómo se estableció la metáfora. En cambio, el proceso contrario, que es el que normalmente se utiliza en el análisis musical, consiste en emplear la Teoría de la Metáfora para mostrar determinados

²⁰ Ver apartado 1.3.1.5.

mecanismos cognitivos, que expliquen mediante qué esquemas encarnados entendemos determinados fenómenos musicales. Sin embargo, el problema es el siguiente: si para comprender un fenómeno abstracto hemos de utilizar un esquema encarnado, ¿cómo podemos identificar una estructura interna del fenómeno a comprender sin aplicar un esquema previamente? Trataremos de aclarar esta idea. Tal y como está concebida esta teoría, no podemos comprender fenómenos abstractos sin aplicar esquemas encarnados. Por otra parte, para la utilización de un esquema debemos identificar ciertos rasgos significativos del fenómeno previamente a su aplicación que nos permitan seleccionar dicho esquema. Por lo tanto, parece necesario utilizar algún esquema para identificar dicha estructura. Este esquema podría tratarse del esquema *igual-diferente* (ver **Figura 7**). Si esto es así, ¿qué esquema utilizamos para aplicar el esquema *igual-diferente*?, ¿el mismo esquema? Esto se convertiría en un infinito como la imagen de un espejo sobre otro. En la figura observamos cómo necesitamos un esquema (*igual-diferente*) para comparar la estructura interna del esquema encarnado y del dominio abstracto en el que éste se proyecta.

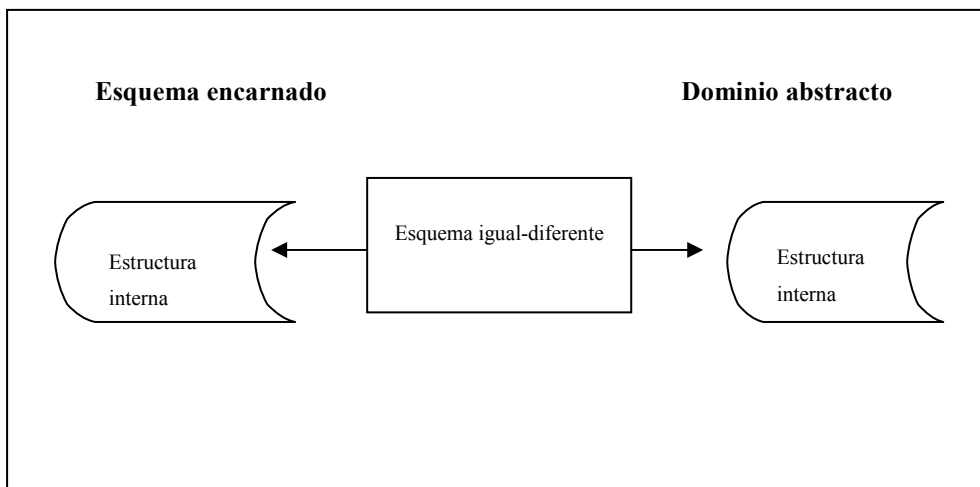


Figura 7. Problemática de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora.

En este trabajo presentamos una propuesta de solución a este conflicto. El concepto de esquema encarnado es muy adecuado y operativo para el análisis musical, pero debemos definirlo y matizar sus características.

3.1.6.1.2. *El aspecto cultural*

A pesar de que la propuesta de Johnson implica que existen esquemas primigenios, éstos, cuando son aplicados para la comprensión de un dominio abstracto, están transformados y ampliados por las diversas experiencias que los sujetos experimentan a lo largo de sus vidas. Además, según especifica este autor, los esquemas son flexibles, de tal manera que se van modificando con la experiencia y con sus usos metafóricos. Un esquema no es una entidad fija, sino que está en constante movimiento y cambio.

3.1.6.2. *Matizaciones de la aplicación de la teoría a la música*

Del análisis de los diferentes trabajos que presentan una aplicación a la música de esquemas encarnados hemos observado algunas cuestiones importantes que queremos presentar y analizar. Consideramos en este punto que debemos reflexionar sobre tres aspectos fundamentales: qué es lo que aplicamos a la música, es decir, cómo son los esquemas, a qué manifestaciones musicales los aplicamos y cómo explicamos la aplicación de los esquemas a fenómenos musicales.

Con respecto a la primera de las cuestiones, es necesario que sepamos qué estamos aplicando a la música. Hemos observado que algunos autores sustituyen los esquemas encarnados por sus representaciones gráficas, aplicando las cualidades de la representación en lugar de las del propio esquema. En otras ocasiones, ocurre algo similar con la denominación del esquema. Las connotaciones lingüísticas del mismo sustituyen a las cualidades kinestésicas del esquema. Además, el grupo de los esquemas parece a simple vista un grupo infinito e inconsistente y necesitamos clasificarlo y acotarlo.

Con respecto a la segunda cuestión (a qué aplicamos los esquemas), retomamos el concepto propuesto por López-Cano denominado de “pertinencia sistemática” que se refiere a la necesidad de ser consciente de la cualidad del fenómeno musical al que aplicamos el esquema, bien sea a experiencias auditivas o explicaciones teórico-musicales.

La tercera de las cuestiones reflexiona acerca de cómo se produce la metaforización en música, cómo es posible que los humanos establezcamos relaciones entre esquemas encarnados y fenómenos musicales. A continuación procedemos a profundizar en cada uno de estos aspectos.

3.1.6.2.1. *Qué aplicamos a la música*

▪ La representación gráfica

Como recurso analítico y pedagógico, Johnson representa gráficamente algunos de los esquemas encarnados con el fin de explicar más satisfactoriamente sus partes y su estructura interna. Aunque este recurso facilita la comprensión del esquema encarnado, no debemos olvidar que la representación gráfica del mismo puede aportar connotaciones que no le pertenecen. Trataremos de dar algunos ejemplos al respecto. En el transcurso de nuestros análisis de las diversas aplicaciones de la Teoría de la Metáfora a la música, hemos constatado que algunos autores aplican dichas representaciones gráficas y no los propios esquemas encarnados al análisis musical. La elección de determinados esquemas encarnados para explicar un fenómeno musical concreto, en algunas ocasiones está hecha en función de las similitudes que las propiedades espaciales del gráfico guardan con las características del fenómeno musical.

Centrémonos en la aplicación del esquema *verticalidad* para la comprensión del tono musical propuesto por Brower (2000: 336). Las dos características básicas que definen el esquema *verticalidad*²¹, según especifica Brower, son la tendencia al equilibrio en la parte cercana al eje del cuerpo y la fuerza de la gravedad que opera en los cuerpos manteniéndolos pegados al suelo. Al aplicar dicho esquema para la comprensión de las alturas, Brower presupone que entendemos los sonidos agudos arriba en el espacio y los graves abajo. Aplicando de forma estricta este esquema para comprender el tono

²¹ Recordemos que el esquema *verticalidad* es el que se forma a través de experiencias de equilibrio y que se experimenta en forma de compensación de fuerzas y simetría.

podríamos asumir que aquellos sonidos graves tienen tendencia a permanecer graves y los agudos sufren la acción de la gravedad y tienden a bajar. Por el contrario, nuestra experiencia musical nos indica que no sucede así. El quinto grado puede subir y la sensible tiende a resolver subiendo (por ejemplo). La notación musical, desde la Edad Media, utiliza el eje vertical para representar sus sonidos en el espacio, colocando los agudos en la parte superior y los graves en la inferior. En la **Figura 8** podemos observar cómo los sonidos se representan espacialmente en el pentagrama (de arriba a abajo) e incluso las voces también se representan con jerarquía espacial, las agudas en la parte superior y las graves en la inferior. En este caso, la propia notación nos induce a pensar en el esquema *verticalidad* para conceptualizar el tono, algo propio de la cultura musical occidental.



Figura 8. Kyrie de la Missa de Beate Virgine. Josquin des Prez. Fs Vatican.

El esquema *verticalidad* se representa con una línea vertical, sin embargo, su estructura interna, implica otro tipo de elementos, como la acción de la gravedad y la compensación de fuerzas. Por ejemplo, el esquema *verticalidad* podría explicar la centralidad tonal. La tónica se percibe como dentro de un eje (vertical), y cuando aparece otro grado tonal (por ejemplo la dominante), se produce una tensión y un desequilibrio que se resuelve cuando volvemos a escuchar la tónica (**ver Figura 9**). Este aspecto de compensación de fuerzas y de gravedad no queda reflejado en la representación gráfica del esquema, por lo que Brower aplica prácticamente el esquema

arriba-abajo. Este esquema podría explicar mejor cómo comprendemos las alturas en el espacio.

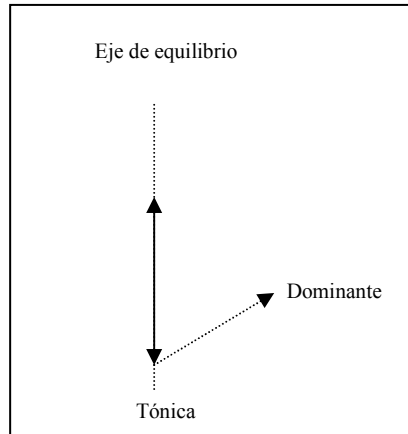


Figura 9. La tonalidad a través del esquema *verticalidad*.

Otro caso puede quedar ilustrado por lo que sucede con el esquema de *ciclo* y cómo Candance Brower lo aplica en música. El esquema de *ciclo*, según explica Johnson, se crea por experiencias meramente temporales. “Un *ciclo* es un círculo temporal. El *ciclo* comienza con un estado inicial, sigue a través de una secuencia de eventos conectados y termina donde comenzó para empezar un nuevo y recurrente patrón cíclico” (Johnson, 1987: 119). Si pensamos en qué experiencias temporales intervienen en la formación de nuestro concepto de ciclo, encontramos algunas como la experimentación del día y la noche, las estaciones del año, etc. La experimentación física de estos eventos tiene poca relación con la espacialidad que se desprende de su representación gráfica (**Figura 10**). Podríamos afirmar, por lo tanto, que la representación gráfica del esquema *ciclo* se fundamenta en analogías laxas e inconsistentes con el fenómeno temporal.

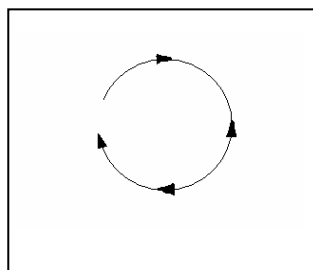


Figura 10. *Ciclo*. (Johnson, 1987: 119)

Candace Brower (2000: 343) propone la aplicación de este esquema para explicar cómo funciona el círculo de quintas a través del cual somos capaces de percibir la cercanía entre las quintas que gobiernan la armonía tonal. Pensando en la esencia puramente temporal del esquema *ciclo*, no comprendemos dónde radica la temporalidad en el círculo de quintas. De nuevo observamos similitudes entre el fenómeno a explicar (el círculo de quintas en este caso) y las propiedades físicas derivadas de su representación gráfica (las propiedades que se pueden extraer de un círculo representado gráficamente como en la **Figura 11**), como contigüidad de una quinta a la siguiente, direccionalidad, circularidad, etc.; sin embargo, los rasgos de recurrencia y temporalidad (que es el característico de este esquema en particular) no están presentes.

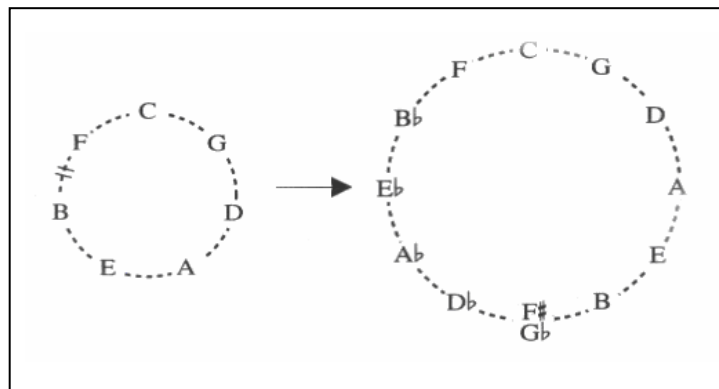


Figura 11. Caminos circulares en “el espacio de quintas” (Brower, 2000: 343).

Janna Saslaw (1996), en su artículo referente a los esquemas encarnados en la conceptualización en música, propone una representación gráfica de las estructuras mentales abstractas que componen los esquemas. A pesar de que especifica que debemos tener en cuenta que éstos son solo sus representaciones particulares, elige algunos de los esquemas más apropiados para explicar determinados conceptos musicales, no tanto por sus características físicas sino por las características espaciales de su representación. Por ejemplo la consideración de las relaciones entre armonías a través del esquema *cerca-lejos*. Las armonías más distantes están lejos visualmente en el círculo de quintas, pero por ejemplo do M de si M no están tan lejos desde el punto de vista sonoro.

- **Las connotaciones lingüísticas**

Los esquemas encarnados, además de estar representados gráficamente, también están designados lingüísticamente con un término. Es de suponer que este paso es inevitable, ya que de alguna manera hay que denominarlos para poder referirnos a ellos. No obstante, esto requiere ciertas matizaciones.

En la aplicación a la música de la Teoría de la Metáfora, en ocasiones se atribuyen las propiedades semánticas de los conceptos que los denominan a los propios esquemas encarnados (el empleo del esquema *ciclo* para explicar el círculo de quintas puede ser un ejemplo, ya que los términos empleados para denominar tanto al esquema, *ciclo*, como al fenómeno musical, comparten numerosos rasgos semánticos aunque no compartan ninguna propiedad kinestésica).

- **La falta de unidad en el grupo de los esquemas**

A simple vista el grupo de los esquemas encarnados parece un conjunto desordenado y aparentemente infinito. Esquemas tan dispares como *parte-todo* o *bloqueo* no parecen compartir rasgos que permitan categorizarlos y ordenarlos. Tal y como aparecen presentados en la teoría de Johnson, cualquier experiencia corporal podría convertirse en esquema. Sabemos, sin embargo, que la creación de esquemas está limitada por nuestros cuerpos y nuestras experiencias. ¿Cómo podemos clasificar u ordenar el conjunto de esquemas?, ¿cómo podemos comprender su limitación?

Si los esquemas encarnados se forman en la posesión de un cuerpo (o en la imaginación de otros cuerpos en determinadas experiencias²²), deberían ser limitados por nuestra capacidad para percibir el cuerpo. Los seres humanos percibimos nuestra postura corporal y nuestro movimiento a través de las propiocepciones. Éstas nos proporcionan información acerca del volumen de nuestros músculos, del ángulo en que se encuentran nuestras articulaciones, de la presión que un objeto ejerce sobre nuestra piel, de la

²² Ya hemos mencionado cómo a través de la cultura y la imaginación podemos crear esquemas nuevos sin necesidad de ser nosotros mismos los que vivenciamos la experiencia.

temperatura, etc. En definitiva, nos permiten ser conscientes de nuestros cuerpos. Los esquemas encarnados están limitados por estas vías de conocimiento interno²³. Si nos centramos en la primera, podemos afirmar que cualquier experiencia que forma un esquema encarnado va acompañada por la información propioceptiva que nos permite ser conscientes de dicha actividad. Así, a través del esquema *equilibrio* que se ha formado porque a través del sistema vestibular localizado en el oído interno, conocemos nuestra posición con respecto al eje de gravedad. Además, en posición de equilibrio, las fuerzas de nuestros músculos agonistas y antagonistas están compensadas. El esquema *bloqueo* se ha podido formar porque hemos percibido una presión en nuestra piel y una fuerza ejercida hacia nuestros cuerpos. Algunos de los esquemas que se forman derivados de nuestra experiencia visual también son posibles gracias a las propiocepciones. Por ejemplo, en el esquema *cerca-lejos* o el esquema *delante-detrás*, e incluso en el esquema *arriba-abajo*, están implicadas las propiocepciones. Estudiaremos este aspecto en el apartado dedicado a la teoría de las contingencias sensoriomotoras (ver **apartado 3.3** de este capítulo), en el que explicamos cómo influye la percepción de nuestro cuerpo en la percepción visual y la percepción del mundo en definitiva.

3.1.6.2.2. *A qué aplicamos los esquemas*

Rubén López-Cano (2003) ha detectado otro problema relacionado con las connotaciones lingüísticas que denomina problema de “pertinencia sistemática”. La mayoría de las aplicaciones de los esquemas encarnados a la música no intentan explicar experiencias musicales en sí mismas, sino las construcciones de la teoría musical. Esto explica la base corporal de ciertos conceptos y términos de la teoría musical de tal forma que trasluce la dimensión corporal de la cognición del teórico cuando hace teoría. Sin embargo, cuando escuchamos música no tenemos por qué

²³ La fantasía y la cultura nos permiten también formar esquemas que no es necesario que provengan de experiencias manifiestas. Cuando leemos que un hada vuela en un cuento, tenemos la capacidad empática para revivir en nuestros cuerpos esta fantasía de volar, aunque sea algo imposible que nunca hayamos hecho. De esta manera, incluso los esquemas formados culturalmente tienen un componente corporal y se experimentan a través de las propiocepciones.

entenderla del mismo modo que cuando la explicamos. Por ejemplo, el círculo de quintas no se percibe musicalmente de la forma que la teoría musical explica su naturaleza. No estamos juzgando este hecho, pero es necesario ser conscientes de él cuando aplicamos los esquemas encarnados.

Para ilustrar este problema de pertinencia sistemática utilizaremos el esquema *centro-periferia*. Johnson explica que este esquema se conforma como consecuencia del hecho de que “nuestro mundo radia desde nuestros cuerpos como centros perceptores desde los que vemos, oímos, tocamos, saboreamos, y olemos nuestro mundo” (Johnson, 1987: 124). El matiz fundamental del mismo tiene que ver con la percepción del “yo” frente a “los demás”. Brower (2000) propone este esquema para explicar determinados grados de la escala como “centro” y de otros como “periferia”. En particular los grados centrales son el I, el IV y el V. Este aspecto del análisis está fuertemente vinculado con el metalenguaje utilizado en la armonía tradicional, en la que se consideran estos grados como “centrales en la tonalidad”.

Este fenómeno queda también patente en los estudios de Saslaw (1996) y Feld (1981). Saslaw, en su análisis, pretende detectar las metáforas que explican la modulación propuesta por Hugo Riemann, a partir de las declaraciones del teórico musical. Explica cómo “quiere posibilitar al lector salirse de resultados comunes para focalizar en estructuras conceptuales que puedan ser expresadas con lenguaje analítico” (Saslaw, 1996: 221). Queda claro en este análisis que las categorías que analiza son categorías semánticas, no fenómenos musicales en sí. El estudio que Steven Feld (1981) lleva a cabo acerca de las metáforas en la teoría musical de los Kaluli parte, según él mismo especifica, de una representación verbal de la teoría musical, que en el caso de los Kaluli se refiere a la metaforización del sonido con el del agua; parte de que el léxico es el reflejo de cómo están organizados los conceptos musicales y así las metáforas lingüísticas han de ser reflejo del pensamiento. El propio autor detecta el problema del estudio semántico de la metáfora. Señala cómo los datos que ha obtenido de la cultura musical de los Kaluli “sólo dan evidencia de la nominación y no de la teoría” (Feld, 1981: 38) y cómo algunos rasgos de la experiencia musical Kaluli no están directamente representados léxicamente (Feld, 1981: 43).

3.1.6.2.3. *Cómo se produce la metaforización*

La Teoría de la Metáfora, como ya hemos señalado anteriormente en este trabajo, supone que nuestro pensamiento es metafórico en cuanto a que implica proyectar patrones de un dominio cognitivo a otro. Sin embargo, el propio Johnson no explica cómo los humanos proyectamos ciertos esquemas para comprender determinados dominios abstractos.

Algunos teóricos que aplican esta teoría a la música se han preguntado cómo establecemos las relaciones entre esquemas encarnados derivados de nuestra experiencia corporal y experiencias musicales concretas en la escucha, composición e interpretación. Quieren demostrar que “para estructurar dominios que no se experimentan directamente, proyectamos a esos dominios abstractos los esquemas kinestésicos” (Saslaw, 1996: 220).

Steven Feld (1981) señala cómo para que se produzca la metaforización entre un concepto, como es el caso del agua en la cultura de los Kaluli y el sonido²⁴ es necesario que las metáforas contengan los rasgos connotativos o denotativos en los diferentes dominios. Con ello se refiere a la posibilidad de que exista un sustrato común, algo que sea similar en ambos dominios y permita la proyección metafórica. Es lo que Zbikowski (1997) denomina como “principios invariantes”. En la teoría, dicha explicación parece plausible, pero en la práctica, ¿cómo sucede? ¿Cómo se encuentran las similitudes entre esquemas encarnados y parámetros musicales, ya que, a priori, ambos son dominios completamente diferentes? En el caso de los Kaluli, Feld señala que dichas similitudes se encuentran por la extrapolación de la utilización de ciertas entonaciones de habla, en concreto con las entonaciones de súplica del discurso y comunicación de tristeza en los niños.²⁵

²⁴ En la cultura de los Kaluli se produce una metáfora entre las cascadas de agua y el sonido, algo que les ayuda a referirse a la música con términos concretos.

²⁵ Ver Feld (1981)

Luca Marconi (2001) argumenta que en nuestra experiencia musical llevamos a cabo “percepciones fisonómicas”, es decir, que identificamos en la música rasgos pertenecientes al hacer humano. Cuando escuchamos un lamento, identificamos ciertos aspectos en el sonido (descensos melódicos, *suspiratio*), similares a las que una persona realiza cuando llora. Por esta percepción fisonómica, comprendemos el carácter de lamento de la pieza musical.

Arnie Cox (1999 y 2003), por su parte, se pregunta cómo la experiencia encarnada motiva y constriñe la formación del significado en música. Cox propone la llamada “Hipótesis Mimética”. Trata de explicar el proceso a través del cuál la experiencia corporal se convierte en relevante en la conceptualización musical (Cox 1999, 2003).

Esta hipótesis sostiene que:

- Entendemos los sonidos que escuchamos en comparación con los que nosotros mismos producimos.
- Este proceso de comparación implica un tipo de imitación o participación mimética.

Según Cox, cuando escuchamos el último movimiento de la “4ª sinfonía” de Brahms, o el largo de la “9ª sinfonía” de Dvorak, nuestra voz se implica, bien sea imaginando cantar, cantando o sintiendo el impulso de hacerlo. La explicación de este hecho viene dada por el proceso mimético a través del cual entendemos las acciones de los demás por mimesis con las nuestras²⁶. Gracias a que hemos desarrollado nuestra voz desde pequeños, ésta se convierte en una base central para entender los sonidos de otros humanos. La hipótesis mimética surge en el entorno de la Teoría de la *Embodied Mind* desarrollada por Johnson (1987) y está basada en la metáfora “los sonidos musicales son sonidos propios”. Si la hipótesis mimética es cierta, tiene grandes implicaciones. Por ejemplo, los sonidos “altos” y “bajos”, ascendentes y descendentes, no son así por las

²⁶ La teoría motora de la percepción explica que comprendemos los sonidos del habla a través de la simulación de los mismos (Liberman y Mattingly, 1985). A este respecto, Godøy (2004) propone que el sonido nos evoca determinados gestos como esfuerzo, velocidad, contornos, trayectorias, etc.

características acústicas de la onda sonora en el espacio, sino que, como señala Cox, gracias a la metáfora “más es más alto” podemos descubrir cómo para producir sonidos agudos necesitamos más esfuerzo, más tensión, más aire que para producir los graves. A esto he de añadir algo que Cox no señala: cuando producimos sonidos agudos nuestra laringe asciende y los resonadores que se ponen en funcionamiento son los altos (cabeza, sobre todo), algo que no sucede con los sonidos graves, donde nuestra laringe desciende y nuestros resonadores inferiores se ponen en marcha. Steve Larson, otro investigador interesado en este tema, señala cómo comprendemos la música como si estuviera sujeta a fuerzas: gravedad, magnetismo, inercia, etc. (Larson, 1993). Esto es posible porque entendemos la música en función de nuestro propio movimiento.

Debemos profundizar en este aspecto de la Teoría de la Metáfora y proponer una explicación satisfactoria de cómo se produce la metaforización en música. Existen dos problemas básicos en la explicación de la metaforización. El primero consiste en que para aplicar un esquema encarnado a la música debemos encontrar similitudes entre el esquema y el dominio abstracto a comprender. Para ello debemos utilizar un esquema que nos permita comprender dicha estructura interna, y así sucesivamente en un ciclo sin fin. El segundo problema es que si los dominios abstractos no pueden ser entendidos si no es a través de la aplicación de un esquema, ¿cómo sabemos a priori qué esquema se puede aplicar para entenderlos si aún no los conocemos?

En este trabajo queremos proponer el concepto de “Acoplamiento Estructural”, un concepto propuesto por la Teoría Enactiva²⁷ formulada por el filósofo Francisco Varela (1988), que nos permite matizar la hipótesis de Arnie Cox. Para introducir el concepto y los fundamentos de esta teoría, debemos hacer una presentación de las diversas etapas por las que han pasado las ciencias cognitivas según especifica Varela.

²⁷ Para un acercamiento de la Teoría Enactiva a la música ver López-Cano (2004 a y b).

▪ **Etapas en las ciencias cognitivas**

Las ciencias cognitivas, como señala Francisco Varela (1988), han pasado por las siguientes etapas a lo largo de la historia:

*Cognitivismo clásico*²⁸. El cognitivismo clásico presupone que la cognición se puede definir como un cómputo, es decir, una operación realizada mediante símbolos. Existe una realidad externa que ha de ser representada por símbolos que el cerebro procesa computacionalmente. Utilizan la metáfora del ordenador para explicar el proceso, en el que existen unos dispositivos de entrada (ratón, micrófono, escáner) que introducen datos, que son traducidos a lenguaje simbólico (en el caso del ordenador, son traducidos a una secuencia de ceros y unos) para ser procesados posteriormente por la CPU (unidad central de procesamiento) y emitir a través de los dispositivos de salida el resultado de ese cómputo. En los seres humanos, los sentidos perceptivos se corresponderían con dichos dispositivos de entrada que traducen la información visual, auditiva, táctil, etc., en impulsos bio-eléctricos para que puedan ser procesados por el cerebro y, tras ese procesamiento, para que el cerebro emita una respuesta a través de los dispositivos de salida de los efectores motores.

*Conexionismo*²⁹. La estrategia conexionista³⁰ cuestiona el paradigma cognitivista clásico por la detección de dos limitaciones fundamentalmente:

- Si concebimos que el procesamiento simbólico aplica reglas secuenciales, esto es, procesamiento de una regla por vez, esto implica que ante tareas complejas que requieren varias operaciones a la vez se produce el denominado “cuello de botella de Neumann³¹”.

²⁸ Un desarrollo histórico del cognitivismo clásico lo podemos encontrar en Gardner (1987).

²⁹ Una introducción a los sistemas dinámicos está recogida en Abraham *et al.* (1990).

³⁰ Para el estudio del conexionismo véase Von Foerster (1962), McClelland *et al.* (1986) y Dumouchel y Dupuy (1983).

³¹ Esta idea pretende señalar cómo hasta que una tarea no se terminara no se podría comenzar otra. Cuando varias tareas se requirieran a la vez, se produciría un atasco de vías fallando todo el sistema.

- Si el procesamiento simbólico está localizado físicamente en el cerebro, la pérdida o disfunción de cualquier parte derivaría en un grave daño. Sin embargo, en los seres humanos se ha podido observar cómo a pesar de que las áreas cerebrales están especializadas, la realización de una tarea implica gran participación de otras zonas. De ahí se explica la capacidad plástica del cerebro ante lesiones graves.

El conexionismo concibe la mente como un sistema autoorganizado. Esto implica que existe una red de elementos interconectados que operan a nivel local, es decir, que están especializados en tareas concretas. Dada la configuración de la red hay una cooperación global que emerge espontáneamente cuando todos los elementos participantes alcanzan un estado mutuamente satisfactorio. La emergencia³² es un proceso por el que se forman patrones complejos de reglas simples. La metáfora utilizada en este paradigma es la del cerebro: la cognición es la emergencia de los estados globales de las neuronas que operan con sinapsis simples. Un sistema es emergente cuando un número determinado de entidades simples que operan en un entorno forman comportamientos complejos como colectivo (**Ver Figura 12**).

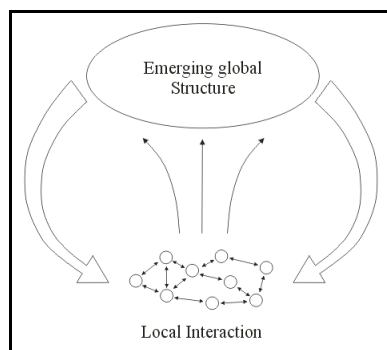


Figura 12. Esquema clásico de emergencia (Lewin, 1995: 27).

³² La emergencia ha sido estudiada por Holland (1986), Steve Johnson (2001) y Bunge (2001).

Los sistemas emergentes se encuentran en la naturaleza, en los grupos de animales: las colonias de hormigas, los bancos de peces, las colonias de termitas, los enjambres de abejas, las bandadas de pájaros, etc.

En las bandadas de pájaros, estudiadas por Craig Reynolds (1987), se ha demostrado que no existe un líder que dirija la bandada. Ésta funciona como un sistema emergente. De acuerdo con Reynolds, en las bandadas de pájaros operan las siguientes reglas básicas:

- Separación: evita que dos pájaros estén demasiado juntos.
- Alineamiento: hace que los pájaros se dirijan hacia donde se dirigen los pájaros vecinos.
- Cohesión: favorece el mantenimiento del grupo unido.
- El movimiento global resultante es muy complejo ya que es un fenómeno que emerge de todas estas interconexiones locales. El resultado del proceso no es predecible por el estudio de sus reglas. No existe una causalidad directa de las reglas y de los elementos en el resultado global.

*Enacción*³³. Esta tercera etapa de las ciencias cognitivas ha sido desarrollada por Varela (1988) y Varela *et al.* (1992). Estudiaremos este paradigma a continuación.

Esta corriente filosófico-cognitiva surge en el contexto de la biología³⁴ por lo que en algunos casos, determinados conceptos resultan difíciles de extrapolar.

³³ El término *enacción* propuesto por Varela (1988) es una traducción del neologismo inglés *enaction* derivado de *enact* que quiere decir “representar un papel”, “actuar”.

³⁴ El constructivismo radical ha sido desarrollado por Von Glasersfeld (1995) y Watzlawick y Krieg (1994).

La enacción surge ante la necesidad de proponer una postura intermedia de lo que algunas teorías cognitivas opuestas defienden. Por su parte, el cognitivismo clásico, como ya hemos señalado anteriormente, considera que el mundo exterior tiene leyes fijas que el perceptor capta. Sin embargo, el constructivismo radical³⁵ sostiene que el sistema cognitivo crea su propio mundo y su aparente solidez sólo refleja las leyes internas del organismo. La orientación enactiva propone un camino intermedio en el que el sujeto y el entorno se definen mutuamente. Esto implica que no existe un entorno independiente de la percepción de un sujeto y que el sujeto se modula gracias a la interacción de éste con el entorno. Varela concibe que la cognición es “acción efectiva: historia de acoplamiento estructural³⁶ que enactúa (hace emerger) un mundo” (Varela, 1988: 109). Este sistema funciona “a través de una red de elementos interconectados capaces de cambios estructurales³⁷ durante una historia ininterrumpida³⁸” (Varela, 1988: 109). Los elementos del sujeto se van modificando a medida que van interactuando con el entorno.

La definición de enacción implica, en primer lugar, la relevancia de la interacción corporal de un actor para determinar su “trayectoria de comportamientos”, es decir, que las capacidades corporales circunscriben al sujeto en un determinado camino. En segundo lugar, las transformaciones históricas generan “regularidades emergentes” en la interacción corporal del actor, lo que quiere decir que se crean maneras de actuar similares ante situaciones parecidas gracias a esa historia de aprendizaje.

³⁵ El término “orientación enactiva” aparece en *The Embodied Mind* (Varela, Thompson y Rosch, 1992) para denominar su teoría cognitiva.

³⁶ Más adelante ahondaremos en el concepto de acoplamiento estructural, aunque por el momento se definirá como el “encaje” entre dos estructuras: una del sujeto y otra del entorno que no han de ser necesariamente iguales pero sí complementarias.

³⁷ Explicaré más adelante cómo el organismo, en función de lo que el contexto le permite hacer, adapta su estructura.

³⁸ El concepto de “historia interrumpida” se refiere al continuo contacto del organismo con el entorno, y su aprendizaje constante que le permite adaptarse.

Acoplamiento estructural

Para Varela, la manera que tiene un sujeto de relacionarse con el entorno es una búsqueda de las formas de actuar que dicho entorno le permite. Sin embargo, en sus libros, Varela define su concepto de acoplamiento estructural desde un punto de vista aún más abstracto. Según este autor, el acoplamiento estructural hace referencia al “encaje” de una unidad con el entorno u otra unidad. Dicho encaje está determinado por la estructura de ambos componentes. A la vez, este “encaje” favorece la aparición de una nueva estructura en el sujeto (Varela, 1988). Es decir, que un organismo adquiere determinada estructura ante un entorno determinado para poder acoplarse a él (aunque hemos de señalar que dicha estructura se conforma gracias al aprendizaje previo).

Varela señala cómo “las interacciones continuas de un sistema plástico estructurado en un entorno con perturbaciones recurrentes, producirán una continua selección de la estructura del sistema. Dicha estructura determinará (...) el estado del sistema y su dominio de perturbaciones posibles” (Varela, 1988: 33). Es decir, que un sistema estructurado se acopla estructuralmente al entorno en la forma en la que éste se lo permite. Así, el sistema aprende por recurrencia qué configuración es necesaria para poder acoplarse estructuralmente con dicho entorno y a la vez dicha estructura determinará el “estado” del sistema, que le será óptimo para su supervivencia.

Como podemos observar, lo que se infiere del concepto de acoplamiento estructural es que los organismos no sólo adoptan una estructura determinada en función del entorno, sino que dicha estructura fomenta que el organismo, en ese entorno, propicie la conformación de dicha estructura para su buen funcionamiento. Podemos observar, por tanto, cómo el organismo y el entorno se definen el uno al otro. Ambos componentes se codeterminan.

Volviendo a la Teoría de la Metáfora y la hipótesis mimética, cuando decimos que los sonidos graves están situados espacialmente en la parte baja y los agudos en la parte alta, no es que llevemos a cabo una comparación entre las cualidades de los sonidos y el espacio, sino que el sujeto cuando piensa los sonidos como espacio lleva a cabo un acoplamiento estructural entre ambos dominios. Existe algo que no podemos conocer

hasta que no hemos hecho el encaje entre ambos elementos de la metáfora. Una vez que hemos realizado el acoplamiento de ambas estructuras podemos inferir una estructura interna de ambos aspectos. Esquema y dominio abstracto se formulan simultáneamente en el tiempo. La estructura interna de ambos se puede inferir después. A través de esta explicación evitamos los dos problemas a los que nos habíamos referido anteriormente. No necesitamos identificar estructuras internas previamente a realizar la metáfora, ni utilizar esquemas de *igual-diferente* para comparar ambas estructuras, sino que primero se produce el acoplamiento estructural y después inferimos las estructuras. Así pues, cuando un sujeto trata de comprender un dominio abstracto, configura su estructura interna de tal forma que se acopla con el fenómeno a comprender. Tras la comprensión del mismo le es posible establecer similitudes en dicha estructura.

Así pues, consideramos la hipótesis mimética válida para explicar cómo se produce la metaforización, con la salvedad de que el mecanismo a través del cual se produce no es el de la comparación como argumenta Cox, sino el acoplamiento estructural.

3.1.7. El concepto de esquema y de metáfora propuestos para este trabajo

El esquema encarnado que proponemos en este trabajo es una abstracción de nuestras experiencias corporales, culturales e imaginativas, un esquema que tiene carácter kinestésico y se percibe a través de las propiocepciones del sujeto. Su estructura interna es consecuencia de experiencias y percepciones corporales pero no de su representación gráfica o su denominación lingüística. El conjunto de los esquemas es limitado y está delimitado por las diversas propiocepciones que tenemos los humanos. Dichas propiocepciones nos permiten clasificarlo y agruparlo de forma coherente y operativa.

Las proyecciones metafóricas consisten en hacer acoplar un esquema a un fenómeno musical y después inferir cuáles son las similitudes entre ambos y esto es posible por mimesis. Consideramos que el funcionamiento de la aplicación de esquemas descubre la metáfora a posteriori de su aplicación. En muy importante identificar a qué tipo de experiencia musical aplicamos los esquemas. No es lo mismo tratar de explicar la experiencia de escuchar música, que interpretarla o explicarla teóricamente.

Podemos clasificar los esquemas atendiendo a las propiocepciones implicadas en su simulación. Más adelante (**apartado 4.2.3**) veremos que las propiocepciones se dividen básicamente en aquéllas que implican movimiento (las musculares y articulares), las que implican tacto superficial, tacto profundo (presión y vibración) y relaciones con la gravedad y el equilibrio. Atendiendo a las categorías propioceptivas podemos dividirlos en:

- Motores: son aquellos esquemas que implican movimiento de algún tipo como el esquema *ascenso-llegada, escala, ciclo y camino*.
- Táctiles pasivos: implican contacto de la piel con objetos del entorno o el propio cuerpo. Algunos ejemplos son el esquema *superimposición, unión, superficie y contacto*.
- Táctiles con resistencia del cuerpo (presiones y vibraciones): implican tacto profundo, es decir, la depresión dérmica de una parte del cuerpo y la resistencia muscular del mismo. Algunos ejemplos pueden ser el *bloqueo, constricción, compulsión, contrafuerza e imposibilidad*.
- Equilibrio: implican la percepción de fuerzas que atraen objetos, como la gravedad. Algunos ejemplos de esquemas son el de *equilibrio* y el de *atracción*.

3.1.8. *Esquema conceptual de la Teoría de la Metáfora*

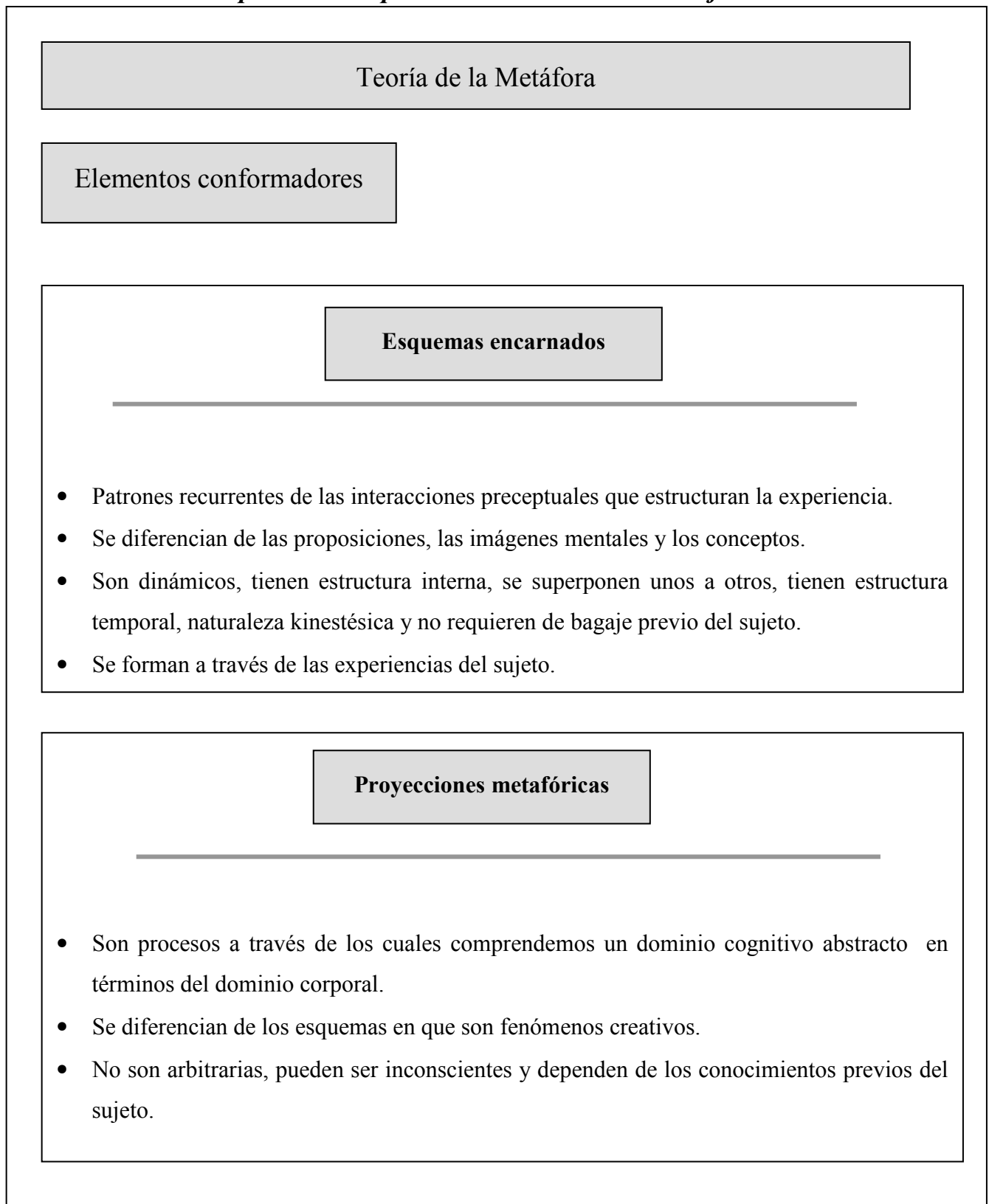


Figura 13. Mapa conceptual de los elementos conformadores de la Teoría de la Metáfora.

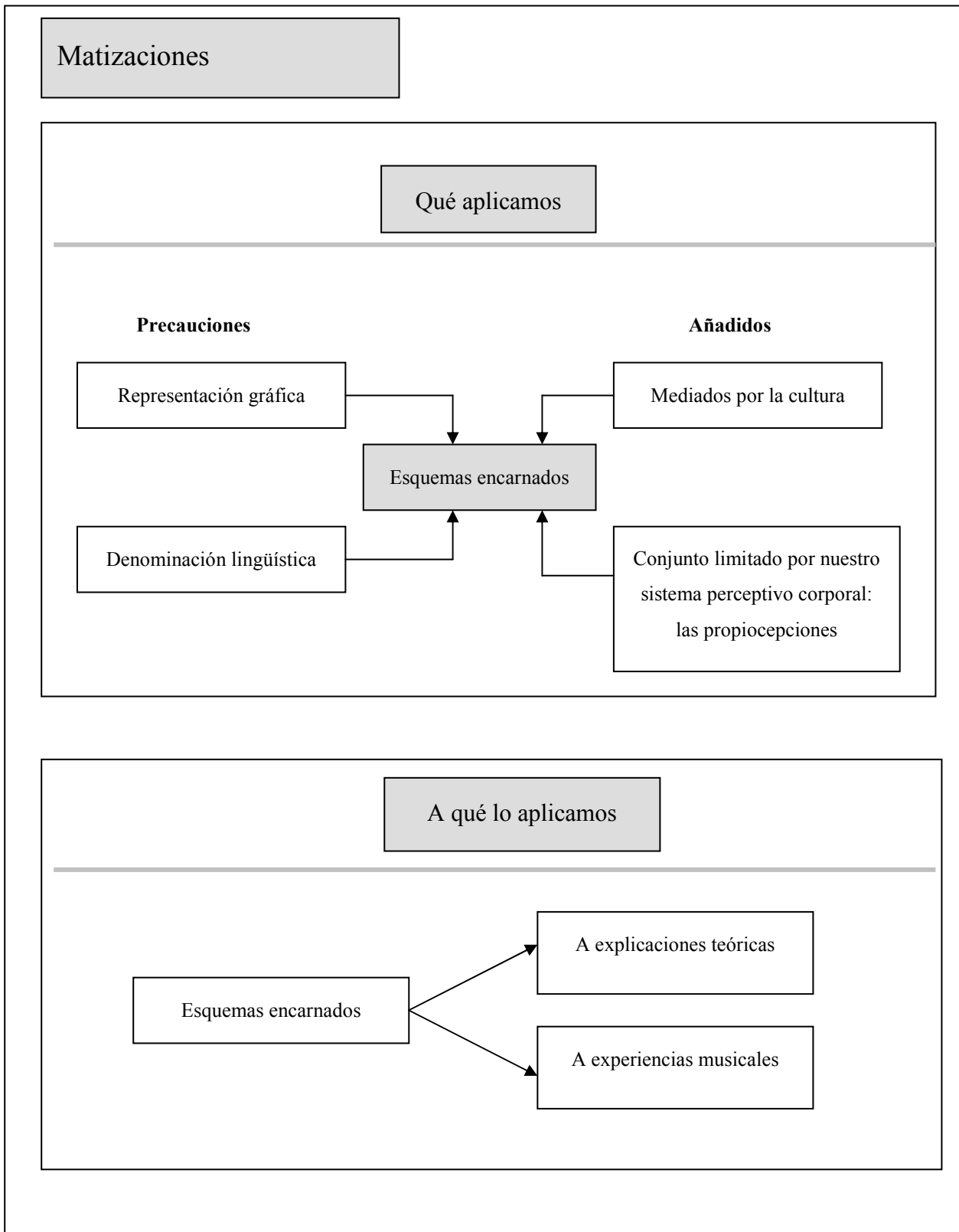


Figura 14. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: qué son y a qué se aplican.

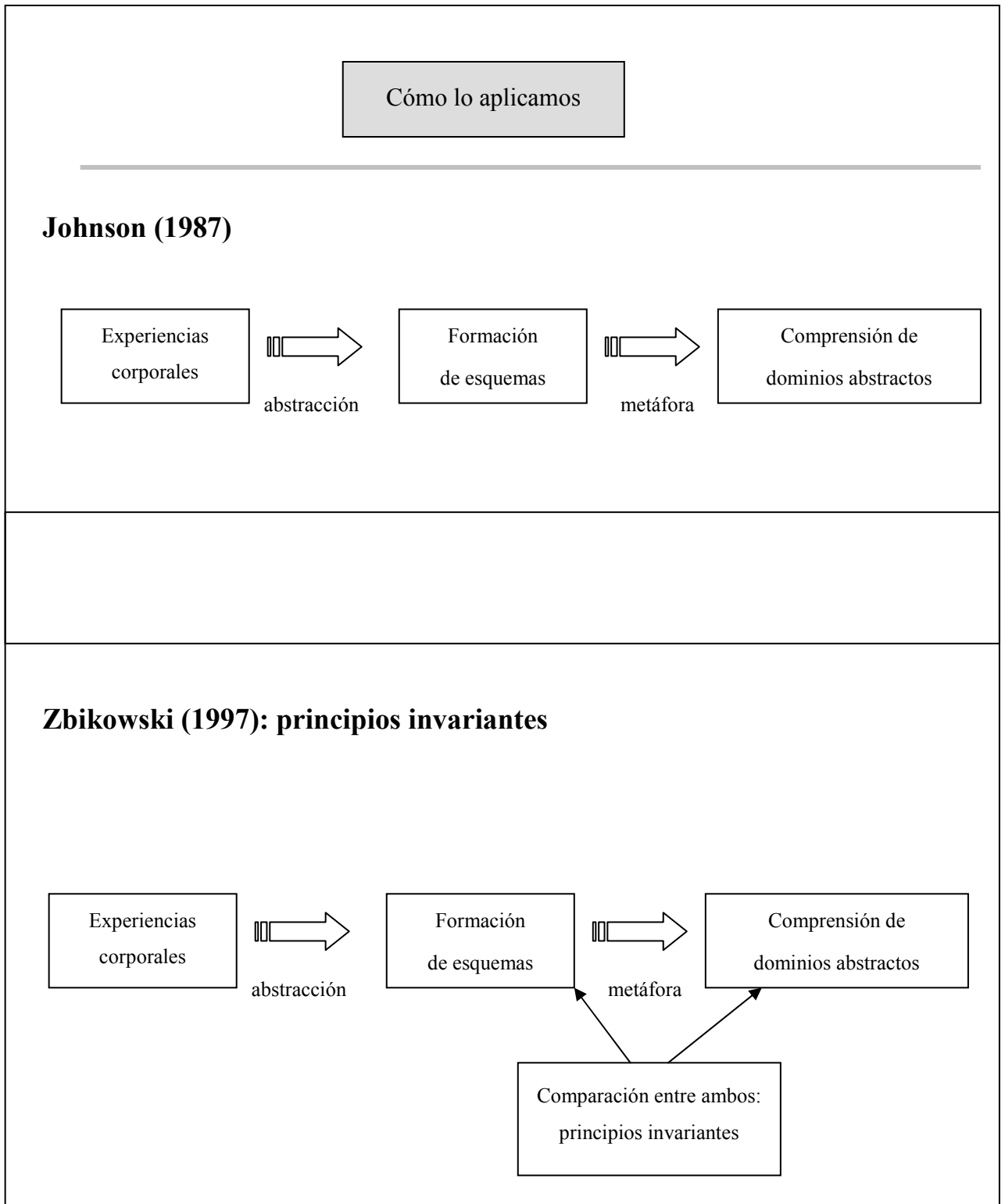
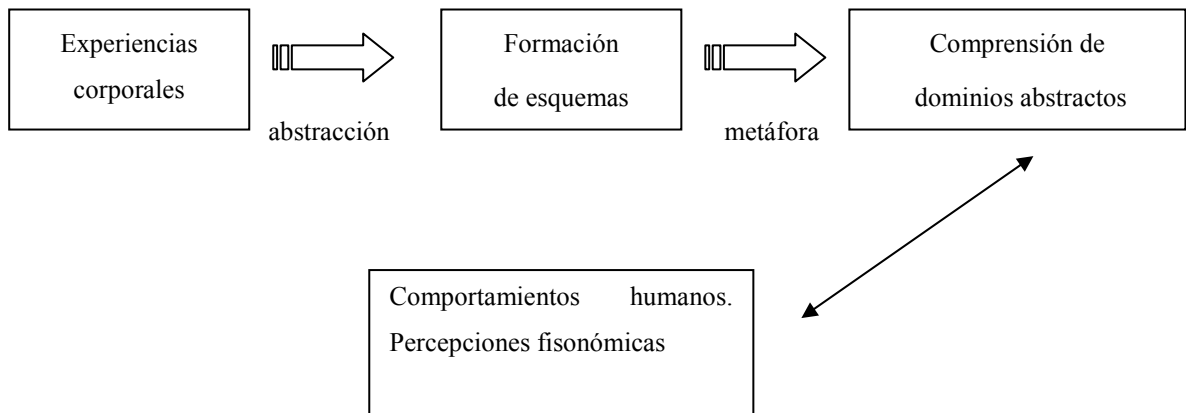


Figura 15. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: cómo se aplican (I).

Marconi (2001): percepciones fisonómicas



Cox (1999, 2003): hipótesis mimética

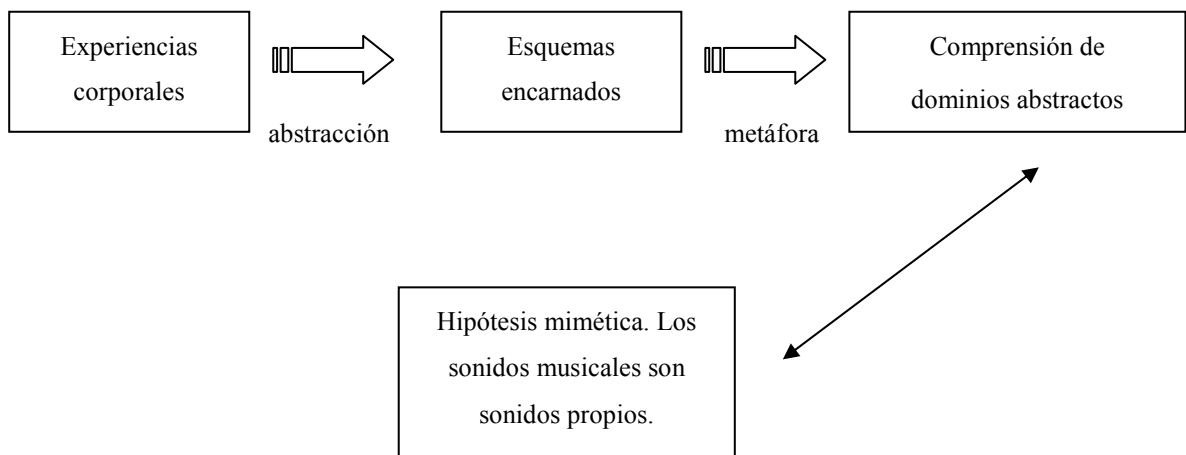


Figura 16. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: cómo se aplican (II).

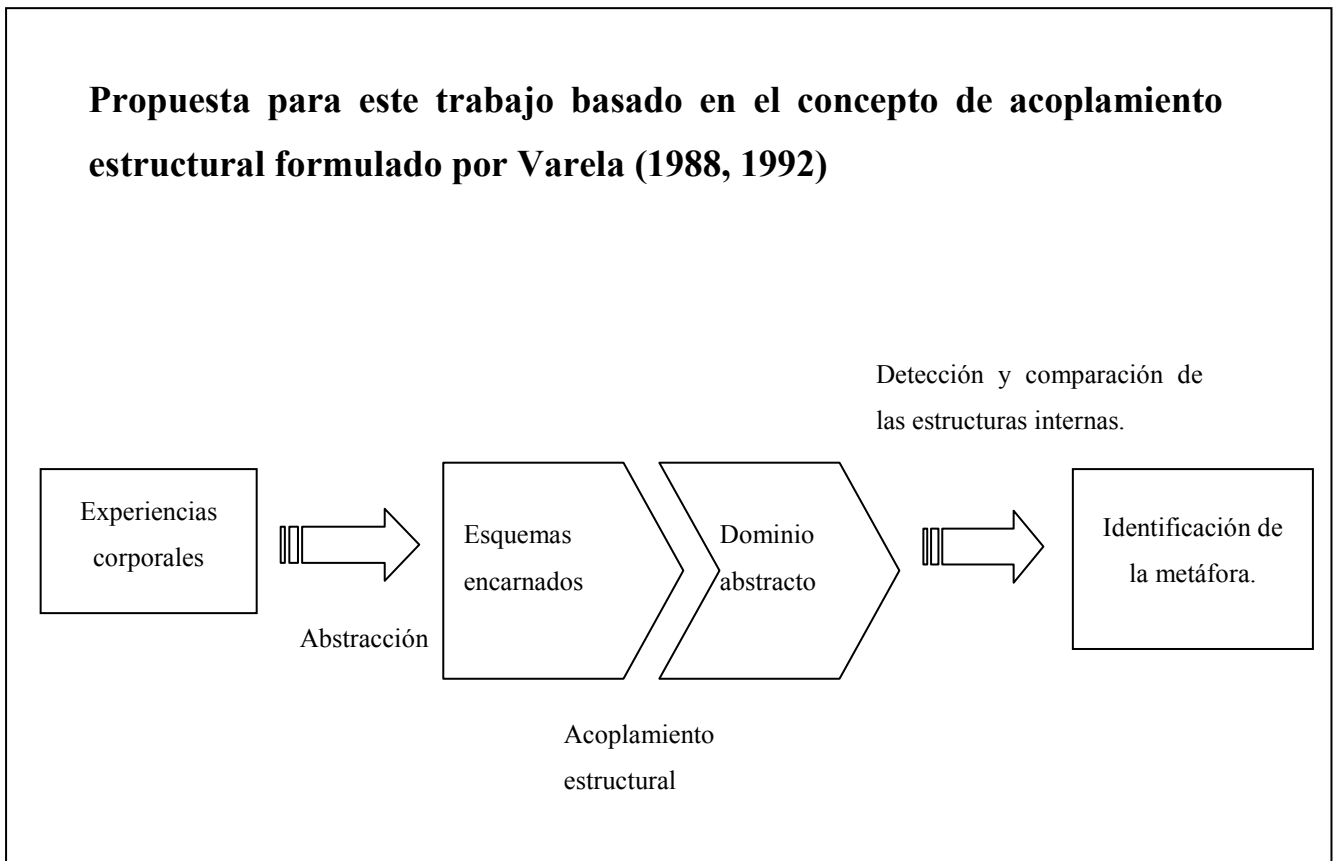


Figura 17. Mapa conceptual de la Teoría de la Metáfora. Propuesta de este trabajo.

3.2. Teoría Ecológica de la Percepción Visual de James Gibson

3.2.1. Introducción

La Teoría Ecológica de la Percepción Visual formulada por James Gibson (1966, 1979) supuso en su época un trabajo de referencia ya que transgredió todo principio clásico del funcionamiento de la percepción. Con ella, ya no se piensa que exista una realidad externa y que un sujeto capte la realidad con sus sentidos, sino que existe una codeterminación entre el sujeto perceptor y el objeto a percibir; no existe acto de percepción independiente del perceptor, y la percepción es un fenómeno activo que necesita de la acción de un sujeto.

Uno de los ejemplos más clásicos que se suelen utilizar para explicar esta teoría es que, para una hormiga, un árbol es una superficie que le sirve para trepar y para un humano un árbol puede ser una fuente de sombra, entre otras cosas. Por eso, la percepción no se puede separar del sujeto y la acción determina lo que percibimos (en el caso de la hormiga trepar y en el del humano cobijarse debajo).

La percepción ecológica se sustenta en dos conceptos fundamentales:

- Las *prestaciones*³⁹ [*affordances*] que son las acciones posibles que un sujeto puede realizar con un objeto o con el entorno y determinan el modo en que éste los percibe. Una prestación de un vaso es, por ejemplo, que permite contener líquidos en su interior.
- Las *invariantes* [*invariants*] que son las cualidades físicas inherentes de los objetos que permiten determinadas prestaciones al sujeto. Una invariante de un

³⁹ La traducción al castellano del término *affordance* por el de prestaciones fue propuesta por Rubén López-Cano (2004c), en su trabajo de tesis doctoral. LÓPEZ CANO, Rubén. (2004). *De la retórica a la ciencia cognitiva. Un estudio intersemiótico de los tonos humanos de José Marín (ca. 1618-1699)*. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid. Versión on-line: www.lopezcano.net.

vaso es poseer bordes no permeables. Por eso los líquidos permanecen en su interior.

El funcionamiento de la percepción según esta teoría se resume en las siguientes afirmaciones:

- No existe percepción independiente del sujeto.
- La percepción implica acción (virtual o real).
- No percibimos las cualidades inherentes de los objetos sino las prestaciones que nos ofrecen.

Explicaremos con más detenimiento estas ideas y otros conceptos importantes a tener en cuenta en esta teoría.

3.2.2. Las prestaciones [affordances]

A continuación trataremos de ofrecer una definición del concepto de prestación, uno de los pilares fundamentales de la Teoría Ecológica de la Percepción Visual.

3.2.2.1. Definición

Las prestaciones⁴⁰ son lo que el entorno “ofrece al animal, lo que le provee y suministra, para lo bueno y lo malo” (Gibson, 1979: 126). Según Gibson, cuando exploramos los objetos del entorno, somos capaces de percibir la colección de acciones que dichos objetos nos permiten realizar con ellos. Dichas acciones dependerán de las propiedades inherentes del objeto y de las capacidades particulares del sujeto, de tal manera que las

⁴⁰ Existe una polémica bastante acusada en la traducción del término *affordances* al castellano. Luca Marconi (2001), elige el término invitaciones, Volli (2000), Pelinski (2000) y Varela *et al.* (1992) el término “provisiones”, Umberto Eco (1999) conserva el término en inglés y Andy Clark (1999) utiliza el término “facilitación”.

acciones que permiten los objetos serán diferentes, no sólo para especies distintas, sino, en algunos casos, para sujetos diferentes.

Por ejemplo, las prestaciones que nos ofrece un lapicero son entre otras escribir y dibujar. Algunas personas que llevan el pelo largo utilizan los lapiceros para recogerse el pelo en una especie de moño. Esta prestación del lapicero solamente es posible para personas con pelo largo. Aquí vemos cómo en función de las posibilidades del objeto podemos encontrar determinadas prestaciones (un lapicero gracias a su forma permite recogerse el pelo pero no limpiar una ventana con él, por ejemplo) y cómo en función de las características del sujeto se identifican determinadas prestaciones.

3.2.2.2. Naturaleza de las prestaciones

Las prestaciones, según Gibson, tienen las siguientes características:

3.2.2.2.1. *Objetivismo vs. subjetivismo*

Según indica Gibson, las prestaciones, a diferencia de los valores y significados⁴¹, son en algún sentido objetivas, reales y físicas, aunque también subjetivas y dependientes del organismo. Se refiere a que las prestaciones, al ser acciones posibles, son aspectos observables, físicos y tangibles, a diferencia de otros conceptos “mentalistas”⁴² de la cognición. Sin embargo, pese a ser tangibles, son subjetivas en el sentido de que varían en función del contexto, del sujeto y del objeto, pero dicha objetividad no se refiere a la imposibilidad de cuantificación ni a su carácter interno, sino a que las prestaciones están determinadas por las cualidades del sujeto.

⁴¹ Los valores y significados son conceptos de naturaleza subjetiva, interna y mentalista.

⁴² Este concepto es el que Gibson utiliza para referirse a los aspectos internos y no observables de la realidad.

3.2.2.2.2. Dependencia de las acciones de otros sujetos

Como consecuencia del hecho de que vivimos en sociedad, además de las prestaciones que proporcionan los objetos y el entorno, las prestaciones más ricas y elaboradas son las que nos proporcionan los demás. Los demás sujetos, con sus acciones, nos permiten determinadas posibilidades a nosotros, tanto en nuestra relación con ellos como con los objetos.

De este punto se podría inferir un cierto aprendizaje sociocultural de las prestaciones aunque, desde la perspectiva de Gibson, dicho aprendizaje es más conductista que cultural, es decir, que se lleva a cabo más por ensayo error que por inferencia.

3.2.2.2.3. No arbitrariedad

Gibson se pregunta que si la percepción depende de las acciones del sujeto, cómo es posible que un sujeto no pueda percibir lo que quiera ante un objeto determinado. Una prestación, asegura Gibson, no se configura exclusivamente por la necesidad de un sujeto, “sino que un objeto ofrece lo que ofrece por lo que es” (Gibson, 1979: 139). En otras palabras, una prestación se constituye por las capacidades perceptivas de los sujetos, por sus necesidades de acción, pero también por las cualidades inherentes de los objetos⁴³. En función de estas cualidades inherentes, los sujetos podrán explorar sólo determinados aspectos, es decir, lo que los objetos les permiten. En la medida en que ciertas percepciones y necesidades de acción varían de sujeto a sujeto, la Teoría Ecológica de la Percepción de Gibson, admite que existe cierta subjetividad, aunque no arbitrariedad. La percepción, como señalábamos en el capítulo 1.1. con respecto a la metaforización que propone Johnson, no es un fenómeno arbitrario. Según afirma Windsor⁴⁴, es un fenómeno relacional que depende de la estructura del entorno y de la acción y percepción del organismo (Windsor, 2004: 183). Si retomamos el ejemplo

⁴³ Más adelante explicaremos el concepto de invariante, las propiedades inmanentes de los objetos, cualidades objetivas y fijas que ofrecen un número limitado de posibilidades a los organismos.

⁴⁴ Investigador inglés que aplica la Teoría Ecológica a la música acusmática. Estudiaremos su trabajo más adelante en el apartado 2.2.

anterior en el que anticipábamos las prestaciones de un lapicero, vemos que existe cierta subjetividad en función de las cualidades de cada sujeto. Sin embargo, las prestaciones no son arbitrarias. Un lapicero podría servir para remover un café (en personas no escrupulosas), pero no suele usarse para cortar el pan (debido a sus características físicas).

3.2.2.2.4. *Aprendizaje socio-cultural*

Las prestaciones se aprenden también socialmente. Aunque no tengamos una experiencia directa con los objetos, observando las conductas de los demás, podemos aprender determinadas prestaciones de los objetos. Las conductas empáticas nos permiten ponernos en la situación del otro y de esta manera aprender socialmente. Sin embargo, como hemos señalado con anterioridad, dicho aprendizaje socio-cultural en la obra de Gibson presenta connotaciones conductistas.

3.2.2.2.5. *Condicionamiento por las capacidades del sujeto*

Las limitaciones perceptuales y psicológicas predisponen a los organismos a explotar algunas de las propiedades del entorno en detrimento de otras, es decir, que pueden descubrir determinadas prestaciones pero pueden estar “ciegos” a otras. Una mesa de madera es una fuente de alimento para una termita, sin embargo no lo es para un ser humano. Las limitaciones en este caso físicas del humano (su incapacidad para masticar madera y digerir la celulosa) hacen que el humano encuentre otras prestaciones en este objeto.

3.2.2.2.6. *No existe percepción independiente de un sujeto*

Para Gibson una prestación señala hacia el entorno y hacia el observador. Esto indica que existe circularidad en la percepción entre ciertas cualidades del entorno y las capacidades del sujeto para interactuar y percibir algunas de esas cualidades. Pero esto no implica diferentes esferas, un dualismo psicológico, sino que indica que la

percepción de la información del entorno está condicionada por la información del observador⁴⁵. Gibson afirma que “percibir el mundo es percibirse a uno mismo” en relación con el entorno (Gibson, 1979: 141).

Otros autores han hecho matizaciones del término *prestaciones*. Por ejemplo Heft (1989) señala que las prestaciones son relativas a la cultura, y que están socialmente mediadas (Noble, 1981; Costall y Still, 1989; Heft, 1989). Windsor señala que las prestaciones son percibidas directamente, aún cuando parece que el sujeto hace elecciones entre diferentes interpretaciones de la misma información dependiente del contexto (Windsor, 2004: 181).

Hablaremos más adelante de las matizaciones que los autores que aplican la Teoría Ecológica a la música aportan al término.

3.2.3. Las invariantes

3.2.3.1. Definición

El concepto de invariante que propone Gibson es controvertido. En primer lugar porque para él designa dos aspectos muy diferentes de la realidad: las condiciones físicas de la tierra y la estructura de los objetos.

Gibson señala que en nuestro ecosistema, las condiciones meteorológicas, químicas, geológicas y físicas de la superficie de la tierra son necesarias para que la vida del animal sea posible. Estas condiciones, según especifica Gibson, son invariantes. El animal depende del entorno para vivir, pero el entorno no necesita al animal para ello. En este sentido, el entorno no es ambiguo, es invariante. Los objetos, por su parte, también poseen propiedades físicas inherentes. Gibson señala que la percepción de las prestaciones depende de las oportunidades o atributos de los objetos. Esto se debe a que éstos poseen propiedades inmanentes que nos informan de su uso y funciones. Para

⁴⁵ Esto denota la concepción de la percepción como un fenómeno activo codeterminante en el que no existe acto de percepción sin perceptor.

Gibson el hecho de que un objeto tenga filo permite la prestación de cortar. El filo de los objetos es una invariante ya que, sea cual sea el objeto (un cuchillo, unas tijeras, una piedra tallada), permite cortar (cortar es una de las prestaciones que ofrecen los objetos con filo).

3.2.3.2. Naturaleza de las invariantes

3.2.3.2.1. *Nos permiten percibir constancia en los objetos*

Las propiedades inherentes nos permiten percibir constancia en las prestaciones de los objetos. Dicha constancia se puede manifestar en objetos diferentes que ofrecen las mismas prestaciones (como en el caso de los objetos con filo). Sin embargo, dicha constancia también se puede percibir dentro de un mismo objeto. Por ejemplo cuando un coche se mueve, a pesar de cambiar su posición en el espacio, conserva su forma, tamaño, color, etc., de forma que lo percibimos como constante. También cuando nos acercamos o alejamos de un objeto, la imagen en la retina es constantemente cambiante. Gibson propone que aunque el movimiento del observador puede producir un flujo constante en la imagen retiniana, hay información en la retina que permanece constante o invariante con los movimientos del observador (por ejemplo la forma, la textura, el gradiente, etc.). Esto es posible porque, según Gibson, existen cualidades inherentes en la realidad externa, las cuales son constantes independientemente de nuestra acción. Como señalábamos anteriormente, también diferentes objetos que ofrecen las mismas prestaciones se perciben como constantes. Dos piedras, dos maderas, un encendedor, una cerilla poseen la constante de poder producir chispas que después, con la combustión del oxígeno, producen fuego.

3.2.3.2.2. *Facilitación de la percepción en las invariantes que se miden a través del cuerpo*

Según especifica Gibson, es más fácil percibir determinados rasgos invariantes de los objetos si se pueden experimentar desde el cuerpo. Con esto se refiere a que con las percepciones que implican movimiento corporal obtenemos, además de la información visual, información de nuestros cuerpos. Por ejemplo, cuando nos movemos en torno a un objeto, percibimos mejor las cualidades de dicho objeto que si el objeto se moviera

hacia nosotros. En el primer caso tenemos tanto de información visual, como de información de nuestro cuerpo. En cambio, en el segundo caso solo tenemos información visual. Gibson asegura que “una invariante variable que es conmensurable con el cuerpo del observador es más fácilmente captada que una no mensurable con el cuerpo” (Gibson, 1979: 143). Gibson argumenta que “la información de uno mismo y del entorno van juntas” (Gibson, 1979: 116). De hecho, una de las críticas que formula de las teorías clásicas de la visión es que no pueden explicar lo que ocurre cuando inclinamos la cabeza. Cuando lo hacemos el mundo no se inclina, sino que sigue estando “derecho”. Esto desecha toda teoría que argumente que el punto de partida de la visión es el input de información en la retina. Somos capaces de conservar un mundo más o menos estable porque lo que ocurre es que somos “conscientes de que arqueamos la cabeza”(…) “el cambio en la información de la retina es exactamente concomitante con los cambios en la información procedente de los músculos, articulaciones y el oído interno” (Gibson, 1979: 116). Imaginemos que estamos en el campo y vemos un avión. Nuestra cabeza girará para localizar la fuente sonora. La localización del avión la podemos hacer, además de por la información visual y auditiva que nos llega del avión, gracias a la información que nuestro propio cuerpo (en especial en este caso la cabeza) nos proporciona acerca de si el avión esta a izquierda o a derecha, y en un determinado ángulo de elevación.

3.2.4. Explicación del proceso perceptivo

3.2.4.1. Diferencias con los modelos de percepción tradicionales

3.2.4.1.1. El punto de partida de la percepción no es el estímulo

A diferencia de las teorías convencionales de la percepción, que consideran que el punto de partida en ésta es la estimulación de la luz en la retina, la Teoría Ecológica de la percepción sostiene que el punto de partida es el orden óptico, la estructura del propio entorno que Gibson denomina como espacio-temporal. Dicha estructura es la que proporciona al sujeto información de captación directa y está fuertemente ligada al concepto de invariante. Existe una estructura pre-dada de la realidad.

3.2.4.1.2. *La percepción no se puede explicar desde la física, es un fenómeno activo que depende del sujeto*

Las teorías tradicionales de la percepción visual utilizan el nivel explicativo de la física. Por el contrario, Gibson argumenta que los fotones o la bioquímica de los fotorreceptores no explican cómo se produce la percepción (Gibson, 1979: 1). Por eso aboga por una explicación ecológica en la que percibir supone una captación directa de las propiedades invariantes del orden visual.

A diferencia de la forma tradicional de percepción visual que se consideraba estática, Gibson concibe la percepción como acción. La estimulación en sí misma no nos guía a la percepción, los movimientos son necesarios para percibir. El organismo, ni reacciona a los estímulos, ni los interpreta, sino que descubre las prestaciones de los eventos y objetos a través de la captación de información del estímulo (Windsor, 2004: 183).

3.2.4.1.3. *La percepción no está mediada por inferencias ni representaciones mentales*

La concepción tradicional de visión argumenta que ésta ha de estar necesariamente mediada por el conocimiento, las inferencias⁴⁶ y las representaciones mentales. Si se consideran necesarias las representaciones tiene lugar un proceso computacional, en el que un determinado estímulo en la retina se corresponde con determinada representación mental, es decir, una imagen del objeto en la mente. Según la Teoría Ecológica de la Percepción Visual, la percepción no está mediada por representaciones mentales u otros procesos psicológicos o culturales, sino que se produce gracias a la obtención directa de las propiedades invariantes del orden visual, es decir, que el entorno tiene una estructura lista para ser captada por el sujeto, o lo que es lo mismo, los objetos tienen una serie de propiedades invariantes preparadas para ser captadas de forma directa.

⁴⁶ Es una operación de la mente a través de la cual se acepta que un nuevo símbolo represente un objeto en virtud de su relación con otros símbolos conocidos que representan a ese mismo objeto.

3.2.4.1.4. La percepción es un fenómeno circular o codeterminado entre el sujeto y el objeto

La percepción visual tradicional se explica como un proceso uni-direccional (**Figura 18**), donde se dan los siguientes pasos:

- 1.- La luz alcanza al sujeto y la refleja en nuestro ojo.
- 2.- Se forma una imagen de la persona en la retina.
- 3.- Se generan señales en los receptores de la retina.
- 4.- Se transmiten impulsos eléctricos en dirección al cerebro a través de los nervios.
- 5.- Los impulsos eléctricos alcanzan al cerebro y son procesados por éste.
- 6.- Percibimos el objeto.

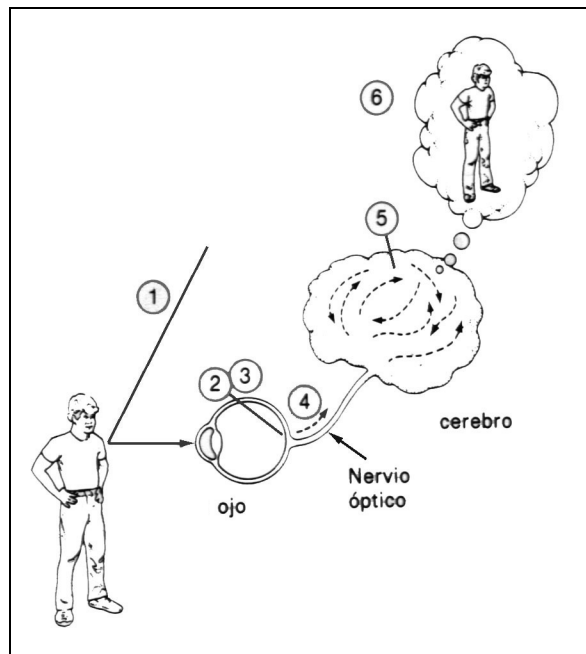


Figura 18. Modelo de visión tradicional.

Sin embargo, en la concepción ecológica, el sujeto y el entorno se definen mutuamente. No es posible la percepción sin sujeto que perciba, sin que éste sea activo.

3.2.4.2. El proceso perceptivo

3.2.4.2.1. *Percibir es explorar las prestaciones de los objetos*

Para Gibson, lo que percibimos cuando miramos un objeto “son sus prestaciones, no sus cualidades” (Gibson, 1979: 134). Cuando vemos un objeto, por ejemplo una silla, más que percibir el gradiente de luz, longitudes de onda, etc., lo que percibimos son sus prestaciones: esta silla me sirve para sentarme, para subirme encima y llegar a un armario muy alto, para colgar ropa sin que se arrugue en el respaldo, entre otras. Las prestaciones de un objeto no se perciben por inferencia. Al contrario, los bebés comienzan por percibir las prestaciones de los objetos para después abstraer la información de los rasgos de dicho objeto: forma, color, tamaño, material, etc. Un bebé comienza percibiendo que un chupete le sirve para calmar el hambre, para morder cuando le salen los dientes, para jugar, etc. Más adelante será capaz de abstraer sus rasgos percibiendo que es de un color determinado, tiene una forma determinada, una textura, etc.

3.2.4.2.2. *Percibir no es clasificar*

Percibir una prestación no es clasificar un objeto. Al contrario de lo que afirman las teorías clásicas de categorización, percibir las prestaciones de un objeto no implica clasificarlo, ya que por ejemplo una piedra, puede ser un arma, pero también un pisapapeles, un martillo⁴⁷, etc., son objetos que en principio se clasificarían en grupos muy diferentes. Gibson, de hecho, asegura que para percibir objetos, no es necesario que sepamos categorizarlos ni denominarlos. Cuando percibimos una mesa, no

⁴⁷ Podríamos considerar que las prestaciones permiten una categorización por su función, con las cualidades propias de un sujeto en un contexto determinado. En la actualidad numerosos trabajos se replantean el concepto de categorización. Así, por ejemplo Lakoff y Johnson (1999) buscan nuevas maneras de categorizar, entre las cuales, la categoría por el uso es una de ellas. Otros autores como Gardenfors (2000) y Rumelhart y Norman (1978) también se plantean el problema de la categorización.

percibimos sus cualidades más abstractas, sino lo que nos permite hacer con ella: sentarnos, comer, apoyar objetos, utilizarla como barrera para cerrar una puerta. Todas estas posibilidades no son criterios clasificatorios, sino algunas posibilidades que nos ofrece dicha mesa en función de las capacidades que tenga el sujeto que la percibe y las cualidades inherentes de la mesa: peso (en el caso de utilizarla como barrera), resistencia, etc.

3.2.4.2.3. *Se percibe de forma económica*

En el acto de percepción es imposible darse cuenta de todos los rasgos de los objetos. A esto se le denomina percepción económica. Las prestaciones son por tanto consecuencia de esta incapacidad de percibir todos los aspectos de los objetos. Estudiando las prestaciones podemos conocer cuáles de estos aspectos se perciben. Hay investigaciones que demuestran que en momentos de alarma los humanos vemos en blanco y negro. Esto es así para economizar la información. Cuando hemos de salvar un peligro los colores no son importantes, pero quizás sí las formas, los tamaños, el movimiento de los objetos, etc. Pondremos otro ejemplo: cuando escuchamos una obra musical, si estamos pendientes de percibir los instrumentos que están sonando en un determinado momento, quizá no seamos conscientes de la tonalidad, las modulaciones. Sin embargo, si queremos detectar la forma musical, la modulación será un rasgo pertinente a percibir⁴⁸.

3.2.4.2.4. *Percibir erróneamente da lugar a acciones erróneas*

Es posible que algunas de las informaciones no sean suficientemente intensas para que podamos percibirlas. Así ocurre con los experimentos llevados a cabo con bebés en los que a un precipicio se le coloca una superficie de cristal. El cristal no ofrece suficiente información al bebé para que perciba que éste tiene la prestación de comportarse como una superficie firme donde apoyarse, de tal forma que la información visual y la información táctil que percibe del cristal le hacen entrar en conflicto. El resultado es que los bebés evitan pisar la superficie.

⁴⁸ Ver Delalande (1989), quien propone una clasificación de tipos de escucha en función de las acciones que se privilegien en diferentes contextos.

3.2.4.3. Cómo se exploran las prestaciones. La acción

Como ya hemos señalado anteriormente, las prestaciones las constituyen las posibles acciones que un sujeto puede llevar a cabo con un objeto o con el entorno. Por tanto, las posibilidades están condicionadas por las cualidades inherentes del objeto o entorno (invariantes) y las posibles acciones que el organismo es capaz de explorar en función de este entorno (prestaciones).

La exploración de las prestaciones está en gran medida vinculada al movimiento, ya sea real o virtual. Es por eso que Gibson asegura que la visión es kinestésica⁴⁹, ya que además de la información visual externa (exteroceptiva) debe complementarse con información del sujeto (propioceptiva)⁵⁰. Gibson afirma que “la visión es kinestésica en cuanto a que registra movimientos del cuerpo tanto como registra movimientos del sistema articular y vestibular. La visión capta movimientos de todo el cuerpo relativos al suelo y al movimiento de los miembros en relación al todo” (Gibson, 1979: 183). Como señalábamos en el punto 2.1.3.2. de este capítulo, gracias a esta información corporal podemos percibir mejor. Para Gibson los “sistemas perceptuales son propioceptivos tanto como exteroceptivos” (Gibson, 1979: 115).

3.2.4.4. La percepción directa

La concepción tradicional de percepción (la llamada indirecta) es una forma de percepción mediada por las inferencias⁵¹, que son transformaciones de las representaciones mentales (Zhang, 2001). La diferencia entre la percepción directa⁵² e

⁴⁹ Según afirma Gibson, no hay que confundir el término visión kinestésica con retroalimentación visual. La retroalimentación visual es la que se produce como consecuencia del movimiento activo, sin embargo la kinestesia está presente con movimientos tanto reales como virtuales.

⁵⁰ Para un análisis más extenso de las propiocepciones en este autor ver Gibson (1979).

⁵¹ La percepción directa ha sido también estudiada por Michaelis y Carello (1981). Giordano (2002) también aborda cuestiones relacionadas a la percepción ecológica en la música.

indirecta⁵³ radica en que la percepción indirecta nos permite percibir objetos y eventos que no están inmediatamente especificados en la información del estímulo (Windsor, 2004), a diferencia de la directa que no necesita la mediación de las inferencias.

Gibson considera que la percepción visual es directa, es decir, que es una captación de las invariantes del entorno. Según este autor, no está mediada ni por la memoria, ni por inferencias. La percepción directa supone captar la estructura intrínseca del entorno, ya que la realidad pre-dada que propone Gibson está organizada y dispuesta a ser captada.

3.2.5. Matizaciones a la Teoría Ecológica de la Percepción Visual

3.2.5.1. Matizaciones teóricas

Antes de abordar cómo esta teoría ha sido aplicada a la música, ahondaremos sobre algunos aspectos que necesitamos matizar previamente al uso del concepto de *affordance* en nuestro trabajo.

3.2.5.1.1. La percepción ecológica como percepción directa

Este es uno de los aspectos básicos de la Teoría Ecológica. Lo que pretende Gibson con su afirmación es eludir uno de los problemas más importantes de las ciencias cognitivas de su época, el problema de las representaciones mentales. Afirmando que la percepción es directa, Gibson evita este problema y como consecuencia, referirse a cualquier proceso de inferencia.

La consideración de la percepción como un fenómeno directo implica la captación de las propiedades inherentes del entorno. Esto niega la existencia de cualquier proceso interpretativo, bien sea social o cognitivo, mediado por representaciones mentales, inferencias u otros factores psicológicos.

⁵³ La diferencia entre la percepción directa y la indirecta ha sido estudiada por numerosos autores (Gibson, 1979), (Reed, 1991), (Neisser, 1976), (Heft, 1989).

Sin embargo, consideramos que, si bien es posible la percepción más o menos inmediata, el aspecto cognitivo interpretativo no se puede obviar. Gibson considera que la percepción es ecológica en cuanto a que implica que los diferentes entornos y las diferentes capacidades de los sujetos condicionan la percepción. Así, en función de lo que el entorno ofrece y lo que el sujeto es capaz de “hacer” en ese entorno, éste percibe de una manera u otra. Sin embargo, son necesarias las interpretaciones (inferencias, representaciones, etc.) en el proceso perceptivo.

Percibir implica interpretar. Pondremos un ejemplo que clarifique esta idea. En la **Figura 19** vemos lo que se denomina ilusión óptica.



Figura 19. Ilusión óptica.

Cuando miramos este dibujo podemos ver dos imágenes diferentes. Una de ellas es la de una mujer joven que está casi girada de espaldas, con un collar al cuello. Otra de las posibilidades es ver una mujer mayor, con una gran nariz y barbilla prominente. El hecho de que veamos una u otra imagen se debe a nuestra capacidad para interpretar a la vez que percibimos. Cuando decidimos que la línea roja cerca de lo que representa el abrigo de la mujer es una boca (**Figura 20, izquierda**), justo encima nos aparece una nariz aguileña y la figura que percibimos es la de la mujer vieja. Sin embargo si decidimos que línea roja es un collar, lo que se encuentra inmediatamente por encima se ve como una barbilla, etc. (**Figura 20, derecha**).

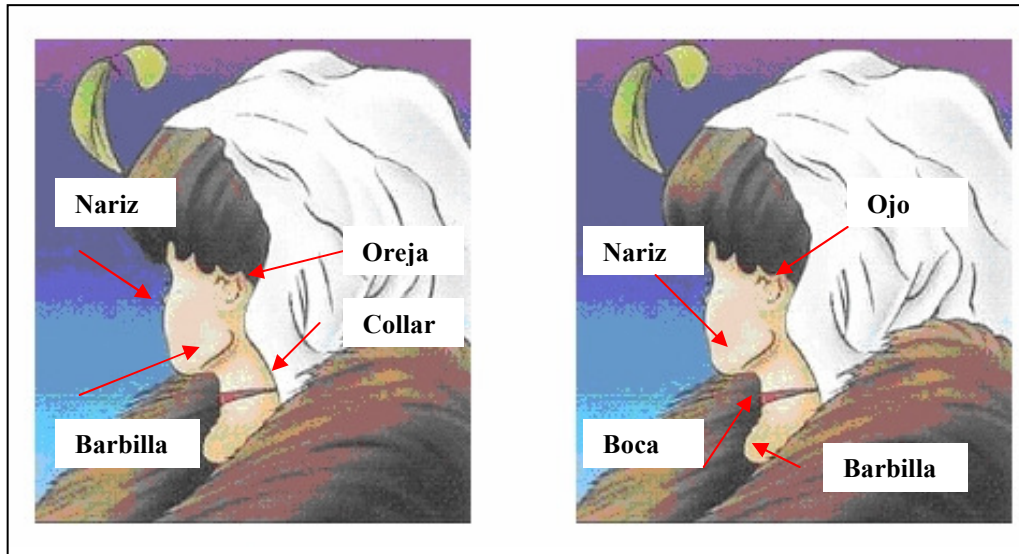


Figura 20. Señora joven y señora vieja.

3.2.5.1.2. *El concepto de invariante*

El concepto de invariante que propone Gibson supone que existen determinadas propiedades inherentes en los objetos que son independientes del perceptor. Siguiendo la filosofía de su teoría, no existe acto de percepción aislado del perceptor, por lo que si existieran determinados rasgos inherentes en los objetos, sólo podríamos hipotetizar sobre ellos, ya que la única forma de percibirlos es a través de nuestros actos perceptivos y, siendo así, ya están mediados por nuestra subjetividad. Es decir, que los objetos (aunque tuvieran propiedades inmanentes) sería imposible que fueran captados por nosotros. En el momento en que los captáramos estarían mediados por nuestra subjetividad.

Imaginemos que percibimos una pieza musical, por ejemplo cualquier obra de Mozart que responda a la forma sonata. Si consideramos que dicha obra tiene propiedades inherentes, es decir una estructura interna ternaria, con una exposición en la tónica, un desarrollo modulante hacia la dominante y una recapitulación que regresa a la tónica, estamos cayendo en la gran paradoja. Si la percepción no es posible sin sujeto, ¿cómo sabemos que esa estructura interna de la sonata forma parte de ella y no es una parte del conocimiento que posee un escucha occidental educado dentro de la tradición de la música occidental? Sin querer entrar en debates constructivistas, de hecho, ya que es

probable que exista dicha estructura en la sonata; sin embargo sólo podemos lanzar hipótesis sobre su existencia, ya que la única forma posible que tenemos de saber que existe es a través de nuestra percepción. No podemos desligar la estructura que percibimos en la música con nuestra percepción de la misma. Evidentemente, la música tendrá determinadas propiedades inherentes que desconocemos, pero estas propiedades nos permiten “hacer” determinadas cosas con la obra, por ejemplo encontrarle una estructura de sonata. Sin embargo, dicha estructura no está en la música, dicha estructura es inseparable de nuestra capacidad para percibirla. De hecho, un escucha no educado en un contexto occidentalizado, es posible que no perciba como pertinentes los elementos que en la música nos llevan a percibir dicha forma sonata.

Por lo tanto, el concepto de invariante, desde este punto de vista, es dependiente del concepto de prestación, por lo que consideramos que su existencia independiente no tiene sentido ya que en uno está incluido el otro.

3.2.5.2. Matizaciones de la aplicación a la música

3.2.5.2.1. Introducción

Las aplicaciones a la música de la Teoría Ecológica de la Percepción se han incrementado en los últimos años. Existe una gran variedad de enfoques y repertorios musicales a los que se aplican, pero sin duda, la música contemporánea es una de las más estudiadas desde esta perspectiva (véase Clarke, 2005; Windsor, 1995; Oliveira y Oliveira, 2003; Keller, 1999; Gaver, 1993a, 1993b).

Algunas de las cuestiones que se plantean en estos estudios tratan de aplicar los preceptos teóricos que propone Gibson a la música o a la percepción auditiva. Pese a que Gibson apenas se ocupó de la percepción auditiva, llegó a detectar aspectos importantes como el hecho de que los humanos, más que percibir sonidos como parámetros abstractos, percibimos frecuentemente las fuentes sonoras que los producen (Gibson, 1979). Por ejemplo, en lugar de percibir un sonido agudo, vibrante y timbrado, percibimos el sonido de una campanilla. A continuación proponemos diversas matizaciones de la aplicación de los principales conceptos del ecologismo a la música.

Gibson (1979) define la percepción de forma activa. El sujeto percibe los objetos gracias a su relación interactiva con ellos. Desde el punto de vista musical, este fenómeno activo supone un importante cambio en el estudio y análisis de determinadas piezas musicales: supone tener en cuenta al sujeto.

3.2.5.2.2. *Percepción directa vs. indirecta*

Gibson defiende que la percepción de los elementos del entorno tiene lugar de forma directa⁵⁴, es decir, no está mediada por representaciones mentales.

Clarke (2005) también defiende que la percepción musical es directa. Sin embargo Oliveira y Oliveira (2003) consideran que la percepción musical, en función del tipo de pieza, puede ser directa o indirecta. Señalan que la percepción de paisajes sonoros es directa en el sentido de que los sonidos que se utilizan, al ser conocidos, invitan a acciones concretas en función del contexto en el que se producen. Sin embargo, la música clásica de la tradición occidental, al estar fuertemente codificada, necesita de la interpretación para ser eficazmente significativa.

En esta tesis consideramos la necesidad de que la percepción esté mediada por representaciones mentales e interpretaciones. La música, además, por el hecho de desarrollarse en el tiempo, necesita representarse de alguna manera. Cuando reconocemos frases musicales que se repiten, modulaciones de materiales existentes, estamos necesariamente poniendo en relación aspectos que ya hemos escuchado con anterioridad con materiales que suenan en ese momento, de tal manera que es imposible no representar la música de alguna manera en la memoria; necesitamos almacenarla de algún modo. Sin embargo, determinados aspectos musicales los descargamos en el entorno, es decir, no tenemos que recordar todos los aspectos de una obra musical, sino sólo algunos que nos sirvan para reconocerla y operar cognitivamente con ella. Cuando escuchamos una obra de Mozart, a medida que lo hacemos inferimos aspectos del

⁵⁴ En el capítulo anterior ya vimos que, según Gibson, la percepción directa no está mediada por inferencias ni representaciones.

lenguaje musical de este autor. Cuando identificamos un estilo, frases musicales, repeticiones, modulaciones, forma, etc., quiere decir que estamos necesariamente realizando inferencias, que estamos representando la música de alguna manera.

3.2.5.2.3. Prestaciones

▪ Colección de acciones posibles

Las prestaciones se pueden definir como la colección de acciones posibles que un sujeto puede llevar a cabo ante un objeto en un determinado contexto.

Clarke (2005) sostiene que “percibir es entender y desencadenar un acto motor”. Percibir y no reconocer es no entender y por tanto no desencadenar el acto motor necesario o adecuado. En su análisis del “cuarteto en la menor op. 132 para cuerda” de Beethoven, Clarke propone algunas acciones posibles:

- Relación espacio-textura: Clarke supone que la textura se relaciona con el espacio en el sentido de que una textura poco densa y con octavaciones es percibida como proveniente de una misma fuente sonora, o al menos de fuentes sonoras que se encuentran ubicadas en el mismo lugar. Sin embargo, cuando los diferentes instrumentos están separados texturalmente, son claramente identificables, son percibidos como ocupantes de lugares muy diferentes del espacio.
- El ritmo generador de movimientos virtuales: el ritmo evoca la tasa y forma de movimiento, la dinámica el acercamiento y alejamiento, la altura la dirección y la articulación, el peso y la fuerza.
- Agente del movimiento: las entradas sucesivas suelen ser percibidas como agentes separados y diferentes. La linealidad de la melodía, sugiere la percepción del movimiento propio.

Propondremos (**ver apartado 3.2.6**) una clasificación de prestaciones basada en cierta medida en las ideas de Clarke.

Oliveira y Oliveira (2003) consideran que el acto está guiado por la percepción. Los oyentes tenemos un cuerpo que nos permite guiar nuestra percepción: una cabeza móvil, un cuerpo que nos transporta, etc. Lo que denominan puesta a punto del oyente [*Self-tuning*] es la organización del sujeto para “adaptarse mejor al sistema perceptual en función de la información adecuada” (Oliveira y Oliveira, 2003: 3). Una prestación auditiva puede ser descrita como un conjunto de posibilidades para actuar frente a un evento sonoro en un contexto determinado (Oliveira y Oliveira, 2003).

Windsor (1995) argumenta cómo los sonidos cotidianos utilizados en la música acusmática evocan gestos físicos. Así, por ejemplo, el sonido de un columpio evoca una gestualidad cíclica. Algunos sonidos descendentes pueden evocar gestos de caída. Cuando escuchamos un sonido, podemos interpretarlo como similar al que realiza un determinado instrumento, y la información acústica aporta además información acerca del material, de la forma de ejecución, de la fuerza, la velocidad, la energía (McAdams *et al.*, 2004). Windsor (1995), en su análisis de música acusmática, identifica prestaciones demasiado vinculadas a las fuentes sonoras. Señala cómo la música permite atender a determinadas partes de la pieza, permite discutir sobre ella, volverla a escuchar, etc. Son prestaciones demasiado vagas y ambiguas y las prestaciones que nos ofrece una obra musical pueden ser mucho más concretas.

López-Cano (2006) propone una clasificación de prestaciones en música pertenecientes a dos categorías diversas: prestaciones con actividad motora manifiesta y prestaciones con actividad motora encubierta⁵⁵.

- Prestaciones con actividad motora manifiesta: son aquellas acciones que producen un movimiento explícito. Incluyen varias subcategorías:

⁵⁵ La actividad motora encubierta queda definida por Godøy (2004) como “gestural imagery”. Con este término se refiere a la capacidad para imaginar gestos sin verlos o incluso sin llevarlos a cabo. Esto implica la creación de gestos tanto desde la vista como desde nuestro sistema interno del movimiento y del esfuerzo.

- Movimientos y posturas no musicales que acompañan determinados géneros, como por ejemplo los gestos utilizados por los cantantes de rap.
- Movimientos paramusicales que implican la sincronización o la imitación de algunos de los elementos musicales.
- Sincronización general básica: son los movimientos que se sincronizan con los elementos rítmicos de la música.
- Actividades kinéticas y posturales relativas a géneros: determinados géneros implican movimientos diferentes. Por ejemplo, los movimientos del rock duro son rectos y de arriba abajo, comparados con aquéllos del pop que son más suaves.
- Mimesis del ejecutante: imitación de la forma de tocar del intérprete.
- Ritualización y danza: gestos y movimientos predeterminados culturalmente.
- Actividad motora encubierta: son las acciones que no se llegan a ejecutar físicamente sino que se programan.
 - Imágenes motoras y estimulación motora:
 - De movimientos reales que normalmente están relacionados con la producción del sonido.
 - De movimientos imaginarios y fantásticos como en la música acusmática, donde, aunque la fuente trate de camuflarse, el oyente tiende a buscarla o imaginarla.
 - Extensión corporal: movimientos imposibles en espacios imposibles.
 - Somatización o empatía motora: la sensación de movimientos que la música causa en nuestros cuerpos.

- Esquemas encarnados⁵⁶.

Es necesario matizar algunos aspectos de los propuestos por López-Cano y su distinción entre actividad motora manifiesta y encubierta. Las actividades motoras encubiertas y manifiestas no presentan una separación clara. Toda acción (actividad manifiesta) va acompañada de una programación y una regulación del movimiento (actividades encubiertas). La actividad encubierta tiene lugar siempre y la manifiesta puede o no estar presente.

La consideración de las prestaciones como “colección” de acciones es muy acertada en dos sentidos:

- Supone un conjunto en el que caben acciones muy diversas que dependen de las cualidades del objeto musical y las capacidades del sujeto de percibir las.
- Supone un contenedor no jerárquico de acciones. Como señala Clarke, “los niveles no juegan ningún papel en el proceso perceptivo” (Clarke, 2005). Es decir, que no importa si lo que se percibe en un momento determinado es a un nivel muy microscópico (por ejemplo una disonancia) o macroscópico, como la forma o el estilo de una obra determinada, ya que a nivel perceptual son igualmente importantes.

El problema fundamental que surge tras considerar las prestaciones como acciones posibles es que esto resulta demasiado vago y parece que a priori todas las prestaciones son posibles. Además, no debemos olvidar que las prestaciones están condicionadas por las cualidades del sujeto y las propiedades del objeto.

⁵⁶ Los esquemas encarnados han sido ampliamente descritos en el capítulo 3.1. de esta tesis.

▪ **Percepción como consciencia**

Eric Clarke (2005) considera que percibir en música es ser consciente de forma continua del entorno y de su adaptación a él. Señala que la percepción del significado musical es la consciencia continua de dicho significado en el proceso de escucha. Hay que distinguirlo del significado musical que surge de reflexionar o pensar sobre música, que es muy diferente y que denomina significado conceptual. De esta manera Clarke diferencia el acto perceptivo del recuerdo⁵⁷.

El tema de la consciencia es controvertido y complicado. Es un tema de interés actual que queda patente por la organización de congresos en torno a él, como el celebrado en Manchester en julio de 2006. En Peñalba (en prensa b), se profundiza sobre dos tipos de consciencia necesarios en los procesos cognitivos musicales. Por un lado, la *consciencia primaria* se muestra como nuestra capacidad para ser conscientes del hecho musical. Por otro lado, la *consciencia de alto-orden* (Edelman, 1989), nos permite ser conscientes de que las actividades que llevamos a cabo las hacemos nosotros mismos. Ambos tipos de consciencia, estudiados clásicamente por separado, están considerados en dicho trabajo como parte de un continuo. Gibson argumenta que percibir el mundo es percibirnos a nosotros mismos. En este sentido, la consciencia del cuerpo es necesaria para percibir el entorno. En Peñalba (en prensa b) argumentamos que la forma en que los humanos son conscientes de sí mismos es a través de las propiocepciones⁵⁸.

En esta tesis doctoral abordamos también el tema de la consciencia. Las actividades motoras implican actos tanto conscientes como inconscientes. La programación y acción motoras se planifican de forma consciente (con todas las informaciones que llegan a la corteza cerebral) y de forma inconsciente, con aquéllas que van al cerebelo. Estas últimas se pueden volver conscientes con un esfuerzo atencional. Consideramos

⁵⁷ El mismo problema lo plantea la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras propuesta por O'Regan y Noë (2001a) que se centra fundamentalmente en diferenciar estos dos conceptos desde el punto de vista de la experiencia (ver capítulo 3.3.). Estos autores proponen el concepto de corporalidad para resolver el tema de la consciencia.

⁵⁸ Más adelante, en el capítulo 4 profundizaremos en el concepto de propiocepciones.

por supuesto que las prestaciones, es decir, aquellas acciones almacenables después en la experiencia del sujeto, han de ser necesariamente conscientes.

3.2.5.2.4. Las invariantes

Recordemos que, para Gibson, las invariantes son las propiedades inherentes de los objetos que delimitan las prestaciones posibles en los sujetos.

Clarke (2005) sostiene que en música las invariantes constituyen la estructura musical. La estructura de la música queda fijada por las partes que se relacionan por *similitud-diferencia*. Esto permite al escucha identificar si se trata del mismo material/parte/frase/estilo, o si se produce un contraste de materiales. Para Clarke existe una realidad pre-dada independiente del sujeto.

Oliveira y Oliveira (2003) señalan que en el sonido existen invariantes estructurales⁵⁹ que nos informan, entre otros, del contexto sonoro. Las diferentes informaciones son:

- El tipo de habitación en la que se produce el sonido: podemos identificar que sonidos tan dispares como un grito, un violín, un motor de coche, pasos y agua se producen dentro de una catedral por el tipo de resonancia. Dicha resonancia aporta ciertas invariantes comunes a todos estos sonidos que hace que identifiquemos el lugar en el que se producen.
- El tipo de medio de transmisión del sonido (teléfono, televisión). Dichos medios tienen filtros para determinadas frecuencias. Esto es invariante al tipo de sonido del que se trate, es decir que somos capaces de identificar si una voz o un sonido, es telefónico, radiofónico o natural debido a sus características físicas.

⁵⁹ Dicha estructura es diferente a la que se refiere Clarke. Clarke habla de estructura musical, formal y Oliveira y Oliveira de estructura interna del sonido.

- La fuente sonora. El timbre de una persona, un instrumento musical, el motor de nuestro coche es invariante porque lo percibimos siempre como el mismo en diferentes circunstancias.
- Invariantes transformacionales. El espectro no está fijo, va evolucionando. Por ejemplo, las fuentes sonoras en movimiento sufren el *efecto Doppler*, las ondas sonoras con el tiempo se atenúan, y los humanos somos capaces de percibir dichas leyes.

Las ideas que proponen Oliveira y Oliveira son muy interesantes. Es cierto que los humanos percibimos los sonidos de esta forma. Sin embargo estos aspectos del sonido ¿son invariantes?, es decir, ¿son propiedades inherentes al sonido o son prestaciones que el sonido proporciona?

Recordemos que las invariantes, según las define Gibson, son las propiedades inherentes sobre los objetos que permiten que determinados sujetos, con determinadas capacidades, las detecten. Ya hemos comentado nuestra opinión al respecto sobre las invariantes. No obstante, queremos hacer algunos comentarios de la aplicación del término al ámbito musical.

La tradición musical a lo largo de la historia ha concedido a la partitura todo el valor de la obra, en la que se encuentran todos los aspectos tanto estructurales, como identitarios, algo así como una estructura intrínseca a la música que se refleja en ella. Las invariantes que propone Clarke ¿dónde residen? Algunos de los aspectos en los que hace hincapié, como las similitudes y diferencias entre partes que se detectan en la percepción, solo pueden ser analizadas en términos de prestaciones. Lo mismo sucede con las invariantes que proponen Oliveira y Oliveira. Lo que proponen estos autores son prestaciones, capacidades que los sujetos tienen para detectar rasgos comunes en el sonido. La única forma posible que tenemos de conocer las invariantes es a través de nuestra propia percepción, de tal manera que solo podemos lanzar hipótesis acerca de la existencia de dichas invariantes, pero no podremos nunca conocer cuáles son, ya que siempre serán percibidas por un sujeto.

3.2.6. El concepto de prestaciones utilizado en este trabajo

El concepto de prestaciones que se contempla en este trabajo se define en los siguientes términos:

- Las prestaciones son la colección de acciones posibles para un sujeto en la escucha musical.
- Las prestaciones están mediadas por representaciones e inferencias. Sin embargo, no pretendemos retomar el viejo concepto de representación mental independiente del entorno, sino representaciones que interactúan con él.
- Las prestaciones no implican la existencia del concepto de invariante, ya que las invariantes dan por supuesto que existe un mundo independientemente del perceptor.
- Las acciones que implican las prestaciones han de ser conscientes para su almacenaje y futuro uso por parte del sujeto.
- Las prestaciones no son acciones motoras tan básicas como los esquemas encarnados, sino que pueden ser actividades complejas mediadas culturalmente.

Basándonos en cierto modo en las ideas de Clarke (2005), proponemos una clasificación de las prestaciones en los siguientes tipos:

- Según el agente. Se refieren a quién o qué realiza la acción:
 - Un sujeto.
 - Un objeto por acción de un sujeto.
 - Un objeto por acción de elementos externos (gravedad, viento, lluvia, etc.).
 - Un objeto auto-animado como una máquina o un robot.

- Según el tipo de movimiento:
 - Aspectos espaciales: dirección, localización, ubicación exacta, etc.
 - Aspectos temporales: corto-largo, lento-rápido, momento temporal, etc.
 - Aspectos de intensidad: amplio-reducido.
 - Aspectos de tipo: fricción, rotura, estiramiento, golpe, caída, salto, etc.

En el modelo que proponemos y su aplicación solamente vamos a considerar la clasificación de las prestaciones atendiendo al agente por su importancia propioceptiva.

3.2.7. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica de la percepción visual

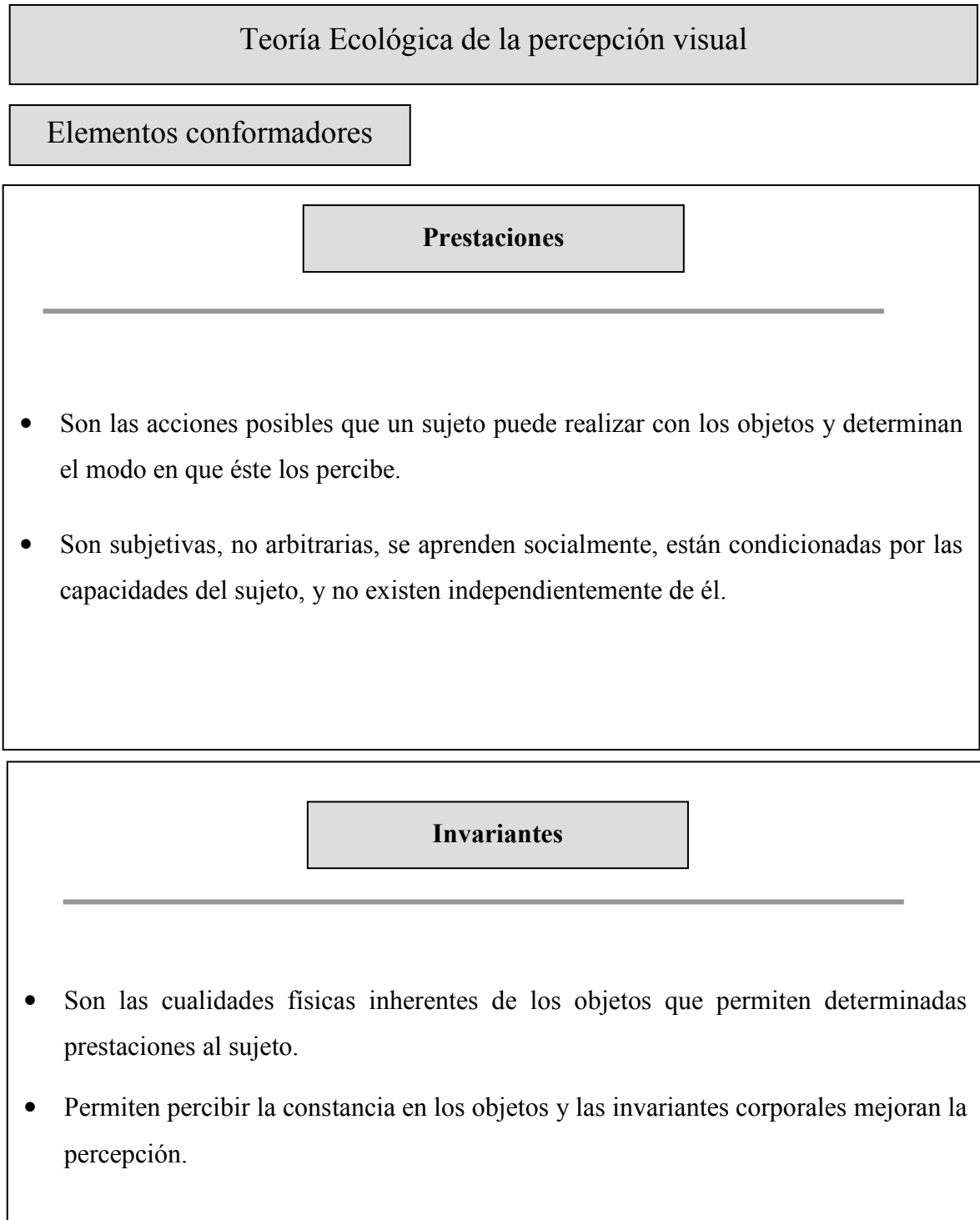


Figura 21. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: elementos conformadores.

Funcionamiento de la teoría

Diferencias con modelos tradicionales

- El punto de partida no es el estímulo
- La percepción es un fenómeno activo del sujeto
- La percepción no está mediada ni por inferencias ni por representaciones
- La percepción es un fenómeno circular codeterminado entre sujeto y objeto.

El proceso perceptivo

- Percibir es explorar las prestaciones de los objetos
- Percibir no es clasificar
- La percepción es económica
- Percibir erróneamente da lugar a acciones erróneas

Figura 22. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: funcionamiento de la teoría.

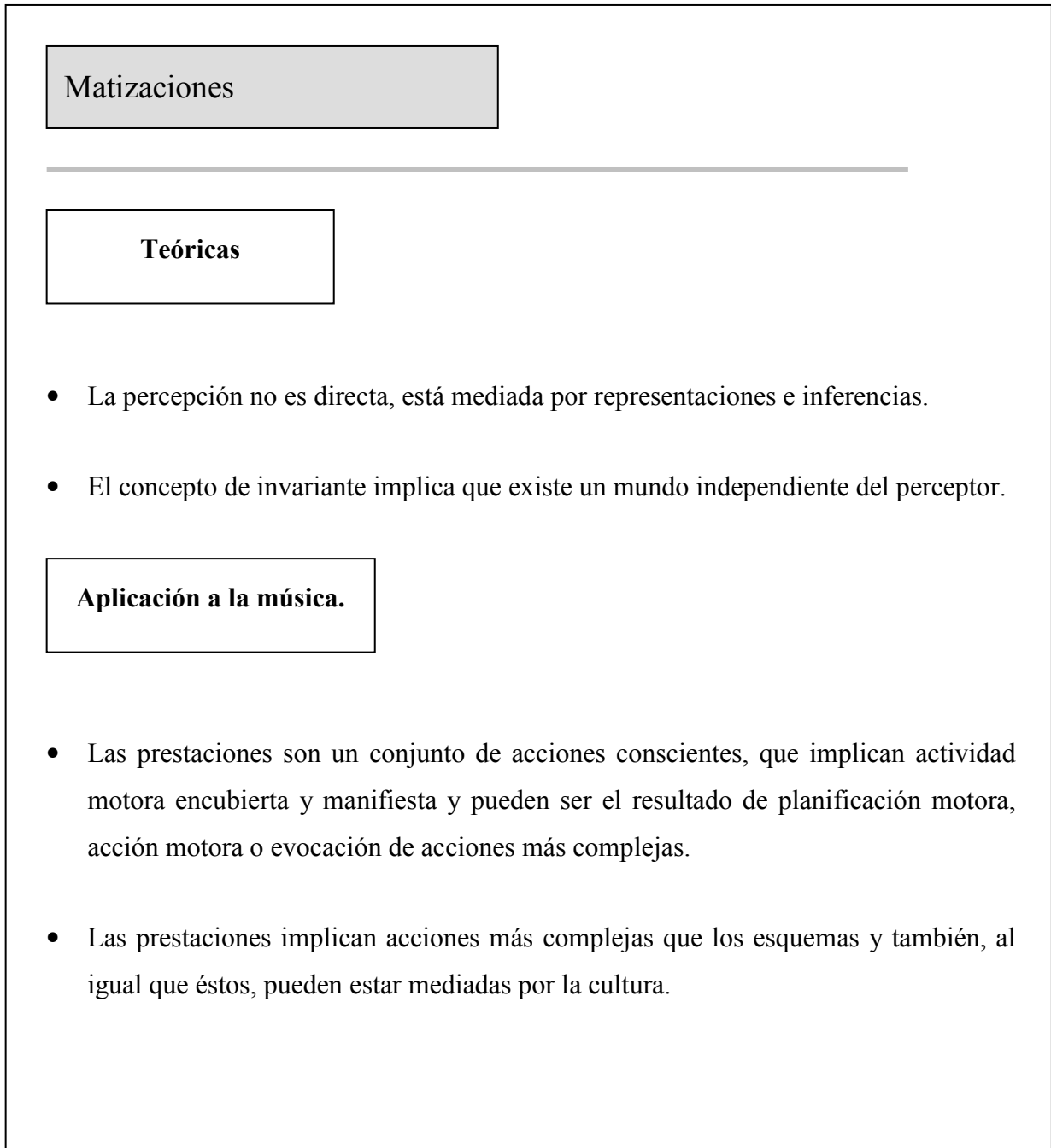


Figura 23. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: matizaciones.

3.3. Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras

3.3.1. Introducción

Una de las ideas fundamentales del cognitivismo clásico⁶⁰ (ver apartado 3.1.6.2) es defender que en algún lugar del cerebro existen representaciones del mundo exterior. Éstas, cuando se activan, nos permiten percibir un mundo coloreado, tridimensional y rico (O'Regan y Noë, 2001a). O'Regan y Noë señalan que existen “mapas corticales” en el cerebro, es decir, zonas neurofisiológicas específicas involucradas en la visión. Sin embargo, su existencia no explica cómo es posible que se produzca la percepción, la visión de los colores, la tridimensionalidad, etc.

La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras (TCS), desarrollada por Kevin O'Regan y Alva Noë, es el resultado de un trabajo interdisciplinar. Kevin O'Regan, cuya investigación se desarrolla fundamentalmente en el laboratorio de psicología experimental de la Universidad René Descartes en París, comenzó por interesarse acerca de los movimientos de los ojos en los procesos de lectura (O'Regan, 1979, 1980), para después estudiar la percepción visual independientemente de ésta (O'Regan, 1984, 1992, 1998; Ninio y O'Regan, 1996; Resnik, O'Regan y Clark, 1997). En el año 2000, junto con Alva Noë, filósofo vinculado a la Universidad de Berkeley (California), quien desarrolla su trabajo sobre la consciencia, formaron un grupo de trabajo para tratar de dar explicación a la consciencia del fenómeno de la percepción visual (Noë y O'Regan, 2000). Esto les llevó a la formulación de la TCS (O'Regan y Noë, 2001a, 2001b), que se está aplicando a diferentes aspectos de la percepción visual en la actualidad (O'Regan *et al.*, 2001), a la matemática (Philipona *et al.*, 2003, 2004) y a la filosofía (O'Regan *et al.*, 2004).

Como ya hemos señalado, Kevin O'Regan y Alva Noë proponen en un principio la TCS para explicar cómo es posible la consciencia en la percepción, es decir, qué

⁶⁰ Algunos aspectos relacionados con el cognitivismo clásico han sido desarrollados en el capítulo 3.1.

diferencia existe entre percibir un objeto y pensar en él, imaginarlo o recordarlo. Desarrollan un modelo de percepción muy novedoso.

Algunas de las teorías de la cognición corporal han tratado de explicar cómo funciona la circularidad entre el perceptor y el entorno (Gibson, 1979; Varela *et al.*, 1992), de tal forma que consideran que el entorno sólo se puede estudiar desde el punto de vista del sujeto. Esta idea resulta muy atractiva aunque plantea una importante cuestión. Si el entorno no se puede estudiar independientemente del sujeto, ¿cómo estudiar la percepción entonces? Gibson (1979) propone el concepto de prestaciones (**ver apartado 3.2**), que son las acciones, condicionadas por las posibilidades del sujeto y de las cualidades de los objetos, que los sujetos pueden ejecutar con dichos objetos. Varela *et al.* (1992) proponen el concepto de acoplamiento estructural (**ver apartado 3.1**), que hace referencia al “encaje” entre sujeto y entorno. Para estos autores, la cognición emerge de esta relación, pero ¿cómo estudiarla? Parece que desde estas dos perspectivas sólo podemos analizar las acciones visibles del sujeto para saber algo acerca de la cognición/percepción. La TCS puede constituir una vía operativa para el estudio de la percepción mediada por el sujeto y por el entorno.

3.3.2. La teoría

O'Regan *et al.* proponen una nueva visión de esta relación circular entre sujeto y entorno. Estos autores consideran que existe un entorno “real” que tiene determinadas características, pero además un sujeto que se mueve en ese entorno para causar impacto en él. La relación entre sujeto y entorno que proponen estos autores está regulada por leyes sensoriomotoras.

Esta teoría propone que un sujeto se mueve ante un estímulo sensorial para poder percibirlo. No se mueve al azar, sino que se mueve de una forma típica para la percepción de dicho estímulo. A la vez, es el propio estímulo el que le hace moverse, y la percepción del mismo se produce por la relación entre los movimientos del sujeto y

cómo va cambiando la información del estímulo. El sujeto, gracias a sus circuitos de retroalimentación, capta, a través de las propiocepciones⁶¹, los cambios sensoriales que produce su propio movimiento.

3.3.3. *Funcionamiento cognitivo*

La teoría de O'Regan y Noë afirma que la exploración del mundo está mediada por el conocimiento de lo que denominan “contingencias sensoriomotoras” (O'Regan y Noë, 2001a: 24). Las contingencias sensoriomotoras son “las estructuras de las leyes que gobiernan los cambios sensoriales producidos por varias acciones motoras” (O'Regan *et al*, 2001: 941). De la teoría de pueden inferir las siguientes ideas:

- Cuando existe acción en nuestro cuerpo, se producen determinados cambios en la información sensorial de entrada. Por ejemplo, si nos movemos alrededor de un jarrón observamos que, a medida que lo hacemos, se van produciendo determinados cambios en la información visual, cambia la sombra, el color, la forma, etc., si nos acercamos a él, el tamaño, etc.
- La información sensorial nos llega a través de los sentidos y la información del movimiento nos llega a través de las propiocepciones. Esta idea ya la anticipó James Gibson en su Teoría Ecológica de la Percepción Visual, en la que argumentaba que “la información de uno mismo y del entorno van juntas” (Gibson, 1979: 116)⁶².
- La relación entre los cambios en la información sensorial y los cambios en el cuerpo están sometidos a unas reglas. Sabemos que si un objeto tiene un cierto tamaño, a medida que nos acercamos a él, éste va ocupando más espacio en nuestra retina y si nos alejamos, menos.

⁶¹ Ya hemos anticipado que las propiocepciones constituyen la información aferente acerca de la postura corporal y la postura de los miembros de nuestro cuerpo, generada por los propioceptores, necesaria para el control del movimiento. El cuerpo hace un cálculo en tiempo real de la trayectoria, la fuerza, la velocidad y demás parámetros implicados en la consecución óptima de dicho movimiento.

⁶² Ver apartado 3.2.

- Dichas reglas se conforman precisamente por la relación entre el movimiento de nuestros cuerpos y el cambio en la información sensorial.
- La definición señala que las contingencias sensoriomotoras son la estructura de las reglas, es decir, estructuras “universales” que se abstraen de todas las experiencias. Existen patrones comunes a determinadas experiencias independientemente del tipo de modalidad perceptiva que utilicen que se abstraen formando estas leyes universales. Una estructura es la inversión⁶³; consiste en que cuando el sujeto avanza un paso hacia el objeto, habrá determinados cambios en la información sensorial que se relacionen con los cambios en el movimiento corporal del sujeto. Si el paso se invierte, habrá una nueva información sensorial diferente a la anterior en relación con un movimiento del cuerpo distinto, pero la información de partida antes del movimiento y la de llegada tras la inversión del paso serán iguales.
- Percibir es conocer dichas reglas, es decir, saber cómo nuestros movimientos se relacionan con los cambios en función de nuestra acción.
- Conocer las contingencias sensoriomotoras supone conocer las reglas. Conocer las reglas implica ser consciente de ellas, aunque es una consciencia que se refiere más a saber hacer que a saber explicar. Imaginemos un ave que vuela y un ingeniero aeronáutico que trata de explicar cómo se produce el vuelo. El ave es consciente de las leyes que gobiernan el ejercicio de volar, ya que es capaz de activar determinados movimientos necesarios para aprovechar el aire, para girar, para planear y optimizar la energía. El ave sabe volar, y es consciente, aunque no sepa explicar como el ingeniero qué le hace posible volar. Es una consciencia del saber hacer.

⁶³ Comunicación personal de Kevin O'Regan. Tutorías llevadas a cabo en París, Universidad René Descartes, laboratorio de psicología experimental de septiembre a noviembre de 2004.

3.3.4. Diferencias en las modalidades perceptivas

La primera cuestión que surge como consecuencia de la definición de contingencias sensoriomotoras es la siguiente: si hablamos de cambios en la información sensorial a medida que nos movemos, ¿cómo podemos distinguir entre una modalidad perceptiva y otra?, es decir, en qué es diferente oír, que ver, que tocar, etc. Las explicaciones del cognitivismo clásico señalan la existencia de diferentes zonas especializadas en el cerebro. Por ejemplo, los lóbulos temporales están encargados de la audición, el occipital de la visión, etc. Sin embargo, los daños cerebrales en estas zonas no indican necesariamente que el paciente pierda dichas capacidades, sino que gracias a la plasticidad cerebral, puede compensar sus carencias. Es decir que, pese a la especialización de algunas áreas cerebrales, el cerebro parece intervenir en conjunto en la mayor parte de los procesos mentales. Por eso la TCS busca ofrecer una explicación más satisfactoria al respecto.

Imaginemos que percibimos un gran foco de luz. La teoría dice que percibir consiste en detectar los cambios que se producen en la información sensorial cuando existen acciones corporales. Ante el foco de luz una de las acciones posibles para un ser humano es la de cerrar los ojos. Si lo hacemos, la información sensorial cambia drásticamente. Imaginemos ahora que escuchamos un sonido muy desagradable. Si cerramos los ojos, no existirá ninguna modificación en la información sensorial. Cerrar los ojos no tiene ningún impacto en la audición, en el gusto, etc. De esta manera, a través de la consciencia de nuestras acciones físicas, podemos identificar qué modalidad perceptiva estamos explorando: visión, audición, tacto, etc. O'Regan y Noë señalan que “las contingencias sensoriomotoras que gobiernan dominios sensoriomotores diferentes (visión, audición, olfato, etc.) están sujetas a diferentes propiedades (...), la estructura que gobierna la percepción en estas tres modalidades será diferente en cada una” (O'Regan y Noë, 2001a: 941). Por ejemplo la información visual sufre modificaciones al producirse movimientos oculares y la información auditiva por movimientos de cabeza.

3.3.5. Intermodalidades perceptivas

Parece que está claro cómo somos capaces de distinguir una modalidad perceptiva de otra. Sin embargo, ¿cómo somos capaces, en el caso de la visión, de distinguir entre ver rojo y ver verde? Myin *et al.* aseguran que “(el) espectro de luz reflejado de una superficie roja cambia de una forma específica, típica del rojo dependiendo de cómo se incline la superficie” (Myin y O’Regan, 2002: 34). Una forma de entender la idea de las contingencias sensoriomotoras del rojo, supone decir que ver rojo es percibir “la forma en la que las cosas rojas se comportan” cuando las probamos con nuestro aparato visual (Myin y O’Regan, 2002: 34). No es necesario experimentar cómo se comporta el rojo constantemente para percibir el rojo. El hecho de tener un bagaje previo en estas contingencias sensoriomotoras garantiza la percepción del rojo con el mínimo de acción.

3.3.6. Diferencias entre percepción e imaginación, memoria y pensamiento

Esta teoría sostiene, como ya hemos señalado al comienzo de este epígrafe, que la exploración del mundo está mediada por el conocimiento de lo que ellos denominan “contingencias sensoriomotoras”. Conocer qué reglas regulan los cambios en la información del entorno cuando nos movemos constituye la cognición. Percibir supone llevar a cabo ese ejercicio de maestría. Cuando vemos una superficie roja, concluimos que es roja porque sabemos que si inclináramos la superficie de una manera la luz reflejaría de determinada forma. No es necesario que lo hagamos, nuestro aprendizaje ya se ha encargado de retener cómo funcionan los fenómenos. Dominar el conocimiento es la cognición y su ejercicio la percepción. Ver un avión o pensar en ese mismo avión no es la misma experiencia. Ver un avión implica un gran nivel de *corporalidad* [*bodiliness*] en el sujeto y de *atracción* [*grabiness*] del entorno que permiten que la fenomenología de la experiencia sea diferente. A continuación explicamos la diferencia entre estos dos conceptos que introduce la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras:

3.3.6.1. Corporalidad [*Bodiliness*]

La corporalidad se define como el hecho de que “cuando se mueve el cuerpo, la información sensorial entrante cambia inmediatamente” (O’Regan *et al.*, 2004: 106). Imaginemos que vemos un jarrón. Si movemos nuestros ojos o nuestros cuerpos, la información sensorial cambia. Sin embargo, si pensamos o imaginamos un jarrón, la información sensorial no cambia aunque nos movamos. Es decir, que la corporalidad es la cantidad de información corporal que acompaña a la sensorial, la cual nos permite tener una sensación de percepción en curso, que acontece. Dicha corporalidad no está presente cuando imaginamos, recordamos, o pensamos en el objeto. De ahí que gracias a esa corporalidad podamos diferenciar entre estas actividades. Si no tuviéramos corporalidad “el acceso a la información en el mundo no sería diferente del acceso a la información almacenada en la memoria del observador” (Myin y O’Regan, 2002: 43).

3.3.6.2. Captación [*Grabiness*]

Para O’Regan *et al.* la captación es “la capacidad (del entorno) para causar respuestas de orientación automáticas”. También se refieren a ella como “el hecho de que la estimulación sensorial puede captar tu atención de lo que estuvieses haciendo previamente” (O’Regan *et al.*, 2004: 106). Cuando observamos un paisaje, si de repente aparece en nuestro campo visual un perro, la cantidad de energía sensorial que se produce como consecuencia de la entrada en escena del perro capta nuestra atención y como consecuencia nuestros ojos se moverían en dirección al perro. La *captación* se produce por el hecho de que un “cambio brusco provocaría que los detectores motores locales (...) se localizaran hacia la orientación del cambio” (O’Regan *et al.*, 2004: 106). Si estamos en un ambiente con un ruido constante y suave, un ruido brusco causado por una fuente sonora a nuestra derecha hará que giremos la cabeza hacia ese punto. O imaginemos que estamos mirando la pantalla en negro de un ordenador. Si de repente apareciera una luz amarilla, nuestros ojos se moverían hacia esa luz de forma automática.

Estos dos conceptos implican las siguientes consecuencias:

- Que la *corporalidad* y la *captación* son “físicamente mensurables”, se pueden medir y analizar (O’Regan *et al.*, 2004: 107).
- Determinan en qué medida la información sensorial se “siente”, se percibe, si están presentes corporalidad y captación, o si la información es imaginada, pensada o recordada si están ausentes, o menos presentes, estos dos aspectos.
- Suponen la necesidad de que exista información sensorial que capte nuestra atención para que respondamos motoramente, es decir, la percepción requiere un entorno y un organismo que reaccione corporalmente a él.
- Nos permiten diferenciar entre la percepción y otras actividades más mentales.

3.3.7. La consciencia

El problema de la consciencia fenoménica reside en explicar cómo procesos físicos (comportamentales, neurológicos o computacionales) pueden producir experiencia (O’Regan *et al.*, 2004: 103). Algunos autores han señalado que la consciencia fenomenológica no puede ser explicada desde el punto de vista funcional neuronal o de procesamiento de la información (Block, 1995; Chalmers, 1996, cf. O’Regan *et al.*, 2004). O’Regan *et al.* sin embargo argumentan que dos personas podrían tener los mismos procesos físicos, pero en cada una la experiencia subjetiva sería diferente (O’Regan *et al.*, 2004: 103). Levine (1983) ha denominado *explanatory gap*⁶⁴ a la dificultad explicativa del fenómeno de la consciencia. Según el criterio de O’Regan *et al.* este “hueco explicativo” se produce por una forma de pensar la consciencia que

⁶⁴ Este concepto se traduce literalmente como “hueco explicativo” y hace referencia a la dificultad para explicar cómo fenómenos neurofisiológicos son capaces de producir experiencia.

plantea tres obstáculos de los que hemos anticipado algunos detalles en este trabajo: el por qué de la continuidad de la experiencia, el carácter cualitativo de la experiencia y las diversas modalidades perceptivas.

3.3.7.1. La continuidad de la experiencia

Cuando miramos el mundo tenemos la impresión de que es un panorama rico y continuamente presente que se despliega ante nosotros. Esta continuidad se debe, “no a la representación del mundo externo en nuestra cabeza, sino, al contrario, a la sabiduría que tenemos de las diferentes cosas que podemos hacer con nuestros ojos y los efectos sensoriales que resultarían de dichas acciones” (O’Regan *et al.*, 2004: 105). Aunque en nuestra percepción solamente una parte está disponible, sin embargo seguimos teniendo esa sensación de continuidad. Esta idea de continuidad de la experiencia es lo que permite llevar a cabo lo que O’Regan *et al.* denominan con el término *cambio ciego* [*change blindness*]. Los experimentos de *cambio ciego* consisten en presentar al sujeto una imagen en la que algo muy evidente va a cambiar, sin embargo, si cuando se introduce el cambio a la vez se hace un corte de la imagen o se introduce un flash o una mancha, los cambios son imperceptibles. En la **Figura 24**, vemos imágenes de un coche. Cuando el cambio se produce, las manchas que podemos observar en la imagen del medio captan nuestra atención y por eso somos incapaces de ver que la línea discontinua se convierte en continua⁶⁵. La explicación a esto reside en el concepto de captación. La captación, como se explicó en el punto anterior, consiste en que cuando existen cambios bruscos en el entorno, nuestros movimientos se orientan hacia donde se produce este cambio brusco. Cuando en dicho paisaje ocurre un flash como distractor, nuestros ojos se centran en el flash, de tal manera que son incapaces de centrarse en el objeto que cambia. Los experimentos en los que el cambio se produce bruscamente, sin insertar ningún corte o ningún flash, son percibidos perfectamente.

⁶⁵ Para una animación completa ver la página web: <http://nivea.psych.univ-paris5.fr/>

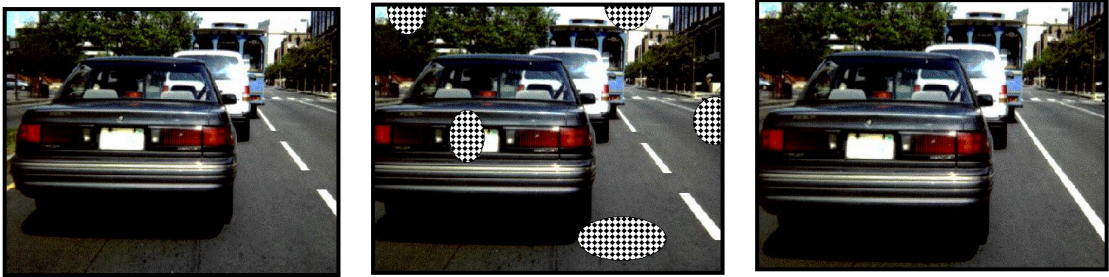


Figura 24. Animación de cambio ciego con manchas.

Otro fenómeno es el que ocurre con cambios muy graduales. En este caso los cambios no son percibidos porque no existe apenas captación en el estímulo para ser percibido. En la **Figura 25** vemos imágenes de una animación en la que el color del suelo del carrusel cambia de rosado a azul, de forma tan lenta que es imperceptible. En estas dos imágenes vemos solo el resultado, por lo que el proceso es significativo, pero si lo vemos en tiempo real, no somos capaces de percibir ningún cambio, a no ser que conozcamos de antemano aquello que va a cambiar.



Figura 25. Animación de cambio ciego lento.

Para O'Regan *et al.* la consciencia del entorno no viene dada por la capacidad para representar en nuestras mentes el entorno, sino por la sabiduría de manejar las contingencias sensoriomotoras. Es decir, por la sabiduría de las cosas que podemos hacer y las consecuencias que ello tendría (O'Regan *et al.*, 2004). Ante la pregunta que se formulaban estos autores acerca de por qué tenemos la impresión de continuidad en la experiencia, proponen como solución que la sensación no está generada en el cerebro sino que “la ejercitación activa de una habilidad (...) no está producida o secretada por una actividad cerebral, sino que reside en la acción activa” (O'Regan *et al.*, 2004: 111)

3.3.7.2. El carácter cualitativo de la experiencia

La diferencia entre percibir y pensar, recordar o imaginar es que, a diferencia de percibir, las otras actividades no tienen cualidad fenoménica. Los fenómenos mentales tienen una “sensación” diferente a la asociada a la percepción. Gracias a los conceptos de *corporalidad* y *captación*, se puede explicar la naturaleza fenoménica de la percepción. Podemos concluir por tanto que la percepción y la cognición juegan con cantidades diferentes de corporalidad, es decir, consciencia corporal, y captación, o lo que es lo mismo, consciencia sensorial.

3.3.7.3. Modalidades perceptivas

Como hemos señalado anteriormente, somos capaces de hacer diferencias entre las diversas modalidades perceptivas debido a que nuestra respuesta motora a cada una de ellas es diferente. Son interesantes las matizaciones que la TCS incluye al respecto. Ante un estímulo determinado podríamos movernos arbitrariamente, la cuestión es que determinados movimientos (arbitrarios) no tendrían ninguna consecuencia en la información entrante. Si cerramos los ojos ante un sonido, la información auditiva no cambia en absoluto. Como ya mencionamos con anterioridad, debido a esta percepción de nuestro propio movimiento diferenciamos qué modalidad perceptiva estamos explorando.

Estos tres aspectos implican la consciencia de nuestros cuerpos. Así, O'Regan *et al.* defienden que si la percepción se produce de este modo, en el momento en que exista percepción, existirá consciencia⁶⁶.

3.3.8. Las contingencias sensoriomotoras

Las contingencias sensoriomotoras, como ya hemos señalado anteriormente, se configuran por la relación que existe entre nuestro movimiento corporal y los cambios sensoriales que se producen en la información sensorial.

¿Qué implicaciones tiene el movimiento en la percepción? Imaginemos que jugamos a adivinar qué objetos nos colocan en la mano. Si nos colocan una botella en la mano, la información disponible en cuanto a temperatura, peso, etc., es insuficiente para percibir el objeto (podemos dudar entre un vaso, un jarrón, etc.). Sin embargo, si deslizamos nuestra mano hacia arriba, ésta se cierra más ya que llegamos al cuello de la botella, si bajamos la mano, ésta notará el papel de la etiqueta (McKay, 1967). Lo mismo sucede con la información visual. Nuestra mirada no está fija, sino que los ojos se mueven para explorar los objetos. Si vemos una botella, la información sensorial cambia al mover los ojos. Si los movemos hacia arriba percibimos la típica información sensorial de cuándo los objetos se estrechan por llegar al cuello de la botella (O'Regan y Noë, 2001a: 945).

O'Regan y Noë señalan que, a diferencia de otras propuestas, las contingencias sensoriomotoras han de hacer hincapié en dos tipos fundamentales de contingencias:

- Unas relacionadas con el aparato visual.
- Otras relacionadas con las que los objetos proporcionan.

⁶⁶ Matizaremos más adelante esta idea.

3.3.9. El mundo como memoria externa

Ver consiste en el hecho de que uno “sabe que puede, con el movimiento adecuado de los ojos, el cuerpo o el objeto, conseguir causar cambios que provean información acerca del objeto” (O’Regan y Noë, 2001b: 97). Sin embargo, para la eficacia de almacenamiento y cálculo del cerebro, es una gran ventaja no tener que guardar los contenidos del campo visual al completo, sino utilizar el entorno mismo como memoria (O’Regan y Noë, 2001b: 97). Esto explica cómo, cuando en el entorno se produce un cambio por grande que sea, como vimos en los ejemplos de cambio ciego, de no estar atendiendo a dicho cambio, no podríamos percibirlo. Es cierto que algunos cambios son tan bruscos que captan nuestra atención y nos permiten orientar la mirada hacia ellos (gracias al fenómeno de *captación*), pero en otras ocasiones nos resultan imperceptibles.

Esta idea de memoria externa está muy relacionada con la idea que proponen David Chalmers y Andy Clark de mente extendida. La corriente denominada como “externalismo”⁶⁷ considera que el entorno funciona a modo de descarga de información para facilitar algunas tareas al sujeto. Chalmers y Clark consideran que el entorno actúa “como parte del proceso cognitivo” (Clark y Chalmers, 1998: xx).

A diferencia del externalismo, las ideas que sugiere la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras no proponen que en el entorno existan “estados mentales”, como sugieren Clark y Chalmers, sino que en el entorno se “descarga” información, es decir, que utilizamos el entorno mismo como memoria (O’Regan y Noë, 2001b: 97). Por ejemplo, cuando observamos a una persona no hace falta que nos fijemos en todos los detalles de la misma. Si esa persona usa gafas, no necesitamos fijarnos en el color, la forma, el tamaño de sus gafas, ya que si cuando la observamos la información es necesaria, sabemos que podemos acceder a ella porque el entorno está presente en nuestra percepción.

⁶⁷ La idea central de la tesis externalista considera que la mente se puede extender al entorno.

3.3.10. Matizaciones con respecto a la teoría

3.3.10.1. El problema de la consciencia.

La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras fue propuesta como una solución para resolver algunos de los problemas surgidos para explicar la fenomenología de la percepción, es decir, cómo explicar la separación que existe entre los fenómenos neurofisiológicos y la percepción como fenómeno propiamente dicho. Para O'Regan y Noë, existen tres problemas imposibles de solucionar desde el punto de vista de la percepción visual clásica que, sin embargo, se solucionan a través de la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras. En efecto, cómo explicar la sensación de percibir todo de la realidad cuando vemos sólo una parte de ella, poder explicar las diferentes modalidades perceptivas, o explicar la cualidad de la experiencia, son aspectos que desde las teorías tradicionales de la percepción no se resuelven.

La primera de las cuestiones es cómo explicar la continuidad de la experiencia, cómo es posible percibir un mundo continuo, pese a que sabemos que solamente percibimos pequeñas parcelas del mismo. O'Regan *et al.* (2001a) argumentan que la sensación de percibir todo es posible gracias al ejercicio de las contingencias sensoriomotoras. Percibimos un mundo completo porque cualquier objeto del mismo que queramos explorar lo podemos hacer a través del ejercicio de las contingencias.

La segunda cuestión que detectan O'Regan *et al.* es la referida al carácter cualitativo de la experiencia, Estos autores se plantean cómo podemos distinguir entre actividades perceptivas y recuerdos. Argumentan que percibir conlleva una corporalidad, mientras que el pensar sobre un objeto o el recordarlo no implican ninguna corporalidad. Es fácil comprobar que en actividades perceptivas la corporalidad y la captación están constantemente operando. En actividades como el recuerdo y la imaginación la corporalidad es diferente (al menos no existe movimiento real) y la captación es inexistente.

La tercera cuestión que plantean estos autores es el de diferenciación de modalidades perceptivas. En efecto, podemos diferenciar el ver del oír porque nuestros movimientos

producen modificaciones diferentes en la información sensorial. Uno de los ejemplos más significativos, que ya hemos anticipado en este capítulo, es el de un foco de luz que nos deslumbra. Señalamos anteriormente que si cerramos los ojos la información sensorial cambiaría drásticamente. Sin embargo, cerrar los ojos ante un ruido fuerte no tiene ningún impacto en la información sensorial. En estos actos perceptivos somos conscientes de nuestros movimientos y cómo éstos tienen consecuencias o no en la información sensorial.

Según estos autores, la consciencia es necesaria en los tres casos. Sin embargo, se nos plantean algunas preguntas importantes al respecto:

- Si la consciencia no opera en la imaginación o el pensamiento de objetos, ¿cómo es posible que tenga lugar?
- Si la consciencia de nuestros cuerpos opera en la distinción de diversas modalidades sonoras, ¿qué ocurre cuando los movimientos necesarios para su discriminación son nulos o muy leves?

El tema de la consciencia es muy amplio y por esta razón lo abordaremos con relación a las propiocepciones en el capítulo 4 de este trabajo. Consideramos en esta tesis que la consciencia del cuerpo es necesaria para la percepción de los estímulos sensoriales. Necesitamos saber cómo y cuánto nos movemos para comprender cómo nos llegan los estímulos. Sin embargo, no estamos de acuerdo con estos autores en que las actividades de recuerdo o imaginación no impliquen movimiento o consciencia. Argumentamos que el tipo de movimiento que requiere este tipo de actividades es movimiento virtual en lugar de movimiento explícito. El movimiento virtual es aquél que se programa a nivel motor pero no se ejecuta a través de los efectores motores. Defendemos en este trabajo que “ver el color rojo” supone ejercitar las contingencias sensoriomotoras propias de dicho color e “imaginar el color rojo” supone simular el ejercicio de dichas contingencias. De esta forma, la consciencia de nuestras acciones virtuales es necesaria para lograrlo. Más adelante propondremos dos tipos de consciencia: la consciencia de los movimientos intencionales y la autoconsciencia (**ver apartado 4.2.2**).

3.3.10.2. Implicaciones con respecto a la percepción

3.3.10.2.1. *El movimiento como parte fundamental*

La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras plantea que percibir es detectar los cambios que se producen en la información sensorial cuando movemos nuestros cuerpos. La primera pregunta que surge tras esta afirmación es: ¿existe percepción sin movimiento? En el caso de la percepción visual, la respuesta debería ser que no es posible percibir sin moverse, ya que sin movimiento no se producirían cambios significativos en los estímulos de entrada y como consecuencia no se produciría percepción. Sin embargo, O'Regan y Noë consideran que la visión sin movimientos oculares es posible como excepción. Somos capaces de percibir tanto algunos colores como objetos muy familiares sin necesidad de movimientos oculares. Algunos experimentos presentan imágenes en un ordenador a diferentes sujetos. Éstos, cuando mueven sus ojos, hacen desaparecer de la pantalla dichas imágenes. Los sujetos confesaban sentirse muy irritados con este hecho. Otros experimentos corroboran que los sujetos tienen muchas dificultades para percibir sin mover los ojos (Schlingensiefen *et al.*, 1986; Atkinson *et al.*, 1977; Potter, 1976; Thorpe *et al.*, 1996; Nazir y O'Regan, 1990). La visión sin movimiento es posible cuando los objetos que estamos percibiendo son familiares, y la exploración de muy poca información sensorial nos permite interpretar el objeto gracias a que hacemos uso de nuestras representaciones mentales. Imaginemos que con los ojos cerrados alguien nos coloca un ladrillo en la palma de la mano. Con la información referente al peso, a la temperatura, al tamaño, no podríamos adivinar de qué objeto se trata a no ser que moviéramos nuestra mano. Sin embargo, si el objeto fuera muy familiar, por ejemplo una barra de pan, solamente por el peso y la textura podríamos ser capaces de identificarlo. En el caso de la visión, está claro que existen numerosos movimientos oculares que en efecto producen cambios en la información de entrada. Sin embargo, ¿qué ocurre con otro tipo de información sensorial?

3.3.10.2.2. *La exploración táctil*

La información táctil se explora con movimientos de las manos. Una esponja se percibe blanda, no por las propiedades del objeto, sino porque nos permite ejercer presión sobre

ella. Una superficie se percibe rugosa cuando la palma de la mano que la recorre encuentra determinadas irregularidades en el camino, etc.

3.3.10.2.3. *La exploración auditiva*

Como ya mencionamos, para explicar cómo somos capaces de diferenciar entre las modalidades se requiere del conocimiento de habilidades motoras. Como en el caso de la visión existe percepción sin movimiento, parece que lo más común es que se necesite acción para percibir de forma satisfactoria. Hemos visto algunos movimientos vinculados con la percepción visual y táctil, pero con respecto a la percepción auditiva son menores los datos que aportan estos autores en sus escritos. O'Regan y Noë sólo señalan como acciones físicas relacionadas con la audición el giro de cabeza. Si giramos la cabeza ante un estímulo auditivo, la información cambia sustancialmente, y de hecho la información estereofónica nos permite ubicar en el espacio las fuentes productoras de sonido. Si nos tapamos los oídos, la información sensorial también cambia, se atenúa. Sin embargo, parece que no existen muchas más acciones corporales que modifiquen la información sensorial auditiva. No vamos moviéndonos para percibir sonidos, y a pesar de eso percibimos.

En este trabajo consideramos que la percepción sin movimiento es posible gracias a un tipo de contingencias sensoriomotoras que implican movimiento virtual y no necesariamente explícito. En el caso de la percepción auditiva no necesitamos llevar a cabo movimientos de forma constante para percibir una melodía o el sonido de un clarinete; llevamos a cabo en su mayor parte movimientos virtuales⁶⁸. Esta afirmación parece errónea a simple vista porque hemos argumentado con anterioridad que los movimientos virtuales están implicados en las actividades del tipo imaginar o recordar. ¿Cómo somos capaces entonces de saber si estamos percibiendo o imaginando? Esto es posible debido a que en ocasiones intercalamos los movimientos virtuales con movimientos manifiestos, de tal manera que observamos que éstos nos permiten

⁶⁸ No en todos los casos podemos movernos virtualmente para seguir la música. Las melodías cantábiles o los ritmos lo permiten, pero la polifonía o las melodías no cantábiles son más difíciles de simular.

cambiar los estímulos de entrada (por ejemplo, un simple movimiento de cabeza nos da información acerca de la ubicación de la fuente sonora y así nos aclara que la experiencia que estamos tendiendo es perceptiva y no imaginada).

3.3.10.3. Las contingencias sensoriomotoras

El concepto de contingencias sensoriomotoras plantea algunos problemas. Recordemos la definición de contingencias sensoriomotoras que proponen O'Regan *et al.*, quienes consideran que son “las estructuras de las leyes que gobiernan los cambios sensoriales producidos por varias acciones motoras” (O'Regan *et al.*, 2001: 941). Con respecto a ella cabría reflexionar sobre los siguientes aspectos:

3.3.10.3.1. *Cómo estudiar la relación*

Esta definición implica que un acto motor desencadena un cambio sensorial. La información sensorial nos llega a través de los sentidos y la información de movimiento a través de las propiocepciones. ¿Cómo podemos estudiar esta relación? Parece que explorar un objeto es saber cómo se comporta la información sensorial en cada momento de la exploración. ¿Es un análisis en tiempo real de dicha relación? Esto se plantea como un aspecto difícil de estudiar, lo que sí parece necesario es analizar el comportamiento propioceptivo unido al estímulo sonoro-musical.

3.3.10.3.2. *Cuál es su naturaleza*

Percibir es explorar dichas leyes sensoriomotoras. Sin embargo ¿son universales dichas leyes?, ¿son comunes a todas las modalidades perceptivas? Sería muy interesante conocer más acerca de ellas. Philipona *et al.* (2004) tratan de formular desde un punto de vista matemático (en concreto con geometría euclidiana) las leyes sensoriomotoras referentes al espacio. O'Regan señala que cuando exploramos el cuello de una botella, los cambios en la información táctil que sentimos de la parte estrecha de la misma

siguen las mismas leyes que los cambios en la información de entrada al mover los ojos hacia el cuello de la botella⁶⁹.

¿Qué supone conocer las leyes? Conocer las leyes supone prever cómo cambiaría un estímulo sensorial si nos moviéramos de determinada manera. Imaginemos que observamos una superficie de color rojo. Una vez fijados los puntos de luz de la sala y la distancia de nuestros ojos al objeto, podemos conocer cómo se comportaría esa superficie si la inclináramos ligeramente. La luz se reflejaría de la manera típica en que reflejan las superficies rojas. Pero este conocimiento de las leyes, ¿de qué naturaleza es? ¿corporal?, ¿sensorial? La diferencia entre cognición y percepción es que la cognición implica conocimiento de las leyes sensoriomotoras y la percepción implica su ejercicio. Conocer las leyes sensoriomotoras significa ser consciente de cómo ha de ser la acción para que se produzcan cambios en la información sensorial. Como señalan O'Regan *et al.*, las estructuras que gobiernan las contingencias sensoriomotoras son abstracciones de dichas relaciones entre los estímulos sensoriales y el feedback motor. Por su parte, las contingencias sensoriomotoras son de dos tipos: sensorial y corporal. Las sensoriales se detectan gracias a los sentidos y las corporales gracias a las propiocepciones. Ya hemos señalado a lo largo de este trabajo que las propiocepciones son el conjunto de información sobre nuestro propio cuerpo. Las propiocepciones funcionan en tiempo real, de tal manera que detectan pequeñas variaciones de movimiento que, en el caso de la percepción, van asociadas con pequeñas variaciones de la información sensorial.

Existen pues dos tipos de contingencias que sin embargo están en relación desde el punto de vista del cuerpo humano, ¿cómo se relacionan estos dos tipos de contingencias cuya naturaleza parece tan diferente en una y en otra? La naturaleza de ambas es distinta porque las primeras utilizan información luminosa, acústica, etc. y las segundas información propioceptiva.

⁶⁹ Comunicación personal con Kevin O'Regan. Tutorías llevadas a cabo en París, Universidad René Descartes, laboratorio de psicología experimental de septiembre a noviembre de 2004.

3.3.10.3.3. *Memoria externa*

El concepto de *memoria externa* que proponen *O'Regan y Noë* difiere de la corriente externalista. *O'Regan et al.* sostienen que el entorno sirve para no tener que recordar cada detalle del mismo cuando lo percibimos. Como la percepción implica que tenemos que tener el objeto a nuestro alcance, podemos recurrir a él para explorarlo. De hecho, al mirar una habitación, mientras la estamos percibiendo somos incapaces de ver todo lo que hay en ella. Si se produjera un cambio significativo en alguno de los objetos de la habitación seríamos en ese momento capaces de percibirlo porque éste llamaría nuestra atención. Sin embargo, a pesar de que tenemos la sensación de estar viendo todo, por lo general nos perdemos una gran parte de los objetos y si un cambio sutil surgiera en alguno de ellos (o un cambio no sutil pero en un rasgo no pertinente del objeto), no lo percibiríamos.

No obstante, el hecho de que exista un entorno que puede cambiar de una forma particular para que el sujeto no lo perciba supone en cierta manera que existe un entorno independiente del perceptor. Este problema surgía ya en la idea de percepción que proponía Gibson (1979) con su idea de invariantes del entorno (**ver apartado 3.2.3**). La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras plantea el mismo problema, ya que considera que es posible que en el entorno existan determinados rasgos que el perceptor no puede observar. Las contingencias sensoriomotoras sin embargo deberían conciliar esa idea de que sin la acción del sujeto no existe percepción y por lo tanto la única forma posible que tenemos de conocer el entorno es a través de la percepción de un sujeto.

3.3.11. *La Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras en nuestro modelo*

La teoría plantea cuestiones muy interesantes desde el punto de vista de la relación entre la motricidad y los estímulos sensoriales. Su argumento principal propone que percibir supone la consciencia de nuestros cambios corporales y cómo estos cambios modifican de alguna manera los estímulos sensoriales y viceversa: cómo un cambio sensorial nos lleva a movernos hacia él. En el modelo que propondremos más adelante se estudiará la

interpretación de un instrumento musical. En la interpretación de un instrumento el sujeto es el que lleva a cabo una serie de movimientos con su cuerpo para producir determinadas modificaciones a nivel sonoro-musical. Esto difiere ligeramente de la teoría, ya que en un acto perceptivo el sujeto con sus movimientos no produce la luz o el sonido, sino solamente modifica su percepción. En el caso de la interpretación, los movimientos producen el sonido. Sin embargo, a otro nivel consideramos que la teoría puede ser válida para explicar la relación contingente entre los movimientos y el sonido. Estudiaremos tres tipos de instrumentos musicales. Los instrumentos acústicos entablan una relación directa entre los movimientos y el sonido, de tal forma que cuando dicha relación se ve truncada el sujeto es capaz de compensar sus movimientos de forma casi automática. Con respecto a los instrumentos alternativos se llevará a cabo el análisis de un ejemplo de danza interactiva en el que se observa muy bien cómo en ocasiones el intérprete baila cuando los sonidos que escucha le llevan a producir determinadas acciones y en otras modifica el sonido a través de sus movimientos. Para explicar dicho fenómeno utilizaremos los conceptos de *captación* y *corporalidad* de la TCS. Así pues, extrapolamos el modelo al funcionamiento de un instrumento musical. Las leyes sensoriomotoras son las leyes que gobiernan el funcionamiento del instrumento y dichas leyes se forman por la estrecha relación entre sonido y movimiento corporal.

Los conceptos de la TCS utilizados por el modelo son:

- *Corporalidad y captación*: estos dos conceptos explican la relación entre sonido y movimiento en la interpretación de instrumentos acústicos. La corporalidad explica cómo cierto tipo de movimientos produce un tipo determinado de sonidos y la captación explica cómo determinados sonidos nos llevan a producir determinado tipo de movimientos.

- Movimientos contingentes⁷⁰: son aquellos movimientos propios de los instrumentos alternativos donde se percibe total interacción movimiento-sonido. Este tipo de movimientos incorpora captación y corporalidad.
- Movimiento compensatorio⁷¹: cuando un instrumentista centra su atención en el sonido y éste no coincide con su ideal, llevará a cabo movimientos compensatorios siguiendo las leyes que gobiernan el funcionamiento del instrumento.
- Relación contingente entre percepción y acción: es la que se produce entre cuerpo y sonido de tal forma que un cambio en uno de los dos polos producirá un cambio en el otro.

⁷⁰ El término de movimiento contingente no está contemplado en la TCS, si bien lo está el término de contingencia por sí mismo.

⁷¹ El concepto de movimiento compensatorio tampoco pertenece directamente a la TCS. No obstante, está fuertemente inspirado en ella.

3.3.12. *Mapa conceptual de la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras*

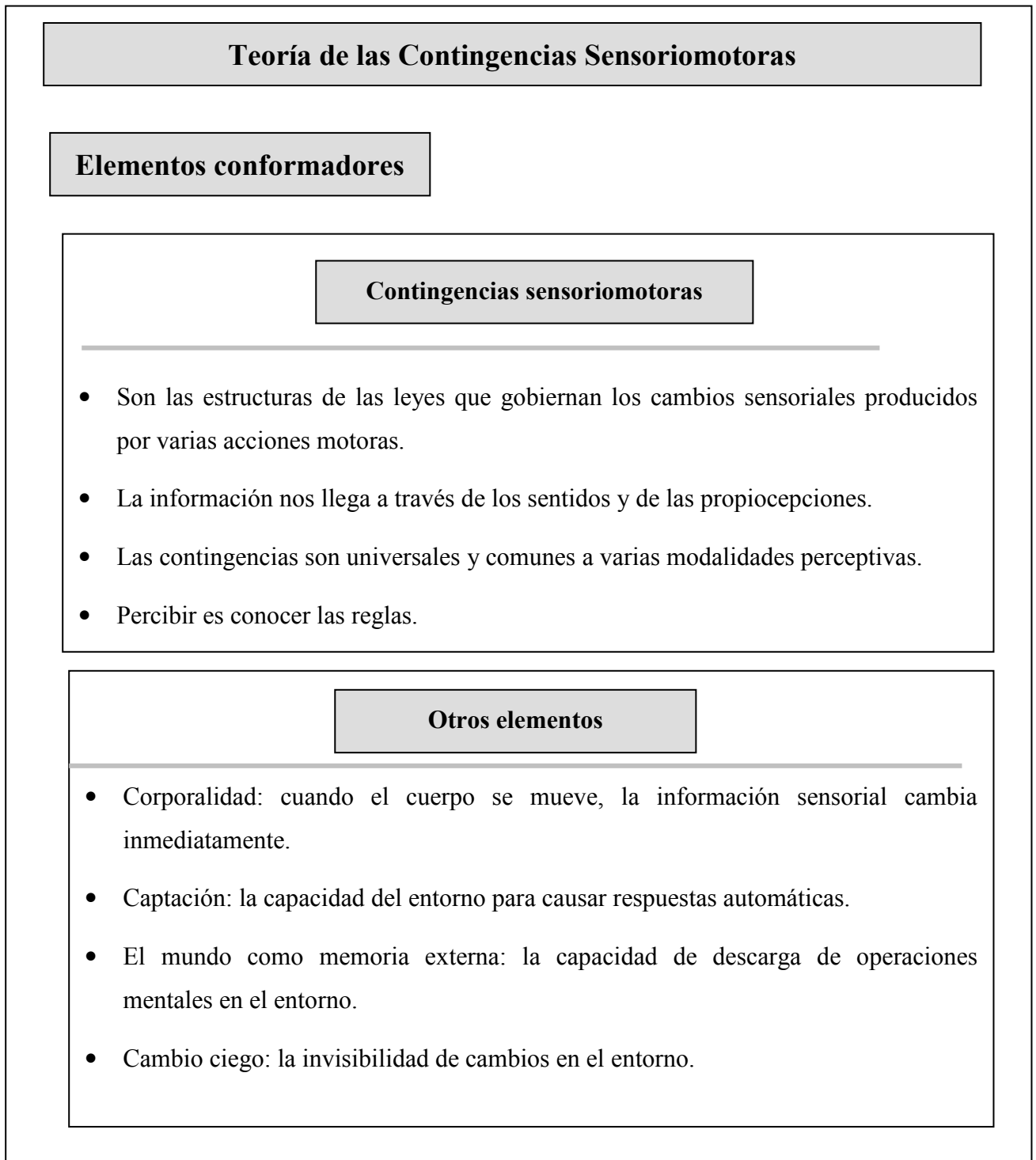


Figura 26. Mapa conceptual de la TCS

**SEGUNDA PARTE: PROPUESTA Y
APLICACIÓN DE UN MODELO DE ESTUDIO
DEL ROL DEL CUERPO EN LA
INTERPRETACIÓN MUSICAL**

PROPUESTA DE UN MODELO

4. Propuesta de un modelo de estudio del rol del cuerpo en la interpretación musical

4.1. Preliminares del modelo

4.1.1. Introducción

Durante el transcurso de este trabajo hemos abordado algunas teorías cognitivo-corporales, como la Teoría de la *Embodied Mind* propuesta por Mark Johnson, la Teoría Ecológica de la Percepción Visual formulada por James Gibson y la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras (TCS) ideada por Kevin O'Regan y Alva Noë. Aunque estas teorías explican en parte cómo interviene el cuerpo en la cognición y percepción musical, es necesario un modelo que integre y articule las fases y procesos en los que un intérprete utiliza su cuerpo cuando ejecuta una pieza musical con su instrumento. Como ya hemos anticipado en la introducción a esta tesis, nuestro modelo propone que el cuerpo interviene al menos en cuatro estadios. El primero consiste en programar el movimiento necesario para ejecutar el instrumento, el segundo implica ejecutarlo para producir el sonido, el tercero controlarlo a través de nuestra percepción sensorial y el cuarto almacenarlo.

El modelo persigue tres objetivos fundamentales. En primer lugar busca constituir un sistema que pueda explicar la intervención del cuerpo de forma articulada en la interpretación musical en todos los niveles descritos con anterioridad. Además, pretende convertirse en una herramienta operativa que se pueda aplicar a cualquier pieza. En tercer lugar, y como aportación novedosa en estudios musicales de este tipo, el modelo trata de explicar en qué medida el cuerpo interviene en todos los estadios mencionados a través de las propiocepciones.

Como punto de partida, presentamos un esquema en el cual se integran todos los elementos involucrados en la participación del cuerpo en la interpretación musical.

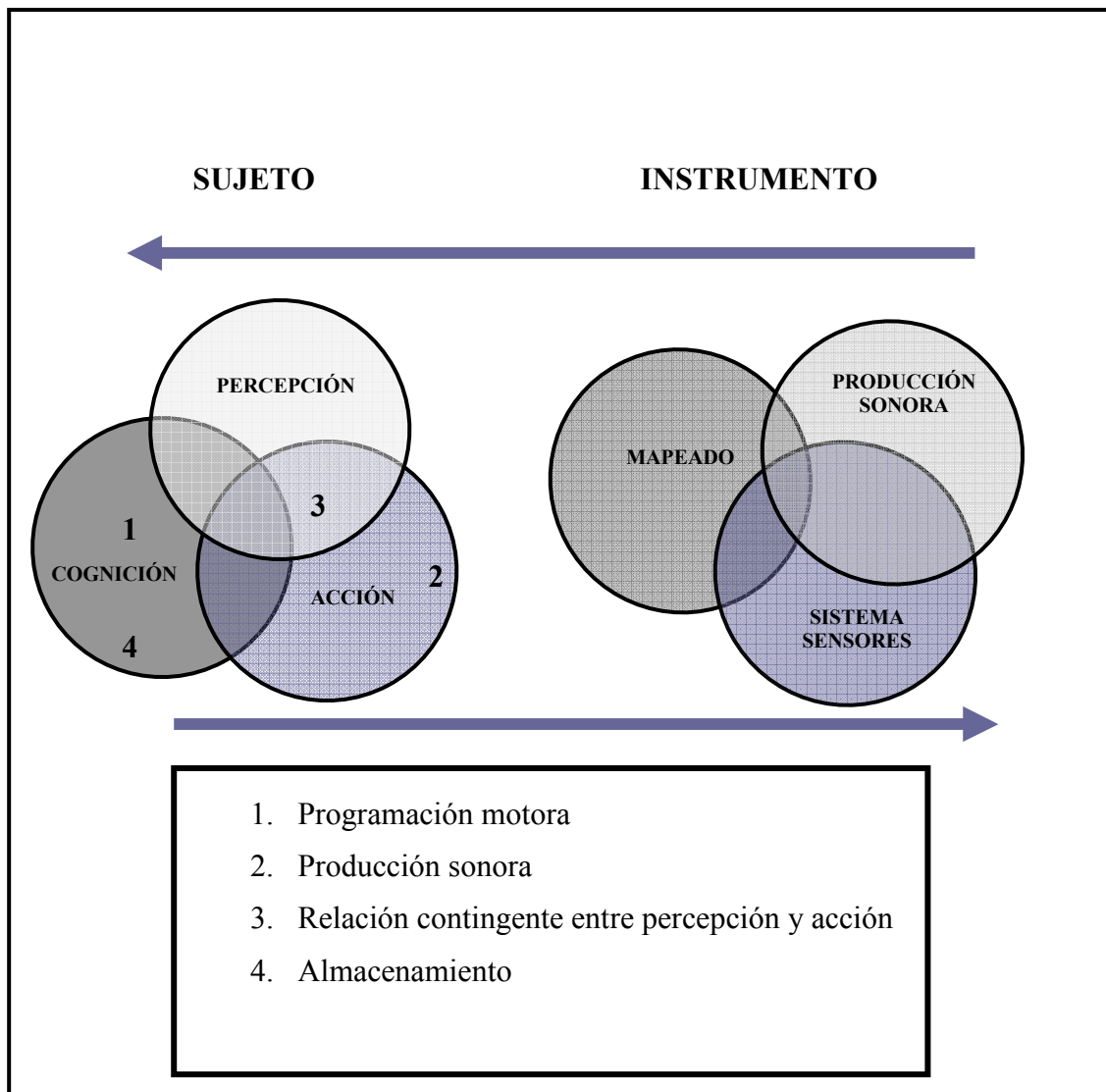


Figura 27. Esquema básico de funcionamiento del modelo de cognición musical en ejecución de un instrumento musical.

Si observamos el esquema (**Figura 27**) podemos diferenciar dos polos. A la izquierda está representado el sujeto. Éste es un ser integral que posee una capacidad de operación cognitiva, perceptiva y de acción. Estas tres capacidades se solapan, presentan intersecciones entre sí. No se consideran como compartimentos estancos, sino que están todos interrelacionados como hemos podido comprobar en la explicación de las teorías de base en el **capítulo 3**. A la derecha está representado el instrumento musical. Los instrumentos musicales acústicos son dispositivos mecánicos que convierten en sonido, de forma directa, la energía que el intérprete imprime sobre ellos. Sin embargo, los

instrumentos digitales o controladores, a los que dedicaremos un profundo apartado en este capítulo, reproducen de alguna manera el funcionamiento humano de forma simplificada. Tienen una capacidad de captación o percepción de los estímulos del entorno (a través de sensores o cámaras), un sistema “cognitivo” que realiza un mapeado⁷² entre las señales de entrada y de salida y una capacidad de acción que se materializa en sonidos musicales.

4.1.2. Niveles de funcionamiento

De acuerdo con nuestra hipótesis de partida, el cuerpo no interviene únicamente en la producción de sonido, sino que interviene en otras muchas tareas en la interpretación de un instrumento musical, bien sea acústico o digital. Los estadios en los que el cuerpo interviene en este proceso son los siguientes:

4.1.2.1. Programación motora

La motricidad no es espontánea en los seres humanos, sino que se planifica con anterioridad en el cerebro. La planificación tiene lugar en determinadas zonas de la corteza cerebral, fundamentalmente la circunvolución parietal ascendente (áreas 1, 2, y 3 de Broadmann) y el cerebelo. La motricidad necesaria para la producción musical también se programa. Los movimientos no son los únicos que se planifican, sino que anexados a ellos están los sonidos que se quieren reproducir. El sujeto evoca un “ideal” sonoro-gestual que tratará de conseguir. La programación de los movimientos dirigidos a un fin es posible gracias a la imagen corporal, mientras que los movimientos inconscientes y necesarios para regular la postura se planifican gracias al esquema corporal (**ver apartado 4.2.6.1**).

⁷² El término mapeado se refiere a la capacidad que tiene el instrumento digital de relacionar la información de entrada con la de salida. Por ejemplo, apretar un botón (información de entrada) se convierte en un sonido (información de salida) que, a diferencia de los instrumentos acústicos, no está producido de forma mecánica, sino a través de un programa informático.

4.1.2.2. Producción sonora

Una vez planificado el movimiento, el sujeto lo hará efectivo, es decir, producirá una acción física sobre el instrumento. Las acciones dependen de los diferentes instrumentos que se interpreten. Los instrumentos acústicos han desarrollado técnicas bastante específicas para su interpretación y sin embargo, algunos instrumentos digitales no cuentan con técnicas propias. Algunos de ellos utilizan las técnicas de los instrumentos acústicos, por ejemplo, un órgano electrónico utiliza básicamente la técnica del piano; otros instrumentos utilizan formas de control totalmente alternativas, por ejemplo, la danza interactiva que permite la exploración del sonido mediante el movimiento en el espacio. Gracias al uso de un ordenador se transforman dichos movimientos de la danza en sonidos musicales. En este trabajo proponemos una clasificación basada en la propuesta por Cadoz y Wanderley (2000), que a su vez toman de la clasificación general de gesto a cargo de Delalande (1989). Cadoz y Wanderley definen los movimientos que Delalande denomina *efectivos* como *instrumentales*. Estos autores toman de Delalande el concepto de gesto *acompañante* que coincide con el término propuesto por Wanderley *et al.* (2005) de movimiento *ancillar*. Los tipos de movimientos que contemplamos en esta tesis se pueden clasificar en los siguientes:

- Movimientos instrumentales (Cadoz y Wanderley, 2000). Son movimientos dirigidos a la producción sonora. Pueden ser movimientos de excitación, de modificación o de selección. Un movimiento instrumental es el accionamiento de una llave por parte de un instrumentista de viento.
- Movimientos ancillares (Wanderley *et al.*, 2005; Cadoz y Wanderley, 2000). Son movimientos que acompañan a los movimientos instrumentales y tienen relación con elementos estructurales de la música. Un ejemplo de movimiento ancillar es el movimiento de balanceo de un flautista.
- Movimientos estéticos: son movimientos que no van encaminados a la producción sonora, sino a la comunicación con la audiencia a través del canal visual. Este tipo de movimientos podría coincidir con los denominados gestos figurativos propuestos por Delalande (1989). Un ejemplo lo constituyen los

movimientos que llevan a cabo los guitarristas de música rock al ponerse de rodillas, mover el mástil de la guitarra, hacer un gran recorrido con la mano que sujeta la púa, etc.

- Movimientos contingentes: son los movimientos que permiten ver una clara relación entre el movimiento y el sonido en instrumentos digitales alternativos. Podrían ser un tipo de movimientos instrumentales, pero los separamos por las connotaciones que implica la interactividad. Se pueden observar numerosos ejemplos en fragmentos de danza interactiva, donde se comprueba que el bailarín produce el sonido con su cuerpo y el cuerpo se mueve de forma especial por dicho sonido.

4.1.2.3. Relación contingente entre percepción y acción

A pesar de que los instrumentos acústicos utilicen técnicas de interpretación más o menos fijas, el músico ha de comprobar constantemente, a medida que toca, que sus acciones son adecuadas y que producen el resultado musical esperado. Todo ello es posible por lo que denominamos contingencia entre percepción y acción. Para comprender un poco más este concepto debemos retomar las ideas de la TCS, que hemos estudiado en profundidad en el **capítulo 3.3**. Recordemos que en este punto habíamos abordado el término de contingencia sensoriomotora para explicar el funcionamiento de un instrumento musical. Para un intérprete es necesario controlar su producción sonora en términos contingentes, es decir, en qué medida un cambio en el movimiento afecta al resultado sonoro. El intérprete ha de conocer muy bien cómo los movimientos producen determinados sonidos y cómo los sonidos le guían para producir ciertos movimientos.

4.1.2.4. Almacenamiento

Nuestras experiencias con el mundo nos permiten poner en ejercicio las contingencias, pero también aprender cuáles son y almacenarlas para futuras experiencias. Conocer las contingencias sensoriomotoras supone conocer qué movimientos serían los necesarios para producir determinados cambios sonoros y qué sonidos nos guían hacia

determinados movimientos. Por eso, en la planificación motora, por un lado el intérprete reproduce un ideal físico, un ideal sonoro, pero también utiliza el conocimiento que tiene de las contingencias para ese instrumento en particular.

Todas las formas en las que interviene el cuerpo se almacenan en forma de experiencia para servirnos como base para futuras interpretaciones. Proponemos varios tipos de información que se almacena:

- Resultado del control motor: almacenamos el tipo de movimientos que se requieren para producir o modificar determinados sonidos. Presiones, amplitudes, fuerza, tipo de movimiento, velocidad, etc.
- Resultado de prestaciones: como propone Gibson en su Teoría Ecológica (**ver apartado 3.2**), cuando percibimos determinados sonidos evocamos algunas acciones y prestaciones asociadas a ellos, por ejemplo un salto.
- Resultado de esquemas encarnados: atendiendo a la Teoría de la *Embodied Mind* (**ver apartado 3.1**), comprendemos determinados aspectos musicales porque llevamos a cabo proyecciones de esquemas encarnados a elementos musicales. Por ejemplo, cuando comprendemos los sonidos agudos y graves como altos y bajos. Cuando un intérprete toca un instrumento, toda una serie de esquemas se pondrán en marcha para comprender los diferentes aspectos de la pieza que interpreta. Algunos de ellos sean almacenados, bien sea en la memoria a corto plazo o en la memoria a largo plazo.
- Resultado de respuestas físico-emocionales: nuestra respuesta afectiva a la música puede contribuir a generar reacciones físicas como consecuencia de un estado emocional, como taquicardia, bradicardia, enrojecimiento, sudoración, llanto, sonrisas, etc. Este punto no lo trataremos en esta tesis debido a la complejidad que implica el aspecto emocional, que sería un objeto de estudio por sí mismo.

En este punto, el lector ya puede hacerse una idea de cómo funciona este modelo de forma rudimentaria. Más adelante lo estudiaremos en profundidad introduciendo matizaciones diversas para cada tipo de instrumento musical. No obstante, a continuación trataremos de conseguir uno de nuestros objetivos que consiste en explicar cómo es posible que el cuerpo intervenga en estos cuatro niveles. Como ya hemos adelantado, las propiocepciones son el elemento común a todas estas manifestaciones corporales. Las propiocepciones son necesarias para planificar el movimiento, para regular su producción, para percibir y para almacenar determinadas experiencias corporales.

4.2. La integración del modelo a través de las propiocepciones

¿Qué tienen en común actividades como planificar un movimiento, realizarlo, comprender las repercusiones que éste tiene en la información sensorial y almacenar todo tipo de experiencias corporales? Una respuesta obvia podría ser que en todas estas actividades interviene el cuerpo. No obstante, al estudiar cada una de las actividades por separado observamos cómo cada una tiene su origen en diferentes zonas y estructuras de nuestro cuerpo: la programación de los movimientos en el sistema nervioso central, la ejecución en los músculos, el control entre los efectores motores y el sistema nervioso y el almacenamiento en el sistema nervioso. A simple vista parece que las actividades descritas tienen poco en común y sin embargo los seres humanos integramos todas ellas como pertenecientes a un mismo cuerpo: esto es posible gracias a las propiocepciones, un sistema de control interno. En esta tesis doctoral defendemos que este sistema interviene en todos los estadios señalados hasta ahora. En la interpretación de instrumentos musicales el sistema propioceptivo permite, regula e integra la participación del cuerpo en todas sus manifestaciones.

A continuación profundizaremos en el sistema propioceptivo atendiendo a cómo funciona, de qué elementos consta y cuáles son sus funciones. Con ello proporcionaremos al modelo que proponemos una base de operatividad que le permita ser aplicado a todo tipo de instrumentos musicales diferentes.

4.2.1. Definición

El término propiocepción procede del ámbito de la medicina, en particular de la neurofisiología. Fue acuñado en 1906 por el neurofisiólogo inglés Charles Sherrington quien recibió el Premio Nobel de Medicina (1932) por su estudio de las funciones de las neuronas en los actos reflejos. El término engloba un amplio rango de significados como señala Gallagher (2003). Desde el punto de vista de la neurofisiología⁷³ se refiere a la información sobre la postura y el movimiento de las diversas partes del cuerpo generada por unos receptores sensoriales situados en los músculos, en las capas profundas de la piel y en las articulaciones. Los psicólogos⁷⁴ y filósofos⁷⁵ en cambio, tratan las propiocepciones como una forma de consciencia (Gallagher, 2003).

Las propiocepciones permiten el conocimiento del estado de su cuerpo a cualquier sujeto. Aún si el sujeto está privado de alguna información sensorial (visual, auditiva, etc.), éste es capaz de saber en qué lugar están colocados sus segmentos corporales con respecto a su eje axial. Las propiocepciones están constituidas por toda aquella información que, desde los efectores motores, es decir, los músculos o articulaciones, llega hacia el sistema nervioso central, y cuya misión principal es regular el movimiento, mantener la postura y el equilibrio.

Searle define las propiocepciones como la “sensibilidad postural y del movimiento de las propias extremidades y del resto del cuerpo sin emplear el sentido de la vista” (Searle, 1979: 443). Gracias a este sistema, nuestro cuerpo es capaz de realizar ligeros ajustes y modificaciones durante el movimiento, porque es un sistema que trabaja en tiempo real. La información propioceptiva es fundamental en la regulación del

⁷³ Las propiocepciones estudiadas desde el punto de vista de la neurofisiología han sido abordadas por autores como Sherrington, Jonathan Cole, Jacques Paillard, Scott Lephart, Paul A. Borsa y Riemann.

⁷⁴ Autores como George Butterworth, Marcel Kinsbourne, Anthony Marcel, Andrew N. Meltzoff, James Russel han tratado el tema de las propiocepciones y la consciencia desde el punto de vista de la psicología.

⁷⁵ Los filósofos Thomas Baldwin, José Luis Bermúdez, John Campell, Quassim Cassam, Shaun Gallagher, Brian O’Shaughnessy y Paul Snowdon, Charles Wolf, Andy Clark, entre otros, se han interesado por las propiocepciones como forma de percepción y de autoconsciencia.

movimiento, en la coordinación, en la postura, en el equilibrio, así como en la adquisición de conocimientos sobre la posición en el espacio, el tamaño, la forma y la dureza o textura de los objetos del ambiente exterior (estereognosis⁷⁶). Sherrington define el término como “la retroalimentación específica de las actividades del propio cuerpo” (Sherrington, 1910). Cole y Paillard (1998: 247) definen las propiocepciones como las “señales sensoriales que surgen del movimiento de las partes del cuerpo incluyendo la cabeza y el sistema vestibular” y O’Shaughnessy como “la consciencia de nuestras partes del cuerpo” (O’Shaughnessy, 1998: 175).

4.2.2. Tipos de propiocepciones

Al llevar a cabo un movimiento, el sujeto no ha de ser necesariamente consciente de él. Las propiocepciones intervienen aunque no se focalice la atención en dicho movimiento. Sin embargo si el mismo sujeto piensa en la extremidad que está llevando a cabo el desplazamiento, esto le permite tomar consciencia de sí mismo, es decir, le permite identificar el movimiento como propio. Debido a esta doble posibilidad de información propioceptiva, Riemann y Lephart (2002) proponen dos niveles de propiocepción: una consciente (voluntaria) y otra inconsciente (refleja iniciada). Mientras la información propioceptiva consciente “permite una adecuada función de las articulaciones en los deportes, actividades y tareas ocupacionales, la información propioceptiva inconsciente modula la función muscular e inicia la estabilidad refleja de las articulaciones a través de los receptores musculares” (Brand, 1986: 106-110). Al igual que este autor, Gallagher (2003) hace una distinción entre lo que denomina “información propioceptiva”, que hace referencia a la sensación de movimiento y posición de nuestro cuerpo y “consciencia propioceptiva”, que es la que permite que seamos conscientes de nosotros mismos.

⁷⁶ La esterognosis es el reconocimiento de los objetos a través del tacto.

4.2.3. Estímulos y receptores propioceptivos

Hemos de matizar en este punto las discrepancias con respecto a las propiocepciones desde el punto de vista de las diversas disciplinas. Desde el punto de vista neurofisiológico y anatómico, se considera información propioceptiva exclusivamente a la procedente del aparato locomotor. Dicha información es enviada por los receptores propioceptivos localizados en los músculos, los tendones, las articulaciones y las capas profundas de la dermis (López Muñiz, 2004a: 266). Los expertos en la materia, sin embargo, consideran que la información general somática, como la información de tacto, temperatura, presión, dolor, etc., son complementarias. Desde el punto de vista de la filosofía, las propiocepciones engloban toda aquella información producida en el cuerpo y que informa sobre las condiciones del mismo. Desde el punto de vista etimológico propiocepción quiere decir “propio conocimiento”. Desde esta perspectiva, que es la que contemplamos en este trabajo, nos referimos a toda aquella información procedente del cuerpo o información endógena⁷⁷. Atendiendo a la procedencia de las señales, podemos distinguir los siguientes tipos de informaciones (López Muñiz, 2004a: 55):

En las terminaciones epidérmicas.

- Información de tacto, temperatura y dolor desde las terminaciones amielínicas libres.
- Información de tacto desde las terminaciones perifoliculares y desde los discos de Merkel.

En el tejido conjuntivo.

- Información de dolor y temperatura desde las terminaciones nerviosas libres.

⁷⁷ El término endógeno es el utilizado desde el punto de vista anatómico y neurofisiológico para aglutinar la sensibilidad que se origina en el cuerpo e informa sobre éste.

- Información de calor y presión desde los corpúsculos de Ruffini.
- Información de frío y de presión desde los corpúsculos de Krause.
- Información de tacto desde los corpúsculos de Meissner.
- Información de presión y vibración desde los corpúsculos de Paccini
- Información de presión y tacto desde los corpúsculos musculotendinosos de Golgi.

En las terminaciones musculotendinosas.

- Información de enlongación o estiramiento desde los husos neuromusculares.
- Información de tensión por acortamiento desde los órganos tendinosos de Golgi.

Información visceral general.

- Información acerca de la presión sanguínea desde los presorreceptores aórtico y carótido.
- Información acerca de la concentración sanguínea desde los quimiorreceptores carótico y aórtico.
- Sensaciones vegetativas desde los receptores pulmonares.

Desde el oído interno.

- Información de equilibrio desde el sistema vestibular.

4.2.4. Los receptores propioceptivos

Los receptores propioceptivos son aquellos sensores a los que hemos hecho referencia en el apartado anterior, que envían información desde los efectores motores al sistema nervioso. Los principales receptores implicados en el control del movimiento, la postura y el equilibrio son los siguientes:

Los husos neuromusculares.

Están ubicados en el interior de la estructura neuromuscular (**ver Figura 28**). Se estimulan con la tensión mecánica y envían información del estiramiento de los músculos (Lephart y Borsa, en prensa: 3). Son fundamentales para producir una adecuada medida de la cantidad de la contracción, y recogen la información que permite hacer las modificaciones en cada instante del movimiento. Los husos musculares “pueden ser empleados por el sistema nervioso central para detectar las posiciones relativas de los diferentes segmentos corporales” (Kandel *et al.*, 2000: 718). El huso neuromuscular, como receptor sensorial, junto a los otros propioceptores, “nos permite tener consciencia del nivel de tensión y relajación en que se encuentran nuestros músculos, la posición (longitud) de los segmentos corporales y los desplazamientos (velocidad) que ocurren en ellos” (Hidalgo, 2004).

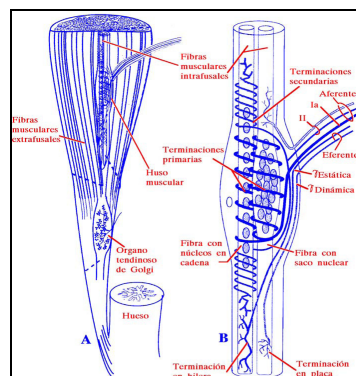


Figura 28. Huso muscular.

Órganos tendinosos de Golgi.

Están ubicados en los tendones de los músculos. Se trata de receptores sensitivos localizados en las uniones entre la fibras musculares y los tendones, por lo que están conectados en serie con un grupo de fibras musculares esqueléticas. Son muy sensibles a las variaciones de tensión muscular (Kandel *et al.*, 2000: 723). Estos receptores transmiten información principalmente acerca de la tensión del músculo (Lephart y Borsa, en prensa: 3). Los órganos tendinosos de Golgi, junto con los husos musculares, presentan bajo umbral de activación⁷⁸ y adaptación lenta⁷⁹. Ambos receptores parecen ser complementarios en el envío de sus informaciones (Lephart y Borsa, en prensa: 4).

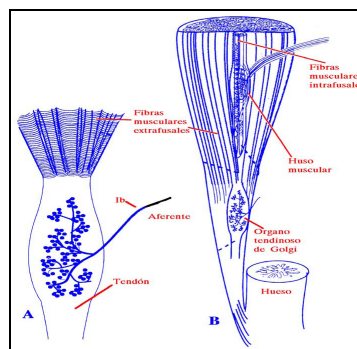


Figura 29. Órgano tendinoso de Golgi

Corpúsculos de Paccini.

Son receptores de presión que se encuentran en las capas profundas de la dermis y en las vísceras. Informan de las presiones sobre las estructuras y nos señalan el peso de los segmentos y la posición relativa de las partes del cuerpo humano (Hidalgo, 2004).

⁷⁸ El bajo umbral de activación indica que un pequeño estímulo hace que el receptor se ponga en funcionamiento.

⁷⁹ La diferencia entre los mecanorreceptores de adaptación lenta y de adaptación rápida es que los primeros siguen con la descarga de la información ante un estímulo continuado y los segundos cesan su descarga en milisegundos (Lephart y Borsa, en prensa: 3).

Corpúsculos de Meissner.

Son receptores alargados formados por una cápsula de tejido conectivo. El centro de la cápsula contiene una o más fibras nerviosas eferentes que generan potenciales de acción de adaptación rápida después de una depresión cutánea mínima. Se ubican entre las papilas dérmicas, inmediatamente por debajo de la epidermis de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies.

Corpúsculos de Ruffini.

Son especificaciones capsulares fusiformes y alargadas que se localizan en la profundidad de la piel y en los ligamentos y tendones. Son particularmente sensibles al estiramiento producido por los movimientos de los dedos o de las extremidades.

Células ciliadas del sistema vestibular.

El sistema vestibular cuenta con los receptores de las máculas del sáculo y el utrículo sensibles a la aceleración lineal y de las crestas ampulares de los conductos semicirculares que captan los movimientos angulares. Este sistema está involucrado en el mantenimiento de equilibrio en condiciones estáticas y dinámicas y en la orientación del individuo en el espacio.

4.2.5. Vías y centros propioceptivos

Existen dos vías principales. Una de ella lleva información propioceptiva consciente desde los receptores hacia el sistema nervioso central. La otra, conduce información inconsciente hasta el cerebelo a través de dos haces: el haz espinocerebeloso directo o de Flechsig y el haz espinocerebeloso cruzado o de Gowers.

Información consciente:

Primera neurona.

La primera neurona se encuentra en los ganglios espinales. Ascende por los cordones blancos posteriores de la médula a través de los haces de Goll y Burdach. (López Muñiz, 2004a).

Segunda neurona. El haz de Goll y Burdach.

Estos haces conducen sensaciones conscientes bien diferenciadas y localizadas. Informan sobre la posición de los miembros, los movimientos activos, y la tensión y presión que se produce en estructuras profundas. En parte conducen sensaciones exteroceptivas (tacto), que junto a las propioceptivas nos dan las sensaciones vibratorias y estereognosis (Hidalgo, 2004).

Tercera neurona. El tálamo.

Las terceras neuronas del núcleo ventral del tálamo se proyectan hasta la corteza cerebral. El tálamo es un centro fundamental, en el que se reúnen los estímulos conducidos por diversas vías, de allí que su destrucción produce definitivamente la pérdida de la sensibilidad propioceptiva (Hidalgo, 2004).

La corteza cerebral.

La circunvolución cerebral ascendente (áreas 1, 2 y 3 de Broadmann) es la parte encargada de recibir la información propioceptiva de la mitad del cuerpo.

La corteza cerebral recibe aferencias de origen talámico y cortical. La información cortical que recibe puede ser de diversos tipos (Massion, 2000: 118):

- Mensajes de áreas somatoestésicas: información cutánea y propioceptiva durante el movimiento.

- Mensajes de áreas parietales asociativas, lugares donde se supone están las representaciones kinestésicas.
- Mensajes de áreas premotrices y prefrontales.
- A través del cuerpo calloso llega información de las zonas homólogas.

Información inconsciente:

La información que le llega al cerebelo utiliza dos vías. Una se encarga de la información de los miembros inferiores y la parte inferior del abdomen.

El cerebelo.

Es otra estación central importantísima. Sabemos que dos vías espinales llegan a él (cerebelosa dorsal y ventral). Tiene además conexiones con los núcleos vestibulares, para la regulación del equilibrio y orientación en el espacio. Por último, se relaciona por múltiples vías con el tálamo y a través de él, con la corteza cerebral. Las funciones del cerebelo son las siguientes (Massion, 2000: 155-160):

- Regula el tono muscular.
- Inhibe los reflejos.
- Organiza el movimiento de forma temporal.
- Organiza el movimiento en el espacio.
- Controla los parámetros de velocidad, posición, fuerza y dirección.
- Permite la coordinación motora.
- Está implicado en funciones mentales relacionadas con el movimiento (“pensamiento kinestésico”).

4.2.6. El papel de los propioceptores

El rol clásico que se atribuye a las propiocepciones es el de controlar el movimiento y la postura (Massion, 2000). Otros roles propuestos en los últimos años son el de complementar las percepciones (Cole y Paillard, 1998) y el de autoconsciencia (Bermúdez, 1998).

En este apartado y atendiendo a nuestra propuesta de modelo presentada en el punto 4.1. de este trabajo, expondremos el rol que desempeñan las propiocepciones en cada uno de los niveles de funcionamiento del modelo.

4.2.6.1. La planificación motora

Desde el punto de vista neurofisiológico, la programación motora tiene su origen en la corteza motora⁸⁰ y en el cerebelo. El cerebelo es el encargado de programar el movimiento en el espacio y en el tiempo proporcionando la velocidad, fuerza y dirección justa a los músculos y articulaciones para conseguir objetivos concretos de forma eficaz. Hace que los diferentes movimientos se coordinen y regula el tono muscular. La programación motora consiste en llevar a cabo una simulación interna de cómo ha de ser el movimiento. Dicha simulación es posible debido a que conservamos de forma interna nuestro esquema corporal y nuestra imagen corporal que describiremos a continuación.

4.2.6.1.1. Esquema e imagen corporal

La interiorización de nuestro cuerpo y de nuestros movimientos no está determinada exclusivamente por las propiocepciones, aunque éstas tienen un papel crucial. Normalmente integramos la forma de nuestro cuerpo y nuestros movimientos gracias a los diferentes sentidos combinados. La memoria y experiencia del cuerpo, de sus partes,

⁸⁰ La circunvolución parietal ascendente o retrorrolándica de la cara lateral del lóbulo parietal y la parte posterior del lobulillo paracentral en su cara medial (áreas 3, 1 y 2 de Brodmann). Dichas áreas son el analizador cortical de la información táctil, termoalgésica y propioceptiva, excepto la que va al cerebelo (López Muñiz, 2004a: 265).

junto con el movimiento se denomina imagen corporal que se opone al concepto de esquema corporal. Shaun Gallagher señala que los conceptos de imagen corporal y de esquema corporal han sufrido una gran confusión a lo largo de la historia de la psicología. Estos dos conceptos resultan controvertidos en cuanto a que diferentes autores los definen de forma diversa. El concepto de imagen corporal se relaciona habitualmente con la representación mental del cuerpo y el concepto de esquema corporal se considera, o bien similar al de imagen corporal, o bien como una parte de éste, según señala este autor.

Una de las definiciones más clarificantes acerca de estos dos conceptos y sus diferencias es la que propone el propio Shaun Gallagher (1998) en su artículo titulado “Esquema corporal y su identidad”. En él realiza una revisión de algunas definiciones que se han propuesto de los mismos, presentando el concepto de imagen corporal y las diferencias entre ambos conceptos facilitando la comprensión de los límites de cada uno.

Este autor afirma que la imagen corporal es un constructo mental o representación de una serie de creencias sobre el cuerpo que incluye tres aspectos: la experiencia perceptual del cuerpo del sujeto, la experiencia conceptual del cuerpo y la actitud emocional hacia dicho cuerpo.

El concepto de esquema corporal queda definido por las diferencias que establece con el de imagen corporal. Gallagher (1998: 228) indica al menos cuatro diferencias entre imagen corporal y esquema corporal: en cuanto a la intencionalidad, la sensación de pertenencia, la percepción de las partes frente al todo y consciencia.

- Intencionalidad: la imagen corporal tiene un carácter intencional en cuanto a representación consciente del cuerpo o conjunto de creencias sobre el cuerpo. A pesar de que los aspectos perceptuales, conceptuales o emocionales no están siempre presentes en la consciencia, sí se mantienen como una serie de creencias o actitudes y en este sentido son intencionales. El esquema corporal opera de forma no intencional y aunque, por supuesto, tiene efecto en la consciencia, no la proporciona y se encarga solamente de la monitorización y gobierno de la postura y el movimiento.

- Sensación de pertenencia a uno mismo: la imagen corporal se percibe como perteneciente a uno mismo; sin embargo el esquema corporal funciona de forma anónima. Cuando movemos un brazo somos conscientes de él y de que el brazo que movemos es nuestro (imagen corporal), pero a la vez determinados músculos se mueven en todo el cuerpo para que seamos capaces de movilizar dicho brazo (esquema corporal), totalmente ajenos a nuestra voluntad y consciencia. Cuando sentimos dolor en un tobillo (Martin, 1995: 269), no tenemos duda de que el tobillo nos pertenece, no lo sentimos como ajeno gracias a la imagen corporal.
- Percepción de las partes frente al todo: la imagen corporal implica una representación parcial abstracta y articulada del cuerpo, mientras que el esquema corporal implica la percepción del cuerpo como un todo global, holístico. Un ligero cambio en la postura desencadena miles de movimientos compensatorios que cambian completamente la configuración del cuerpo.
- Consciencia: la imagen corporal permite tener consciencia de nuestros movimientos intencionales y el esquema corporal nos permite hacer emerger la sensación de consciencia general del cuerpo.

4.2.6.2. El control motor

Cuando caminamos por la calle existen determinados obstáculos ante los cuales nuestro cuerpo está preparado para reaccionar. Sin embargo, éste no es perfecto y la información que nos llega a través de los sentidos en ocasiones falla. Por eso a veces tropezamos, calculamos mal las distancias o no salvamos bien los obstáculos. Las propiocepciones nos sirven para regular nuestro movimiento a medida que lo realizamos. Cuando movemos un brazo, necesitamos un sistema de retroalimentación que nos confirme si lo estamos haciendo en la dirección correcta, hacia el objetivo que nos hemos propuesto, con la fuerza exacta, etc. Al igual que cuando hablamos necesitamos escucharnos (de ahí que las personas sordas, que no tienen ningún impedimento para fonar, tengan muchas dificultades para controlar su voz, porque no

tienen este sistema de retroalimentación), cuando nos movemos necesitamos corroborar que nuestro movimiento fluye de forma adecuada.

Los propioceptores nos permiten tener consciencia del nivel de tensión y relajación en que se encuentran nuestros músculos, la posición (longitud) de los segmentos corporales y los desplazamientos (velocidad y dirección) de dichos músculos. Gracias a los propioceptores se produce una vía de *feed-back* que permite controlar si los movimientos son o no son adecuados (Hidalgo, 2004). A continuación describimos las características que ha de tener un buen movimiento controlado por el cerebelo:

- Eumetría: las propiocepciones regulan el recorrido exacto del movimiento, de modo que no falte ni sobre distancia según el objetivo deseado. Los pacientes que padecen disimetría son incapaces de realizar este cálculo con eficacia, por lo que si quieren alcanzar un objeto se quedarán cortos o se pasarán.
- Ausencia de temblor kinésico: las propiocepciones evitan el temblor kinésico, un temblor que es connatural al movimiento, tanto en su inicio como a su término. Un paciente con lesión cerebelosa presenta temblor cuando no se produce una buena medida en el recorrido del movimiento planificado. Dicho temblor aparece al final del movimiento.
- Diadococinesia: las propiocepciones calculan la perfecta relación de trabajo entre músculos antagonistas cuando ellos deben trabajar alternadamente; por ejemplo, flexión y extensión. Los pacientes adiadococinéticos son incapaces, entre otras tareas, de la pronación-supinación de la mano (alternar movimientos de palma y dorso).
- Ejecución de acciones complejas: gracias a las propiocepciones no es necesario descomponer el movimiento en sus constitutivos simples. Si queremos coger un vaso de encima de una mesa, lo más normal será alargar el brazo hacia donde esté situado y a la vez abrir la mano, de tal forma que su morfología se adecue a la forma del vaso para poder agarrarlo. Lo extraño sería alargar el brazo y una

vez finalizado este movimiento de abrir la mano, como lo haría un brazo robótico.

- Capacidad para asociar automáticamente los distintos movimientos que concurren simultáneamente a un mismo fin: gracias a las propiocepciones integramos todos los movimientos necesarios para caminar: equilibrar los pesos del cuerpo, mover las piernas y los brazos, hacer fuerza en los músculos para propiciar el avance, etc.

Todas estas tareas son necesarias en la interpretación de un instrumento musical. De hecho, para ser un buen intérprete, es necesario lograr movimientos exactos en longitud, en coordinación de los músculos implicados en realizarlos, etc. Tocar un instrumento musical de forma virtuosa implica un dominio de la motricidad y de su sistema de feedback.

Imaginemos los movimientos de un violinista. Solamente con su brazo izquierdo controla una serie de elementos imprescindibles. Gracias a la posición de sus dedos sobre las cuerdas produce diferentes alturas. Un error en la posición del dedo produce una desviación del tono hacia el agudo o el grave dependiendo de si el dedo se ha desviado hacia el puente o hacia el lado contrario. Además, una posición errónea de la mano puede dificultar la agilidad de movimientos de los dedos en pasajes rápidos. Los intérpretes son grandes conocedores de su motricidad y han logrado llegar a este control tan preciso de la misma gracias a la vía de feedback que nos permiten las propiocepciones.

4.2.6.3. Relación contingente entre percepción y acción

Para tratar este punto hemos de rescatar algunas de las ideas que propone la TCS⁸¹ con respecto a cómo se produce la percepción. Recordemos que esta teoría sostiene que

⁸¹ Recordemos que la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras formulada por O'Regan y Noë ha sido ampliamente descrita en el capítulo 3 de esta tesis doctoral.

percibir no solamente implica percatarse de la información del entorno, sino que además requiere percibir las acciones y movimientos de uno mismo. Dichos movimientos, además, nos permiten explorar la modalidad perceptiva que ejercitamos (si es la vista, el oído, etc.); diferenciar entre información perceptiva y memoria; y distinguir los objetos de una misma modalidad perceptiva (la diferencia entre ver rojo y ver verde). Cuando se produce captación (recordemos que la captación consiste en que determinados elementos del entorno logran que dirijamos nuestros movimientos hacia ellos) o corporalidad (la capacidad que tenemos los humanos de explorar una vía perceptiva de forma motriz), tenemos que ser conscientes de nuestros movimientos. En ambos casos es necesario relacionar nuestros gestos y los cambios en el entorno que van junto a ellos. La forma de ser conscientes de ellos es a través de las propiocepciones.

Otros autores han estudiado también la importancia de las propiocepciones en la percepción sensorial. James Gibson afirma que todos los sistemas perceptuales son propioceptivos y exteroceptivos (Gibson, 1979: 115). Este autor señala que percibir el entorno implica percibirse a uno mismo. También Harris, argumenta que las propiocepciones ayudan a resolver conflictos perceptuales (1965: 419). José Luis Bermúdez defiende la implicación de las propiocepciones en la percepción (Bermúdez, 1998: 153-174) y O'Saughnessy (1998) explica cómo éstas intervienen a nivel perceptivo en su artículo titulado “¿Es la propiocepción una forma verdadera de percibir?”.

4.2.6.4. Almacenamiento

Con el término almacenamiento nos referimos a nuestra forma de guardar las diferentes experiencias corporales que tienen lugar con la vivencia de la música. Cuando tocamos un instrumento, ejecutamos acciones (movimientos instrumentales), llevamos a cabo movimientos para conservar la postura corporal (movimientos ancillares), además evocamos acciones independientes de las que nos sirven para producir los sonidos. Todas estas experiencias y sensaciones propioceptivas resultado de la acción, percepción y comprensión de la música se almacenan en nuestra memoria a corto y a largo plazo para ser utilizadas en futuras experiencias.

En nuestra propuesta del modelo teórico señalábamos que el almacenamiento puede ser consecuencia de diversos estadios relacionados con la intervención del cuerpo en la interpretación musical: 1. la información obtenida como consecuencia del control, 2. la simulación de acciones, 3. la proyección de esquemas encarnados y 4. las reacciones físico-emocionales.

4.2.6.4.1. Resultado del control motor

Cuando tocamos un instrumento, nuestras propiocepciones controlan el movimiento en distancia, relación entre los músculos, coordinación de movimientos dirigidos a un mismo fin, etc. Todas estas sensaciones propioceptivas se almacenan y cuando el sujeto vuelve a tocar tiene una base con la que comparar si sus movimientos son adecuados o no. Para comprender mejor esta idea pensemos en cualquier actividad lúdica que hiciéramos en la infancia, por ejemplo la papiroflexia. Es muy probable que en abstracto no recordemos cómo hacer una pajarita si hace muchos años que no la hacemos. Sin embargo, cuando comenzamos, hay determinados movimientos que sabemos que no son correctos y otros que sí lo son. De esta manera, poco a poco somos capaces de reconstruir la pajarita. De la misma manera, el instrumentista ha almacenado aquellas sensaciones de movimientos correctas.

4.2.6.4.2. Resultado de prestaciones

Tal y como asegura Gibson en su Teoría Ecológica, cuando percibimos determinados sonidos, éstos nos evocan determinadas acciones que este autor denomina prestaciones. En algunas ocasiones, dichas acciones serán los gestos que imitan o reproducen la interpretación de un instrumento musical. No obstante, otras muchas prestaciones las constituyen un conjunto de acciones variadas no relacionadas con la producción del sonido como balancearse, saltar, bailar, mover un pie, agrupar motivos musicales, etc. Hay músicas que nos invitan a movernos de forma rígida, otras de forma circular, otras hacia delante, otras con el peso hacia abajo y otras que no nos permiten movernos. Todas estas acciones constituyen las prestaciones de una pieza musical.

Los humanos tenemos la capacidad para simular las acciones que realizan otras personas. Cuando observamos a otro sujeto realizar una acción, por ejemplo, beber agua

de un vaso, reproducimos internamente dicha acción. En nuestras mentes se llevan a cabo todos los pasos necesarios para realizar dicha acción, con la salvedad de que nuestros efectores motores no la llevan a cabo. Esto es posible porque contamos con un tipo de neuronas⁸² denominadas neuronas de espejo, que hacen que cuando vemos una acción, la comprendamos porque la reproducimos internamente como si la fuésemos a realizar. Esto es lo que se conoce como Teoría de la Simulación⁸³. La teoría de la simulación propone que comprendemos las acciones de los demás porque las simulamos nosotros mismos internamente. Cuando un músico toca un violín, a medida que va moviendo los dedos y el arco sobre las cuerdas, los observadores simulan este movimiento de forma interna. Algunos de estos movimientos llegan a ser visibles, aunque la mayoría se quedan en la simulación. Un ejemplo de movimientos visibles de este tipo es el que realizan algunas madres cuando dan de comer a sus hijos. Al abrir la boca los bebés, ellas también lo hacen. Algunos niños mueven la boca cuando escuchan hablar a un adulto, o imitan el movimiento de un violín cuando lo ven interpretar.

Recientemente se ha descubierto que la simulación no solamente ocurre con estímulos visuales, sino también auditivos (Kohler *et al.*, 2002), (Keysers *et al.*, 2003)⁸⁴. La visión, la audición y la acción son partes de un mismo sistema integrado⁸⁵. La visión de un objeto en determinada posición o la escucha del sonido que produce, desencadena un plan para la acción (Gallese, 2005: 27). Cuando escuchamos un sonido producido por una fuente sonora clara, inmediatamente simulamos los movimientos necesarios para

⁸² Ya hemos mencionado las neuronas de espejo en la investigación de Arnie Cox (ver apartado 3.1) que utiliza como prueba para su Hipótesis Mimética. Las neuronas de espejo han sido estudiadas numerosos investigadores (Gallese, 1998, 2000, 2001, 2003; Gallese y Goldman, 1998), Gallese *et al.*, 2002; Rizzolatti *et al.*, 1996; Grafton *et al.*, 1996; Decety *et al.*, 1997; Fadiga *et al.*, 1995).

⁸³ Existen diferentes versiones de esta teoría. Ver Pacherie y Dokic (2006) y Gallagher (2006). Sin embargo en esta tesis doctoral no vamos a centrarnos demasiado en dichas discrepancias, debido a que este aspecto del trabajo no es central para el objetivo que nos proponemos.

⁸⁴ Algunos estudios realizados con músicos han sugerido que pianistas en la escucha de música presentan diversas respuestas electromiográficas (Hauelsen y Knösche, 2001)

⁸⁵ Esta integración parietal-premotora ha sido descrita en tres redes neuronales paralelas: F5ab-AIP, F4-VIP y F5c-PF-PFG (Gallese and Lakoff, 2005: 6).

producir dicho sonido⁸⁶. De esa forma comprendemos dicho sonido. Por esta razón, como señalaba la Teoría Ecológica, parece ser que percibimos más fácilmente los objetos que producen los sonidos, que las cualidades abstractas de los mismos: es más fácil que percibamos el sonido de una puerta cerrando, que lo percibamos como un golpe seco, grave, etc. En el caso de una obra para violín, si la hemos escuchado con anterioridad, podremos evocar determinadas acciones resultantes de esta simulación producida por nuestras neuronas motoras que ponen en relación el sonido con la acción.

La teoría de la simulación demuestra que cuando evocamos una acción (bien sea por la imitación de un músico o porque es sugerida por la música) nuestro sistema propioceptivo se pone en marcha inmediatamente.

4.2.6.4.3. Resultado de esquemas encarnados

El lector ya conoce la Teoría de la *Embodied Mind*, analizada en profundidad en el capítulo 3.1 de esta tesis. Recordemos que esta teoría propone que cuando escuchamos música, proyectamos esquemas encarnados a diversos elementos musicales. Los esquemas son abstracciones de experiencias corporales que utilizamos para comprender el mundo abstracto. A través de la proyección de esquemas se evocan diferentes propiocepciones ya que los esquemas encarnados se forman por la abstracción de acciones o experiencias corporales que van ligadas a sensaciones propioceptivas. Veamos algunos ejemplos. El *equilibrio* es un esquema encarnado que coincide exactamente con la propiocepción, en la que está implicado el sistema vestibular; el esquema *bloqueo* implica presión, una propiocepción relacionada con los sensores de la piel; el esquema *verticalidad* está relacionado con el de *equilibrio* y se percibe desde el punto de vista propioceptivo debido a la postura corporal. No todos los esquemas encarnados implican movimiento. Por ejemplo, los esquemas *arriba-abajo*, *dentro-fuera*, *parte-todo* no lo llevan implícito. Sin embargo las propiocepciones intervienen en cierta medida. En su formación han intervenido determinadas actividades como subir,

⁸⁶ Godøy (2003) sostiene que la percepción musical es mimética, es decir, que cuando escuchamos música, simulamos internamente los movimientos para producirla.

bajar, entrar, salir, partir y separar que implican propiocepciones básicas como fuerza, presión, gravedad, etc.

4.2.6.4.4. *Resultado de respuestas físico-emocionales*

Las emociones van ligadas a sensaciones fisiológicas. Todas las respuestas autonómicas se pueden sentir gracias a las propiocepciones. El aumento del ritmo cardíaco, de la respiración, el dolor de estómago o la sudoración se hacen conscientes gracias a este sistema que nos proporciona información de nuestro propio cuerpo.

Ya hemos mencionado a lo largo de este capítulo que las propiocepciones nos proporcionan fundamentalmente información de nuestros propios cuerpos. No obstante, consideramos necesario matizar esta afirmación. No toda la información propioceptiva hace referencia exclusiva al cuerpo y no toda la información que recibimos de nuestro propio cuerpo procede en exclusiva de canales propioceptivos. Profundicemos en esta matización. Nuestros organismos reciben información interna de forma continua. Cuando imaginamos o representamos en nuestras mentes la postura que ha adquirido nuestro cuerpo, parte de la información procede, por supuesto, de canales propioceptivos como la información que llega desde nuestras articulaciones, del estiramiento de nuestros músculos o del sistema vestibular ubicado en nuestro oído interno. Así mismo, recibimos informaciones paralelas, normalmente complementarias del sistema visual y/o auditivo; cuando movemos un brazo, también percibimos el movimiento de forma visual. En la acción que implica dejar un vaso encima de una mesa, no solamente percibimos visualmente el vaso, sino que además vemos una parte de nuestro cuerpo y también escuchamos el sonido que produce dicha acción. Dichas informaciones nos permiten ejecutar las tareas con mayor rapidez y precisión. En consecuencia, la información que recibimos de nuestros cuerpos no procede en exclusiva de las propiocepciones, sino también de otros canales sensoriales.

Las propiocepciones, de igual modo, no aportan información sobre el cuerpo únicamente. La información sobre los estados nutricionales es exclusivamente corporal, pero la mayor parte de las propiocepciones ponen en relación el cuerpo del sujeto con el entorno, como por ejemplo la información vestibular, que aporta datos acerca de la

postura con respecto al eje de gravedad. Por lo tanto, “no es verdad que los sistemas propioceptivos internos provean información solamente del cuerpo, ni que la información del cuerpo solamente fluye vía propioceptiva” (Eilan *et al.*, 1998: 14).

A continuación presentamos una tabla resumen con todas las sensaciones propioceptivas, los receptores que las producen, la localización de los mismos y sus características. Dicha tabla es una elaboración de toda la información concerniente a las propiocepciones convertida en herramienta operativa para su aplicación en los capítulos 4 y 5 de esta tesis.

I. SENSIBILIDAD GENERAL SOMÁTICA

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización	Características
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	En las fibras musculares	Bajo umbral de activación Adaptación lenta
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	En los tendones, en la unión con las fibras musculares	Bajo umbral de activación Adaptación lenta

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización	Características
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	En las cápsulas articulares, los ligamentos, el tejido subcutáneo y las vainas tendinosas	Bajo umbral de activación Adaptación rápida
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	En los ligamentos	Bajo umbral de activación Adaptación rápida

INFORMACIÓN CUTÁNEA PROFUNDA

Información	Receptores	Localización	Características
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	En la dermis: puntas de los dedos, labios, lengua y piel vellosa	Bajo umbral de activación Adaptación rápida
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	En el tejido subcutáneo	Bajo umbral de activación Adaptación rápida
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	En la dermis	Bajo umbral de activación Adaptación rápida

II. INFORMACIÓN ESPECIAL

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización	Características
Posiciones de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Células ciliadas de las máculas	Sáculo y utrículo del laberinto del oído interno	Frecuencia de descarga lenta pero continua
Aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y el espacio en que nos movemos	Células ciliadas de las crestas ampulares	Conductos semicirculares membranosos del oído interno	Frecuencia de descarga lenta pero continua

4.3. Análisis de funcionamiento del modelo en instrumentos acústicos y digitales

A continuación estudiaremos el funcionamiento del modelo que proponemos para el estudio de la interpretación musical en instrumentos acústicos y digitales. Para ello, en primer lugar definiremos el concepto de instrumento digital y estudiaremos algunos de los ejemplos más representativos.

Los instrumentos musicales digitales, también denominados controladores musicales, constituyen un área de investigación de creciente interés en la era digital. Como alternativa a los instrumentos acústicos, los instrumentos digitales buscan nuevas formas de control, en algunos casos que sean accesibles a personas no entrenadas, y nuevas posibilidades sonoras (Mulder, 2000: 315).

Este capítulo se centra en los controladores y no describe los instrumentos acústicos debido a que estos últimos son de dominio y conocimiento comunes en cuanto a forma, funcionamiento básico y sonido que producen. Sin embargo, es necesario comprender estos mismos aspectos de los instrumentos digitales para poder comprender el funcionamiento del modelo teórico que se propone más adelante en esta tesis.

4.3.1. Instrumentos digitales

4.3.1.1. Clasificación

Los controladores son dispositivos que permiten a un intérprete controlar los sonidos musicales a través de gestos y movimientos. Son nuevos interfaces para instrumentos de control por ordenador. Muchos de los compositores que se han acercado a esta forma de componer se han sentido atraídos por las “nuevas relaciones entre la actividad humana y el sonido resultante” como búsqueda de nuevas estrategias que estructuren, que den forma, a la obra musical (Dobrian, 2001).

Según Wanderley y Depalle (2004: 635), los controladores gestuales se pueden dividir en las siguientes cuatro categorías: controladores tipo instrumento, controladores

inspirados en instrumentos, instrumentos aumentados o hiperinstrumentos y controladores alternativos.

- **Controladores tipo instrumentos**

Son una clase de controlador que trata de reproducir los mismos parámetros que su original acústico. El instrumentista ha de utilizar las mismas técnicas que utiliza con el instrumento acústico, con la diferencia de que el sonido producido por el instrumento es un sonido digital. Un ejemplo de este tipo de instrumentos es el saxofón digital diseñado por Yamaha, que interpreta J. B. Rován.

- **Los controladores inspirados en instrumentos**

En este grupo se engloban los instrumentos que, si bien se inspiran claramente en instrumentos existentes, están diseñados para otro uso completamente diferente. Es el ejemplo del violín SuperPalm desarrollado por Goto, Terrier y Pierrot en 1999, inspirado en un violín pero cuyos sonidos difieren de éste.

- **Instrumentos aumentados o hiperinstrumentos**

Son instrumentos aumentados por la adición de sensores u otros dispositivos. Dichos sensores controlan parámetros que un instrumento tradicional no puede controlar, como por ejemplo los movimientos ancillares⁸⁷, la presión del aire, el movimiento de los brazos o la cabeza, etc. Algunos ejemplos de estos instrumentos son el Disklavier, un piano aumentado utilizado por Risset, las flautas diseñadas por Pousset (1992), Ystad y Voinier (2001), Palacio- Quintin (2003) o las trompetas desarrolladas por Perry Cook *et al.* (1993), Impett (1994, 2003) y Vergez (2000). En este grupo también se incluye el *hipercello* que interpreta Yo-Yo Ma.

⁸⁷ Los movimientos ancillares son aquellos que no resultan necesarios para producir el sonido, pero que son acompañantes de éste y normalmente expresan la estructura de la música (Wanderley *et al.*, 2005).

- **Controladores alternativos**

Estos controladores no guardan ninguna relación de apariencia o de sonido con ningún instrumento tradicional. Algunos ejemplos famosos de este tipo de controladores son *The hands*, controlador desarrollado por Waiswicz (1985), la mesa gráfica de Serafin, Dudas, Wanderley *et al.* (1997), la danza interactiva desarrollada, entre otros, por el grupo Palindrome⁸⁸, los guantes como los *Lady's Gloves* diseñados por Laetitia Sonami (1994) y otros controladores como el *Chromasone*, la *Sensorband* o el *Thunder* de Don Buchla.

4.3.2. Funcionamiento de los controladores musicales

Los controladores musicales se basan en la utilización del gesto, bien para producir sonido sintetizado o para modificar un sonido existente. Para ello necesitan un sistema de captura de dichos gestos, un mapeado entre parámetros gestuales y parámetros musicales y la capacidad del sistema para producir sonidos musicales.

4.3.2.1. La captura del gesto

Previamente a determinar cómo capturar los gestos que serán traducidos a parámetros musicales, hay que decidir qué gestos queremos utilizar. En función de los gestos utilizados, para llevar a cabo el mapeado, los controladores musicales pueden utilizar captura directa o indirecta, según consideran Wanderley y Depalle (2004).

4.3.2.1.1. Tipos de captura

Atendiendo a los tipos de captura propuestos por Wanderley y Depalle (2004), a continuación profundizaremos en la captura indirecta y más adelante nos centraremos

⁸⁸ La danza interactiva utiliza cámaras de vídeo para capturar los movimientos de un bailarín que se traducen a sonidos a través de un mapeado por computador. El grupo Palindrome, con sede en Nuremberg, está formado por un grupo interdisciplinar de coreógrafos, músicos e ingenieros cuya labor experimental se desarrolla fundamentalmente en este ámbito.

en la adquisición directa del gesto, una forma de captura que permite el uso de diversos y variados sensores.

- **Adquisición indirecta del gesto**

Consiste en extraer la información gestual del propio sonido. Cuando un músico toca un instrumento y se coloca un micrófono en alguna parte de la sala, se pueden reconstruir algunos parámetros del movimiento. Por ejemplo, el análisis de la frecuencia del sonido nos permite conocer la digitación del instrumentista, la envolvente espectral nos aporta información muy valiosa relacionada con la resonancia del instrumento, la energía de la señal aporta información acerca de la dinámica y de la posición del instrumento en el espacio.

- **Adquisición directa del gesto**

Este tipo de captura se lleva a cabo a través del uso de sensores o cámaras de vídeo que monitorizan los gestos que se van a utilizar después con el controlador correspondiente. Dichos dispositivos miden rasgos básicos del gesto como la velocidad, la aceleración, la fuerza o la posición, bien sea de una parte del cuerpo o del cuerpo como un todo. La adquisición directa frente a la indirecta presenta la ventaja de ser más sencilla y permite una discretización más fácil de parámetros físicos.

A continuación presentamos los diversos tipos de dispositivos utilizados en la captación directa del movimiento (Bongers, 2000). Estudiaremos los sensores con contacto y sin contacto y las cámaras en 2D y 3D. Dichos dispositivos no son de uso exclusivo en los controladores musicales, sino que son un constituyente de diferentes aparatos de uso común.

- ◆ **A. Sensores**

Los sensores son los órganos sensoriales de las máquinas, que traducen la información física del entorno en electricidad, así como los sentidos en los humanos que captan información de diferentes tipos que se convierte en impulsos bioeléctricos en el cerebro.

La información que obtenemos de ellos es analógica y debe ser convertida en señal digital para poder introducirla en el ordenador (Wanderley y Depalle, 2004: 634).

Existen diferencias entre sensores, transductores y actuadores, a pesar de que algunos autores los consideren como equivalentes. Los transductores son dispositivos que convierten un tipo de energía en otro, por lo que las cantidades de input y output no son las mismas. Los sensores, sin embargo, reciben un estímulo y responden con una señal eléctrica equiparable. Los actuadores pueden considerarse como lo opuesto a los sensores ya que convierten la energía eléctrica en señales de otro tipo, como por ejemplo el motor de un coche, que convierte la energía eléctrica en mecánica. (Miranda y Wanderley, 2006).

Existen diferentes tipos de sensores. Algunos de ellos necesitan contacto físico con el intérprete y otros sin embargo permiten la medición sin contacto.

A.1. Con contacto

A.1.1. Sensores de presión

Los sensores de presión pueden captar la presión sin necesidad de movimiento. Es lo que Bongers (2000) denomina fuerza isométrica. Por ejemplo, la *Meta-Trompeta*⁸⁹ diseñada por Jonathan Impett (Impett, 1994), utiliza sensores de presión de pequeño tamaño. Este tipo de sensores se presentan en numerosas formas y tamaños. *The hands*⁹⁰, el instrumento de Michel Waisvisz (1985), utiliza un sensor como el FexiForce, usado en este caso como sensor de tacto.

A.1.2. Sensores de rotación

El potómetro es el sensor más común. Rota unos 270 grados. Hay dos tipos, lineal y logarítmico, en función de cómo se produzca la resistencia que ofrece.

⁸⁹ Ver <http://www1.uea.ac.uk/cm/home/schools/hum/music/research/metatrumpet>

⁹⁰ Ver <http://www.crackle.org/TheHands.htm>

Para procesar señales de audio se utilizan los logarítmicos, porque al funcionar nuestros oídos de manera logarítmica, son más intuitivos de utilizar.

Los joysticks de rotación son dispositivos que dividen el movimiento en dos grados de libertad de rotación para luego ser captados por potómetros individuales. Son los más utilizados en los controladores para videojuegos.

A.1.3. Sensores de movimiento lineal

Los “pads” son sensores de presión que también captan dirección. Son los famosos ratones de los ordenadores portátiles.

A.1.4. Sensores de flexión

El sensor de flexión más utilizado es el Flex Sensor. Es una banda elástica de plástico que cambia de resistencia cuando se dobla. Estos sensores se utilizan en el *Lady Gloves*⁹¹ construido en 1994 por Laetitia Sonami o en el guante construido por Wart Wamsteker.

A.2. Medición sin contacto

La medición sin contacto puede resultar interesante en el control de algunos instrumentos digitales que impliquen mucho movimiento. La danza interactiva, por ejemplo, se ha beneficiado mucho de este tipo de sensores, ya que el bailarín encuentra la libertad que necesita sin cables que le dificulten el movimiento en escena.

⁹¹ Ver http://www.sonami.net/lady_glove2.htm

A.2.1. Ultrasonidos

El sistema produce un ultrasonido a través de un altavoz y mide el tiempo que tarda en ser recibido por un micrófono. El tiempo de delay es proporcional a la distancia. Este tipo de sensores se utilizan en los *PowerGloves*⁹² (Gold, 1992).

A.2.2. Campos magnéticos

Los sensores por campos magnéticos utilizan un proceso físico en el que se dobla el flujo de electrones a través de un semiconductor, perpendicular a las líneas del campo magnético. Este doblamiento del flujo provoca un desplazamiento de la concentración de electrones y, como consecuencia, una diferencia de voltaje.

Esta técnica de captura la utiliza Laetitia Sonami en el *Lady's Gloves*, unos guantes interactivos que constan de sensores en las yemas de los dedos y un imán pegado al dedo pulgar. La *Meta Trompeta* de Jonathan Impett también utiliza campos magnéticos y the *Global String*⁹³ en el que el movimiento se captura a través de imanes adosados a la cuerda. El *Radio Baton*⁹⁴ diseñado por Mathews y Boie también utiliza este sistema⁹⁵.

A.2.3. Interruptores de inclinación

Los sensores de inclinación son muy útiles para medir la orientación de partes del cuerpo. Los más comúnmente utilizados son los de mercurio.

⁹² Ver http://en.wikipedia.org/wiki/Power_Glove

⁹³ <http://www.sensorband.com/atau/globalstring/>

⁹⁴ <http://ccrma.stanford.edu/CCRMA/Courses/252/sensors/node27.html>

⁹⁵ El “radio baton”, es un controlador con la forma de un instrumento de percusión que permite, a través de un ordenador, relacionar los golpes de la baqueta con cualquier salida de audio. Posee dos baquetas cuya posición es detectada a través de campos magnéticos en la posición horizontal, vertical y profunda del espacio.

A.2.4. Acelerómetros

Los acelerómetros miden la aceleración más que la deceleración. Los acelerómetros normalmente se componen de fibras de silicona que reaccionan con la inercia. Este tipo de sensores son utilizados en instrumentos tales como la *Meta trumpet* de Impett, los *Lady Gloves* y en muchos de los sistemas de danza interactiva.

A.2.5. Giroscopios

Funcionan con un principio de un elemento triangular que vibra. Opera por principio de suspensión del elemento vibrante cuando el objeto gira.

A.2.6. Sensores de proximidad

Los sensores de proximidad se encuentran en la vida cotidiana, como los sensores de las puertas de los ascensores. Envían un haz de luz (normalmente infrarrojos) y tienen sensores que detectan la interrupción de dicho haz.

◆ B. Cámaras de captura y sistemas de procesamiento

B.1. Captura en 2D

Los sistemas de captura en dos dimensiones se utilizan con frecuencia en los instrumentos basados en danza. Una cámara de video captura la silueta de la figura humana que se coloca sobre un fondo contrastante (normalmente negro). Se circunscribe la silueta a un rectángulo y la información que ocupa ese rectángulo en píxeles en la pantalla nos da información acerca de la cercanía-lejanía a la pantalla, el movimiento de las extremidades, la velocidad y la aceleración del movimiento. Este sistema es muy fácil de utilizar y su inversión es mínima comparado con el del sistema. Cualquier persona con una cámara de video y un ordenador podría utilizarlo. El programa más utilizado para análisis del movimiento en dos dimensiones es el sistema EyesWeb (**ver Figura 30**).

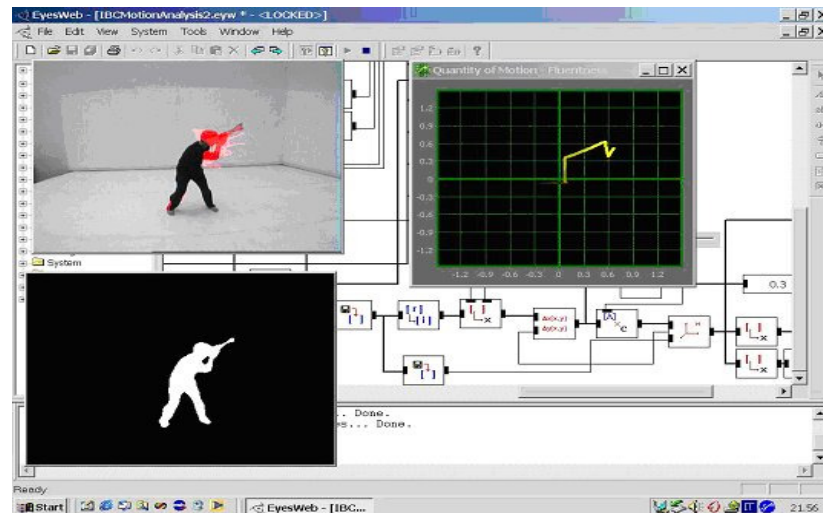


Figura 30. Ejemplo de captura de una silueta humana a través del programa EyesWeb.

B.2. Captura en 3D (Vicon)

El sistema Vicon es un sistema de captura del movimiento en tres dimensiones. Consta de 8 cámaras de infrarrojos que captan puntos luminosos en el espacio y los interpolan para formar una figura (humana normalmente) que se mueve en el espacio. A través de un programa de ordenador se pueden analizar dichos puntos luminosos, de tal forma que se calcule su velocidad, su posición exacta, la aceleración de un punto, las distancia entre dos o más puntos, etc. Este sistema presenta algunas ventajas con respecto a los sistemas de dos dimensiones. La captura del movimiento es mucho más precisa con este sistema que con cualquiera de video en dos dimensiones. Con las tres dimensiones podemos percibir rotaciones y el movimiento se hace completamente libre, a diferencia de lo que ocurre con el procesamiento de una silueta con una cámara que se limita a un espacio físico concreto. A la hora de analizar movimiento, el Vicon se convierte en una herramienta ideal debido a su precisión. Sin embargo es poco frecuente que sea utilizada para controlar físicamente un instrumento debido a que permite controlar demasiados parámetros. Un sistema de dos dimensiones proporciona menos parámetros de control y facilita una relación más clara entre acciones y sonido.

4.3.2.2. El sonido

Anteriormente habíamos señalado que los instrumentos digitales permiten producir sonidos de síntesis o modificar sonidos preexistentes.

4.3.2.2.1. La síntesis sonora

La síntesis sonora consiste en la generación de sonido de forma completamente digital⁹⁶. Un sintetizador es un dispositivo que “sintetiza el sonido, es decir, lo genera a partir de la combinación de elementos simples (normalmente señales periódicas y funciones matemáticas) que no tienen por que existir fuera de sus circuitos” (Jordá, 1997: 1) En realidad, los términos síntesis -y por extensión, sintetizador- no son, hoy en día, plenamente acertados, pues gran parte de los instrumentos digitales actuales no sintetizan totalmente el sonido (no parten de cero), sino que utilizan, recombinan y modifican fragmentos almacenados en su memoria.

Los procedimientos más usuales de síntesis son los siguientes:

- **Síntesis aditiva**

Este tipo de síntesis sonora parte de la idea del análisis de Fourier (Jordá, 1997). Consiste en añadir sinusoides que suenan simultáneamente y mantienen un desarrollo temporal diverso. Este tipo de síntesis presenta algunos problemas, ya que normalmente los sonidos naturales no son totalmente periódicos.

- **Síntesis por modulación de frecuencia**

Fue uno de los primeros sistemas que permitió riqueza sonora con bajo coste computacional, a diferencia de lo que ocurría con la síntesis aditiva. Este método, desarrollado por John Chowning, de la Universidad de Standford, patentado en 1973, fue utilizado posteriormente por Yamaha. Este método consiste en utilizar dos

⁹⁶ Para más información acerca de los diversos tipos de síntesis, ver Curtis Roads (1985).

osciladores: la señal portadora y la señal moduladora. Cuando la señal moduladora no es de baja frecuencia, sino que entra en el rango de las frecuencias audibles, se crean un gran número de frecuencias adicionales que generan un sonido que puede simular la complejidad de la serie armónica.

- **Síntesis por tabla de ondas**

Consiste en sustituir las ondas simples de base por pequeños fragmentos procedentes de sonidos reales, digitalizados y almacenados en memoria.

- **Síntesis substractiva**

Este tipo de síntesis se consigue a partir de un ruido al que se le aplican determinados filtros.

Además de sintetizar sonidos, algunos instrumentos digitales emiten otro tipo de señales no sonoras.

4.3.2.2.2. Otros estímulos

- **Estímulos visuales**

Es muy frecuente encontrar que, además de los sonidos, los controladores proporcionan información visual en forma de luces que se accionan cuando hay sonido y que son de diferentes colores en función del mismo. También son frecuentes las formas geométricas simbólicas que se relacionan con diferentes timbres. En ocasiones el intérprete visualiza la forma de la onda sonora (como en el caso de la *ReacTable* del grupo de tecnología musical de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona) o se utilizan estímulos visuales que ofrecen retroalimentación visual del estímulo sonoro (como por ejemplo luces que ascienden en sonidos agudos o lucen más intensas en sonidos fuertes, luces que van a la velocidad de los estímulos o luces parpadeantes en timbres con muchos componentes de ruido).

- **Estímulos táctiles**

Algunos instrumentos, incluyen determinados estímulos táctiles para evocar aquellos que son propios de los instrumentos acústicos. Cuando tocamos un clarinete, percibimos la presión de las llaves en los dedos y cierta vibración dentro del tubo sonoro. Algunos instrumentos “tipo acústico” incluyen estos aspectos.

4.3.2.3. El mapeado

El mapeado consiste en crear una relación entre los parámetros gesturales capturados, bien sea a través de sensores, cámaras de captura o adquisición indirecta del gesto, y determinados parámetros musicales.

El mapeado puede hacerse de muy diversas formas. La más sencilla es hacer corresponder un parámetro gestual con otro sonoro. Esto es lo que se llama mapeado “uno a uno”. Los controladores basados en instrumentos suelen presentar mapeados inspirados en ellos, pero los controladores alternativos presentan formas de mapeo diversas. Otra forma de mapeado que permite mayor libertad es el mapeo multi capa. Consiste en la creación de parámetros intermedios que vinculen los elementos de entrada y de salida. De esta manera, si cambiamos el controlador o los sonidos que queremos utilizar, podemos seguir utilizando este mapeo, algo imposible en los sistemas “uno a uno”.

4.4. Funcionamiento del modelo basado en la TCS dependiendo de los diferentes tipos de instrumentos

4.4.1. Instrumentos acústicos e instrumentos tipo acústico

Los instrumentos musicales acústicos, como ya hemos indicado en varias ocasiones a lo largo de este trabajo, son aquellos que producen sonido por la acción de un sujeto que pone en vibración un cuerpo. Un ejemplo de instrumento acústico es un violín. A través

de la acción sobre las cuerdas, bien sea por la frotación con el arco o por la pulsación con los dedos, se produce la vibración de la cuerda que genera un sonido que se amplifica gracias a la caja de resonancia⁹⁷. Un instrumento tipo acústico es aquél que posee una morfología similar para su accionamiento a la de su referente acústico, con la diferencia de que éste produce su sonido de forma sintética. Un ejemplo de este tipo de controlador es el órgano electrónico. Ambos tipos de instrumentos se estudian de forma conjunta debido a que su funcionamiento a nivel cognitivo-corporal es similar.

A continuación detallaremos las fases contempladas en nuestro modelo en las que el cuerpo interviene en la interpretación musical, describiendo en este caso cómo tienen lugar de forma específica para cada tipo de instrumento. A pesar de que las fases que propone el modelo son las mismas para todos los instrumentos, cada tipo presenta peculiaridades en su desarrollo. Los estadios que analizamos no tienen lugar de forma aislada ni separada del resto, ni están temporalmente organizados. Hacemos la distinción con fines pedagógicos, aunque debemos recordar que el movimiento se programa a medida que se realiza (al menos, cuando se está realizando se va reprogramando) y éste se controla en tiempo real junto con el sonido producido. El almacenamiento tiene lugar a medida que nos movemos o que evocamos movimientos consecuencia de los sonidos musicales. Como vemos, todas las fases son casi simultáneas y unas alimentan o modifican a las otras, de forma que el resultado final es complejo.

4.4.1.1. Programación motora

Ya hemos explicado que los instrumentos acústicos (por ejemplo un violín) y los controladores tipo instrumento (por ejemplo un órgano electrónico) desarrollan técnicas para su interpretación muy sofisticadas y que requieren gran virtuosismo. Cuando un intérprete competente que ha estudiado una pieza desea tocar, previamente a la

⁹⁷ En este trabajo no vamos a profundizar sobre los instrumentos acústicos. Estudiaremos los instrumentos digitales, que por su reciente aparición son más desconocidos en el mundo académico más allá de los laboratorios de tecnología musical. A este respecto, se propone una clasificación y una descripción de su funcionamiento, así como algunos ejemplos significativos.

realización de cualquier movimiento debe llevar a cabo una planificación del mismo. Paralelamente a esta planificación motora, el intérprete recrea mentalmente el ideal sonoro que desea reproducir, que está almacenado de forma global en su memoria auditiva a corto y a largo plazo. Este sonido está relacionado con los movimientos necesarios para producirlo. Las técnicas y el entrenamiento del instrumentista (en este caso del violinista o del organista, que se basa en la técnica del piano), permiten haber almacenado determinados elementos de forma parcial. Para un violinista no es necesario memorizar “literalmente” toda una obra, sino que, memorizando partes o pasajes, el resto de los movimientos afloran de forma automática gracias a las propiocepciones, al igual que cuando los actores de teatro necesitan el pie para recordar sus textos. Hablaremos en el **apartado 4.4.1.4** de la memorización y del almacenamiento.

En la programación motora intervienen dos aspectos que hemos adelantado en este trabajo: el de imagen corporal y el de esquema corporal que se forman gracias al almacenamiento. Recordemos que la imagen corporal proporciona el marco para programar movimientos dirigidos a un fin (movimientos instrumentales). Gallagher (1998: 228), señala que la imagen corporal nos permite focalizar nuestra atención en las partes del cuerpo directamente implicadas en la acción. En este caso, el violinista será consciente de su mano izquierda, del movimiento de sus dedos (distancia entre los dedos, posición, velocidad), y en su mano derecha de los movimientos de su codo (velocidad, ángulo) y de su mano (ángulo y presión sobre la cuerda con el arco) (**ver apartado 4.3**). Además, este autor argumenta que la imagen corporal es intencional y que nos permite ser conscientes de nosotros mismos. El violinista tiene una intención con lo que hace y no duda de que los movimientos que va a realizar sean suyos. El esquema corporal, por su parte, nos permite programar los movimientos de forma no consciente a nivel intencional, pero consciente a nivel global. Cuando un violinista toca un instrumento, a pesar de que sus intenciones se focalicen en los brazos y manos fundamentalmente, otras partes de su cuerpo intervienen. Aunque el intérprete sea consciente en exclusiva de esas partes, no tiene la sensación de que el resto de su cuerpo desaparezca, sino que sigue ahí como un fondo difuso. Este resto de su cuerpo se mueve. De hecho, los movimientos ancillares de los instrumentistas son muy numerosos. Estos movimientos se hacen posibles gracias al esquema corporal que

permite programar los movimientos necesarios para mantener la postura⁹⁸. Cualquier pequeño movimiento, por mínimo que sea, implica una compensación por parte de todos los músculos del cuerpo. Gracias al esquema corporal somos capaces de caminar, correr, salvar obstáculos, sin necesidad de ser conscientes de todos los músculos que movemos. Además, existen determinados movimientos que en un momento pudieron ser conscientes, que se automatizan. Por ejemplo, cuando un músico muy entrenado toca escalas, arpeggios o pasajes muy complejos que ha ensayado repetidamente, dichos movimientos dejan de ser conscientes y pasan a ser automáticos. El esquema corporal está también encargado de éstos. El esquema corporal se puede hacer consciente cuando cambiamos el foco de atención. Podemos centrar nuestra atención en los movimientos implicados en el movimiento de un brazo, más allá de los propios músculos del mismo.

⁹⁸ El esquema corporal se regula a través del cerebelo principalmente.

Imagen corporal: movimiento intencional consciente.

Movimiento	Elemento sonoro
Órgano	
Movimientos sucesivos de los dedos de izquierda a derecha	Escala ascendente
Mano rígida con dedos alternos	Acorde
Dedos alternos	Arpeggio
Violín	
Aumento y disminución de la presión de los dedos de la mano izquierda	Vibrato
Movimiento circular del arco	Arpeggio
Esquema corporal: movimiento ancillar inconsciente.	
(Puede llegar a ser consciente)	
Flexión de rodillas Torsión de tronco Movimientos de cabeza y cuello Acción de los músculos antagonistas Compensación del equilibrio Movimientos respiratorios	

Figura 31. Ejemplos de movimientos y elementos sonoros en la programación motora de un violín y un órgano electrónico como consecuencia de la imagen corporal y el esquema corporal.

4.4.1.2. Acción motora

El siguiente estadio propuesto en nuestro modelo es el de la ejecución motora. Llevar a cabo una acción requiere poner en práctica los movimientos planificados anteriormente. Los movimientos implican la intervención de los músculos, las articulaciones, el

sistema del equilibrio, etc. El movimiento se produce en el tiempo y posee un sistema de control a través de las propiocepciones que actúan en tiempo real. A medida que nos movemos, las propiocepciones, como ya señalamos con anterioridad en esta tesis, se encargan de controlar los movimientos con objeto de que obtengan la distancia justa, la fuerza, que posibiliten coordinarse entre sí, evitar el temblor, etc. Nuestro violinista modelo pondrá en práctica su técnica, empezará a tocar y controlará estos movimientos a través de las propiocepciones. Además de llevar a cabo los movimientos justos, el intérprete comparará su ideal de sonido con el que él mismo está produciendo en tiempo real. De esta manera, podrá modificar sutilmente sus movimientos para conseguir mejor afinación, una mayor claridad en las articulaciones, controlar la cantidad de vibrato necesario para la sala y, en definitiva, expresar la música de la forma más adecuada para ese momento en concreto. Si los movimientos programados no producen el sonido esperado, el violinista llevará a cabo una compensación, según plantea la hipótesis del movimiento compensatorio que definimos a continuación.

4.4.1.3. Relación contingente entre percepción y acción. Hipótesis del movimiento compensatorio

Ya hemos señalado en este trabajo que cuando un intérprete produce un movimiento, éste está relacionado con el sonido que produce. El intérprete normalmente utiliza sus movimientos de forma instrumental. A esta relación entre sonido y acción es a lo que denominamos *relación contingente entre sonido y acción*, término propuesto por O'Regan y Noë (2001a) en su TCS. Esta relación contingente entre percepción y acción tiene lugar de forma particular en la interpretación de instrumentos acústicos e instrumentos tipo acústico. El sujeto que toca el violín o el órgano electrónico se centra especialmente en el sonido que desea conseguir. Con el término sonido nos referimos a todos aquellos elementos sonoros significativos para la pieza musical: el timbre, los tonos, las duraciones, el carácter, etc. Estos intérpretes conocen muy bien la técnica de sus instrumentos, saben qué movimientos producen qué repercusiones en el sonido. Por ejemplo, si el violinista hace mayor presión con el arco sobre las cuerdas consigue un sonido más fuerte, o si mueve más los dedos de la mano izquierda en sentido horizontal consigue más vibrato. Cuando el sonido no se corresponde con su ideal, el intérprete compensará sus movimientos para conseguirlo. A este fenómeno lo denominamos

Hipótesis del Movimiento Compensatorio. Durante una estancia de tres meses en la Universidad McGill de Montreal, en la sección de Tecnología Musical y bajo la supervisión de Marcelo Wanderley, llevamos a cabo determinados experimentos que nos permitieron probar dicha hipótesis. Mostramos el planteamiento de los experimentos y los resultados a continuación.

La hipótesis del movimiento compensatorio está basada en el concepto de contingencia sensoriomotora extrapolado de la TCS. Cuando tocamos un instrumento por primera vez, exploramos con nuestros movimientos el sonido que produce, así comprobamos cómo las variaciones del movimiento introducen cambios en dicho sonido. Aprendemos de la experiencia las leyes que gobiernan el funcionamiento de dicho instrumento. Cuando un intérprete se hace virtuoso, obtiene un dominio de estas leyes, las conoce a la perfección y las utiliza para obtener los mejores resultados a nivel musical. La hipótesis del movimiento compensatorio sostiene que cuando un intérprete virtuoso que toca su instrumento musical no obtiene la respuesta esperada del mismo como consecuencia de sus movimientos, tiende a compensar dichos movimientos para obtener el sonido que desea. Podría ser el caso de un violinista cuyo violín tuviera una cuerda menos tensa de lo normal. Al tocar, el intérprete se daría cuenta del problema de afinación, de tal forma que su dedo se movería a lo largo del mástil hacia el puente del violín. Este movimiento modificaría el sonido resultante. Esta maniobra es llevada a cabo por la mayor parte de los intérpretes que, pese a estudiar al detalle los movimientos necesarios para la interpretación, cuando tocan van constantemente compensando los aspectos deficitarios del sonido con sus movimientos, ya que el sonido siempre está condicionado por la acústica de la sala, el número de asistentes, la temperatura del instrumento, la afinación de otros instrumentos, etc.

El estudio de la compensación de movimientos constituye una herramienta muy eficaz para estudiar cómo los diferentes intérpretes entienden el funcionamiento de sus

instrumentos⁹⁹, es decir, describir cuáles son las leyes que gobiernan el funcionamiento de instrumentos diversos. Para probar esta hipótesis, en la Universidad McGill, bajo la dirección de Marcelo Wanderley, y la ayuda de dos estudiantes, Mark Zadel (percusionista) y Carmine Casciato (ingeniero informático), diseñamos un experimento (Peñalba, 2006).

4.4.1.3.1. *Diseño del experimento*

Para llevar a cabo dicho experimento utilizamos el *Radio Baton*, un controlador desarrollado por Mathews y Boie, al que nos hemos referido en el capítulo dedicado a definir y clasificar los controladores. Este controlador tiene forma de instrumento de percusión (ver **Figura 32**). Consta de dos baquetas y un soporte donde percuten dichas baquetas. La posición de las baquetas se detecta respecto a la base por campos magnéticos. La posición leída de cada una de las baquetas se codifica en los ejes X, Y y Z, o más intuitivamente en los planos horizontal (ancho y profundo) y vertical (alto).

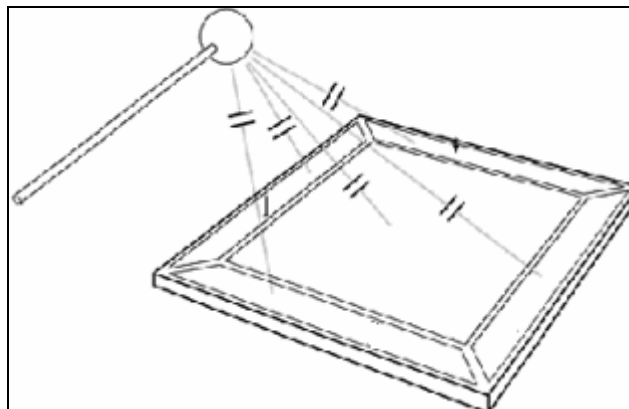


Figura 32. Diagrama de representación del radio baton.

⁹⁹ Otro método eficaz de estudio de la relación entre sonido movimiento es el “air performace” analizado por Godøy *et al.* (2006), que consiste en estudiar cómo se imitan los diversos instrumentos (piano, batería, guitarra) a través de la escucha musical. Para más información sobre este tipo de estudio ver Jensenius (2007).

4.4.1.3.2. *El programa informático*

La producción del output sonoro en función de los input se realizaba a través de un programa de ordenador diseñado por Casciato (**Ver Figura 33**). Dicho programa permitía modificar las relaciones cuasales normales entre movimiento y sonido de un timbal normal. El timbal acústico tiene varias particularidades: si las baquetas percuten cerca del marco, suena más agudo y metálico. Si se interpreta en el centro suena más resonante y grave. Estos efectos se incluyen en el programa. El programa también permite llevar a cabo variaciones de intensidad dependiendo de la fuerza de impacto en el parche. El mapeado que diseñó Casciato (**ver Figura 34**) permitía controlar el timbre (hacerlo más o menos metálico), la resonancia, el tono, la intensidad e introducir delay, un parámetro que equivale al retardo que proporciona la sala donde se ejecuta el instrumento.

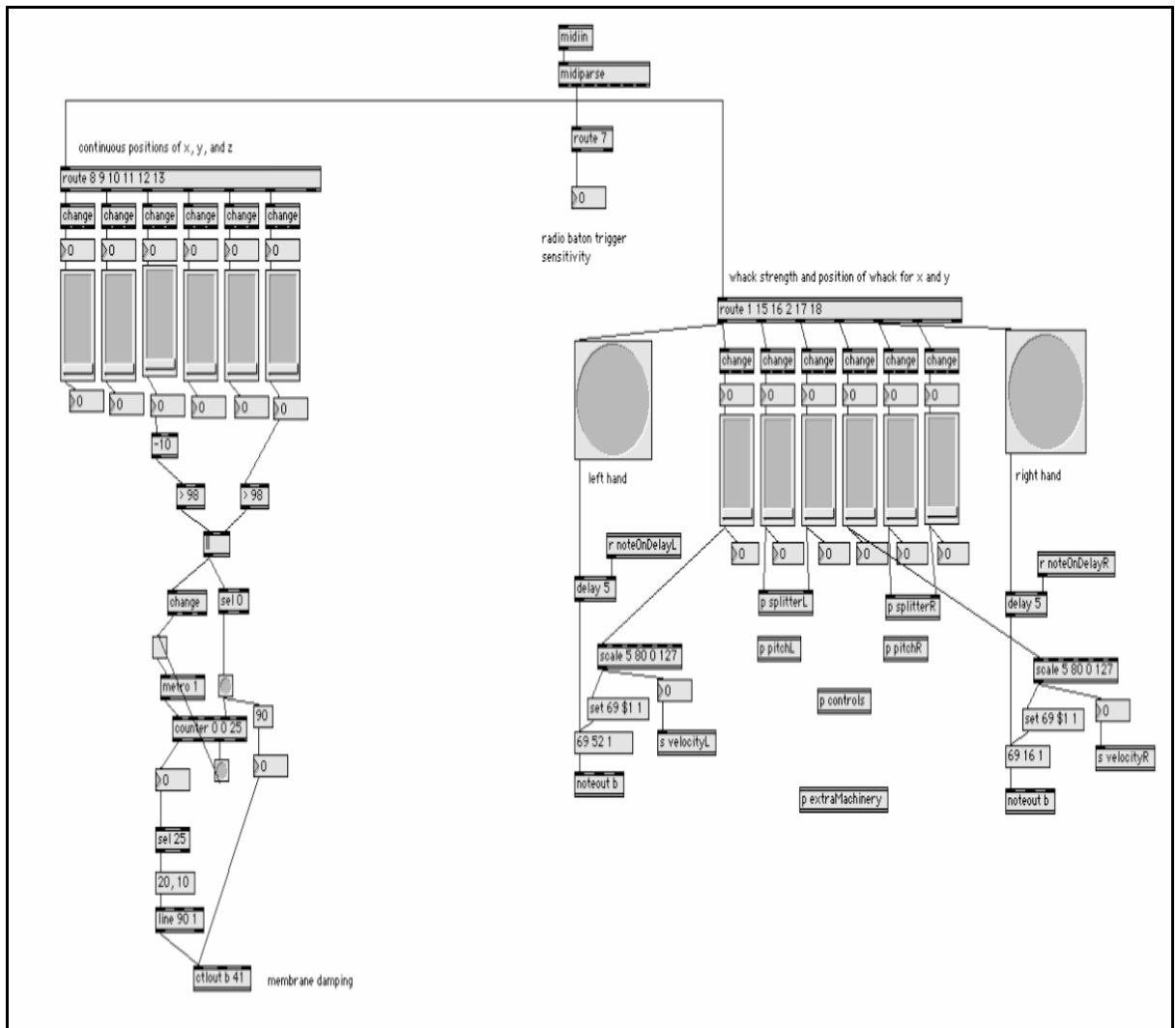


Figura 33. Patch para el control del radio baton diseñado por Carmine Casciato (Universidad McGill de Montreal).

En este primer patch (**Figura 33**) se mide por un lado la posición absoluta de cada baqueta en X, Y y Z (izquierda) y con el resultado de esos números se calcula la velocidad de movimiento de las baquetas, estudiando cómo cambian en el tiempo.

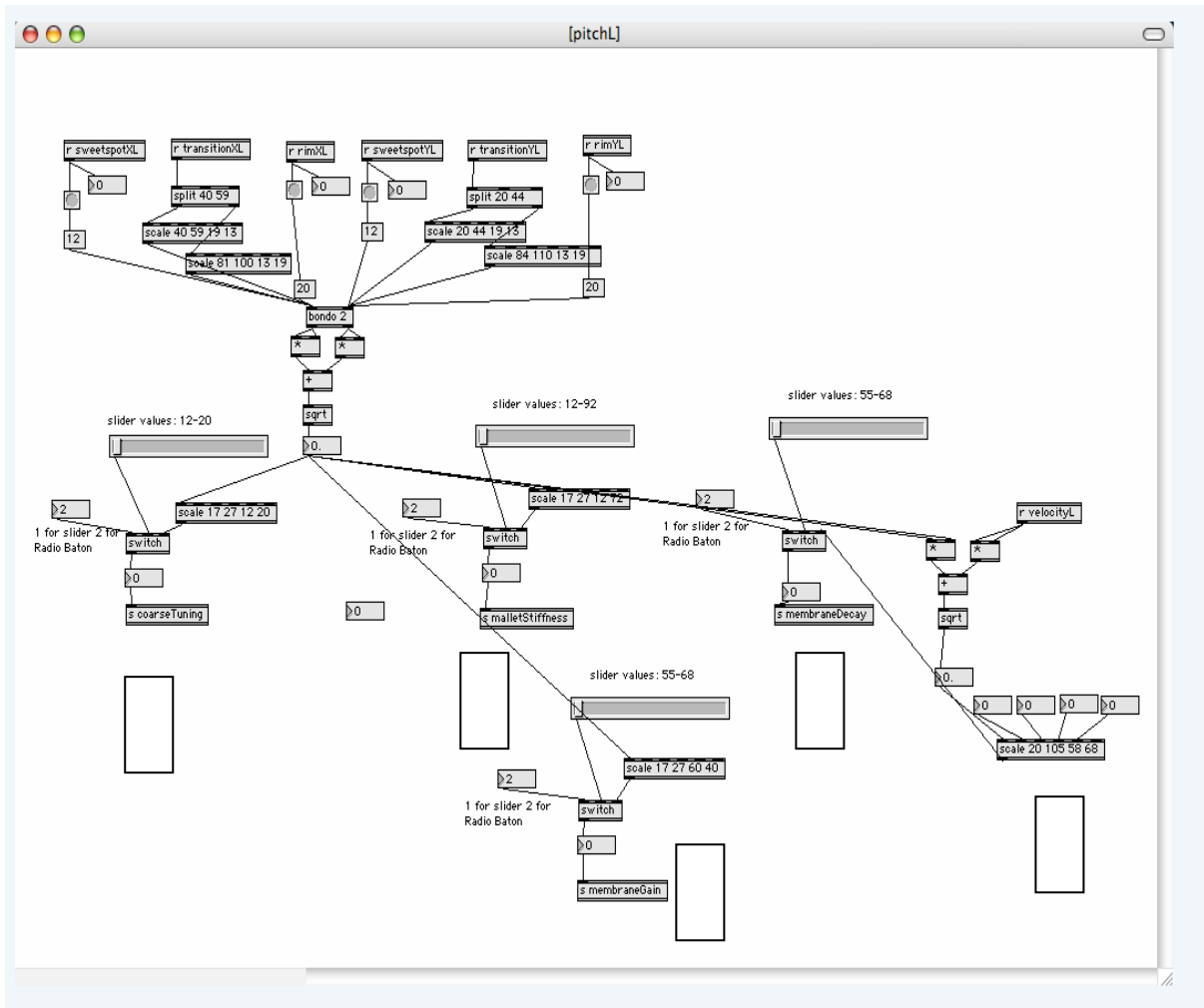


Figura 34. Patch de control de diversos parámetros musicales.

En este patch (**Figura 34**) se generan los parámetros de afinación (1), brillo (2), duración (3), intensidad (4) y delay (5) que tendrá el sonido de salida.

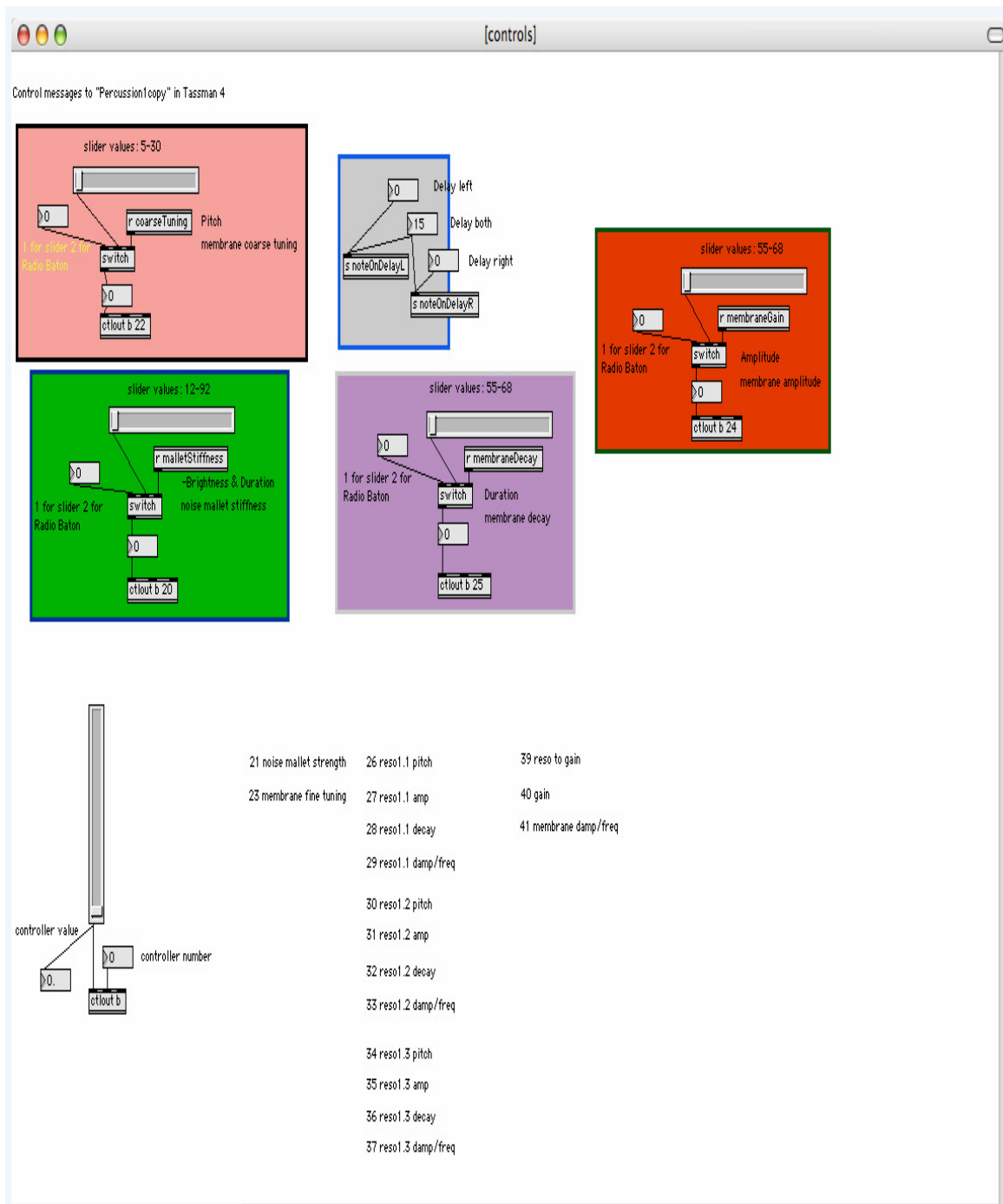


Figura 35. Patch de manipulación de los parámetros sonoros a través de sliders.

Este último patch (Figura 35) permite la manipulación directa del sonido a través del desplazamiento de los slider de cada apartado: altura (1), delay (2), brillo (3), duración (4) e intensidad (5).

Mark Zadel, percusionista y estudiante de doctorado en McGill, se prestó a colaborar en nuestro experimento (**Figura 36**). La consigna que se le dio a este instrumentista era tocar el timbal artificial con un ritmo lo más sencillo y constante posible. Se le advirtió de que el sonido que le llegara como retroalimentación iba a cambiar. Si así ocurría, él debía, con sus movimientos, intentar conseguir de nuevo el sonido de origen. Por ejemplo, si al tocar la intensidad del sonido disminuía, él debía aumentar la fuerza para conseguir la intensidad de origen. De esta manera podíamos explorar el movimiento compensatorio, un movimiento que no es aleatorio, sino que permite apreciar la forma en que el intérprete entiende las leyes que gobiernan el funcionamiento del instrumento.

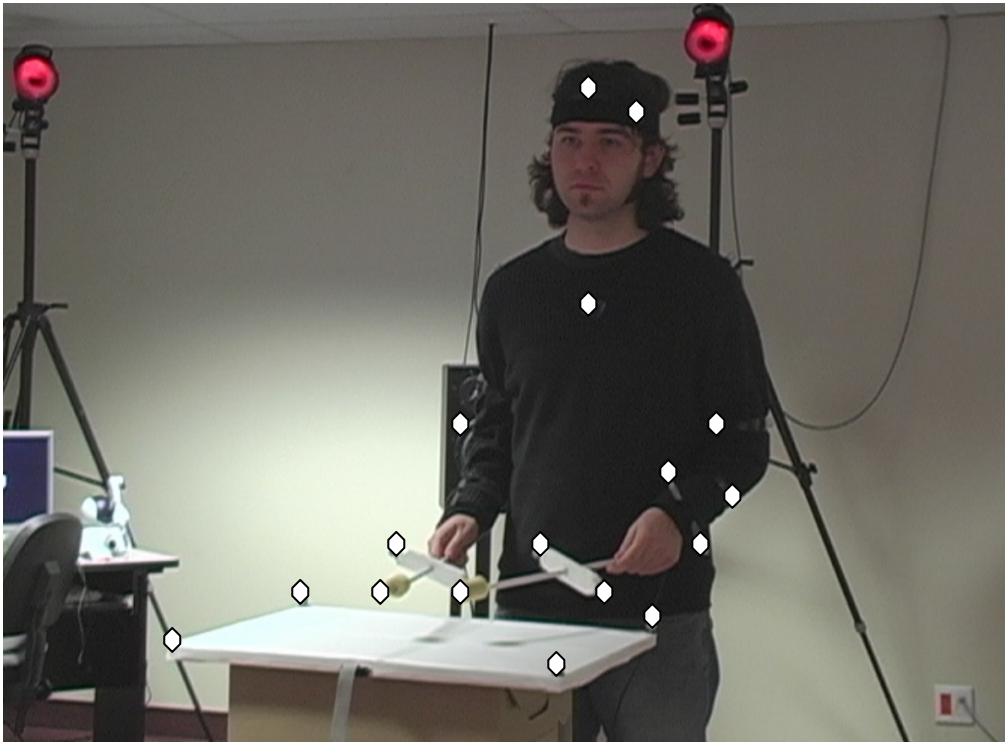


Figura 36. Puntos luminosos. Interpretación del radio baton por Mark Docel (universidad McGill de Montreal).

Como los movimientos que el intérprete hace pueden ser muy sutiles y difíciles de observar a simple vista, utilizamos un sistema de captura de movimiento en tres dimensiones. El sistema Vicom es uno de los sistemas de captura de movimiento más sofisticados que existen. Normalmente se utiliza para realizar animaciones por ordenador para películas y videojuegos. En el laboratorio de informática musical

McGill, se utiliza para estudiar la gestualidad de los instrumentistas. Este sistema cuenta con 8 cámaras de infrarrojos que capturan el movimiento de unos puntos luminosos (**Figura 37**) que se colocan en el sujeto en zonas estratégicas (**Figura 36**). En este caso nos interesaba conocer el movimiento de los brazos, tronco y cabeza, así que le colocamos puntos reflectantes en esas partes. Las cámaras capturan los puntos en el espacio; un mismo punto es captado por diferentes cámaras. A cada punto se le asigna un marcador o denominador que permita integrar los resultados de las ocho cámaras e interpolar los puntos para mostrarlo como único. A través de dicho software pudimos comprobar los cambios de movimiento entre los marcadores.

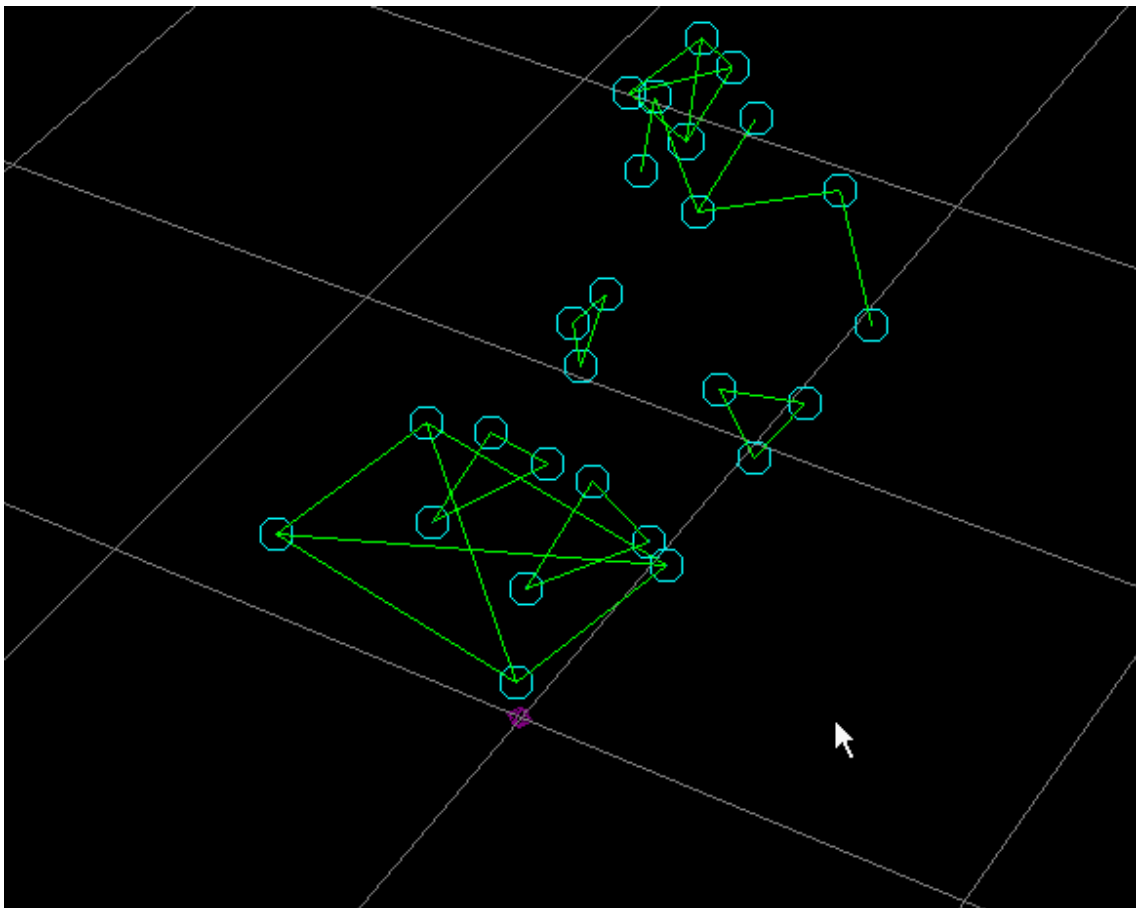


Figura 37. Interpolación de puntos luminosos en el programa Vicon.

4.4.1.3.3. Colocación de los puntos luminosos

Como observamos en la imagen, los puntos luminosos se ubican de forma estratégica en el cuerpo del percusionista para poder medir rotaciones, flexiones de una articulación, etc. En el timbal posicionamos 4 puntos en cada uno de los vértices. En las baquetas se colocaron tres marcadores con el fin de observar si se producían rotaciones. El del vértice de las baquetas es el marcador que nos permite conocer el punto exacto de impacto con el timbal. Después colocamos tres marcadores en la muñeca también con el fin de estudiar flexiones y rotaciones; un marcador en el codo, otro en el hombro y un marcador colocado cerca del esternón del percusionista pero situado en el lado derecho del cuerpo. La idea de colocar un marcador descentrado del eje axial del cuerpo se fundamenta en que la figura de puntos que el ordenador interpola cuando se produce la captación de puntos luminosos no distingue la parte de delante de la de detrás del cuerpo cuando no existe movimiento. De esta manera, viendo si el punto se encuentra situado hacia la izquierda o hacia la derecha, podemos diferenciar si estamos viendo la parte delantera o la trasera del cuerpo. En la cabeza se colocaron cuatro puntos en una cinta a lo largo del perímetro de la cabeza; éstos permiten ver si la cabeza se flexiona o se gira.

A través de un software específico se pueden hacer cálculos de diversos parámetros referidos a los puntos luminosos. Por ejemplo, se puede calcular la distancia entre dos puntos, la velocidad o aceleración a la que se mueve un punto en el espacio, etc. Llevamos a cabo mediciones de muy diversos tipos, algunas de las cuales presentan resultados de gran relevancia para esta investigación. Presentamos los resultados a continuación.

- **La intensidad**

El experimento comienza con la manipulación del parámetro intensidad (recordemos que el percusionista ejecuta un ritmo simple que consiste en la alternancia de las baquetas, con acentos en grupos de cuatro.) A través del programa diseñado por Casciato, aumentamos la intensidad de la señal para después disminuirla. Al sujeto le pedíamos que llevara a cabo los movimientos oportunos para retomar el sonido del

inicio. El intérprete, acorde con la hipótesis del movimiento compensatorio y como respuesta obvia, debería disminuir la fuerza de percusión y después aumentarla para conseguir el resultado del inicio. Para comprobarlo medimos la distancia entre los vértices de las dos baquetas (denominados tip-tip en el programa), de tal forma que, observamos que cuando hacemos crecer la intensidad, el sujeto responde haciendo el ritmo *piano*, y lo comprobamos porque la distancia entre las baquetas disminuye. Cuando hacemos decrecer el sonido, observamos que el intérprete responde aumentando la distancia entre ellas para obtener un sonido fuerte (**ver Figura 38**)¹⁰⁰. La disminución de distancia entre los vértices de las baquetas implica disminución de fuerza (círculo azul) mientras que el aumento, incremento de la misma (círculo rojo).

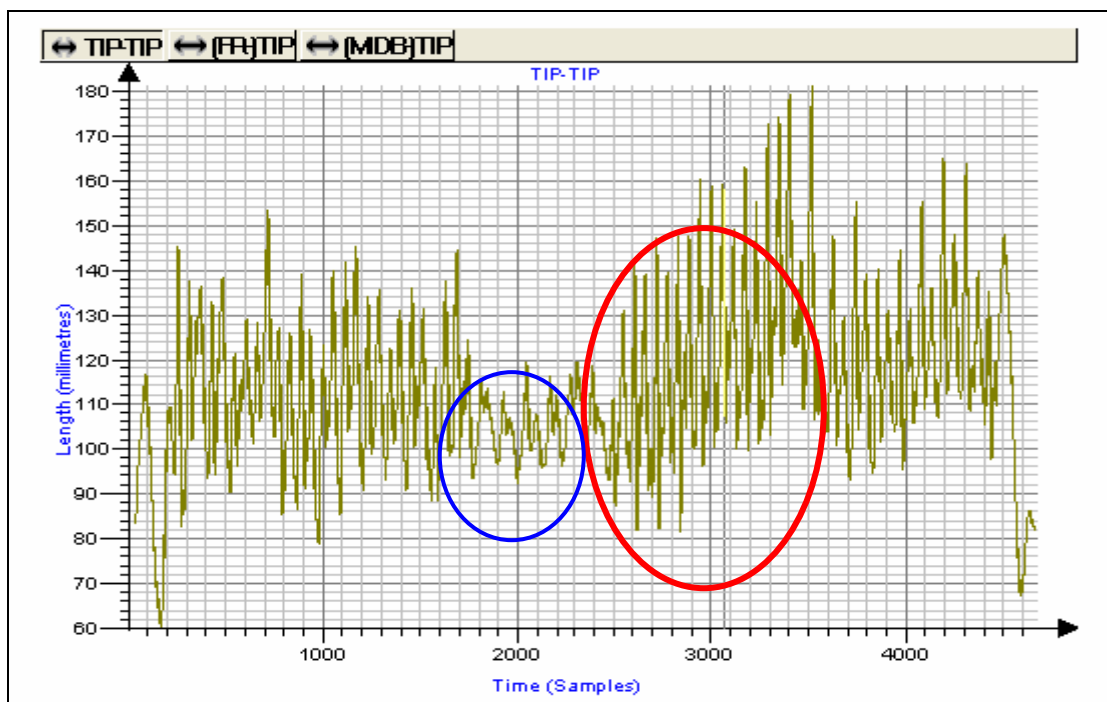


Figura 38. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en el parámetro intensidad.

¹⁰⁰ En todos los gráficos que presentamos en este trabajo aparecen siglas como TIP, FR, etc. Éstas designan a cada uno de los puntos luminosos que interpola el programa Vicom. Cada punto ha de designarse un nombre para el programa lo identifique como único cuando cambia de posición. De esta manera es como se obtiene la información del movimiento. TIP se refiere a la punta de las baquetas, FR al punto situado en el frontal derecho del timbal, etc.

Además, medimos la velocidad y la aceleración de cada vértice (**Figura 39**) de las baquetas para comprobar que, efectivamente primero se produce una disminución de (círculo azul) y después un aumento de ambas (círculo rojo), para finalmente volver a la normalidad. Los cuadros superiores corresponden a la baqueta derecha y los dos de inferiores a la izquierda.

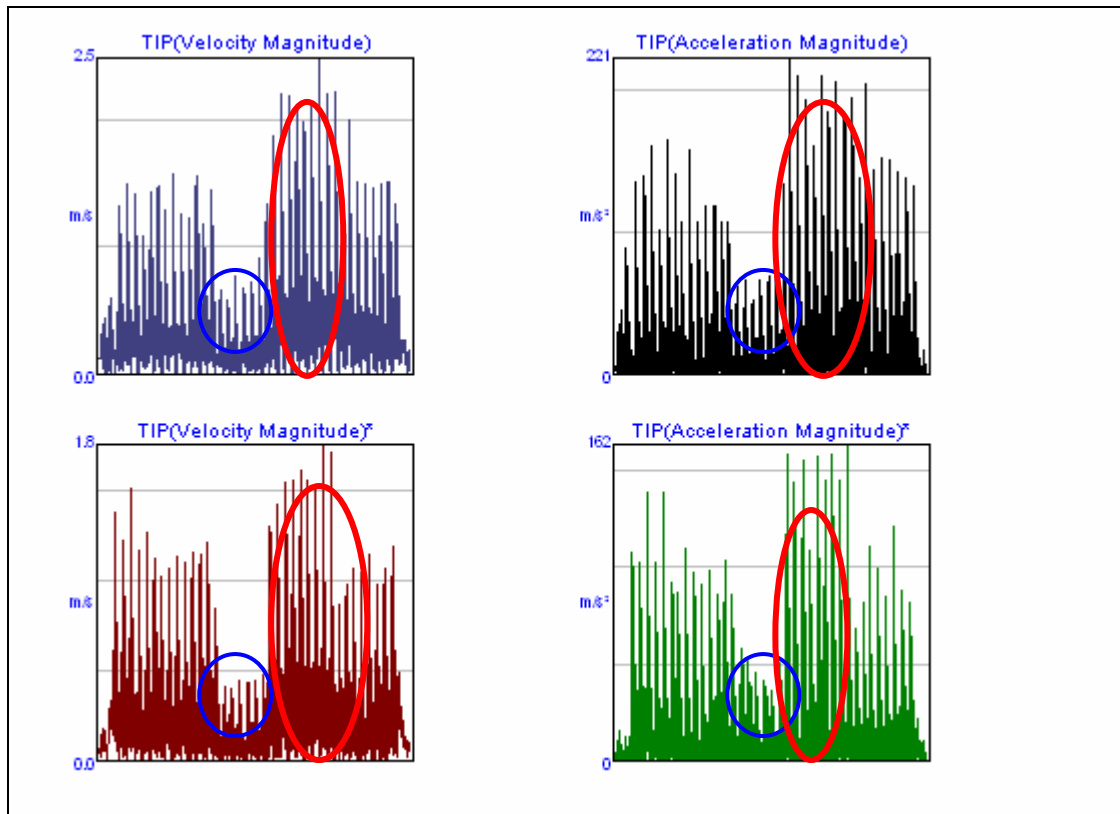


Figura 39. Gráfico de medición de velocidad y aceleración de las baquetas del radio baton en el parámetro intensidad.

Como estaba previsto en la exploración de la intensidad, al aumentar ésta, el movimiento compensatorio hace que la fuerza de impacto en el timbal disminuya. Esto se traduce en una reducción de la distancia entre las baquetas y el timbal, y una disminución de la velocidad y la aceleración. Al contrario, cuando la intensidad disminuye, el movimiento compensatorio hace que la distancia entre las baquetas, la velocidad y la aceleración aumenten. Estos resultados son obvios, el sentido común y nuestra experiencia musical nos demuestran que esto es lo que sucede cuando interpretamos un instrumento musical. Sin embargo, en los siguientes apartados de este

experimento, veremos que no en todos los casos las respuestas son las esperadas, sino que encontramos resultados sorprendentes que nos aportan pistas acerca de los mecanismos cognitivos implicados en la interpretación musical.

- **La afinación**

Esta segunda parte del experimento consiste en el aumento del tono base del timbal y después el descenso de afinación del mismo. Nuestra hipótesis de partida al respecto suponía que ante un aumento de tono el sujeto tendería a mover las baquetas hacia el centro del timbal. Sin embargo, al tratar de verificar nuestra hipótesis, observamos en primer lugar una respuesta empática que más adelante cambia.

Cuando el intérprete escucha que el tono sube, para compensar el sonido con su movimiento, tiende a tocar en la parte más lateral del timbal (círculo verde) (**ver Figura 40**). La respuesta esperada en este caso no se dio. En lugar de llevar a cabo una respuesta compensatoria, el percusionista empatiza con el sonido. Es decir, que al escuchar el sonido agudo del timbal tiende a tocar en la zona de este instrumento que proporciona sonidos más agudos en lugar de tocar en la parte central para compensar su sonido. Tras el experimento, Mark Zadel refiere que en ocasiones le resulta difícil reaccionar con el efecto contrario. Para él es difícil aislar el movimiento del sonido sobre todo tratando de imaginar que se trata de un instrumento acústico. Este fenómeno es muy interesante desde el punto de vista de los mecanismos cognitivos implicados en la interpretación musical. Algunas manifestaciones de este fenómeno se observan en grupos de escolares cuando se relacionan con la música. Los niños intuitivamente tienden a tocar suave o a moverse o bailar con movimientos delicados cuando una música es suave y a tocar o bailar fuerte cuando la música crece en intensidad. Es decir, que el ser humano, de forma intuitiva empatiza con los sonidos como si él mismo los estuviera produciendo.

En el experimento, sin embargo, cuando el percusionista escucha el efecto que tienen sus movimientos en el sonido, entonces sí ejecuta un movimiento compensatorio. Al escuchar que la afinación sube, aproxima las baquetas (círculo azul) y al percibir que baja las separa (círculo rojo) (**ver Figura 40**).

En resumen, el percusionista no compensa en un principio, sino que empatiza con el sonido y cuando escucha el resultado de su movimiento termina por compensar.

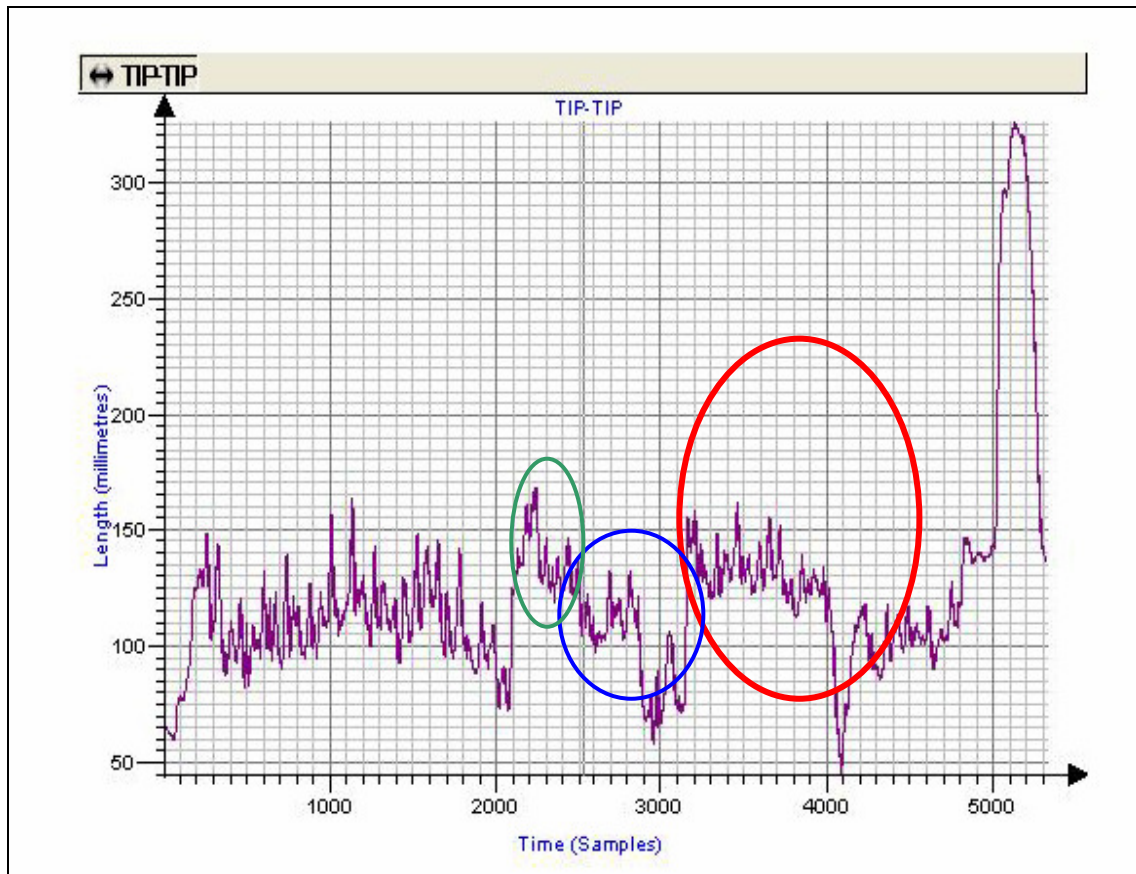


Figura 40. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la afinación.

Profundizamos en nuestra afirmación midiendo la posición que ocupa la baqueta en cada momento en X (de izquierda a derecha) e Y (de delante a atrás). Observamos cómo en la gráfica (ver **Figura 41**) aparecen resultados similares. Existe una primera tendencia de reacción de ambas baquetas: cuando el sujeto escucha que el sonido se hace más agudo toca en la periferia del timbal (círculo verde). Sin embargo después de esa primera reacción observamos cómo ambas baquetas se acercan al centro para tratar de compensar la afinación aguda (círculo azul) y después se desplazan hacia los extremos en la afinación grave (círculo rojo). Los cuadros superiores se corresponden con la baqueta derecha y los inferiores a la izquierda. Con respecto a la dimensión Y, no parece que haya cambios significativos.

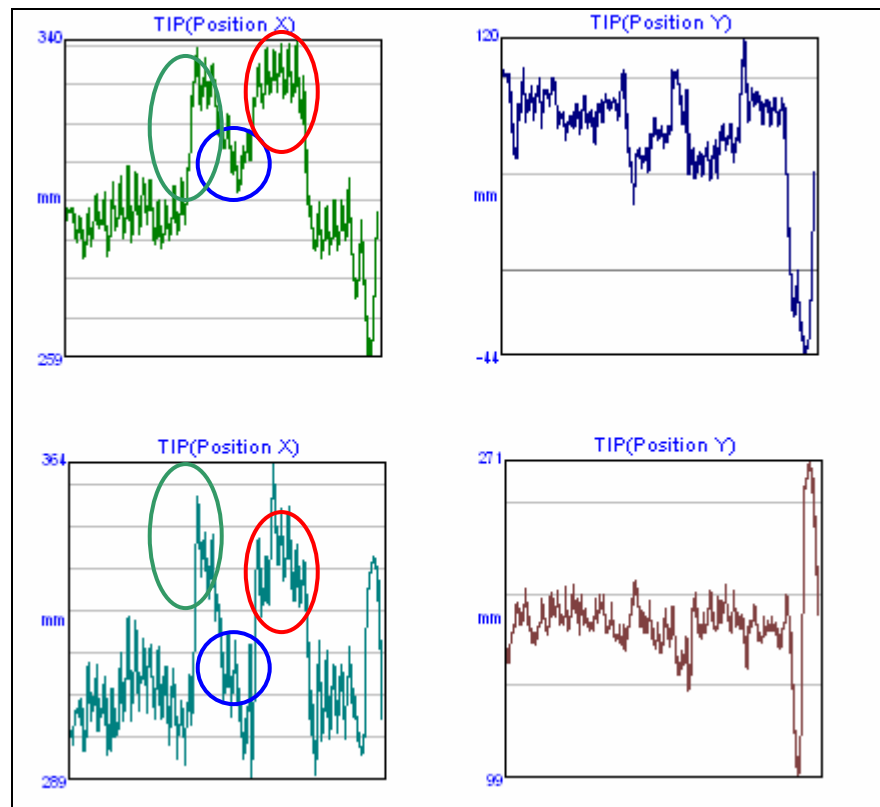


Figura 41. Gráfico de medición de la velocidad y aceleración las baquetas del radio baton en la medición de la afinación.

En conclusión, podemos afirmar que en ocasiones se produce un movimiento empático por parte del intérprete. Hemos señalado con anterioridad que, para un intérprete competente, el sonido está muy vinculado a las acciones necesarias para producirlo. El aspecto interesante de este resultado no esperado es que explica que nuestra percepción cuando tocamos un instrumento musical va saltando constantemente. En ocasiones, el intérprete se centra en el sonido de forma que trata de percibir si éste cambia y compensa a través de sus movimientos los déficits; en otros casos, el intérprete percibe el sonido como independiente de sus acciones.

▪ Resonancia

El experimento también considera la respuesta ante la resonancia. Se logró modificando el sonido y convirtiéndolo en un sonido más resonante, más vibrante en un momento dado de la ejecución. Este parámetro del sonido nos parecía de pertinente estudio ya que no éramos capaces de predecir cuáles serían los movimientos compensatorios necesarios

para reestablecer la resonancia inicial. Así como en otros parámetros los resultados podrían ser predecibles, en este caso carecíamos de expectativas.

En este caso, el intérprete, como observamos en el gráfico, responde al sonido seco aumentando la distancia entre las baquetas (círculo azul) y después, ante la resonancia vibrante responde disminuyendo dicho recorrido (círculo rojo) (ver **Figura 42**).

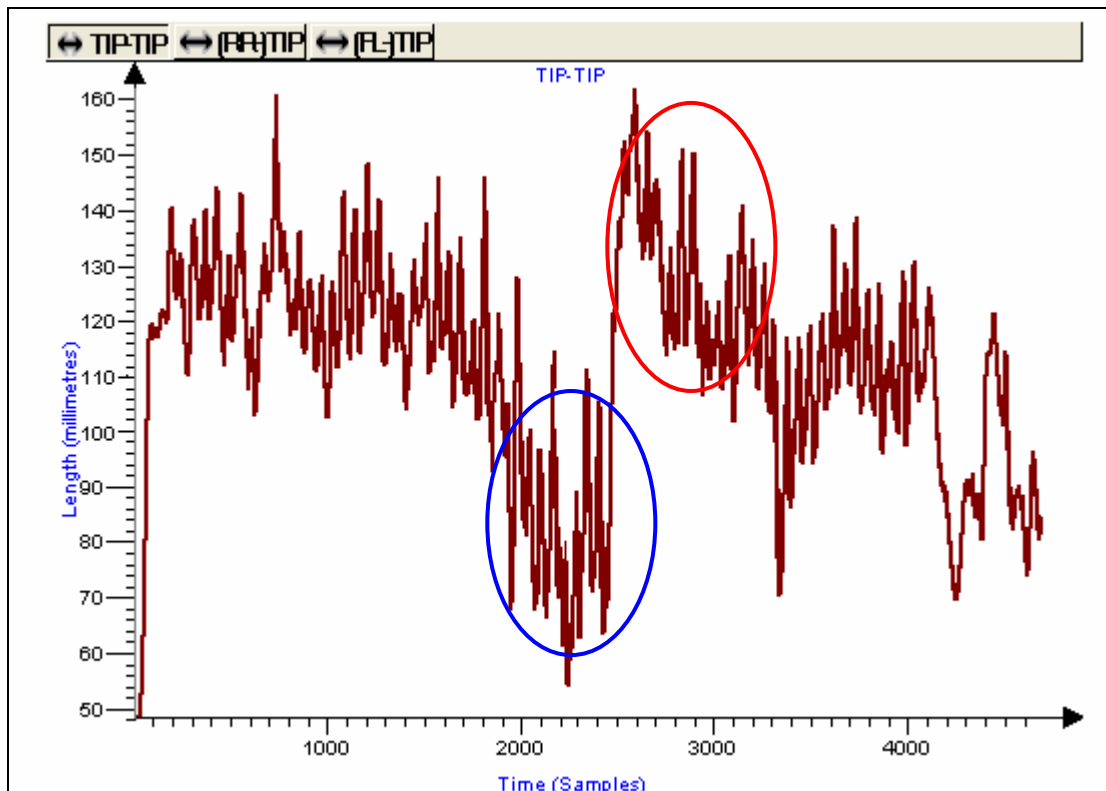


Figura 42. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la resonancia.

Aumentar la distancia entre las baquetas implica aumentar el recorrido de las mismas, es decir, la distancia entre el punto más alto y el parche del radio baton. Al observar este hecho, pensamos entonces que la resonancia podría estar relacionada con la fuerza de impacto: si el intérprete aumenta el recorrido de las baquetas, es probable que aumente la fuerza. Sin embargo no se aumentó ni la velocidad ni la aceleración, lo que implica que no aumenta la fuerza de impacto. Esto quiere decir que para el instrumentista el efecto de resonancia no se consigue aumentando la fuerza, como se conseguía en el efecto de intensidad, sino aumentando simplemente el recorrido (ver **Figura 43**). Tras

el experimento, el percusionista comentó que para lograr reestablecer la resonancia había cambiado la forma de agarre de la baqueta. Si la baqueta se encuentra suelta en la mano puede rebotar en el parche, pero sin embargo, si la baqueta se agarra con fuerza, ésta producirá un golpe más seco. Además, Mark Zadel comentó que necesitaba aumentar el recorrido de las baquetas para lograr dicha intención de resonancia.

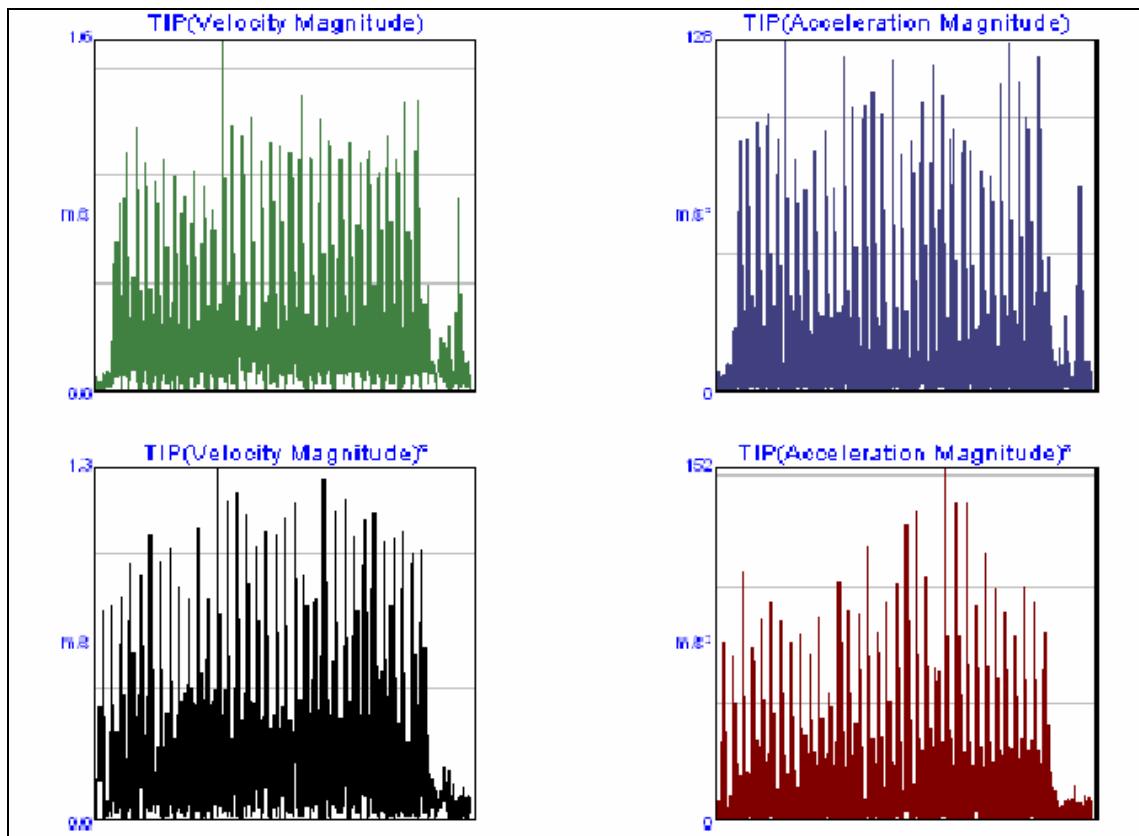


Figura 43. Gráfico de medición de la velocidad y aceleración entre las baquetas del radio baton en la medición de la resonancia.

En conclusión podemos afirmar que para el intérprete el parámetro tímbrico está relacionado con el modo de ejecución en un aspecto más cualitativo que cuantitativo: no aumenta la fuerza, sino que aumenta la amplitud de movimiento dejando la baqueta más suelta en su mano para permitir dicha resonancia.

- **Delay**

El delay es un efecto producido por la resonancia de una sala. Es un parámetro comúnmente presente en instrumentos electrónicos pero en instrumentos acústicos depende de las condiciones de resonancia del lugar de interpretación. Uno de los instrumentos musicales tradicionales que mayor delay tiene es el órgano de tubos. Esto responde a dos razones fundamentales: por un lado una cuestión mecánica y por otro una de resonancia. Desde que el teclado es accionado hasta que se produce el sonido hay un intervalo temporal. Además, desde que se produce el sonido hasta que le llega al intérprete pasa también algo de tiempo. Los tubos están muy lejos y existe demasiada resonancia en las iglesias, lugares donde están frecuentemente ubicados dichos instrumentos.

En esta parte del experimento introdujimos delay en la retroalimentación de la señal. La respuesta esperada era un aumento de la velocidad de ejecución para compensarlo. No obstante, se midió la distancia entre las dos baquetas y las baquetas y el radio baton, no se encontraron modificaciones significativas. Sin embargo se observó un movimiento de cabeza en el momento de introducción del delay (círculo rojo) (**ver Figura 44**). Hasta el momento, todos los movimientos encontrados en el resto de los parámetros analizados consistían en movimientos de brazos o de baquetas, es decir, movimientos instrumentales (Cadoz y Wanderley, 2000). Podemos interpretar este movimiento como un movimiento ancillar (Wanderley *et al.*, 2005), o estético, ya que el intérprete quiere comunicar al investigador su percepción. El intérprete detecta el cambio pero no sabe cómo reaccionar. En esta ocasión, otra respuesta no esperada nos aporta datos acerca de determinados procesos cognitivos. El delay es un efecto que, en instrumentos acústicos, el intérprete no puede modificar. Así pues, el percusionista se encuentra sin competencias motoras para compensarlo. Sin embargo, detecta el cambio como consecuencia mueve la cabeza, como una forma de expresar su percepción.

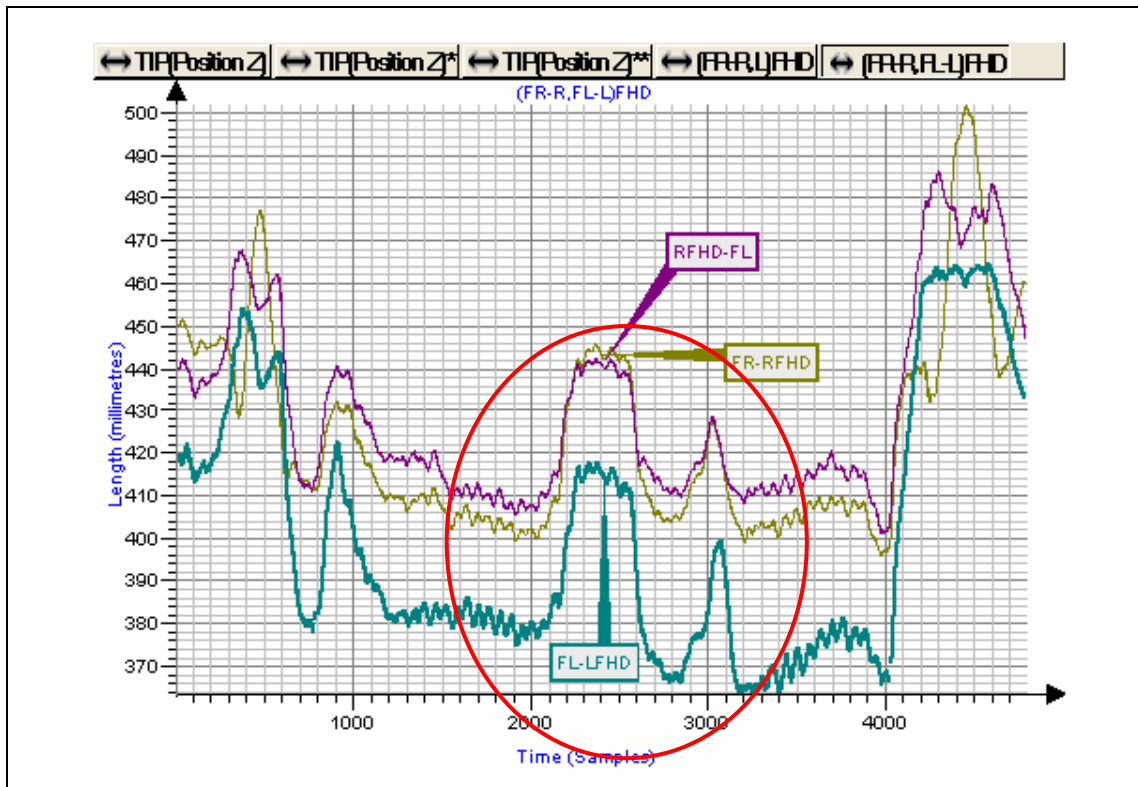


Figura 44. Gráfico de medición de cabeza en la medición del delay.

▪ Duración

La duración viene definida en este experimento por el tiempo que la señal de percusión se mantiene en milisegundos. En un primer momento redujimos la duración, es decir, hicimos que la señal fuera más corta y después la aumentamos. En el primer caso, para compensar el movimiento, el sujeto hace la distancia entre las baquetas ligeramente mayor (círculo azul) y después la acorta de forma sutil (círculo rojo) (ver Figura 45). A pesar de estos leves movimientos, no se puede afirmar que existan variaciones significativas. Tampoco se encontraron datos de interés en el estudio de la distancia de las baquetas a los laterales del radio baton ni de la velocidad o aceleración. Una de las posibles explicaciones a este fenómeno es que las variaciones de duración fueran demasiado sutiles para ser percibidas, aunque no contamos con suficientes datos para afirmarlo.

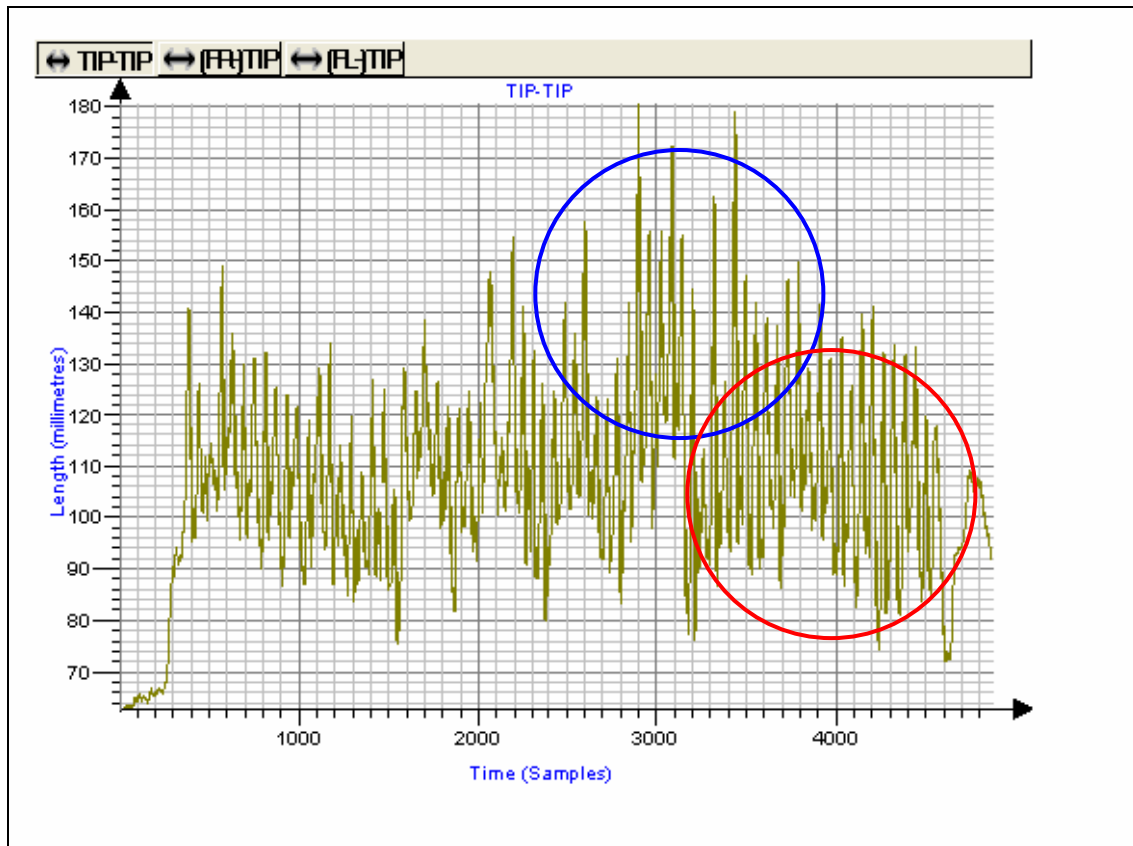


Figura 45. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la duración.

■ Resultados

Los resultados de este experimento que explora la compensación a través del movimiento nos permiten demostrar que, cuando un intérprete ejecuta un instrumento acústico y el resultado sonoro no es el que busca, tenderá a compensar sus movimientos para lograr el sonido deseado. En él exploramos micro-movimientos, que en muchos casos son los que nos hacen diferenciar una interpretación correcta de una excepcional. Los músicos profesionales regulan dichos micro-movimientos para mejorar el timbre, la expresión, la dinámica, la afinación. En algunos casos como en la regulación del timbre es muy difícil predecir cuáles serían los movimientos compensatorios de los intérpretes, ya que cada instrumento permite diversos tipos de compensación y cada instrumentista realiza movimientos idiosincrásicos. A través de este experimento hemos observado algunas respuestas no esperadas que explican algunos procesos cognitivos que se dan en la interpretación de instrumentos musicales. Éstos se pueden resumir en los siguientes:

- Respuestas por empatía: en algunos casos los intérpretes responden a un cambio en la información sonora de sus instrumentos de forma empática. Por ejemplo, en el caso de la afinación, el percusionista llevó a cabo identificación o empatía con el sonido, de tal forma que en lugar de llevar a cabo los movimientos necesarios para corregir los efectos sonoros, ejecutó por un instante los movimientos implicados en su producción. Atendiendo a la hipótesis mimética formulada por Anrie Cox a la que nos hemos referido en el **apartado 3.1.6.2.3**, cuando percibimos un sonido o una música, nuestro cuerpo reacciona de forma mimética imitando dicho estímulo. Así, el tipo de sonido y el movimiento van unidos. Escuchar un sonido agudo lleva al percusionista a producir movimientos en esa dirección.
- Respuestas ausentes: en otras ocasiones, como en la parte del experimento que introduce delay, no se obtiene ninguna respuesta compensatoria por parte del sujeto, aunque sí se obtiene una respuesta motora. El percusionista mueve su cabeza cuando detecta la introducción del delay, pero no aplica ningún movimiento para producir cambios en el sonido.
- Respuestas compensatorias no esperadas¹⁰¹: algunas respuestas compensatorias no son evidentes. Un ejemplo lo constituye la parte del experimento relativa a la resonancia. El sujeto compensa con una forma de agarre de las baquetas y un aumento de la amplitud de las mismas sin aumentar la fuerza de impacto.
- Respuestas compensatorias esperadas: algunas respuestas compensatorias predecibles son las que se producen como respuesta a la afinación: el sujeto mueve sus baquetas hacia la parte más cercana al parche para producir sonidos graves y hacia la más cercana al marco para sonidos agudos. La intensidad también se regula de forma predecible, a través del control de la fuerza de impacto y de la amplitud de movimiento de las mismas.

¹⁰¹ A pesar de que las respuestas que se analizan en este apartado parecen tras su explicación, obvias, en el momento de llevar a cabo el experimento fueron sorprendentes. De hecho, ninguno de los miembros del equipo fuimos capaces de predecir cuáles serían las respuestas a la resonancia. Tuvimos que analizar muchos parámetros para encontrar los resultados mostrados.

4.4.1.4. Almacenamiento

Recordemos que el almacenamiento es uno de los estadios básicos en los que el cuerpo interviene en la interpretación musical. Un intérprete no parte nunca de “cero” cuando toca sino que, al contrario, tiene todo un bagaje musical resultado de diversas variables. A continuación, trataremos de identificar y describir diferentes vías de almacenaje.

4.4.1.4.1. Resultado del control

Los intérpretes utilizan técnicas específicas para enfrentarse a una pieza musical. Desde el punto de vista corporal, almacenan una “idea” del movimiento, de postura y diversos tipos de sensaciones propioceptivas que después utilizarán para programar sus gestos. Dentro de esta “idea” de movimiento desde la que parten proponemos que existen movimientos de diversos tipos:

- Detalles de movimientos: son movimientos localizados en una parte del cuerpo, generalmente en los brazos, aunque por supuesto también en las manos y los dedos, los labios (imprescindibles en los instrumentos de viento) y pies (en instrumentos con pedal). Estos movimientos pueden estar automatizados en rutinas necesarias para interpretar: escalas, arpeggios, octavados, terceras, etc.
- Movimientos generales del cuerpo. El intérprete almacena una idea global del movimiento de su cuerpo: si el movimiento es suave, circular, o acelerado, en zig-zag, etc. Este movimiento engloba la totalidad del cuerpo.

Los movimientos generales del cuerpo son consecuencia de la forma de tocar. La imagen corporal regula el movimiento voluntario (en este caso los detalles de movimientos) y el esquema corporal permite el movimiento con compensaciones de otros músculos, del equilibrio, etc. (en este caso esta sensación de movimiento general).

4.4.1.4.2. Resultado de prestaciones

Ya hemos explicado esta idea anteriormente en esta tesis. La retomamos para este caso particular de intérpretes de instrumentos acústicos y de instrumentos tipo acústico.

Evocamos las sensaciones que nos aporta tocar un instrumento, pero además acciones de otros tipos. Por ejemplo, podemos hacer consciente la idea de movimiento general del cuerpo: rígido, sinuoso, suave, curvado, etc., además de otras acciones como bailar, dirigir una orquesta, etc. Las prestaciones son las acciones posibles que un sujeto puede llevar a cabo ante una música determinada (**ver apartado 3.2.2.2**)

4.4.1.4.3. *Resultado de esquemas encarnados*

Independientemente de la interpretación, la música por sí misma puede evocar acciones o sensaciones físicas como caídas, suspensiones, ciclos, bloqueos, etc. Esto es posible, como hemos apuntado cuando analizamos la teoría, debido a la proyección metafórica de esquemas encarnados.

4.4.1.4.4. *Otras formas de almacenamiento*

Además del cuerpo, otros elementos favorecen la conceptualización y memoria musicales, como la cultura, los gustos, la historia, las experiencias que hayamos vivido en relación con dicha música, el aprendizaje, etc. Sin embargo, en este trabajo solamente nos centramos en cómo interviene el cuerpo en estos procesos.

Todas estas experiencias corporales se almacenan para convertirse en el punto de partida de la planificación motora y comenzar el ciclo de nuevo. Pensemos que todos los pasos se producen a la vez en el tiempo: cuando realizamos una acción a la vez la programamos y al mismo tiempo percibimos los resultados y vamos almacenando las experiencias y utilizando experiencias pasadas para modificar o ajustar algunos actos. Recibimos aferencias propioceptivas en todo momento y las utilizamos para movernos. Esta separación de los diferentes estadios tiene una finalidad más bien didáctica.

En la tabla que mostramos a continuación se articulan todos los niveles que intervienen en la interpretación de un instrumento acústico (**ver Figura 46**)

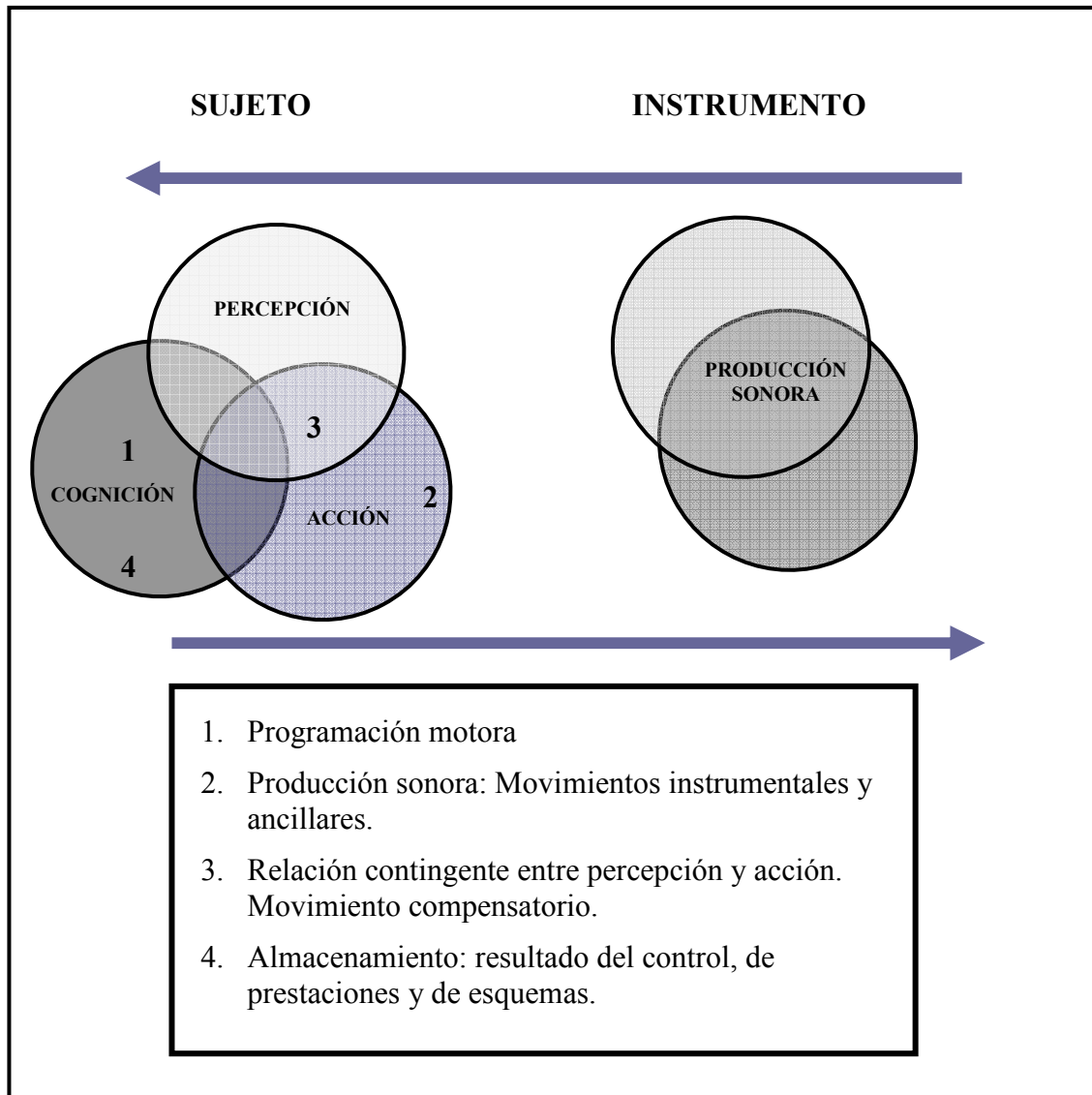


Figura 46. Esquema de funcionamiento de la interpretación de instrumentos acústicos.

4.4.2. Hiperinstrumentos.

Ya hemos estudiado la clasificación de instrumentos musicales en el capítulo dedicado a los controladores (**Ver apartado 4.3**). Recordemos que los hiperinstrumentos son aquellos controladores que aprovechan la forma y la técnica interpretativa de los

instrumentos acústicos tradicionales utilizando algunos movimientos ancillares¹⁰² como elementos significativos para la interpretación. Normalmente el sonido del instrumento es también aprovechado y los movimientos ancillares sirven, bien para modificar los sonidos o para producir sonidos de síntesis. Uno de los ejemplos mejor conocidos de hiperinstrumento es el hipercello interpretado por Yo-yo Ma. El intérprete utiliza los movimientos de cabeza, del arco y la inclinación del cuerpo para modificar los sonidos acústicos producidos de forma convencional.

Desde el punto de vista de los mecanismos puestos en práctica para su interpretación, el intérprete focaliza su atención en dos niveles: en el sonido y en el movimiento.

4.4.2.1. Planificación motora

Recordemos que los hiperinstrumentos son controladores mixtos. Utilizan normalmente el instrumento acústico en el que se soportan (en el caso del hipercello de Yo-yo Ma, el violonchelo acústico) y después convierten determinados movimientos del instrumentista en pertinentes para el control del sonido. Para medir toda esta serie de parámetros se utilizan normalmente sensores que se colocan, bien en el instrumento, o bien en el intérprete. A través de un programa de ordenador, dichos parámetros se convierten en nuevos sonidos o transforman los sonidos acústicos del instrumento que se graban en tiempo real. Por ejemplo, la presión del arco contra las cuerdas puede controlar la rugosidad del sonido u otros parámetros.

Las piezas para hiperinstrumentos pueden ser de varios tipos: por un lado existen piezas escritas con notación convencional en las que el compositor estudia previamente los movimientos necesarios para la ejecución, de tal manera que debe tocar sin apenas tratar de ser consciente de sus movimientos ancillares. En otras piezas de carácter más improvisatorio, el instrumentista debe ser consciente de todas las posibilidades sonoras del instrumento, de tal forma que los sonidos producidos de forma acústica son sólo la

¹⁰² Wanderley *et al.* (2005) estudiaron los movimientos ancillares en clarinetistas, observando que existían determinadas constantes personales y constantes en todos los clarinetistas.

base para su modificación a través de los movimientos ancillares de intérprete. La planificación motora varía entonces en función de los diferentes tipos de obras. Cuando el instrumentista debe tocar como si se tratara de un instrumento acústico normal (programación centrada en el sonido), la planificación motora se produciría como en ese caso. Intervienen el esquema corporal y la imagen corporal. La imagen corporal nos permite focalizar nuestros movimientos en las partes del cuerpo directamente implicadas en el sonido, como los dedos, las manos, etc. El esquema corporal nos proporciona la base física para ese movimiento. Controla de forma no necesariamente consciente el equilibrio entre los diferentes músculos. Cuando la obra trata de controlar los movimientos ancillares (programación centrada en el movimiento), el intérprete se hace consciente de aspectos de los que normalmente no lo era. Por ejemplo, cuando los movimientos de cabeza, el ángulo del codo o la presión del arco contra las cuerdas son significativos para producir o modificar el sonido, el intérprete las pasa al dominio de la imagen corporal y los focaliza como nuevos elementos instrumentales. Dichos movimientos dejan de ser ancillares para convertirse en instrumentales.

4.4.2.2. La acción motora

Lo que observamos en una interpretación de un hipersinstrumento es muy similar a los gestos producidos por un intérprete de un instrumento acústico, con la salvedad de que los movimientos que hace son mucho más exagerados. Dependiendo del tipo de pieza que se interprete el ejecutante debe o no ser consciente de sus movimientos ancillares. En este segundo caso el intérprete necesitará una retroalimentación clara entre acción y percepción. La forma de ser consciente de sus movimientos a nivel físico será a través de las propiocepciones y deberá comprobar en todo momento cómo estos movimientos tienen un impacto a nivel sonoro.

4.4.2.3. Relación contingente entre percepción y acción

En el caso de un hiperinstrumento que se interprete de la misma forma que un instrumento acústico, la relación contingente entre percepción acción quedará distorsionada. El intérprete conoce muy bien las leyes que gobiernan el funcionamiento de su instrumento. En un hiperinstrumento, éstas cambian. Al contrario que en el caso

en que el músico debe ser consciente de sus movimientos ancillares, en éste el músico debe “ignorar” la contingencia entre percepción y acción. Explicaremos esto con más detenimiento. Parte del control que un instrumentista logra con su instrumento se debe a la retroalimentación que recibe de cómo sus movimientos tienen un impacto sobre el sonido que se produce. Cuando los sonidos acústicos pueden ser modificados a través de un ordenador, se rompen las leyes de funcionamiento del mismo, es decir, que el hiperinstrumento se convierte en otro instrumento distinto. Es inevitable que cuando un músico toca, escuche lo que está tocando. Por eso, en los instrumentos acústicos en los que el intérprete tiene que utilizar las técnicas específicas del mismo, debe “ignorar” el resultado sonoro, debe centrarse en sus movimientos.

En el experimento que expusimos en el punto anterior referente a la hipótesis del movimiento compensatorio programamos un experimento paralelo en esta dirección. La hipótesis del movimiento compensatorio trataba de explorar la corporalidad, concepto propuesto por la TCS. La corporalidad es la capacidad que nuestros movimientos tienen para producir modificaciones en el sonido. Observamos en ese caso que el intérprete de timbal se movía para conseguir el sonido de origen. En este segundo experimento testamos precisamente lo contrario. Si a un instrumentista le pedimos que mantenga un movimiento constante, ¿qué ocurriría si modificamos el sonido? Pretendíamos demostrar con este experimento si el intérprete empatizaba con la variación de sonido o si permanecía inmutable en su movimiento.

El procedimiento utilizado para el experimento fue similar al que utilizamos para demostrar la hipótesis del movimiento compensatorio. Los parámetros del sonido utilizados fueron los mismos: intensidad, afinación, delay, duración y resonancia. Pedimos al percusionista que mantuviera los movimientos lo más estables posibles independientemente de los cambios a nivel sonoro. Modificamos cada uno de los parámetros igual que lo hicimos en el experimento anterior. Los resultados mostraron que los instrumentistas competentes son capaces de abstraerse del sonido y concentrarse en la técnica sin sufrir grandes influencias del sonido resultante (**Ver Figura 47**). Esto podría aplicarse a los intérpretes de hiperinstrumentos que probablemente sean capaces de abstraerse del sonido y centrarse a través de las propiocepciones en aquellos movimientos instrumentales necesarios para hacer sonar sus instrumentos.

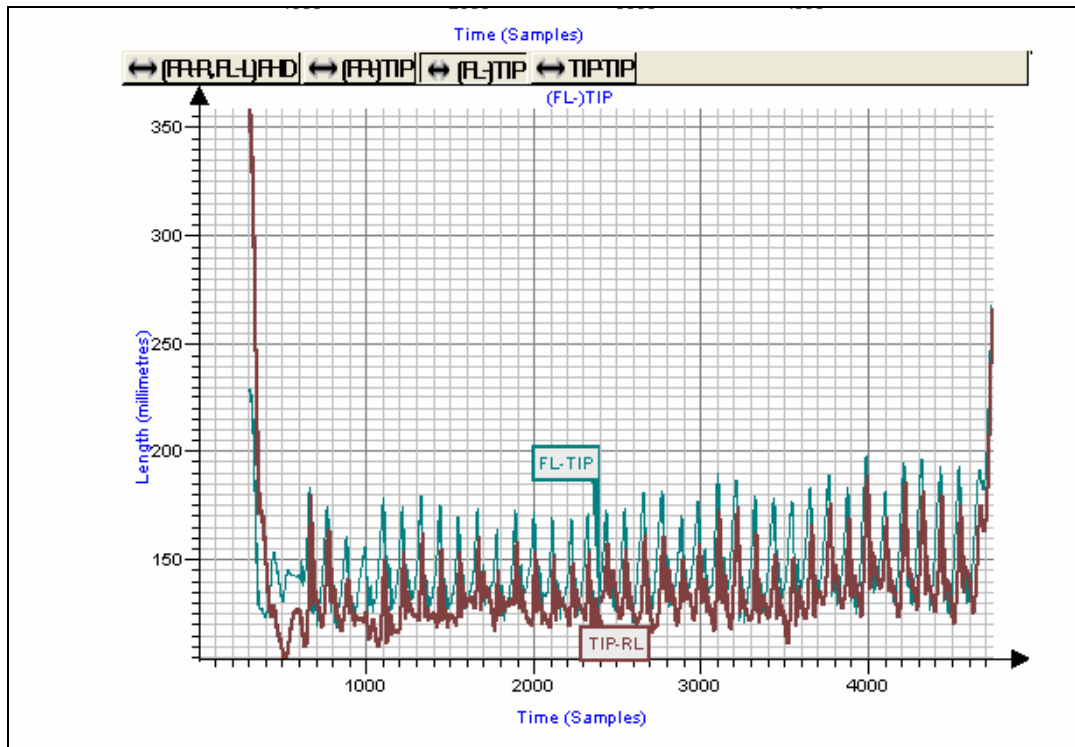


Figura 47. Gráfica de medición de la distancia de las baquetas a los extremos del radio baton en el experimento de estabilidad motora.

En cambio, en el caso en el que el hiperinstrumento esté diseñado para ser tocado casi como un instrumento alternativo, el sujeto debe ser muy consciente de la relación contingente entre percepción y acción, de tal manera que el sonido le llevará a cambiar sus movimientos y el movimiento a cambiar el sonido, en una especie de codeterminación constante.

4.4.2.4. Almacenamiento

Debido al funcionamiento de los hiperinstrumentos, la información que se almacena puede ser de los siguientes tipos:

Resultado del control: como consecuencia del control motor, el instrumentista de este tipo de controlador almacenará, además de los movimientos instrumentales, los movimientos ancillares significativos. Algunos de ellos están muy vinculados, como hemos visto con sensaciones propioceptivas: presión de los dedos, inclinación del arco, movimientos de los brazos, centralidad en el eje de equilibrio del intérprete, etc.

Resultado de prestaciones El sonido resultante de la parte alternativa del hiperinstrumento normalmente es electroacústico, de tal forma que a medida que el instrumentista toca, puede evocar diversas prestaciones aisladas de sus movimientos, como si fuese un oyente de un concierto electroacústico.

Resultado de esquemas encarnados: Independientemente de los movimientos que aplicamos como consecuencia de la acción sobre el instrumento, es decir, del control motor, los sonidos, la música, nos permite proyectar metáforas. Al igual que en la interpretación de instrumentos acústicos, percibimos *bloqueos, tensiones y ciclos*.

En la siguiente tabla observamos todos los niveles en los que interviene el cuerpo en las interpretación de hiperinstrumentos (**ver Figura 48**)

considerar instrumentos alternativos debido a que lo único que guarda relación con el instrumento acústico es la forma, pero la manera de interpretación y el sonido resultante cambian. Un ejemplo de instrumento inspirado en instrumento tradicional es el *lightning*¹⁰³.

Este controlador (**Figura 49**) desarrollado por Buchla se basa en dos baquetas de batería que emiten infrarrojos. Permite el movimiento en dos planos: el vertical y el horizontal. Traduce los gestos en señales MIDI produciendo sonidos de batería pero también de piano, otros tipos de percusión, etc.



Figura 49. Lightning. Desarrollado por Buchla. (Mulder, 2000: 321).

4.4.3.1.2. *Instrumentos alternativos*

Los instrumentos alternativos son aquellos que no guardan ninguna relación con ningún instrumento tradicional ni por su forma ni por su sonido, ni por cómo se interpretan.

Tomemos algunos ejemplos de instrumentos alternativos. Por ejemplo el Theramin (**Figura 50**). El *theramin*¹⁰⁴ es un controlador alternativo que utiliza dos antenas que detectan la masa humana en cuanto a proximidad de ésta. Permite controlar, con la mano derecha el tono (en función de la proximidad cuanto más cerca más agudo) y con la de la izquierda el volumen (el sonido se amortigua con el contacto total). Debido a sus características físicas el sonido resultante es un continuo. El tono pasa por todos los intervalos. Si los movimientos los hacemos muy rápidos este glisando será menos

¹⁰³ Más información en <http://www.buchla.com/lightning/index.html>

¹⁰⁴ Ver <http://en.wikipedia.org/wiki/Theramin>

evidente, pero aun así existe. Lo mismo sucede con la intensidad. Esto ocurre porque las señales que se miden y que se emiten no son discretas. Algunos movimientos como abrir o cerrar las manos, rotarlas, etc., no tienen ningún efecto en el sonido resultante, por lo que son abandonados del vocabulario gestual de sujeto. La relación que existe entre gesto y sonido no es lineal. Esto quiere decir que para conseguir dos sonidos consecutivos de la escala no se necesita la misma distancia a la antena. Al ascender en altura la distancia requerida para alcanzar tonos consecutivos es menor (este hecho no es exclusivo de este instrumento, se da también en los instrumentos de cuerda sin trastes como el violín). La relación entre cercanía y tono es logarítmica, igual que sucede con al intensidad en el plano vertical.



Figura 50. Theramin.

*The hands*¹⁰⁵ es un controlador alternativo diseñado por Michel Waisvisz (**Figura 51**). Permite mover las manos libremente en el espacio. El movimiento de los dedos está destinado a apretar unos botones. La distancia entre las manos se captura con ultrasonidos.

¹⁰⁵Para ver una animación de *The hands* <http://es.youtube.com/watch?v=SIfumZa2TKY> y para más información ver <http://www.crackle.org/TheHands.htm>



Figura 51. *The hands*. Michel Waisvisz. (Mulder, 2000: 321).

*El biomuse*¹⁰⁶ interpretado por Atau Tanaka, implementa una relación entre la tensión muscular y el sonido por la captura a través de electromiograma el voltaje en la piel del cuerpo. El controlador exige focalizar la atención en la tensión muscular.

A continuación estudiamos la propuesta de modelo que presentamos para este tipo de instrumentos.

4.4.3.2. Planificación motora

La planificación en los instrumentos alternativos puede ser de tres tipos diferentes:

- **Centrada en el movimiento**

La peculiaridad de los instrumentos alternativos es que normalmente adquieren su significado pleno contando con dos vías de comunicación entre intérprete y audiencia: el canal auditivo y visual. Normalmente no hay conciertos grabados solamente vía audio para instrumentos alternativos (con la excepción del *Theramin*, quizás). En numerosas ocasiones, se llevan a cabo movimientos, independientemente del sonido resultante, que sólo funciona como acompañante de la información visual. Esto suele suceder en muchos ejemplos de danza interactiva, en los que el bailarían realiza una coreografía prefijada.

¹⁰⁶ Ver <http://www.pulsar.org/2k/technology/history/tngorigin.html>

- **Centrada en el sonido**

En otras ocasiones, el sonido es la parte fundamental de la performance. Por ello, los movimientos se supeditan a éste y van explorando el instrumento. El intérprete, en este caso, programa el sonido que quiere conseguir y lo consigue a través de la exploración de sus movimientos en el espacio. En este caso puede producir movimiento compensatorio. Este procedimiento es similar al que ocurre en la interpretación de instrumentos acústicos.

- **Centrada en la contingencia**

Este tipo de planificación que denominamos centrada en la contingencia se refiere al resultado de la interpretación musical como una clara relación entre acción y sonido. El sujeto explora los sonidos a través de los movimientos y se puede comprobar claramente que éstos son el resultado de las acciones del sujeto y el sonido le lleva a producir un tipo determinado de gestos. Los instrumentos digitales son aún imperfectos. En ocasiones, los sensores o cámaras no son lo suficientemente precisos o rápidos, las programaciones no están pensadas de forma intuitiva y clara o se utilizan relaciones matemáticas que no nos permiten relacionar gesto y sonido como uno causante del otro. Sin embargo, el objetivo de algunos constructores de controladores consiste en realizar un mapeado que vincule claramente estos dos aspectos de la interpretación.

Las piezas interpretadas con controladores alternativos suelen ser en numerosas ocasiones de carácter improvisatorio. Cada interpretación resulta diferente aunque exista un diseño inicial de la forma. Normalmente el propio constructor es el intérprete ya que suele ser el mayor conocedor y virtuoso del instrumento. ¿Cómo funciona la planificación en el transcurso de la obra en estos casos? En general, existen secciones más centradas en el aspecto visual, secciones más focalizadas en el sonido y otras en donde se producen saltos de una a otra.

Imaginemos un bailarín que explora un entorno de danza interactiva. En ocasiones se moverá acorde con una coreografía dada (programación centrada en el movimiento). En otras ocasiones explorará a través del movimiento el sonido que desea conseguir (programación centrada en el sonido y movimiento compensatorio) y en otras ocasiones

se observa interactividad máxima (programación centrada en la contingencia). Por tanto, esta relación contingente, hará que su atención salte de un sitio a otro en función de los que escuche y sus acciones. La obra resultará un equilibrio entre centrarse en coreografía, en el sonido o en la relación contingente entre el sonido y los movimientos que realiza.

4.4.3.3. La acción

Hemos clasificado los movimientos llevados a cabo en la interpretación de instrumentos alternativos en diversos tipos:

- **Movimientos instrumentales**

Los movimientos instrumentales (Cadoz y Wanderley, 2000: 78) son aquellos necesarios para la producción sonora. Dependiendo del tipo de instrumento, éstos difieren entre sí¹⁰⁷. Algunos controladores alternativos buscan conseguir relaciones más ergonómicas que permitan accionar instrumentos a través de botones o joysticks, o manipulando dispositivos en una tabla (por ejemplo la *reactable*, diseñada por el equipo de la Universidad Pompeu Fabra de Barcelona). Otros buscan un resultado visual espectacular, como el caso de la danza interactiva.

- **Movimientos ancillares**

Además de los movimientos instrumentales existen determinados movimientos consecuencia de los primeros. Los movimientos ancillares (Wanderley *et al.*, 2005). En algunas ocasiones, pese a la falta de control del sujeto sobre los mismos, tienen impacto en el resultado sonoro. Por ejemplo, en el caso de la danza interactiva, es posible que algunos movimientos sean inevitables debido a que el sujeto no puede desaparecer de escena o no puede quitarse los sensores, etc.

¹⁰⁷ Godøy (2001) propone que existen dos fases diferentes en la producción sonora. Por un lado, la excitación y por otro la resonancia, es decir, lo que hacemos y las consecuencias de lo que hacemos. En este trabajo, consideramos los movimientos instrumentales como excitadores, ya que la consecuencia sonora de los mismos, está contemplada en la relación entre percepción-acción.

- **Movimientos estéticos**

Recordemos que son aquellos que pueden no tener una relación clara con el sonido resultante o, si la tienen, por sí mismos no son necesarios para producir el sonido resultante. Tratan de crear significado a través del canal visual y normalmente atienden a una coreografía o un tipo de movimientos prefijados.

- **Movimientos contingentes**

Son aquellos movimientos que permiten ver claramente una interacción física entre sujeto y sonido en los instrumentos digitales.

4.4.3.4. Relación contingente entre sonido y movimiento

Ya hemos indicado los diversos tipos de programación motora. Cuando el eje central es el sonido, se puede producir movimiento compensatorio para conseguirlo. De esta manera, el espacio o las partes del instrumento son explorados por vía táctil para conseguir el ideal sonoro que habíamos programado previamente. En el caso de la programación centrada en el movimiento, los mecanismos perceptivos deben bloquearse. El sonido resultante ha de ignorarse al igual que ocurría con los hiperinstrumentos. Lo importante es el movimiento que atiende a una coreografía prefijada. En la programación centrada en la contingencia tienen lugar fenómenos de *captación* y de *corporalidad*. La *captación* consiste en que el sujeto está receptivo a la información sensorial auditiva, de tal forma que determinados sonidos le llevarán a moverse de un modo particular. Al mismo tiempo, los movimientos, gracias a que el sistema es interactivo, crean unos sonidos particulares vinculados a éstos. Es lo que se denomina *corporalidad*.

4.4.3.5. Almacenamiento

Debido al funcionamiento de los controladores alternativos el almacenamiento puede ser de diversos tipos:

- **Resultado del control**

Como consecuencia del control observamos en los instrumentos acústicos tres tipos de control: a través de movimiento compensatorio, a través del mantenimiento del movimiento y como contingencia con el sonido. El primer caso es similar al que sucede con los instrumentos acústicos, el segundo y tercer caso son similares a lo que sucede con los hiperinstrumentos. Por una parte, para mantener un movimiento independiente del sonido es necesario tener una consciencia del propio cuerpo muy clara. Por otra parte, la relación contingente exige comprender las leyes de funcionamiento del instrumento. Para que la relación contingente se produzca es necesario optimizar los movimientos llevados a cabo para que se pueda apreciar claramente su relación con el sonido y viceversa. Crear la ilusión de que el sujeto es el que produce los sonidos con su cuerpo no depende solamente de un buen diseño del controlador, sino también de la depuración de los gestos en relación con el sonido.

- **Resultado de prestaciones**

Al igual que en los tipos de instrumentos anteriores, a partir del sonido resultante se pueden evocar prestaciones, acciones posibles con dicha música.

- **Resultado de esquemas encarnados**

Al igual que en el resto de los instrumentos, podemos establecer metáforas entre esquemas encarnados y parámetros musicales.

La tabla que mostramos a continuación aglutina los diversos niveles en los que el cuerpo interviene en la interpretación de instrumentos alternativos (**Figura 52**).

**ILUSTRACIÓN DEL
MODELO EN TRES
EJEMPLOS
MUSICALES**

5. Ilustración del modelo en tres ejemplos musicales

5.1. Introducción

El presente capítulo se centra en la demostración del modelo propuesto en el capítulo precedente a través de la explicación de la intervención del cuerpo en la interpretación musical en diversos ejemplos. Hemos seleccionado tres piezas de diferentes características para ilustrar las variantes de interpretación en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos (que representan los tipos principales de instrumentos musicales). En primer lugar nos centraremos en un ejemplo de interpretación de instrumento acústico (la pieza *Syrinx*, de Claude Debussy, interpretada por el flautista irlandés James Galway). En segundo lugar aplicaremos el modelo propuesto a un ejemplo de hipercello, una pieza denominada *Begin, Again, Again...* compuesta por Tod Machover e interpretada por el violonchelista norteamericano de origen chino, Yo-Yo Ma. Por último, estudiaremos una pieza para instrumento alternativo, en particular, una pieza denominada *Seine hohle Form* compuesta e interpretada por el grupo alemán Palindrome.

El objetivo de este capítulo consiste en ofrecer evidencias de la implicación del cuerpo en la interpretación de la música. Este estudio puede complementar los análisis clásicos propuestos desde la musicología como los análisis formales, armónicos, estilísticos, etc. Con esta propuesta pretendemos reconstruir los niveles en los que el cuerpo interviene en la interpretación de estas tres piezas.

En el capítulo 2 de este trabajo hemos recogido algunos acercamientos de este tipo de análisis corporal a la música. Muchos de ellos se valen de gráficos o fotografías para estudiar el movimiento y otros, de la descripción verbal de algunos estados o sensaciones corporales. Algunas de estas aproximaciones resultan difíciles de abordar

por los lectores. Otros, como la notación propuesta por Laban¹⁰⁸, por ejemplo, pueden resultar útiles para llevar a cabo descripciones de movimientos, aunque no son suficientes para describir la intervención del cuerpo en su parte no visible, que constituye uno de los intereses centrales de esta investigación. Un intento por desarrollar un análisis del movimiento, en particular de la danza, ha sido propuesto por Camurri, Morasso, Taglisco y Zaccaria (1986). Estos autores realizan un estudio sobre notaciones de danza diversas como la Feuillet, la Stepanov, la Laban, la Benesh o la Eschol-Wachman. Señalan que a diferencia de la notación musical, que resulta muy explícita en cuanto a la utilización de pocos parámetros, su transparencia de significado, su abstracción y su simplicidad (Camurri *et al.* 1986), la notación para la danza no resulta tan sencilla. Proponen que, en danza, sería necesario poder referirse a la macroestructura (movimientos generales del cuerpo) y a la microestructura (movimientos discretos de las diversas partes). No obstante, las notaciones de danza se centran básicamente en los movimientos visibles, pero no tanto en las sensaciones corporales del intérprete. Precisamente, debido a esta necesidad de describir sensaciones corporales propioceptivas y movimientos muy sutiles, el comentario de estos tres ejemplos que a continuación proponemos, utilizará un sistema de descripción verbal que combinará el análisis del tipo de movimiento y sus propiocepciones constituyentes. En ciertos casos se harán referencias a la partitura y en otros se mostrarán imágenes, tratando de resultar lo más ordenado y claro posible para el lector.

Recordemos que el modelo que aplicamos, ampliamente descrito en el **capítulo 4** de esta tesis, consta de cuatro niveles en los que el cuerpo tiene un rol primordial. Dichos niveles se corresponden con la programación motora, la acción motora, la contingencia entre la percepción y la acción y el almacenamiento. Ya hemos mencionado que dichos niveles no son sucesivos, sino que están todos interrelacionados. La programación motora tiene lugar a medida que se realiza una acción, pero a su vez, la acción está influida por el sonido resultante y, por supuesto, por la experiencia corporal almacenada en interpretaciones anteriores, resultado de la experiencia musical. En este capítulo

¹⁰⁸ Rudolf Von Laban (1879-1958), coreógrafo, filósofo, arquitecto es un precursor de las teorías para análisis de movimiento.

estudiamos los niveles de programación motora y de acción motora de forma conjunta. Aunque programar implica planificar y organizar los movimientos en el espacio y en el tiempo, dichos movimientos se traducen automáticamente en acciones. Para no redundar en dichas acciones unimos estas dos fases del proceso en una sola.

Con respecto al instrumento acústico, además de con fotogramas del vídeo, de la interpretación, utilizamos la partitura para hacer corresponder las acciones con los momentos musicales precisos. En los ejemplos de hiperinstrumento y de instrumento alternativo utilizamos los fotogramas de la interpretación con referencias claras al momento interpretativo en el que tienen lugar para facilitar su comprensión.

Las obras serán presentadas con el objetivo de ilustrar en interpretaciones reales, los procesos interpretativos propuestos en nuestro modelo de interpretación musical.

5.2. Instrumentos acústicos

5.2.1. Introducción

Ya hemos mencionado que como ejemplo representativo de interpretación de instrumentos acústicos hemos elegido *Syrinx*, una pieza para flauta travesera (sola) de Claude Debussy, interpretada por el célebre flautista de origen irlandés James Galway.

Existen diversas motivaciones para la elección de esta pieza. Por un lado, mi formación instrumental en flauta travesera me permite comprender desde el punto de vista de la interpretación, los movimientos necesarios de embocadura, las digitaciones, la presión del aire necesaria, los fraseos y respiraciones y sobre todo los movimientos ancillares que por lo general llevan a cabo los flautistas. El hecho de que la pieza sea para flauta sola permite centrarse en aspectos muy concretos de la interpretación, de tal manera que no es necesario fijarse en todos los movimientos que permiten la comunicación entre varios músicos, propios de las interpretaciones de un conjunto instrumental, aspectos muy interesantes, pero que implicarían un estudio aparte. La pieza en cuestión, es de corta extensión, lo que implica que el análisis de una pequeña muestra es representativo de su totalidad. Presentamos el análisis de aproximadamente la mitad de la pieza. Esta

mitad es suficiente para que el lector comprenda el modo de análisis y los aspectos esenciales de la misma a nivel corporal.

Con el fin de llevar a cabo el análisis de la forma más ordenada posible, hemos dividido el fragmento que vamos a analizar en tres frases (**ver Figura 53**). Consideramos que la primera frase funciona como generadora de toda la obra (**Ej. 1. 0:00:00-0:00:13**). Presenta una centralidad melódica en el sonido si bemol. La segunda frase es una ampliación de la primera y la tercera, de la cual mostramos un fragmento en la partitura, es un desarrollo melódico de la misma (**Ej. 1. 0:00:13- 0:00:35**).

La Flûte de Pan *or* Syrinx

CLAUDE DEBUSSY

Très modéré

Primera frase

Segunda frase

Tercera frase

Un peu mouvementé (mais très peu)

The image displays a musical score for 'La Flûte de Pan' by Claude Debussy. The score is divided into three main sections, each highlighted with a red border. The first section, 'Très modéré', consists of three staves of music. The first staff is labeled 'Primera frase' and includes a dynamic marking of *mf*. The second staff is labeled 'Segunda frase' and includes a dynamic marking of *p*. The third staff is labeled 'Tercera frase' and includes dynamic markings of *p*, *mf*, and *p*. The second section, 'Un peu mouvementé (mais très peu)', consists of three staves of music. The first staff of this section is labeled '9' and includes a dynamic marking of *p*. The second staff is labeled '11' and includes a dynamic marking of *mf*. The third staff is labeled '13' and includes a dynamic marking of *p*. The score includes various musical notations such as slurs, accents, and performance instructions like 'retenu'.

Figura 53. Segmentación fraseológica de *Syrinx*.

A continuación estudiamos los diversos niveles en los que el cuerpo interviene en la interpretación de esta pieza. Comenzaremos por la programación y acción motora, para más adelante abordar la contingencia entre percepción y acción y el almacenamiento.

5.2.2. Programación y acción motora

En este apartado se estudia el análisis de las acciones y propiocepciones implicadas en la programación y acción motora de la interpretación. Recordemos que la programación motora (**Ver apartado 4.1.2.1**) consiste la organización de los movimientos necesarios para poder llevar a cabo acciones sobre el instrumento. La programación motora en los instrumentos acústicos, tal y como se perfiló en el capítulo anterior, tiene una doble vertiente: la imagen corporal y el esquema corporal. La primera permite programar el movimiento consciente y el segundo está constituido por todos aquéllos movimientos necesarios para mantener el cuerpo en equilibrio interno. A continuación, detallaremos cuáles son dichos movimientos en cuanto a imagen corporal y esquema corporal.

5.2.2.1. Planificación de movimientos gracias a la imagen corporal

Los movimientos instrumentales¹⁰⁹ conscientes que programa este flautista al interpretar la pieza se pueden dividir en: digitaciones, movimientos respiratorios, movimientos de labios y articulaciones.

- Digitaciones. Las digitaciones permiten al instrumentista, a través del movimiento de sus dedos, accionar las llaves necesarias para producir las diferentes alturas. Cada altura tiene, según el sistema Bohem de flauta, una posición de digitación, excepto algunos sonidos que se pueden accionar de diversas formas en las que conseguimos micro variaciones de la afinación¹¹⁰. Las digitaciones se logran a través de la flexión de los dedos. Todos los dedos de

¹⁰⁹ Recordemos que los movimientos instrumentales son aquellos encaminados a la producción sonora como consecuencia de movimientos intencionales.

¹¹⁰ Las micro-variaciones de afinación también se pueden conseguir con cambios en la presión del aire y con movimientos de la embocadura.

la mano izquierda y todos los de la mano derecha a excepción del pulgar se mueven.

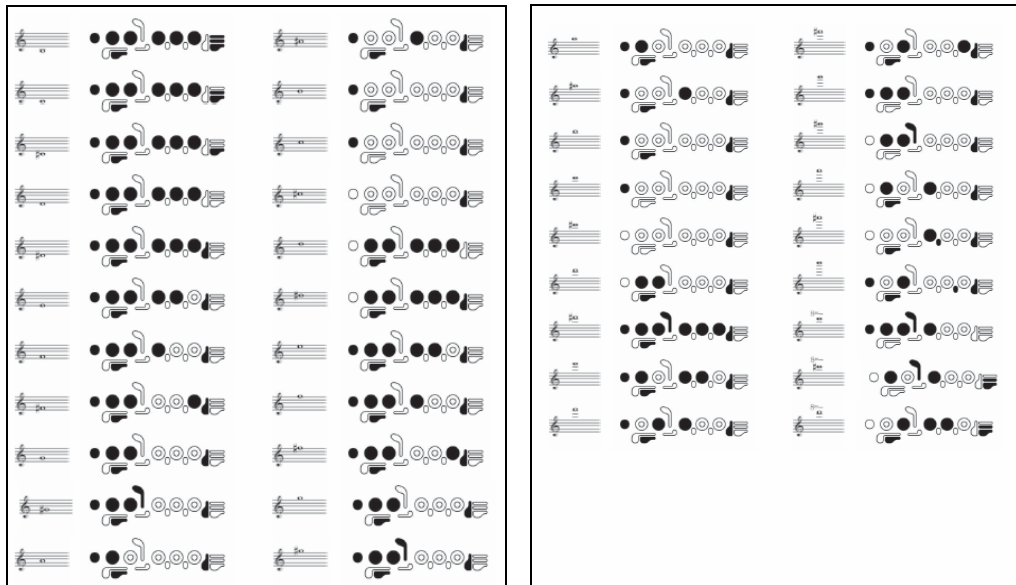


Figura 54. Digitaciones más frecuentes para flauta travesera según el sistema Bohem

- Movimientos respiratorios. Las respiraciones en flauta nos permiten recargar el flujo de aire necesario para producir el sonido. El sonido de la flauta se produce por la vibración del aire al ponerse en contacto con el bisel. La respiración suele coincidir con el fraseo de la pieza¹¹¹. La respiración, para la interpretación de la flauta, es de tipo diafragmático, aunque intervienen otros músculos. El diafragma es un músculo único, con forma de cúpula, que cierra el tórax separándolo del abdomen. Éste, al contraerse, se aplanan y permite que los pulmones se llenen en su parte distal¹¹². La contracción del diafragma y de otros músculos respiratorios implicados como los músculos abdominales y los

¹¹¹ Al menos los finales de frase siempre coinciden con una respiración, aunque existan varias respiraciones dentro de una misma frase.

¹¹² El término distal, en anatomía, hace referencia a la parte más cercana a los pies. Proximal, por el contrario se refiere a la parte más cerca de la cabeza.

músculos de las costillas, intervienen en los procesos inspiratorios y espiratorios. La contracción de los músculos abdominales junto con contracciones del músculo diafragma son necesarios.

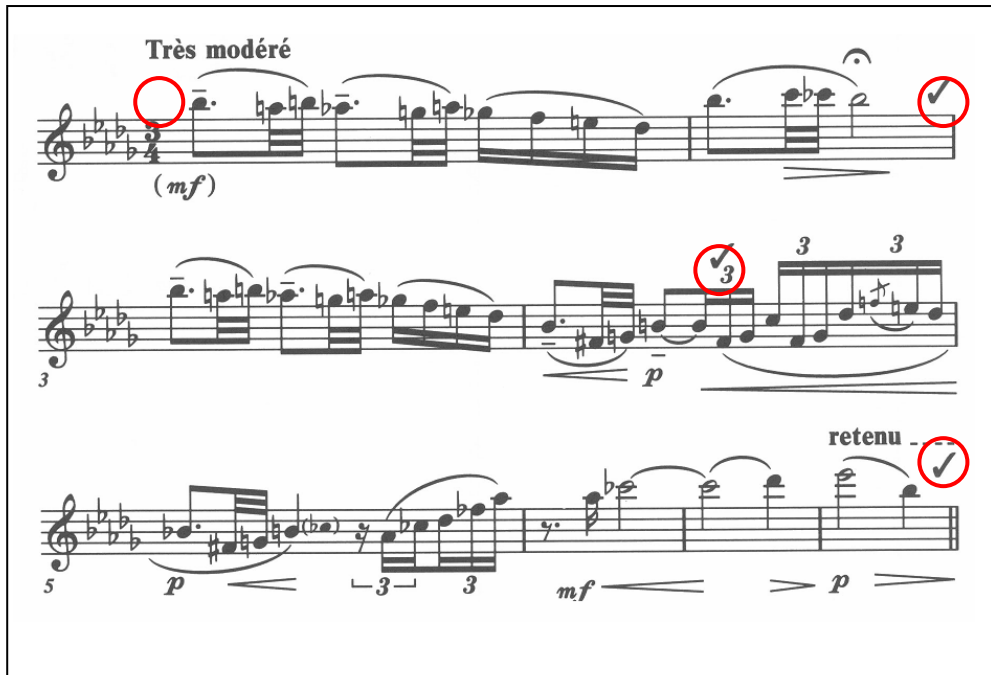


Figura 55. Inspiraciones del flautista en un fragmento de *Syrinx*.

- Presión del aire y movimientos de labios para la afinación. La presión de aire permite controlar la afinación y la dinámica. Cuando la presión del aire es fuerte, normalmente producimos sonidos intensos, y si es débil, sonidos tenues. Además, en algunos casos, la intensidad va unida a la afinación. Los sonidos débiles son bajos en afinación de tal manera que el flautista ha de cambiar la posición de su embocadura para compensarla. De esta forma, los flautistas suelen estar acostumbrados a retraer los labios en los sonidos fuertes para bajar su afinación y extenderlos en sonidos débiles. Esta regla no es siempre aplicable porque depende del contexto musical. El instrumentista va regulando de forma constante la afinación con la embocadura. En la figura siguiente, (ver Figura 56) las flechas hacia arriba indican una extensión del labio para subir la

afinación en sonidos débiles y las flechas hacia abajo indican la retracción de los labios para bajar la afinación en sonidos fuertes.

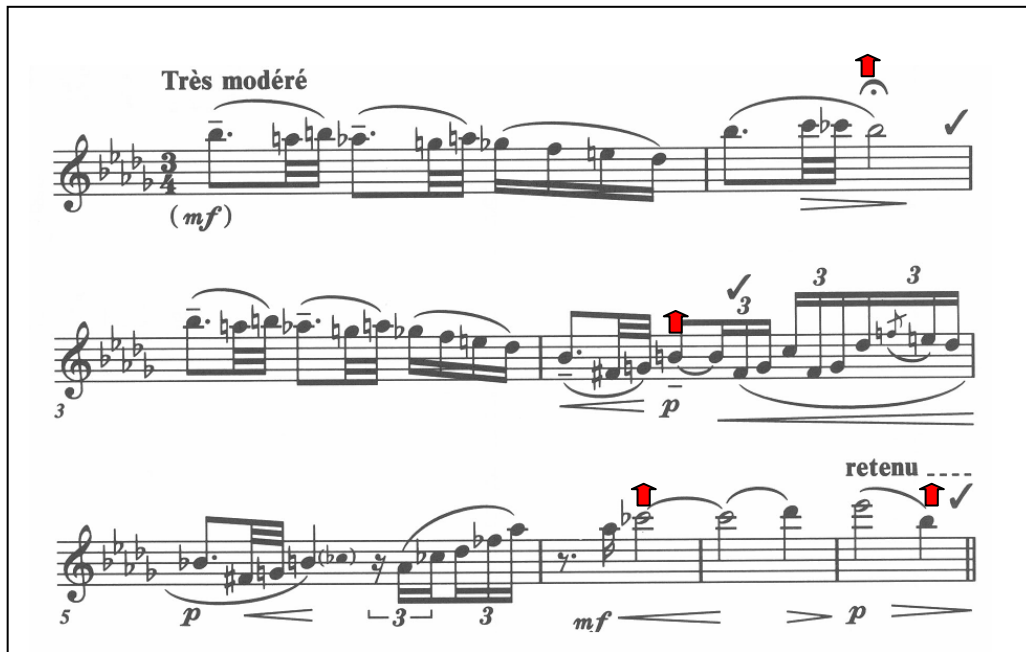


Figura 56. Regulación de la embocadura a través de la retracción o extensión del labio inferior del flautista atendiendo a la dinámica.

- Movimientos articulatorios. Los movimientos articulatorios en flauta, están constituidos por movimientos de labios y lengua destinados a producir articulaciones en música: ligados, picados, staccatos, ligado-picado, etc. Los flautistas atacan los sonidos con la articulación correspondiente al fonema t¹¹³ para picados, con t¹¹⁴ inglesa para picados mínimos, con d¹¹⁵ para picado ligado,

¹¹³ Sonido con punto de articulación interdental.

¹¹⁴ Sonido con punto de articulación alveolar, es decir que la lengua llega justo donde los comienzan las encías.

¹¹⁵ Sonido de punto de articulación similar a la t pero que implica la utilización de cuerdas vocales, con lo que la explosión que produce el sonido es menor.

con t-k¹¹⁶ en dobles picados y t-k-t en triples picados. En esta pieza aparecen grupos de notas picadas, de las cuales la primera está subrayada. De esta manera, el flautista articula con un golpe de lengua solamente la primera nota de cada ligadura con una t. En el caso que nos ocupa (Ver Figura 57) todas las articulaciones utilizadas son con t.

Figura 57. Articulaciones del flautista en este fragmento de la pieza *Syrinx*.

▪ **Propiocepciones implicadas en la ejecución de movimientos instrumentales**

Presentamos a continuación las propiocepciones¹¹⁷ implicadas en la programación y acción motoras en forma de tabla. Dicha tabla es el resultado de la propuesta hecha en el apartado 4.2 en el que ofrecemos una categorización de las propiocepciones para su aplicación a la música de forma operativa.

¹¹⁶ Sonido de articulación velar.

¹¹⁷ Recordemos que el concepto de propiocepción contemplado en esta tesis se refiere a toda aquella información procedente del cuerpo que nos proporciona información sobre el mismo.

- Digitaciones: las propiocepciones implicadas en las digitaciones son fundamentalmente información muscular, articular y de la dermis de los dedos.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculos de los dedos ¹¹⁸ (con variación de movimiento) y brazos (sin variación de movimiento)
Tensión muscular por acortamiento	Órgano musculotendinoso de Golgi	Músculos de los dedos (con variación) y brazos (sin variación de movimiento)

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones, dedos, hombro y codos y muñecas
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Dedos, hombro y codos y muñecas

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo y vibración	Corpúsculos de Meissner	Piel de las yemas de los dedos

- Movimientos respiratorios: se caracterizan sobre todo por el aumento de presión intratorácica que en la espiración se mantiene hasta terminar el aire.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Diafragma y otros músculos respiratorios, sobre todo los abdominales ¹¹⁹ (con variaciones)

¹¹⁸ Los músculos implicados en la flexión de la mano son: el flexor radial de carpo, el palmar largo, el flexor cubital del carpo. Los extensores son: el extensor radial del carpo, el extensor corto radial del carpo y el extensor cubital del carpo (López Muñoz, 2004b: 250)

Tensión muscular por acortamiento	Órgano musculotendinoso de Golgi	Diafragma y otros músculos respiratorios, sobre todo los abdominales (estática)
-----------------------------------	----------------------------------	---

- Movimiento de labios: se perciben fundamentalmente como movimiento en labios y cabeza.

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculo buccinador y otros músculos de los labios ¹²⁰
Tensión muscular por acortamiento	Órgano musculotendinoso de Golgi	Músculo buccinador y otros músculos de los labios

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo y vibración	Corpúsculos de Meissner	Piel de los labios en contacto con la flauta

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Células ciliadas de las máculas y crestas ampulares	Cabeza flexiona hacia arriba y hacia abajo ¹²¹

- Articulaciones: se manifiestan principalmente en movimientos de lengua.

¹¹⁹ Los músculos abdominales son el cuadrado, el lumbar, el transverso del abdomen, el oblicuo interno y el externo y el recto del abdomen (Smith Fernández, 2004: 159). Los músculos de las costillas son: los músculos intercostales externos, los intercostales internos, intercostales íntimos, los supracostales largos y cortos, los infracostales y el triangular del esternón.

¹²⁰ El músculo principal de los labios es el orbicular de los labios que tiene una función fundamental en la articulación de la palabra, el soplo, la mímica y la succión (De Toro y Suárez, 2004: 182).

¹²¹ Los movimientos de cabeza intervienen en el control de la embocadura.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Músculos lengua ¹²²
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos lengua

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo y vibración	Corpúsculos de Meissner	Presión lengua contra cavidad oral

5.2.2.2. Planificación de movimientos gracias al esquema corporal

Además de los movimientos instrumentales¹²³, el esquema corporal nos permite planificar otros movimientos necesarios para mantener el equilibrio y la armonía cuando llevamos a cabo cualquier movimiento dirigido a un objetivo. Sabemos que cuando movemos una parte de nuestro cuerpo, por ejemplo un brazo, nuestro cuerpo se ajusta a ese cambio moviendo los músculos antagonistas, compensando el peso y el equilibrio, en definitiva, permitiendo una postura lo más estable posible tras ese cambio. Estos movimientos se denominan movimientos ancillares y, aunque no tienen por qué ser conscientes, se pueden convertir en conscientes cuando focalizamos nuestra atención en ellos.

En el caso de este flautista, algunos de estos movimientos ancillares son los siguientes:

¹²² Los músculos de la lengua son los músculos extínsecos como el geniogloso, el hiogloso, el estilgloso, el palatogloso y los músculos intínsecos como los longitudinales, el transverso y el vertical (De Toro y Suárez, 2004: 189).

¹²³ En Peñalba (en prensa c) se lleva a cabo un análisis de los gestos instrumentales y ancillares en una pieza para guitarra.

- Movimientos de balanceo y cambio de peso.
- Giros de tronco y, por consiguiente, de los brazos.
- Movimientos de cabeza y cuello.
- Ascensos y descensos del cuerpo.

No todos los flautistas presentan los mismos tipos de movimientos ancillares, aunque es cierto que músicas del mismo estilo llevan a movimientos similares entre flautistas¹²⁴. A continuación detallamos por frases, los movimientos ancillares llevados cabo por James Galway en su interpretación. En algunas ocasiones, varios movimientos ancillares se solapan en un mismo punto musical. Acompañamos la descripción verbal de alusiones a la partitura para clarificar su punto exacto.

Primera frase musical: Galway levanta el cuerpo para llevar a cabo una inspiración profunda. Después durante el primer “si bemol” desplaza el peso de su cuerpo a la rodilla izquierda. Cuando vuelve a aparecer el “si bemol” devuelve el peso al centro del cuerpo y después hacia el lado derecho (**Ej. 1. 0:00:00-0:00:13**).

The image shows a musical score for a flute piece titled "Très modéré". The score is in 3/4 time and features a melodic line with several slurs. Below the staff, a red bracket spans from the first measure to the fourth measure, with vertical lines marking four specific points. A legend below the bracket explains these points: 1. Ascenso (at the start), 2. Peso del cuerpo en la rodilla izquierda (at the first flat), 3. Peso centrado (at the second flat), and 4. Peso del cuerpo en la rodilla derecha (at the end of the phrase). The tempo marking "(mf)" is also visible at the beginning of the phrase.

Figura 58. Análisis del balanceo.

¹²⁴ Consideremos que los movimientos ancillares son de algún modo consecuencia de los movimientos instrumentales.

El ascenso es debido a la inspiración y el cambio de peso de izquierda a derecha coincide con una frase musical completa. En la **Figura 59**, observamos los fotogramas que muestran el cambio de distribución de pesos del cuerpo.

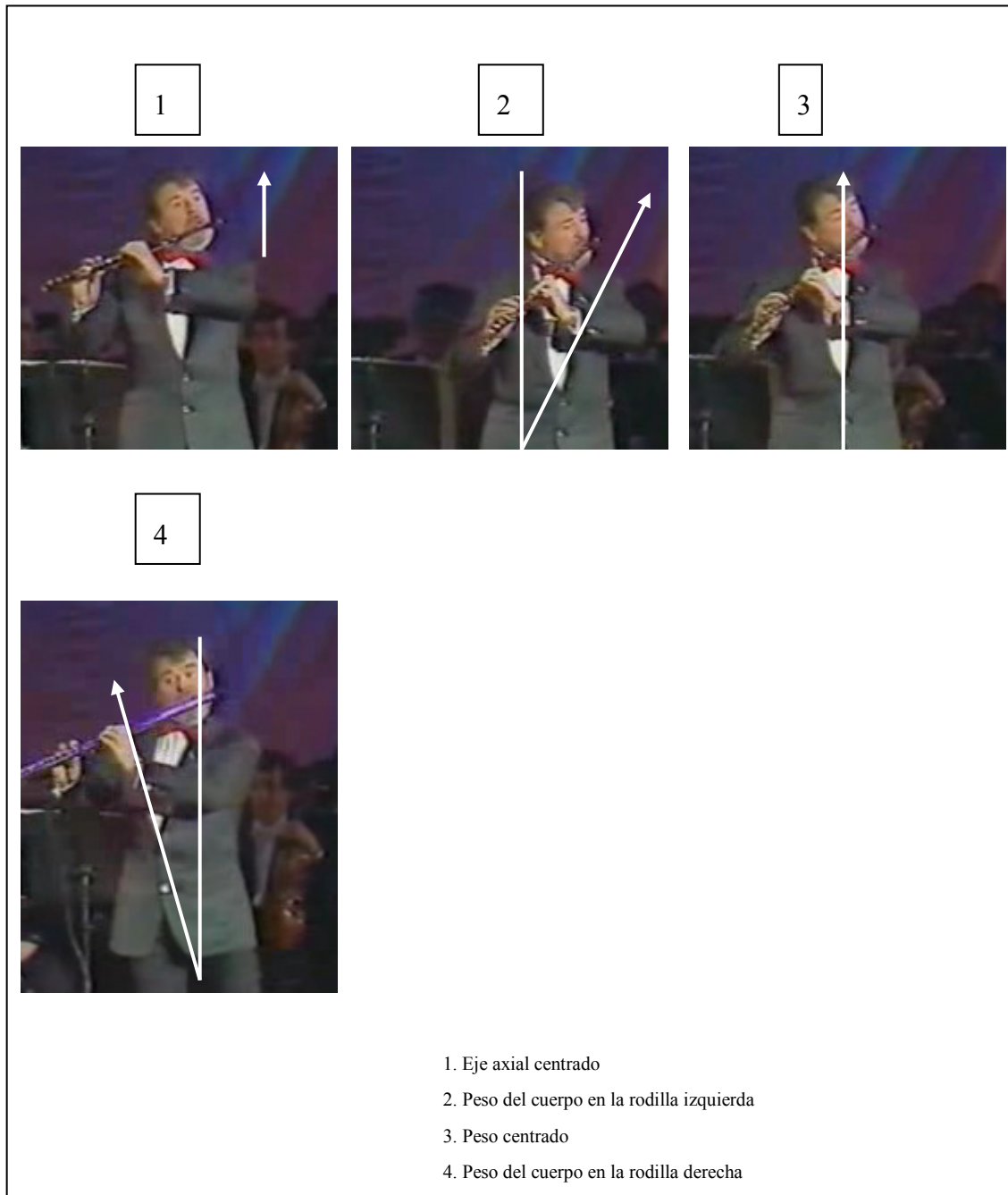


Figura 59. Análisis del balanceo en la primera frase de *Syrinx*

Segunda frase musical: el intérprete pasa de mantener el peso en la rodilla izquierda a centrar el peso en el eje vertical del cuerpo en varias ocasiones durante esta frase. En este caso no se indican los movimientos sobre la base de los fotogramas debido a que son gestos solamente perceptibles en movimiento (**Ej. 1. 0:00:12**).

1
2
3
4
5

1. Peso en rodilla izquierda
2. Oscilaciones entre izquierda y centro, la izquierda con el si bemol.
3. Rodilla izquierda
4. Rodilla izquierda
5. Centro

Figura 60. Movimiento de balanceo en la segunda frase de *Syrinx*.

En la segunda frase musical existe una centralidad en el sonido si (bemol y becuadro) que se corresponde con una distribución del peso en la rodilla izquierda. Cuando el si deja de aparecer, el peso cambia.

Tercera frase (**Ej. 1. 0:00:35**): el cuerpo después desciende correspondiendo con los sonidos “lab-reb”(1), más adelante gira el tronco de izquierda a derecha (2). El descenso es un gesto que se realiza a modo de impulso. El giro le sirve al flautista para enfatizar o resaltar el motivo que está repitiendo.

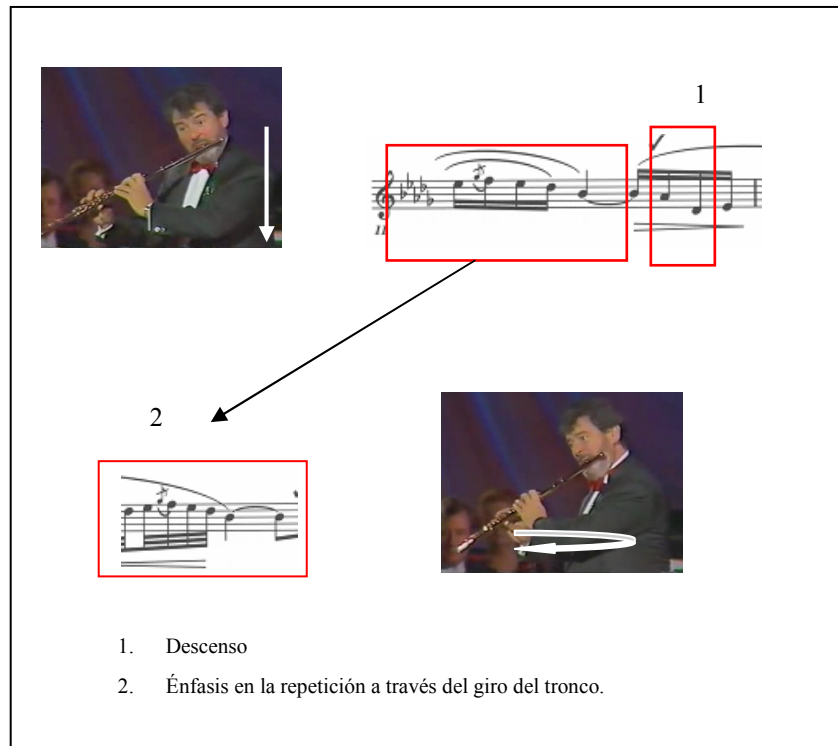


Figura 61. Movimiento de descenso y de giro en la tercera frase de *Syrinx*.

▪ **Propiocepciones implicadas en los movimientos auxiliares**

A continuación se analizan las propiocepciones implicadas en los movimientos descritos hasta ahora:

- Ascensos y descensos del cuerpo: se perciben como movimientos de flexo-extensión de pies y rodillas y cambio en el eje axial.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Estiramiento músculos piernas y pies Cambio posición de músculos de pierna y pie con variaciones de movimiento
Tensión por acortamiento muscular	Órganos musculotendinosos de Golgi	Músculos piernas y pies

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones rodilla
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Cambio de peso en la articulación de las rodillas

- Balanceo: se caracteriza fundamentalmente por cambios en el equilibrio y en la distribución de los pesos.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculos, piernas y pies (compensación de izquierda a derecha)
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos, piernas y pies (compensación de izquierda a derecha)

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Articulación - una rodilla gana peso

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	Piel - planta de un pie gana presión

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Cabeza pierde eje de verticalidad del cuerpo

- Giros de tronco: se manifiestan en cambios dinámicos en la articulación de la cintura.

INFORMACIÓN MUSUCLAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculos de la espalda o del tórax
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos de la espalda o del tórax

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación pélvica

5.2.3. *Relación contingente*

Esta segunda fase o nivel en el que el cuerpo interviene de forma activa en la interpretación de un instrumento musical es la relación de contingencia que se establece entre la percepción y la acción del intérprete. En el capítulo anterior se ha discutido de forma teórica cómo se produce esta contingencia en el caso de los instrumentos acústicos (**ver apartado 4.4.1.3**). Habíamos comprobado cómo el sonido guiaba las acciones del intérprete. Éste genera un ideal sonoro que ha de conseguir y cuando no se corresponde con él, lleva a cabo una compensación de sus movimientos. Algunas de las compensaciones encontradas en este fragmento para flauta por parte de James Galway se resumen en las siguientes:

5.2.3.1. **Afinación**

En esta pieza, James Galway lleva a cabo un movimiento compensatorio para controlar la afinación, tras un salto melódico importante. Cuando a través de su canal auditivo

comprueba que el sonido está ligeramente bajo de afinación, a través del control de la embocadura, sube la afinación hasta que coincide con su ideal sonoro (ver Figura 62).

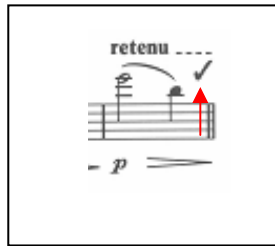


Figura 62. Compensación de la afinación.

▪ **Propiocepciones implicadas**

En este apartado se contemplan las propiocepciones implicadas en los movimientos compensatorios atendiendo a la clasificación operativa propuesta en el **capítulo 4.2**.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculos de los labios
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos de los labios

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	Presión de la flauta con la parte del labio inferior.

5.2.3.2. Cambios de timbre

El intérprete lleva a cabo un aumento de resonancia y un cambio de timbre en estos tres casos que señalamos en la partitura.

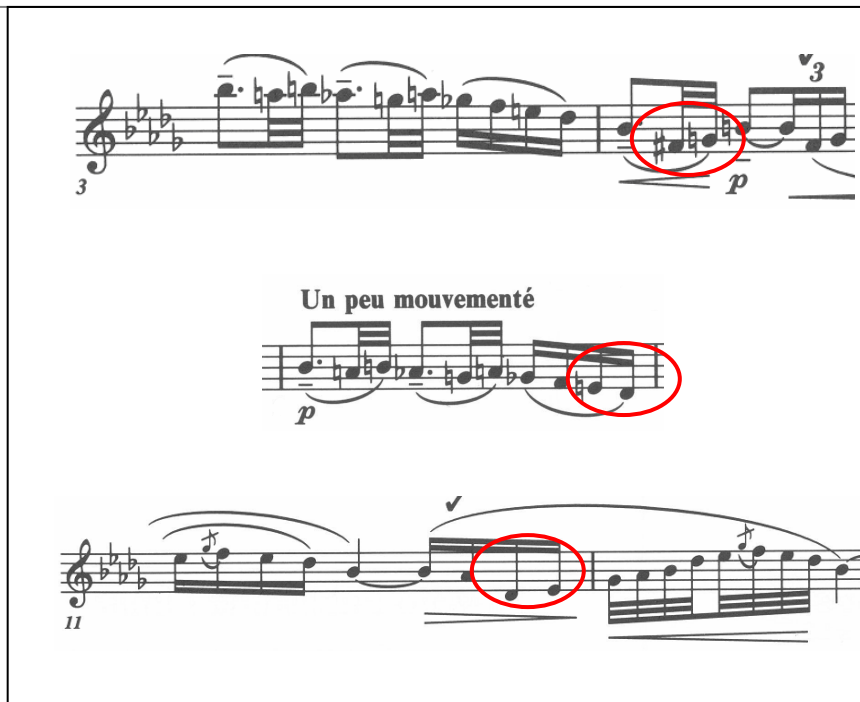


Figura 63. Cambios de timbre como movimientos compensatorios en la pieza *Syrinx*.

- **Propiocepciones implicadas**

Las propiocepciones que son comunes a este tipo de movimiento compensatorio son las siguientes:

INFORMACIÓN MUSCULAR

Sensación propioceptiva	Receptores	Localización general
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Músculos lengua ¹²⁵ Músculos respiratorios
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos lengua Músculos respiratorios

¹²⁵ Las propiocepciones implicadas en los cambios de timbre están relacionadas con las que controlan el sople respiratorio y modulan la configuración de los labios. Un cambio en la presión del aire y en la forma de los labios produce un cambio de timbre.

5.2.4. Almacenamiento

El almacenamiento es expuesto en último término, no porque se de en último lugar, sino por la complejidad que se desprende de él. Recordemos que estos niveles que se mencionan no tienen lugar sucesivamente en el tiempo. El almacenamiento es a la vez un último peldaño pero puede ser un comienzo ya que toda programación motora parte de la experiencia almacenada.

Con el término almacenamiento se hace referencia a todos aquellos procesos mentales (en este caso son aquellos en los que está implicado el cuerpo con relación a la música) que incluyen la evocación de imágenes, de esquemas o conceptos corporales que nos ayudan a comprender la música y que después podemos almacenar (tanto a corto como a largo plazo) en forma de experiencia para futuras interacciones con los elementos sonoros y musicales. Nuestro modelo propone una distinción en tres tipos de implicaciones corporales a nivel cognitivo ampliamente descritas en el capítulo anterior:

- Resultado del control motor del instrumento.
- Resultado de prestaciones.
- Resultado de esquemas corporales.

5.2.4.1. Procesos corporales resultado del control del instrumento

Es evidente que cuando un sujeto interpreta un instrumento, uno de los aspectos corporales que almacena para futuras interacciones con la música son los movimientos necesarios para su ejecución. Dichos movimientos se han dividido en dos tipos que a continuación explicamos:

▪ **Detalles de movimientos resultado de movimientos instrumentales**

Como consecuencia del control motor, el intérprete analizado en este trabajo percibe la música de forma diferente a como la puede percibir un oyente en un concierto o en CD. El intérprete asocia los diversos elementos sonoros a acciones y sensaciones corporales propioceptivas. Al escuchar la misma pieza interpretada por otro flautista evocará las digitaciones, las respiraciones y las articulaciones que se desprenden de su ejecución de sus movimientos instrumentales. La forma de evocar dichos actos motores es a través de la simulación propioceptiva implicada en su ejecución.

▪ **Movimientos generales del cuerpo resultado de movimientos ancillares**

El intérprete almacena además los movimientos generales del cuerpo. Registra si son suaves o rígidos, de balanceo, de subida o bajada. En este caso concreto de la pieza *Syrinx*, el intérprete integra un balanceo claro de izquierda a derecha con algún ascenso y descenso del cuerpo.

5.2.4.2. Resultado de prestaciones

Independientemente de la producción del sonido, la música le llega al intérprete no necesariamente asociada a las acciones que se requieren para producirlo, sino a otras acciones o prestaciones¹²⁶ que la música nos ofrece. A continuación se proponen solamente algunas de las posibles prestaciones en la primera frase de la pieza.

- Los ascensos y descensos melódicos nos permiten identificar una acción de subida y bajada en un objeto o en nosotros mismos. Esta prestación es posible gracias al conocimiento del lenguaje musical resultado de una cultura

¹²⁶ El concepto de prestación, tanto el propuesto por Gibson, como las matizaciones propias que le hacemos para su aplicación a la música han sido ampliamente expuestas en apartado 3.2 de esta tesis.

determinada. En la cultura musical occidental se conciben los sonidos dentro del espacio. Los agudos arriba y los graves abajo¹²⁷.



Figura 64. Prestaciones: subidas y bajadas.

- La repetición constante de la nota “sib” en la que reposan casi todas las frases nos permite pensarla como punto de referencia espacial. Aquellos sonidos que suben o bajan por causa de los ascensos o descensos melódicos terminan siempre a esa altura.



Figura 65. Prestaciones: sonido ubicado en el espacio.

- La frase musical se puede percibir como un muelle o cuerda que se estira y regresa a su posición como un reflejo de la tensión sujeta en toda la cadencia respiratoria de la frase.

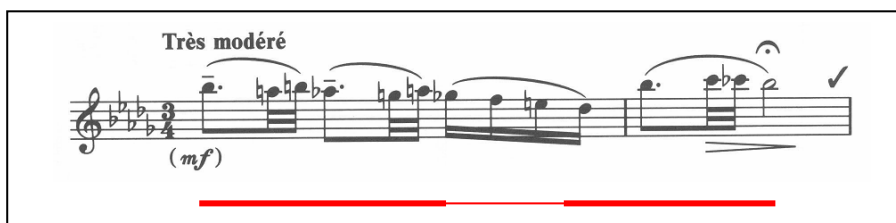


Figura 66. Prestaciones: tensión o sensación de tirar.

¹²⁷ Ya habíamos indicado que las prestaciones también pueden estar mediadas por la cultura.

- Intento de derribo. Podemos imaginar que una persona que intenta derribar un objeto pesado y al primer intento no puede, coge impulso y lo logra. La repetición del motivo melódico ampliado sugiere una cierta repetición de algo que se ha hecho previamente.

1. Impulso
2. Intento de derribo.
3. Derribo.

Figura 67. Prestaciones: impulso e derribo.

- Lanzamiento de un objeto. Podemos evocar la imagen de una persona que lanza un objeto. Éste se suspende en el aire y después golpea en el suelo. El silencio sugiere una ingravidez momentánea que después desaparece.

1. Lanzamiento
2. Suspensión
3. Caída

Figura 68. Prestaciones: lanzamiento y caída.

5.2.4.3. Resultado de esquemas encarnados

Además de las prestaciones, los esquemas encarnados¹²⁸ nos permiten comprender en términos corporales algunos elementos musicales, algunos de los posibles se enumeran a continuación:

- *Escala*. El esquema *escala* supone percibir los sonidos musicales agudos arriba en el espacio con respecto a los graves que se perciben en la zona baja del eje vertical. Según Johnson, el esquema *escala* se percibe como algo que puede continuar en cualquiera de las dos direcciones (hacia arriba o hacia abajo) (Johnson,1987: 121). El esquema *escala* también nos proporciona una medida de los elementos que la constituyen. En este caso percibimos las notas musicales como elementos discretos de un todo. Debido a ello podemos percibir el descenso melódico como parte del esquema *escala*¹²⁹.

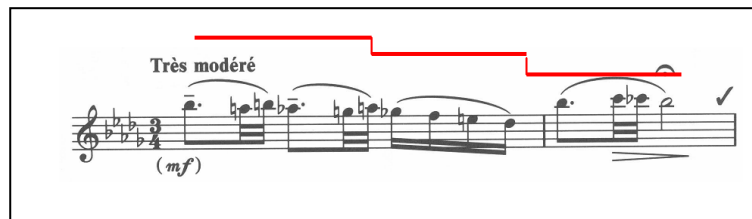


Figura 69. Esquema *escala* en la primera frase de *Syrinx*.

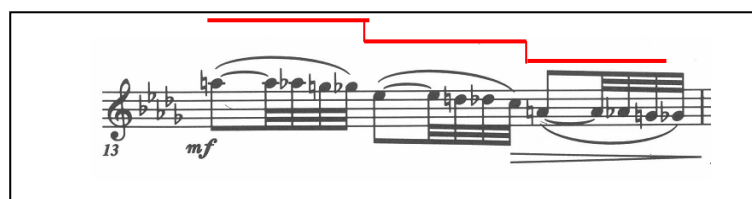


Figura 70. Esquema *escala* en la tercera frase de *Syrinx*.

¹²⁸ El concepto de esquema encarnado que aquí se aplica ha sido definido y matizado por las diferencias que presenta con el original propuesto por Johnson en el capítulo 3.1.

¹²⁹ Nótese que además el término utilizado en teoría de la música para denominar la sucesión de notas coincide con el del esquema.

- *Ciclo*. El esquema *ciclo* se forma por la recurrencia de actividades o vivencias repetidas de forma temporal: la respiración, el sueño, la digestión, etc. En este caso concreto la música nos permite percibir un ciclo que comienza con el primer si bemol y termina con el mismo sonido. Cuando escuchamos esta frase parece que este ciclo de si bemol a si bemol podría repetirse en forma de bucle temporal.

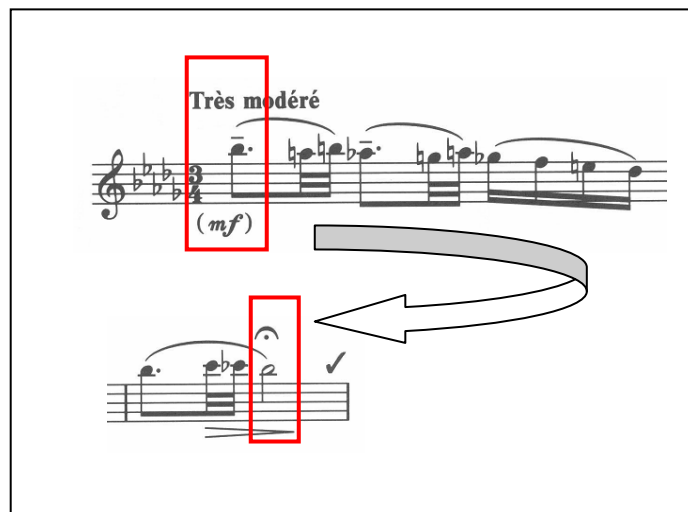


Figura 71. Esquema *ciclo*. Primera frase de *Syrinx*.

- *Compulsión*. El esquema *compulsión*, atendiendo a la definición de Johnson (1987: 45) consiste en un movimiento producido por fuerzas externas: el viento, objetos físicos o personas. Así, la música nos permite realizar una metáfora entre un muelle o resorte sobre el que hacemos presión pero nos devuelve ejerciendo fuerza sobre nosotros. Podemos hacer esta metáfora porque el ritmo anacrúsico de la pieza supone un impulso hacia el siguiente pulso.

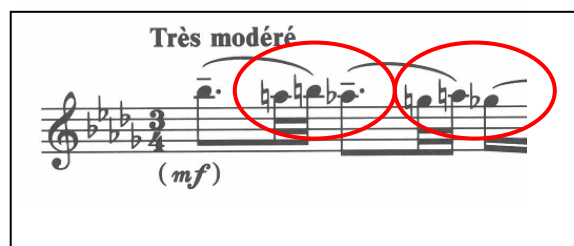


Figura 72. Esquema *compulsión* en la primera frase de *Syrinx*.

- *Iteración*. El esquema *iteración* supone la repetición de un patrón (Johnson, 1987: 126). En el caso de *Syrinx*, la iteración no se percibe literal debido a que la repetición termina con si bemol en octava grave.



Figura 73. Esquema *iteración* en diversas partes de la pieza.

En este otro pasaje la *iteración* se manifiesta de forma no literal, porque la repetición es una variación más adornada de la anterior.

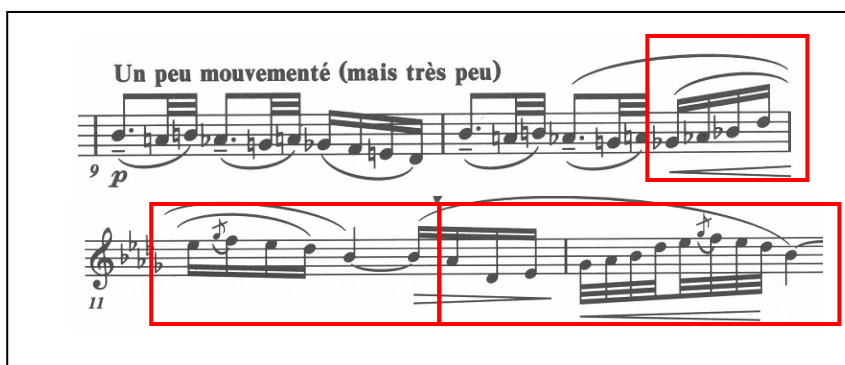


Figura 74. Esquema *iteración* en diversas partes de la pieza.

- *Unión*. El esquema *unión*, de acuerdo con Johnson permite establecer conexiones temporales entre diversos objetos o fenómenos. La unión también permite establecer relaciones entre dos partes. En este caso, el sib funciona como final del primer elemento recuadrado y comienzo del siguiente



Figura 75. Esquema *unión* en la primera frase de la pieza.

- *Bloqueo*. El *bloqueo* es un “intento de interactuar forzosamente con objetos y personas” (Johnson, 1987: 45). En este pasaje podemos proyectar el bloqueo para comprender el efecto de los sonidos resaltados que dificultan la fluidez del pasaje siguiente.



Figura 76. Esquema *bloqueo* en la primera frase de *Syrinx*.

En este otro caso, el silencio bloquea la producción del lab

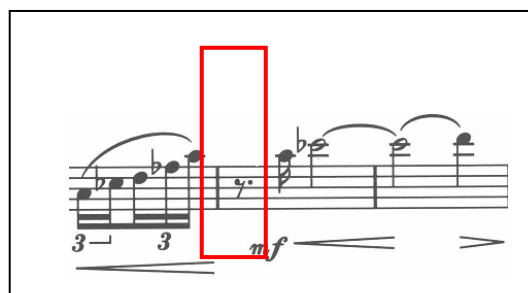


Figura 77. Esquema *bloqueo por silencio*.

Éstos son solamente algunos ejemplos de cómo el cuerpo interviene en los diversos niveles descritos anteriormente. Es evidente que existen muchos más posibles, sobre

todo en cuanto a esquemas encarnados y prestaciones. Sin embargo, aquí se proponen solamente algunos para ilustrar el funcionamiento del modelo.

▪ **Propiocepciones implicadas**

Debido a la complejidad de las acciones que constituyen las propiocepciones, no se lleva a cabo un análisis exhaustivo de ellas. Sin embargo, proponemos una clasificación de las prestaciones y los esquemas en función de algunos aspectos propioceptivos implicados.

Las propiocepciones implicadas en las prestaciones de este pasaje para flauta se pueden clasificar atendiendo al agente que lleva a cabo la acción. Dicha propuesta de clasificación ha sido abordada en el **apartado 3.2.6**.

En función del agente, las acciones que implican las prestaciones pueden ser:

- Acciones realizadas por sujetos: impulso-derribo.
- Objetos movidos por sujetos: lanzamiento-caída, tensión de una cuerda.
- Objetos movidos por elementos externos: subidas y bajadas de un objeto, sonido ubicado en el espacio.

Desde el punto de vista propioceptivo el agente del movimiento es fundamental para simular una u otras propiocepciones. Tirar de una cuerda no implica el mismo resultado propioceptivo que estirar el cuerpo.

Los esquemas se clasifican atendiendo al tipo de propiocepciones que están implicadas en la simulación de las diversas acciones (**ver apartado 3.1.7**).

- Esquemas motores: los esquemas motores descritos en este fragmento son: el de *escala, ciclo e iteración*.

- Esquemas de tacto con resistencia corporal (presión y vibración). Los esquemas de tacto profundo descritos en este fragmento son: el de *bloqueo* y de *compulsión*.
- Esquemas de tacto pasivo: se ha encontrado el esquema *unión*.

En conclusión, desde el punto de vista de la *programación y ejecución motora* en la flauta travesera, los movimientos instrumentales se traducen en digitaciones, movimientos de labios para la afinación, movimientos articulatorios con la lengua y movimientos respiratorios. Los movimientos ancillares se resumen en ascensos y descensos del cuerpo relacionados con la respiración, balanceos del cuerpo y cambios de peso ligados a la centralidad del sonido *sib*, y giros del torso y del brazo dependientes del énfasis. Los receptores implicados son los órganos tendinosos de Golgi, los husos musculares de los dedos y manos, labios, lengua y diafragma. Los corpúsculos de Paccini y de Ruffini miden información articular en dedos, muñeca y cuello. Los corpúsculos de Meissner, Ruffini y Paccini envían información táctil de labios y dedos. Los *movimientos compensatorios* se reducen a movimientos de afinación con los labios y variaciones de embocadura para conseguir cambios de timbre. Desde el punto de vista del *almacenamiento*, podemos observar prestaciones como impulso, caída, tensión, ascensos y sonidos localizados en el espacio. Los esquemas implicados son *ciclos, escalas, iteraciones, bloqueos, compulsiones y uniones*.

A continuación se presenta una tabla (**ver Figura 78**) que trata de aglutinar los niveles implicados en la interpretación musical que se dan de forma simultánea. Las acciones y propiocepciones involucradas, aparecen resumidas y sintetizadas.

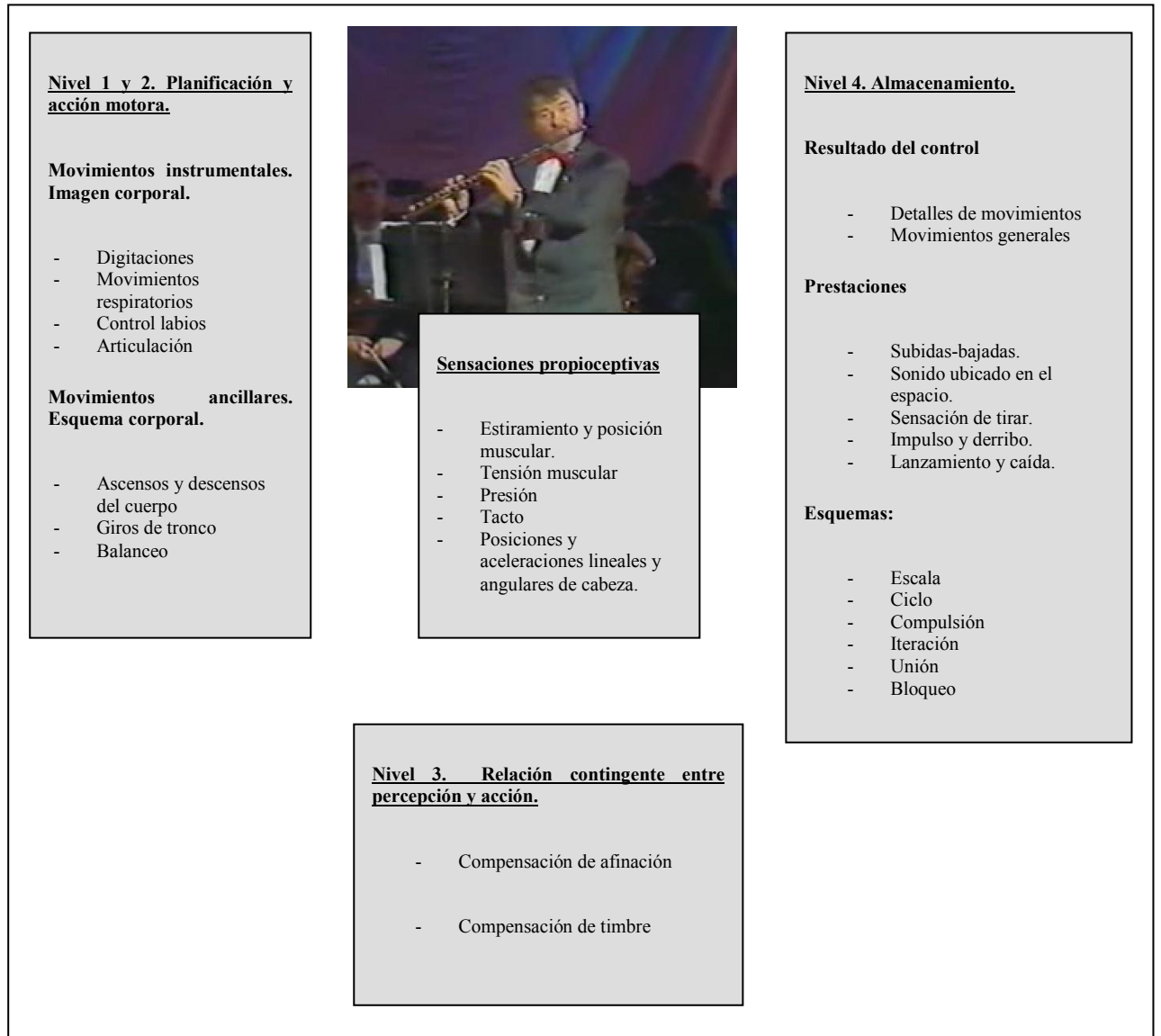


Figura 78. Esquema de funcionamiento de los diversos niveles en los que interviene el cuerpo en la interpretación de una frase musical de *Syrinx*

5.3. Hiperinstrumentos

5.3.1. Introducción

La pieza seleccionada como ejemplo de hiperinstrumento es *Begin Again Again...*, pieza compuesta por Tod Machover, especialmente para Yo-Yo Ma. En 1991, “hyperinstrument”, un equipo de investigadores encargados de la creación de hiperinstrumentos e instrumentos alternativos, diseñaron el hipercello para Yo-Yo Ma, quien hizo la *première* en el Festival Tanglewood en agosto de 1991. El trabajo se escribió para violonchelo solo, con la posibilidad de que el intérprete pudiese controlar el sonido del mismo de forma no convencional. La duración de esta pieza es de 25 minutos aproximadamente y consta de diez secciones ininterrumpidas, todas diferentes en carácter. Están agrupadas en dos movimientos. El primer movimiento es agitado, enérgico y dramático (**Ej. 2. 0:00:09**) y el segundo es más calmado y lírico (**Ej. 2. 0:00:26**). Este segundo movimiento está constituido por una serie de variaciones de las mismas melodías y armonías al modo de la *Zarabanda* de la *Suite N.º 2* de Bach para violonchelo solo, según asegura Tod Machover. Además señala que la pieza se construye sobre el intento de llegar a un sonido determinado, pero quedándose siempre en notas pedales. El sonido está controlado a través del gesto y se concibe como una extensión del instrumento. Algunos de los parámetros medidos por sensores en este instrumento son:

- Las posiciones de muñeca.
- La posición de arco sobre las cuerdas.
- La presión del arco ejercida.
- Las digitaciones de la mano izquierda sobre el mástil del violonchelo.

Los datos son recogidos por sensores analógicos que los convierten en información digital para que pueda ser procesada por el ordenador, donde llega como información MIDI. Además, el sonido real producido por el violonchelo acústico alimenta un sintetizador que puede, o bien manipular los datos o convertirlos en sonido de violonchelo electrónico.

El arco impone vibraciones en las cuerdas del violonchelo, como en cualquier versión acústica del mismo. Sin embargo, éste puede actuar además como la batuta de un director. La posición del extremo del arco, el recorrido del arco sobre una cuerda (por segundo) y la presión del arco controlan parámetros como el timbre de los sonidos interpretados, el ataque y el número de líneas musicales. El interés de Machover por el timbre permite al intérprete controlar cuánto de su propio sonido quiere escuchar o cuánto de aquél que procede del sintetizador. Además, el intérprete también controla el ritmo de la ejecución.

La pieza comienza con una traducción literal y perceptible de todos los parámetros controlados por Yo-Yo Ma y analizados por un ordenador, para después emitir respuestas no controladas.

5.3.2. Programación y acción motora

A pesar de que en los hiperinstrumentos la programación puede estar centrada en el sonido o en el movimiento (**ver apartado 4.4.2.1**), esta interpretación de Yo-Yo Ma se centra fundamentalmente en el movimiento. Sin embargo, en el **apartado 5.3.3** veremos cómo en ocasiones la programación se basa en el sonido llevando a cabo movimientos compensatorios. Esto implica que realiza los movimientos necesarios para producir el sonido acústico (movimientos instrumentales) y sus movimientos ancillares son los que producen el sonido electrónico (podemos considerar por tanto estos movimientos ancillares como instrumentales). Hemos mencionado que los movimientos ancillares que se controlan son fundamentalmente movimientos de muñeca y de dedos. Aún así, se observan otros movimientos ancillares como los de cabeza y de tronco aunque no tienen una repercusión clara en el sonido.

5.3.2.1. Movimientos como consecuencia de la imagen corporal y del esquema corporal

En la tabla que aparece a continuación se detallan los movimientos como consecuencia de la imagen corporal y del esquema corporal respectivamente. Gracias a la imagen corporal se producen movimientos instrumentales. Los movimientos ancillares

significativos se convierten también en instrumentales y por ello se incluyen en este apartado. Los constructores del hypercello hacen constante hincapié en que este instrumento es una extensión del violonchelo acústico. De esta manera, los movimientos instrumentales propios de la versión acústica del instrumento se amplían. Es preciso estudiar los movimientos instrumentales y los ancillares de forma conjunta debido a que en los hiperinstrumentos éstos están estrechamente unidos.

	Imagen corporal	Esquema corporal
Instrumentales	Mano izquierda: digitaciones, vibrato ¹³⁰ Mano derecha: movimientos de arco ¹³¹	No existen movimientos instrumentales
	Imagen corporal	Esquema corporal
Ancillares	Posición de los dedos en el mástil, velocidad de movimiento del arco, posición del arco contra las cuerdas (se convierten en instrumentales ¹³²)	Movimientos de muñeca que acompañan a los movimientos del arco, giro del hombro derecho, flexión de cuello y tronco

▪ **Propiocepciones implicadas**

Al igual que en el apartado anterior correspondiente al instrumento acústico, es preciso analizar las propiocepciones a través de una tabla donde éstas aparezcan categorizadas

¹³⁰ Además de los movimientos flexores y extensores de dedos comentados en el ejemplo para flauta, para llevar a cabo el vibrato es necesario mover también la mano. Los músculos flexores de la mano son: el flexor radial del carpo, el palmar largo y el flexor cubital del carpo. Los extensores son el extensor radial del carpo, el extensor corto radial del carpo y el extensor cubital del carpo (López Muñoz, 2004b: 250).

¹³¹ Para el movimiento del arco es necesario movilizar las articulaciones del hombro y del codo. Los músculos separadores del hombro son: el deltoides y el supraespinoso. Los músculos aproximadores son: el redondo menor, el redondo mayor, el dorsal ancho, el tríceps braquial, el caracobraquial el pectoral mayor y el pectoral menor (Smith-Agreda, 2004). Los músculos flexores del codo son: el bíceps braquial, el braquial anterior y el braquiorradial. Los extensores del codo son: el tríceps braquial y el anconeo. El antebrazo tiene también la posibilidad de llevar a cabo movimientos de pronación y supinación. Los músculos pronadores son el pronador redondo y el pronador cuadrado y los supinadores el bíceps braquial y el supinador corto. (López Muñoz, 2004b: 248).

¹³² Normalmente los movimientos ancillares son programados gracias al esquema corporal. Sin embargo, en el caso de los hiperinstrumentos, los movimientos ancillares significativos que se convierten en movimientos instrumentales son programados gracias a la imagen corporal y el resto son parte del esquema corporal.

operativamente. En este caso se estudian de forma conjunta todas las propiocepciones implicadas en movimientos instrumentales y ancillares.

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Mano izquierda: Músculos de los dedos (con variación de movimiento) Mano derecha: movimientos de los brazos (con variación de movimiento)
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos de los dedos (con variación) y brazos (sin variación de movimiento)

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones de dedos, hombro, codos y muñecas

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	Piel de las yemas de los dedos

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Oído interno, mácula y crestas semicirculares



Figura 79. Movimientos instrumentales del hipercello.

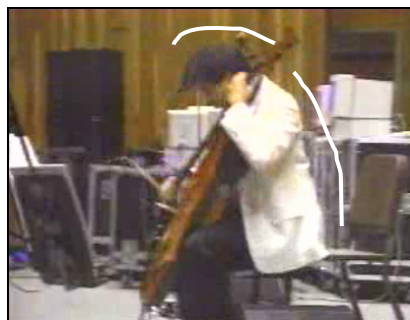


Figura 80. Movimientos auxiliares: flexión de cuello y tronco.

5.3.3. Relación contingente entre percepción y acción

En la interpretación de hiperinstrumentos, la relación contingente entre lo que el intérprete ejecuta y lo que escucha es más difícil que con instrumentos acústicos. En ocasiones el intérprete ha de ignorar lo que escucha para centrarse en el movimiento. Otras veces, el violonchelista debe controlar hasta qué punto quiere escuchar el sonido del instrumento acústico o del sonido sintetizado. Yo-Yo Ma lleva a cabo algunos movimientos compensatorios derivados del uso del hipercello como instrumento acústico y otros movimientos compensatorios que permiten el control del instrumento aumentado.

Se ha detectado un movimiento compensatorio como consecuencia de la programación basada en el sonido, que se puede escuchar en el fragmento. Es un movimiento de los dedos que lleva a cabo como forma de compensar la afinación (Ej. 2. 0:00:43). En particular, busca un sonido, pero al comprobar que se ha quedado más grave mueve su

dedo hacia abajo en el mástil para conseguir subirlo de afinación. Además de este movimiento, la búsqueda del sonido se acompaña con diversos movimientos ancillares. De entre éstos, los más significativos podrían ser la expresión en la cara de esfuerzo y una ligera sonrisa (Ej. 2. 0:00:39).



Figura 81. Movimiento compensatorio de la afinación y movimientos ancillares en la expresión facial.

▪ **Propiocepciones implicadas en el movimiento compensatorio de afinación**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Músculos brazo y mano derechos con control de la velocidad
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Músculos del antebrazo

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones miembro derecho y dedos mano derecha
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Articulación del hombro

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	Presión del arco sobre la mano

5.3.4. Almacenamiento

El almacenamiento que se produce en un hiperinstrumento es muy complejo porque combina los elementos propios de un instrumento acústico y de un instrumento alternativo. A continuación se esbozan algunas de las posibilidades.

5.3.4.1. Resultado del control

El control del hipercello implica movimientos instrumentales, movimientos ancillares y movimientos ancillares que se convierten en instrumentales. Estos últimos proporcionan la esencia del instrumento. El intérprete es capaz de almacenar una colección de movimientos instrumentales mayor a la que está acostumbrado como intérprete acústico de tal forma que se crea en él la sensación de instrumento aumentado a la que se refieren los diseñadores del hipercello. Los movimientos instrumentales han de estar depurados porque de lo contrario interfieren en los movimientos que producen cambios en el sonido.

5.3.4.2. Resultado de prestaciones

Las prestaciones que el sonido nos proporciona son infinitas. En el caso de esta pieza se analizan dos de las prestaciones más evidentes teniendo en cuenta la construcción de la pieza.

- Efecto de eco o delay: Escuchando la pieza, una de las primeras evocaciones es el efecto de delay o retardo que produce el sonido sintético y se solapa con el sonido del instrumento acústico (Ej. 2. 0:00:17).
- Salto: el instrumentista lleva a cabo un glisando descendente y después una recuperación del sonido anterior, de tal forma que podemos simular

internamente un salto en el que se produce una ingravidez momentánea y recuperación del contacto con el suelo (**Ej. 2. 0:00:15**).

5.3.4.3. Resultado de esquemas encarnados

Así como sucede con las prestaciones, los esquemas encarnados que podemos proyectar en esta pieza son múltiples. En este trabajo se mencionan algunos:

- Esquema de *ascenso-llegada*. La obra, tal y como se mencionó anteriormente, está construida de tal forma que supone una especie de camino hacia la llegada a un sonido determinado. Este ascenso se percibe hasta un punto en que por fin el instrumento accede a ese sonido (**Ej. 2. 0:00:40**).
- Esquema *imposibilidad*. Hasta la llegada a ese sonido, el esquema *imposibilidad* nos permite comprender la resistencia para llegar.
- *Superimposición*. Cuando los sonidos del instrumento acústico y del instrumento sintético se solapan, el esquema *superimposición* nos permite distinguir estos dos planos sonoros que coinciden en el tiempo.
- *Iteración*. La utilización de elementos sonoros repetidos nos remite a una iteración o repetición de esquemas.

▪ Propiocepciones implicadas

Al igual que otros casos es preciso detallar aquí todas las propiocepciones implicadas en la simulación de acciones y evocación de esquemas. Sin embargo, es pertinente clasificar tanto las prestaciones como los esquemas, atendiendo a su implicación propioceptiva:

Las prestaciones de este fragmento, en función del agente implicado en el movimiento se clasifican en:


- Acciones realizadas por un sujeto: salto.

- Objetos movidos por fuerzas externas: efecto de eco o delay.

Los esquemas, atendiendo a su implicación propioceptiva se clasifican en:

- Esquemas motores: son el esquema *ascenso-llegada e iteración*.
- Esquemas táctiles con resistencia corporal que envían información de presión y vibración: el esquema *imposibilidad*.
- Esquema táctil pasivo: es el esquema *superimposición*.

En conclusión, como *programación y acción* motora podemos encontrar movimientos instrumentales tales como digitaciones y vibrato en la mano izquierda y movimientos de arco en la derecha. Algunos movimientos ancillares son movimientos de muñeca, posición del arco, presión del arco, digitaciones, giro de hombros y flexiones de cuello y tronco. Los receptores propioceptivos implicados son fundamentalmente los husos musculares y los órganos tendinosos de Golgi en el control de brazo y el tronco. Los corpúsculos de Paccini informan de la articulación del codo, la muñeca y el cuello. Los corpúsculos de Meissner, Paccini y Ruffini envían información dérmica de las manos fundamentalmente. Como único *movimiento compensatorio* se encuentra el de afinación. El *almacenamiento* a través de prestaciones engloba saltos y efecto de eco. Los esquemas de *ascenso, iteración, imposibilidad y superimposición* están también implicados.



Nivel 1 y 2. Programación y acción motora.

Imagen corporal:

- **Movimientos instrumentales**
- Mano izquierda: digitaciones, vibrato.
- Mano derecha: giro de hombro y muñeca.
- **Movimiento ancillares convertidos en instrumentales.**
- Posición de los dedos en el mástil
- Velocidad de movimiento de arco

Propiocepciones implicadas.

- Tensión y estiramiento de los músculos de los dedos (con variación de movimiento y manos.
- Información táctil en los dedos de la mano izquierda y en la mano derecha.

Nivel 3. Relación contingente entre percepción-acción.

Nivel 4. Almacenamiento:

Resultado del control
Aumento de movimientos instrumentales.

Resultado de prestaciones
Eco
Salto






Figura 82. Esquema de intervención del cuerpo en un ejemplo de hiperinstrumento.

5.4. Instrumentos alternativos

5.4.1. Introducción

Recordemos que los instrumentos alternativos (**ver apartado 4.3.1.1**) son aquéllos que no guardan relación con los instrumentos acústicos ni en el sonido que producen ni en la forma de producirlo. Buscan nuevas relaciones entre el cuerpo humano y la producción sonora. La danza interactiva, como tipo de instrumento alternativo, permite a través de los movimientos de uno o varios bailarines en un escenario, producir o modificar sonidos normalmente creados por síntesis.

A continuación se aborda una pieza de danza interactiva titulada *...Seine hohle Form...*, compuesta en el año 2000 por el grupo interdisciplinario afincado en Alemania *Palindrome*. Esta pieza ha ganado el primer premio de Transmediale en Berlín en el año 2002, por pieza interactiva y el CYNETart en 2001. Se creó en colaboración con Butch Rován, en la Universidad de Texas primero y después en los *Imo Buhl studios* en Nürnberg, Alemania.

El texto "seine hohle Form" es un fragmento del poema "Gesichter" de Rainer Maria Rilke. Las palabras sirven como un emblema de la capacidad de crear música solamente cuando un intérprete se mueve y este movimiento tiene dos objetivos fundamentales: crear el sonido y adornarlo. El movimiento y el sonido fueron creados de forma conjunta, la música por Butch Rován y la danza por Robert Wechsler y Helena Zwiauer. La pieza utiliza sensores y síntesis sonora en tiempo real. No existen consignas musicales para los bailarines ya que si éstos no se mueven, la música no existe. Esta pieza permite un importante nivel de improvisación. Esta obra, según especifican sus autores, está inspirada en dos hermanos que son uno la imagen del otro y han quedado huérfanos en la guerra. La escena y el espacio interactivo funcionan como otro personaje más ya que nunca suena dos veces igual. La tecnología utilizada en esta pieza

es la captura de movimiento por el sistema denominado EyeCon¹³³ diseñado por el grupo Palindrome y el procesamiento sonoro en tiempo real con Max/msp¹³⁴.

Ficha técnica de la pieza.

Composición: Butch Rován y Robert Wechsler y Helena Zwiauer.

Diseñador del sistema interactivo: Frieder Weiß

Luces: Max Schubert.

Vestuario: Kleiderei, Nürnberg.

5.4.2. Programación y acción motora

En este apartado se estudia la programación motora junto con la acción motora que tiene lugar en la ejecución de este instrumento alternativo. Ya mencionamos que la programación de los movimientos y su puesta en práctica con las propiocepciones se concretan en el mismo tipo de acciones y movimientos y por esta razón los atendemos de forma conjunta.

Basándonos en nuestra propuesta de modelo teórico ampliamente descrito en el **capítulo 4** de este trabajo, podemos señalar tres tipos de programación-acción en la danza interactiva: programación centrada en el movimiento, programación centrada en el sonido y programación centrada en la contingencia.

Debido al carácter de esta pieza, en ocasiones los instrumentistas alternativos se centran en el movimiento; esto quiere decir que se expresan corporalmente de forma concreta

¹³³ El sistema EyeCon es similar al sistema EyesWeb, que utiliza la captura de la imagen en dos dimensiones.

¹³⁴ Max/msp es un programa que permite procesar el sonido en tiempo real. Este programa es de muy compleja utilización y permite el tratamiento sonoro a muy alto nivel.

atendiendo a un plan predeterminado, de tal forma que el resultado sonoro queda abierto. El sonido es el resultado de la puesta en práctica de una técnica coreográfica. Este tipo de programación se denomina *programación centrada en el movimiento*. En otras ocasiones, se centran en el sonido. Reproducen en su mente un ideal sonoro que desean conseguir y se mueven compensando sus movimientos para lograrlo. A este tipo lo denominamos *programación centrada en el sonido*. Otras veces, sucede que el sonido les lleva a producir determinados movimientos o que los movimientos les lleva a producir determinados sonidos, lo que llamamos *programación centrada en la contingencia*.

A continuación se describirán estos tres tipos de programación junto con las acciones llevadas a cabo y las propiocepciones implicadas en su regulación.

5.4.2.1. Programación y acción centrada en el movimiento

La interpretación centrada en el movimiento se refiere a que el movimiento y los gestos del intérprete son prioritarios con respecto al sonido. En el caso de la danza interactiva este tipo de pasajes son muy frecuentes. Los bailarines se mueven respetando una coreografía más o menos prefijada y el sonido, o bien es el resultado de sus movimientos, o bien no permite ver una relación clara entre los movimientos y la información sonora resultante. En la pieza analizada, la interpretación basada en el movimiento se da en el fragmento del **Ej. 3. 00:03:36-00:05:33**.

Se divide el fragmento en cuatro “momentos” para facilitar su análisis.

- Momento 1. Los bailarines van corriendo hacia las esquinas de la escena y realizan dos veces movimientos con los brazos (**Ej. 3. 00:03:36**).
- Momento 2. Los bailarines se colocan uno enfrente del otro en posición de lucha (**Ej. 3. 00:03:52**).
- Momento 3. Los bailarines llevan a cabo una figura de equilibrio en conjunto y de caída (**Ej. 3. 00:04:12**).

- Momento 4. Acompasamiento de la coreografía de los bailarines. Pasan del movimiento enfrente al movimiento uno al lado del otro(**Ej. 3. 00:04:24**).

Desde el punto de vista narrativo podríamos afirmar que en este fragmento se pasa de los movimientos individuales de los bailarines (momento 1) a los movimientos contra la otra persona (momentos 2 y 3), hasta llegar a los movimientos en conjunto (momento 4).

Todos los movimientos llevados a cabo en esta parte son movimientos ancillares y estéticos¹³⁵. Los movimientos instrumentales son aquéllos que están dirigidos a producir un sonido de forma directa. En este caso no hay ninguno, ya que la danza está centrada en el movimiento y no en el sonido. Los movimientos estéticos son conscientes y los ancillares son todos los que no se producen de forma consciente, sino como consecuencia del esquema corporal. Ante cualquier movimiento instrumental o estético, el cuerpo ha de compensar para mantener el equilibrio y la postura.

Además de los momentos que configuran la pieza narrativamente, hemos observado que dos posturas básicas articulan el fragmento: una postura base corporal y una configuración de las manos. Ambas se mantienen prácticamente durante todo el fragmento. La coreografía juega con la presencia y ruptura de las posturas. A continuación vamos a estudiar los movimientos y propiocepciones implicados en cada caso.

5.4.2.1.1. Postura base

La postura básica común a todo el fragmento se caracteriza porque los bailarines tienen las rodillas flexionadas y los pies en línea. Esta postura se mantiene durante casi toda la pieza excepto en cuatro casos: en el desplazamiento, en la figura de equilibrio, en el movimiento de piernas y en el ascenso de manos. Estudiaremos todos ellos con detenimiento.

¹³⁵ Recordemos que los movimientos estéticos son aquéllos movimientos intencionales que no están destinados a la producción sonora. Ver sección 1.4.1.2.2.

Los movimientos que se dan en la postura base son los siguientes:

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Flexión de rodillas Giro de pies hacia afuera
Movimientos ancillares	Cara interna de las piernas hacia adelante como consecuencia del giro de los pies

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos de las piernas
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos de las piernas

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones de las rodillas flexionadas 30° como consecuencia del giro en los pies Articulaciones de los tobillos 170° cercano al límite articular
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Peso de los segmentos cambia por descender el centro de gravedad

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Conservación de eje de verticalidad

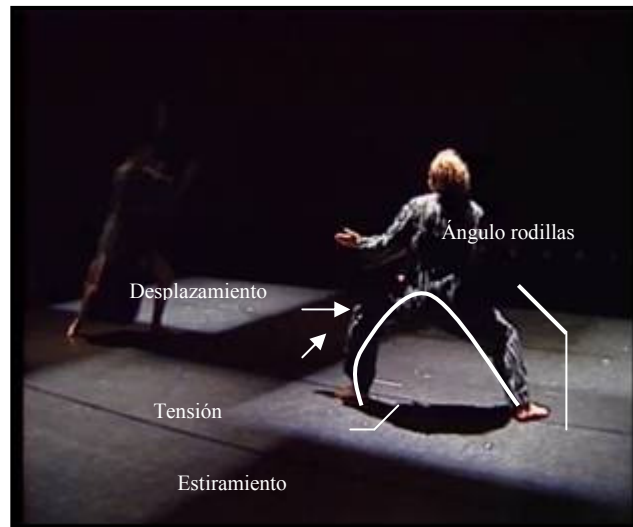


Figura 83. Postura base del bailarín, con las rodillas flexionadas y los pies girados hacia afuera.

5.4.2.1.2. Ruptura postura base

La postura se rompe en cuatro casos: el desplazamiento (momento 1), el equilibrio conjunto (momento 3), el movimiento de las piernas (momento 3) y el momento de manos en alto (momento 4).

- **Desplazamiento**

Cuando los bailarines caminan hacia las esquinas del escenario, al caminar, abandonan la postura de los pies, aunque continúen con cierta flexión de rodillas.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Flexión del brazo derecho
Movimientos ancillares	Pérdida del eje vertical. Flexión del tronco ligeramente hacia la derecha del cuerpo

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos del brazo derecho
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos del brazo derecho

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de brazo y hombro derechos
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Mayor peso de la mitad derecha del cuerpo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Pérdida del eje vertical Desplazamiento del eje hacia la derecha



Figura 84. Flexión del brazo derecho.

- **Equilibrio conjunto**

Los bailarines se acercan el uno al otro para hacer entre los dos una figura de equilibrio (Ej. 3. 00:04:12). En esta forma estiran las piernas y juntan los pies. Agarrados por las manos cada bailarín deja caer su peso hacia un lateral, de tal forma que a través de la regulación muscular y compensando los pesos de cada uno son capaces de mantener el equilibrio.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Figura conjunta de equilibrio. Los bailarines se agarran por las manos colocando sus brazos en arco y los pies de uno junto a los del otro
Movimientos ancillares	Cambio de la distribución del peso corporal, localizado en una parte del cuerpo (izquierda para el bailarín y derecha para la bailarina)

- **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos de brazos y pies
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos de brazos y pies

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de los brazos y la cadera Estiramiento de la piel del tronco
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Peso mayor de la mitad del cuerpo izquierda (bailarín) y derecha (bailarina)

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Pérdida del eje vertical



Figura 85. Figura de equilibrio conjunta entre ambos bailarines.

- **Movimiento de piernas**

El bailarín cae al suelo y lleva a cabo una especie de “pataleo” (Ej. 3. 00:04:15). Un movimiento de piernas rápido desde el suelo que conlleva flexión de rodillas y movimiento alterno de las piernas.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Movimientos rápidos de las piernas
Movimientos auxiliares	Apoyo del brazo izquierdo en el suelo para poder levantar el cuerpo

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos de las piernas y tronco
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos de las piernas y tronco

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de las rodillas y la cintura
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Contacto de la piel de la mitad del cuerpo con el suelo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Pérdida del eje vertical Posición horizontal del cuerpo



Figura 86. Figura de pataleo.

- **Manos en alto**

Los bailarines caminan con manos entrecruzadas por encima de la cabeza (**Ej. 3. 00:04:43**). En esta posición se pierde la flexión de rodillas y el giro de pies.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Levantamiento de ambos brazos por encima de la cabeza y solapamiento de muñecas
Movimientos ancillares	Hombros elevados como consecuencia del movimiento

- **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos de brazos y manos
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos de brazos y manos

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de brazos
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Contacto piel de las manos entre sí

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Recuperación del eje vertical



Figura 87. Los bailarines caminan con las manos entrecruzadas por encima de la cabeza.

5.4.2.2. Configuración de las manos

La configuración de las manos es la segunda postura básica articuladora de este fragmento. Las manos aparecen estiradas y rígidas con los dedos juntos. La forma en que se llevan a cabo las acciones implica los siguientes movimientos y propiocepciones:

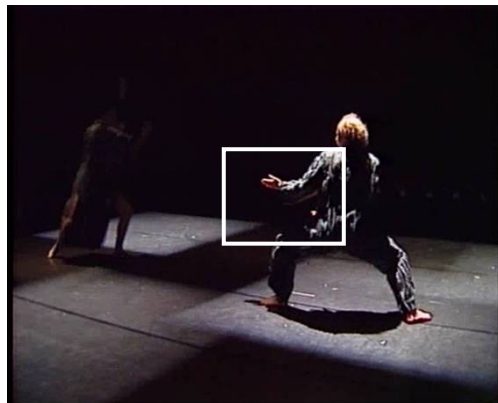


Figura 88. Configuración de las manos.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Manos tensas con dedos estirados
Movimientos ancillares	Tensión de los antebrazos

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Interior músculos de los dedos
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos dedos y antebrazo

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación del codo. La muñeca aparece sin articulación

INFORMACIÓN TACTIL PROFUNDA

Información	Receptores	Localización
Golpeteo, vibración	Corpúsculos de Meissner	Contacto piel de las manos entre sí

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Recuperación del eje vertical

5.4.2.3. Ruptura de la configuración de las manos

Esta postura básica se rompe, al igual que la postura corporal, en dos casos: el desplazamiento (momento 1) y los movimientos de las manos en acordeón (momento 3).

- **Desplazamiento.**

En el momento en que los bailarines corren a las diferentes esquinas del escenario y realizan tres movimientos del brazo hacia delante y la flexión del codo con el puño cerrado. Los dedos se flexionan para quedar estirando solamente el índice. Después la mano se cierra en un puño. En este caso, desde el punto de vista propioceptivo se percibe un cambio en la orientación del brazo. El codo se flexiona hasta llegar a 90 grados y el bíceps se pone en tensión.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Puño cerrado y flexión brazo
Movimientos ancillares	Tensión en el hombro y estiramiento del brazo contralateral

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Interior músculos de los dedos
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Interior músculos de los dedos

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de los dedos y del codo 90°
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Estiramiento de la piel de la mano y brazo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Recuperación del eje vertical pero descenso del centro de gravedad



Figura 89. Ruptura de la posición básica de manos. Flexión de los dedos en puño.

- **Movimientos de las manos en acordeón.**

La bailarina lleva a cabo un movimiento de acordeón. Con los puños cerrados y los codos flexionados se mueve acercando los puños y separándolos en un movimiento suave y relajado.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos estéticos	Puño cerrado y movimientos de los antebrazos
Movimientos ancillares	Flexión del tronco y cuello

- **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSUCLAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Estiramiento de la piel de los dedos y brazo
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión de los músculos de los dedos y el bíceps

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de los dedos flexionados al máximo. Articulación de los codos con movimiento paralelo
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Estiramiento de la piel de la mano y brazo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Flexión de cuello inclinación hacia delante

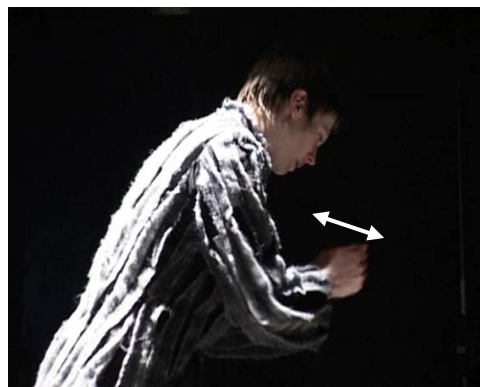


Figura 90. Ruptura de la postura básica de las manos. Movimiento de acordeón.

5.4.2.4. Programación y acción centrada en el sonido

Una vez analizado el primer tipo de programación y acción de esta pieza nos adentramos en el segundo tipo. La programación centrada en el sonido implica un

interés por una sonoridad en particular, que se logra a través de la exploración del espacio.

Durante este fragmento (**Ej. 3. 0:02:50-0:03:37**), los movimientos que encontramos son fundamentalmente de dos tipos: instrumentales y ancillares. Los movimientos instrumentales son aquéllos encaminados a producir el sonido que se desea, como ocurría con los instrumentos acústicos. Los movimientos ancillares son consecuencia de los ajustes del cuerpo en producir los primeros.

En este fragmento se controla el sonido que constituye la pronunciaci3n de la frase en franc3s (*Laisse le passer. Dépense toi.*). Dicha frase se puede hacer reproducir hacia delante o hacia atr3s, con una velocidad concreta y una afinaci3n determinada. El instrumento est3 configurado con diversos lugares de captura. Cada bailarín tiene un rol. El bailarín (Robert Wechsler) controla la velocidad de producci3n de la frase con su mano abierta y estirada. La bailarina, sin embargo, es la encargada de controlar con el movimiento de su cuerpo, en un eje transversal trazado en el suelo, la altura a la que se entona la frase. Abordamos el an3lisis de los dos movimientos significativos: la producci3n de la frase y el control de la altura de la misma.

5.4.2.4.1. *Producci3n de la frase (bailarín).*

Tipo de movimiento	Localizaci3n
Movimientos instrumentales	El bailarín lleva a cabo un movimiento con la mano para activar la producci3n de la frase. La frase se reproduce de forma completa moviendo la mano de esta postura hacia delante sobre la línnea. Si la mano sale de la línnea se interrumpe la producci3n de sonido. Si la mano se mueve hacia atr3s, el texto se recita al rev3s
Movimientos ancillares	Giro del hombro

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Estiramiento de la piel de los dedos y brazo
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión de los músculos de los dedos y el bíceps

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	El ángulo en la articulación del hombro cambia de forma paulatina
Estiramiento	Corpúsculos de Ruffini	Estiramiento de la piel de la mano y brazo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Recuperación del eje vertical



Figura 91. Control del sonido a través del movimiento de la mano en esta línea.

5.4.2.4.2. Control de la altura (bailarina)

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos instrumentales	La bailarina se introduce en la línea de captura de esta frase. Al avanzar hacia el bailarín consigue aumentar la altura de producción de la frase, es decir, hacerla más aguda
Movimientos ancillares	Cambio de equilibrio

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Estiramiento de los músculos de las piernas y de los pies
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión de los músculos de las piernas y los pies

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulación de las rodillas

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Ajuste del equilibrio para producir el sonido que desea echando el peso hacia delante o hacia atrás



Figura 92. Control del sonido a través del avance de la bailarina.

Durante toda esta parte, los bailarines buscan en el espacio el sonido que desean. El bailarín produce la frase con su brazo y se detiene en un fonema repitiéndolo varias veces. La bailarina busca una altura de recitado con el movimiento del tronco. Ambos indagan con sus cuerpos el lugar exacto en el que se ubica el sonido. Desde el punto de vista propioceptivo, la localización del sonido se percibe de forma similar a la que se sucede cuando se interpretan instrumentos acústicos. El instrumentista conoce los movimientos que producen determinados sonidos, pero tiene que comprobar permanentemente si el sonido es el deseado y si no debe compensar sus movimientos. Por tanto en este caso, los instrumentistas realizan movimientos que permiten ser modificados de forma sutil. El bailarín no descarga todo el peso en un avance con el

cuerpo, sino que lo hace reteniendo las fuerzas de tal forma que le permita rectificar unos centímetros. Así que vemos en ocasiones que la bailarina no mueve sus pies sino que cambia el peso del cuerpo de una pierna a otra con la intención de moverlo hacia delante y hacia atrás para explorar el sonido.

5.4.2.5. Programación y acción basada en la contingencia

Por último abordamos la última forma posible de programación (**Ej. 3. 0:00:00-0:02:50**). Para ello, analizaremos tres tipos de sonidos fundamentales en este fragmento y su contingencia con los movimientos (en este caso ejecutados solamente por el bailarín). Los sonidos los definimos como: un sonido rugoso y fuerte, un sonido tintineante y un último sonido raspante. Los sonidos están asociados a tipos de movimientos y a ubicaciones en el espacio de los mismos. El primer sonido se da en el plano alto (**Ej. 3 0:00:09-0:00:27**), el segundo en el plano bajo (**Ej. 3. 0:01:02**) y hacia la izquierda del escenario y el tercero en la zona central (**Ej. 3. 0:02:41**).

Lo interesante de la programación basada en la contingencia es que el bailarín se mueve por incitación del sonido de una manera determinada, pero a la vez, el movimiento, que es el causante del sonido, está delimitado por efecto del movimiento físico. En cada caso hablaremos de lo que denominamos movimientos contingentes, que son movimientos que permiten ver una clara relación entre el gesto y el sonido resultante del mismo. En este caso no podemos hablar de movimientos ancillares porque todos los movimientos se convierten en contingentes. En general, es posible que en la coreografía que analizamos los movimientos contingentes se hayan fijado un poco como consecuencia de los ensayos, pero en la composición de la pieza han tenido lugar procesos de captación y corporalidad en los que el movimiento era a la vez inspirado por el sonido y causa de éste.

5.4.2.5.1. Primer tipo de sonido

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos contingentes	<p>Conserva la postura de rodillas flexionadas y pies girados hacia fuera</p> <p>El bailarín se encuentra en el plano alto</p> <p>Movimientos de brazos rectos, bruscos y alternados. Cuando el brazo izquierdo se encuentra por delante del cuerpo el derecho está detrás y viceversa</p> <p>Las piernas se mueven a saltos conservando la postura que observamos en la imagen</p> <p>La cabeza permanece rígida y las manos con los dedos juntos y estirados</p> <p>Se alterna la posición del cuerpo de espaldas al público y de cara a él a través de los movimientos de salto. Los saltos se llevan a cabo con una mano apoyada en el suelo. Lo más característico de este movimiento son los giros del tronco</p>

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüene	Estiramiento de todos los músculos del cuerpo
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión todos los músculos del cuerpo

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Articulaciones rígidas sin apenas movimiento

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Conserva la posición vertical de cabeza



Figura 93. Movimientos contingentes durante el sonido tipo rugoso.

5.4.2.5.2. Segundo tipo de sonido

El segundo sonido aparece cuando el sujeto se mueve hacia el plano bajo del cuerpo y hacia la izquierda. Los movimientos que le permite este sonido hacer al intérprete son movimientos circulares con los dedos y con las manos y finalmente con el cuerpo.

Tipo de movimiento	Localización
Movimientos contingentes	<p>La postura básica implica flexión de las rodillas pero sin mantener las piernas abiertas</p> <p>La espalda arqueada a nivel del sacro y las manos se mueven e círculos</p> <p>En un momento dado combina los movimientos circulares propios del segundo sonido con los movimientos rectos (en las piernas) del primer sonido</p>

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Estiramiento de la espalda, los brazos y las manos
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión en los músculos de la espalda, en el cuello y los brazos

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Flexión de la espalda, hombros elevados y muñecas flexionadas

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Peso del cuerpo hacia delante y pérdida del equilibrio en el eje vertical



Figura 94. Movimientos contingentes durante el sonido tipo tintineante.

5.4.2.5.3. Tercer tipo de sonid.

El tercer sonido lleva al bailarín a realizar movimientos balísticos¹³⁶, con fuerza desmesurada, como si no se pudieran frenar.

Movimientos contingentes	Lanza un brazo y recurre al otro para rescatarlo. Como si sus brazos estuvieran sujetos a fuerzas de aspiración procedentes de un punto concreto del espacio o como si los movimientos no estuvieran programados por esta persona sino que alguien tuviera la capacidad de moverlo con control remoto
--------------------------	---

¹³⁶ Movimientos de las articulaciones incontrolados que van en dirección proximal a distal del cuerpo.

▪ **Propiocepciones implicadas**

INFORMACIÓN MUSCULAR

Información	Receptores	Localización
Estiramiento y posición muscular	Husos neuromusculares de Khüne	Estiramiento de los músculos de los brazos
Tensión por acortamiento muscular	Órganos músculotendinosos de Golgi	Tensión en los músculos de los brazos

INFORMACIÓN ARTICULAR

Información	Receptores	Localización
Presión y vibración	Corpúsculos de Paccini	Cambios bruscos en la orientación de las articulaciones del brazo

INFORMACIÓN VESTIBULAR

Información	Receptores	Localización
Posiciones y aceleraciones lineales y angulares de cabeza con respecto al resto del cuerpo y en relación al eje de coordenadas espacial	Máculas y crestas ampulares	Desplazamiento del peso hacia delante



Figura 95. Movimientos contingentes durante el sonido tipo raspante.

5.4.3. Relación contingente entre percepción y acción

Dependiendo del tipo de programación y acción motora tendrá lugar una relación contingente entre percepción y acción o no. En el caso de la programación basada en el movimiento, no existe ningún tipo de relación entre el sonido y el movimiento. El sonido se convierte en un mero acompañante del la coreografía de los intérpretes. La programación centrada en el sonido proporciona movimientos compensatorios al igual que sucedía con los instrumentos acústicos y los hiperinstrumentos. En este caso los movimientos compensatorios controlan la afinación y la velocidad de la ejecución de una frase que accionan a través de movimientos de la mano. La programación basada en la contingencia es quizás la más representativa de la relación estrecha entre sonido y movimiento. En los **capítulos 3 y 4** habíamos introducido los conceptos propuestos por la TCS de captación y corporalidad. La captación es la capacidad del sonido para producir respuestas motoras orientadas a él. En este caso observamos cómo cada tipo de sonido crea un tipo de respuestas motoras diversas. A la vez, el concepto de corporalidad es la capacidad que los movimientos tienen de crear modificaciones sonoras. El bailarín se mueve de ese modo debido a la retroalimentación sonora que recibe, pero a la vez sus movimientos son los que producen el sonido. El espectador de esta pieza puede observar un tipo de interacción total entre sonido y gesto.

5.4.4. Almacenamiento

El almacenamiento implica, como ya hemos visto, registrar todas aquellas imágenes, sensaciones y experiencias del cuerpo para poder utilizarlas en futuras ocasiones. En nuestro modelo consideramos tres tipos de almacenamiento: el que tiene lugar como consecuencia del control, el que se da como consecuencia de la evocación de prestaciones y el que sucede como resultado de la proyección metafórica de esquemas encarnados.

5.4.4.1. Resultado del control

Las imágenes y sensaciones que se evocan como consecuencia del control son muy diferentes según se trate de un pasaje centrado en el sonido, en el movimiento o en la contingencia. En las partes centradas en el sonido, el movimiento del sujeto se percibe como causado directamente por él. En este caso, los movimientos de los bailarines son muy sutiles y muy controlados. En la interpretación basada en el movimiento los bailarines perciben el sonido como acompañante, sin ninguna relación con sus movimientos. Sin embargo, cuando la interpretación es contingente, lo que el intérprete memoriza es un equilibrio entre los movimientos que realiza y sus consecuencias directas en el sonido y cómo éste le lleva a realizar determinados movimientos.

5.4.4.2. Resultado de prestaciones

El sonido, por sí mismo, hace que evoquemos acciones; la música proporciona a los escuchas e intérpretes determinadas prestaciones. En esta pieza, algunas de las acciones que permite el sonido, independientemente de su producción, pueden ser las siguientes:

- En la parte en la que los bailarines se centran en el movimiento, el sonido resultante es muy homogéneo; solamente una frase con voz se va transportando a diferentes alturas sonoras, más agudas y más graves y un fondo tintineante. Una prestación posible es la de percibir la sensación de intermitencia del sonido, algo que también acompaña el control de luces. Otra es la de identificar el sonido como el producido por un aparato, pues los humanos no son capaces de cambiar el tono sin cambiar el timbre de la voz.

- En la parte centrada en el sonido, el hecho de que la frase que los bailarines controlan con sus manos se produzca de delante a atrás nos permite imaginar un bucle temporal, es decir, podemos tener una falsa sensación de retroceder y avanzar en el tiempo, como si manejáramos un CD o cinta magnetofónica.
- En la parte centrada en la contingencia el sonido nos lleva a asociar el sonido producido con el de una máquina cuyos componentes producen un sonido de fricción. El intérprete se identifica con la máquina y ésta produce los sonidos.

5.4.4.3. Esquemas encarnados

A continuación se detallan algunas de las proyecciones metafóricas de esquemas encarnados de algunos de los elementos sonoros de la pieza.

5.4.4.3.1. *Parte centrada en el movimiento*

Iteración: en la parte centrada en el movimiento la música se percibe como iteración, repetición permanente del mismo material.

5.4.4.3.2. *En la parte centrada en el sonido*

Esquema *ciclo*: la frase “Laisse le passer. Dépense toi.” se percibe como un ciclo temporal, como se mencionó en el apartado anterior, el hecho de ir hacia delante y hacia atrás nos ofrece una visión de algo cerrado y repetitivo.

Esquema *imposibilidad*: en la frase anteriormente señalada el esquema *imposibilidad* nos permite entender el fenómeno que tiene lugar cuando el intérprete bloquea un sonido. Tras este bloqueo, el esquema *retirada de impedimento* se proyecta para comprender el desbloqueo de la sílaba.

5.4.4.3.3. *Parte centrada en la contingencia*

Esquema *superimposición*. El esquema *superimposición* se proyecta para comprender los diferentes planos sonoros coincidentes a la vez en el tiempo. Son materiales diferentes que se solapan en un punto.

▪ **Propiocepciones implicadas**

Las prestaciones identificadas en este fragmento y clasificadas atendiendo al agente productor de la acción son:

- Acciones realizadas por el sujeto: bucle temporal.
- Acciones realizadas por objetos movidos por elementos externos: intermitencia.
- Acciones realizadas por objetos autoanimados: fricción.

Por último, es preciso clasificar los esquemas atendiendo al tipo de propiocepciones implicadas:

- Esquemas motores: *iteración y ciclo*.
- Esquemas de tacto pasivo: *superimposición*.
- Esquemas de tacto con resistencia corporal: *imposibilidad*.

Con respecto a esta pieza, podemos concluir que existen tres tipos de programación: la basada en el sonido, en el movimiento y en la contingencia. La programación basada en el movimiento implica una postura que se mantiene casi en toda esta parte. Se caracteriza por presentar las piernas flexionadas y los pies colocados en línea. Los movimientos implicados en la programación basada en el sonido son gestos de producción de frase y de control de la altura sonora. Los movimientos de la programación basada en la contingencia son movimientos rígidos, circulares y balísticos. Los propioceptores implicados son sobre todo husos musculares y órganos tendinosos de Golgi de pies, piernas, manos, brazos y tronco. Los corpúsculos de Paccini y Ruffini envían información de rodillas, y tobillos. Los receptores de Paccini, Ruffini y Maissener envían información táctil de piernas, brazos y pies. En el caso de la programación basada en el sonido los movimientos compensatorios van encaminados a la creación del sonido. En el caso de la programación centrada en la contingencia se produce captación y corporalidad. El almacenamiento implica prestaciones como ciclos temporales, intermitencias y fricción. Los esquemas almacenados se resumen en *ciclo, iteración, superimposición e imposibilidad*.

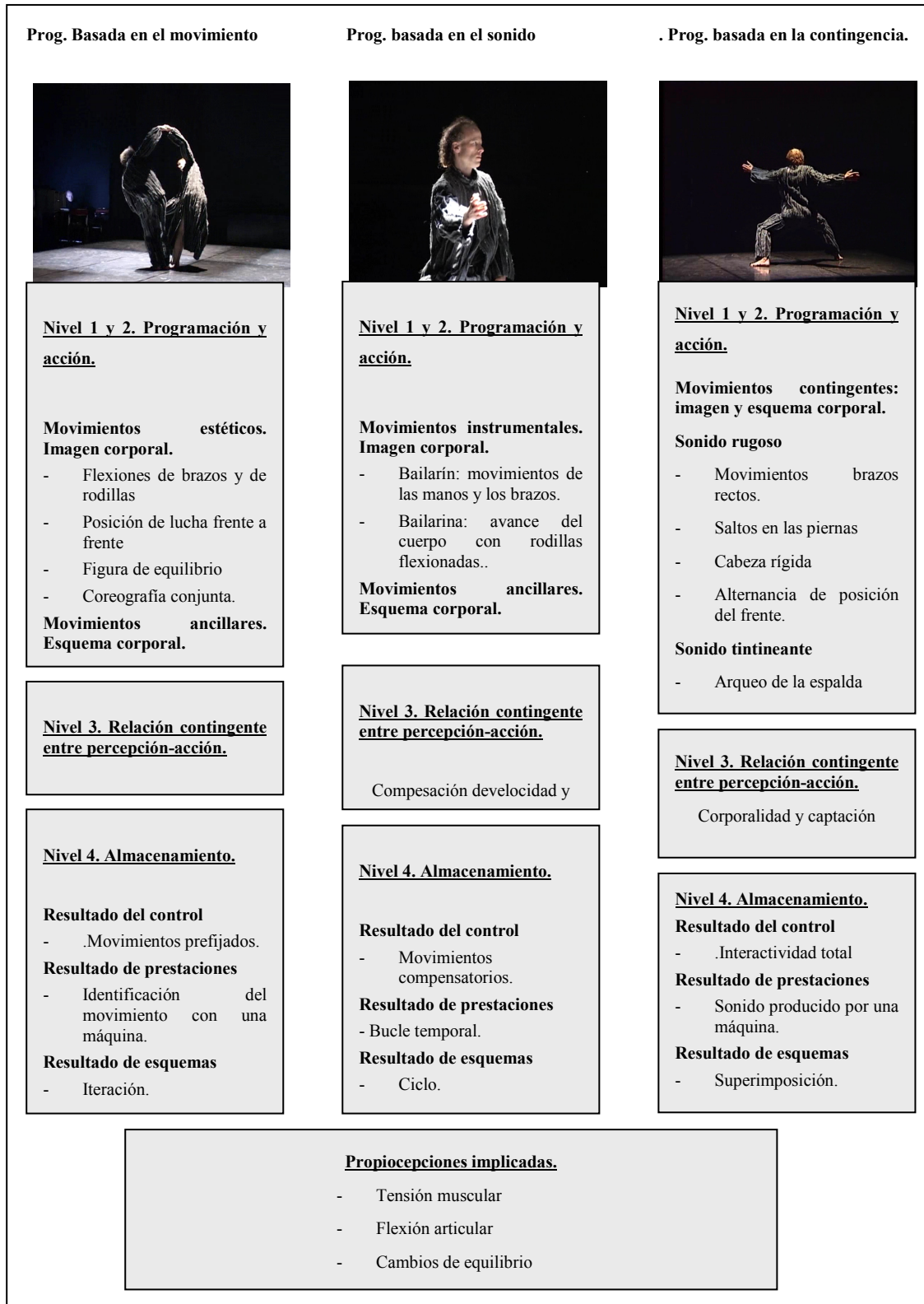


Figura 96. Esquema de análisis de la intervención del cuerpo en un ejemplo de danza interactiva.

**TERCERA PARTE: CONCLUSIONES Y
APLICACIONES**

RESUMEN Y CONCLUSIONES

6. Resumen y conclusiones.

Esta tesis doctoral propone un modelo teórico que explica el rol del cuerpo en la interpretación musical y se aplica a tres tipos diferentes de instrumentos. A continuación analizaremos los aspectos más relevantes encontrados, tanto en el diseño del modelo como en los resultados obtenidos tras su aplicación.

La propuesta del modelo.

Para la consecución de los objetivos propuestos y la demostración de la hipótesis de partida se considera necesario proponer un modelo que explique la intervención del cuerpo en la interpretación musical. El modelo propone cuatro niveles de implicación:

- La programación motora, que consiste en la planificación de los movimientos previa a su ejecución
- La acción motora, en la que, además de los movimientos manifiestos, el cuerpo interviene autorregulándose. Para ello se propone una clasificación de movimientos en instrumentales, ancillares (Wanderley y Cadoz, 2000), estéticos y contingentes, estos dos últimos son aportación de esta tesis doctoral.
- La relación entre percepción y acción, que queda patente en los movimientos orientados a modificar los resultados sonoros (para ello aplicamos algunas ideas de la TCS (O'Regan y Noë, 2001a, 2001b) en la propuesta de nuestra hipótesis del movimiento compensatorio).
- El almacenamiento, que implica registrar todo el conjunto de esquemas encarnados, prestaciones, propiocepciones, simulaciones y experiencias corporales implicadas. Nuestra particular y matizada visión de los esquemas encarnados (Johnson, 1987) y de las prestaciones (Gibson, 1979) sustentan teóricamente este nivel.

Como forma de articular la participación del cuerpo en estos cuatro niveles se propone el concepto de propiocepción¹³⁷ que está implicado en cada uno de los niveles previamente descritos. El modelo incluye diferencias significativas en cuanto al tipo de movimientos y los mecanismos implicados en instrumentos acústicos y digitales. Realizamos un estudio exhaustivo del tipo de instrumentos existentes, su clasificación, composición y funcionamiento.

La aplicación del modelo.

Una vez propuesto el modelo teórico, se aplica para obtener resultados acerca de dichos mecanismos involucrados en la interpretación de *Syrinx*, una pieza para flauta sola (instrumento acústico), *Begin, Begin Again...*, una pieza para hipercello (hiperinstrumento) y *Seine hole Form*, un ejemplo de danza interactiva (instrumento alternativo). Tras el análisis, se comprueban algunas de las diferencias principales de participación del cuerpo en cada interpretación. A continuación se exponen los resultados fundamentales.

- La programación y acción motora.

Se observan diferencias claras en los tres tipos de interpretación (**ver Figura 97**). Los instrumentos acústicos programan movimientos instrumentales y ancillares. Los movimientos instrumentales están muy definidos para cada instrumento. En el caso de la flauta, los movimientos de los dedos, de los músculos respiratorios y de la lengua parecen ser los fundamentales. Los movimientos ancillares dependen del carácter de la pieza y de los propios movimientos instrumentales (por ejemplo, una pieza que requiera mucha energía respiratoria¹³⁸, en la espiración implicará movimientos ancillares más tensos que una pieza pausada). En el caso de la pieza analizada, por ser suave y lírica

¹³⁷ Recordemos que el concepto de propiocepción utilizado en este trabajo es propuesto desde el ámbito filosófico y hace referencia a las informaciones procedentes desde el cuerpo sobre él mismo.

¹³⁸ Siguiendo con la flauta travesera como instrumento, una pieza que requiere alto nivel de energía sería cualquiera interpretada por Ian Anderlon, el líder de Jethro Tull.

permite al intérprete realizar movimientos de balanceo y de ascenso y descenso del cuerpo principalmente¹³⁹.

El caso de los hiperinstrumentos difiere del anterior ya que el tipo de programación cambia. Los intérpretes han de programar los movimientos instrumentales, de los cuales una parte son movimientos ancillares antiguos que se han cambiado su función. De ahí que los instrumentistas tengan que añadir movimientos significativos nuevos a su repertorio. Además de los movimientos instrumentales (los acústicos y los nuevos), se ejecutan también movimientos ancillares como resultado de los movimientos intencionales. Estos intérpretes deben controlar que sus movimientos ancillares no interfieran con esos nuevos movimientos instrumentales.

Por último, en los instrumentos alternativos existen diversos tipos de programación. Esta tesis aporta la siguiente clasificación: la programación centrada en el sonido, en la que se planifican los movimientos instrumentales y ancillares (al igual que en los instrumentos acústicos), la interpretación centrada en el movimiento, en la que se programan los estéticos y ancillares y el tercer tipo es la programación centrada en la contingencia. En esta última, se planifican movimientos contingentes. No existen movimientos ancillares porque todos van encaminados a la producción sonora aunque estén condicionados por el sonido. El sonido invita al intérprete a elegir determinados movimientos y éstos producen determinado sonido.

¹³⁹ En Camurri *et al.*, (2004), se lleva a cabo un estudio sobre el movimiento expresivo en la interpretación de piano. El objetivo del experimento que proponen es detectar qué aspectos del sonido y del cuerpo conducen a la percepción de intensidad emocional por parte de la audiencia. Se observó que el instrumentista se erguía en los pasajes de intensidad emocional y se inclinaba hacia el piano en los pasajes suaves.

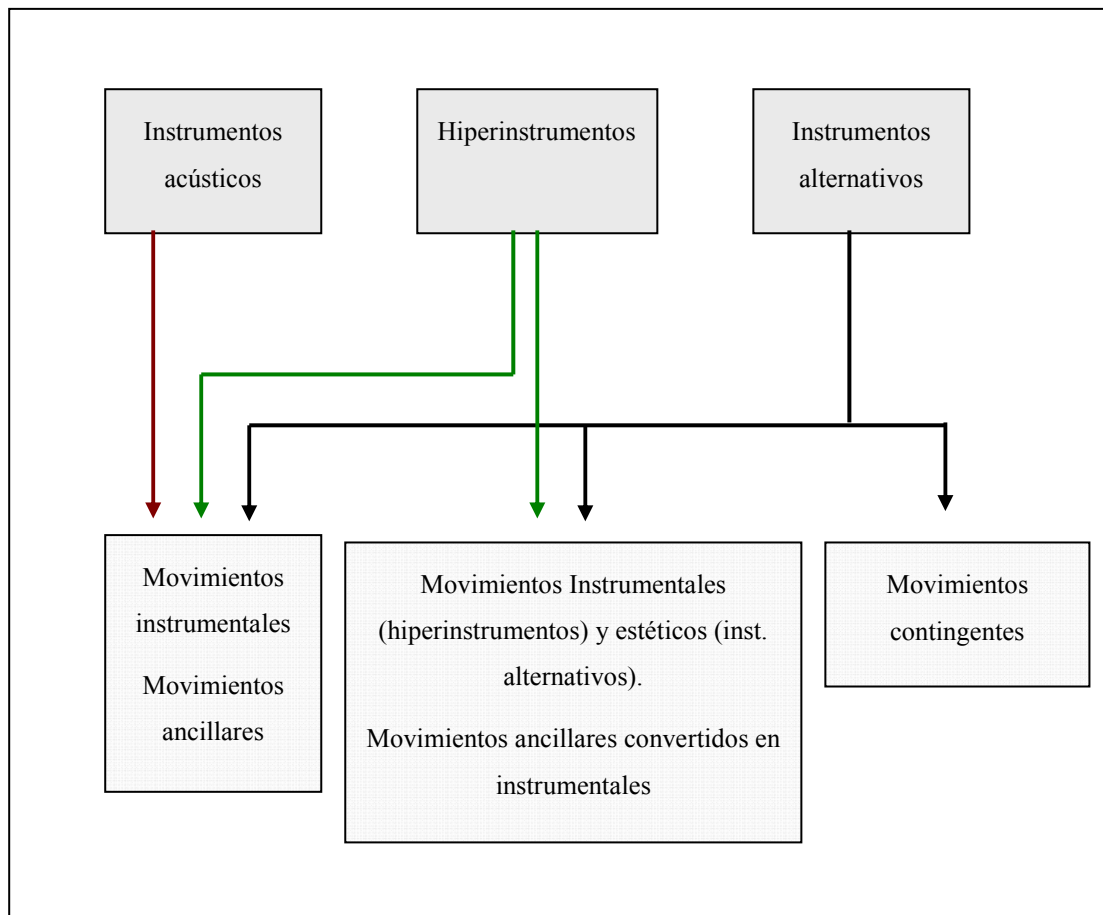


Figura 97. Esquema de tipos de movimientos en instrumentos musicales acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos.

- La relación entre percepción y acción.

El estudio de la relación entre percepción y acción implicó el diseño de un experimento para estudiar las consecuencias del cambio sonoro en los movimientos del instrumentista. La hipótesis del movimiento compensatorio, otra de las aportaciones de esta tesis, trata de estudiar los movimientos que un intérprete lleva a cabo para compensar el sonido resultante cuando éste no coincide con su ideal. Este experimento desarrollado íntegramente en la Universidad McGill de Montreal y supervisado por Marcelo Wanderley, permitió descubrir los siguientes movimientos compensatorios en un percusionista:

- Respuestas por empatía: son aquellas respuestas que no tratan de compensar el sonido sino que simulan su producción. Respuestas de este tipo se obtuvieron en el caso de la afinación.
- Respuestas ausentes: ante determinados cambios paramétricos no se obtuvieron respuestas. Esto ocurrió en el caso del delay.
- Respuestas compensatorias no esperadas: son aquellas acciones encaminadas a compensar el sonido resultante pero difícilmente predecibles. Es el caso de la resonancia.
- Respuestas compensatorias esperadas: son aquellas que van encaminadas a compensar el sonido y son predecibles. Es el caso de la intensidad y la altura del sonido.

En los tres ejemplos analizados se encuentran movimientos compensatorios. El ejemplo de flauta travesera incluye un movimiento compensatorio esperado (para controlar la afinación) y uno no esperado (para controlar el timbre). Yo Yo-Ma en su ejecución del hipercello incluye un movimiento compensatorio esperado para controlar la afinación. Esto ocurre cuando su interpretación está basada en el sonido. Cuando está basada en la contingencia, el instrumentista debe ignorar el sonido. La danza interactiva incluye movimientos compensatorios cuando la interpretación está basada en el sonido, se ejecutan movimientos compensatorios esperados como el control de la afinación y de la velocidad. La programación centrada en el movimiento implica que el sujeto ha de ignorar el estímulo sonoro. La programación centrada en la contingencia permite observar reacciones de captación y de corporalidad. En el primer caso, el sonido lleva al intérprete a moverse de una forma determinada y en el segundo caso, el propio movimiento genera sonidos acotados por éste.

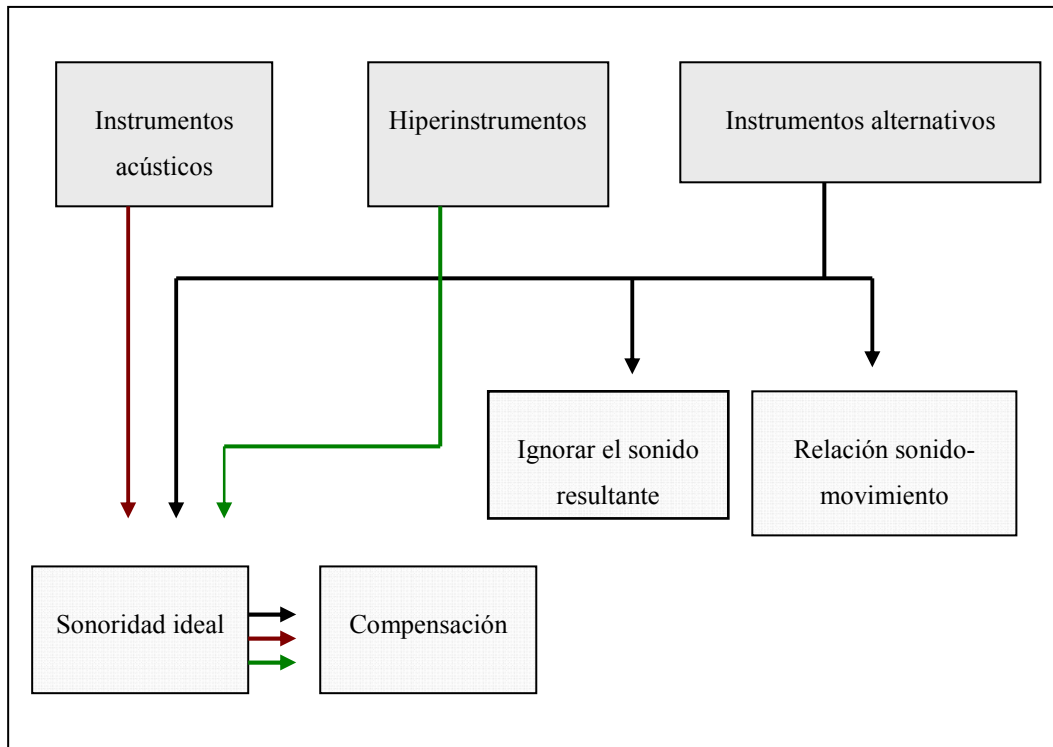


Figura 98. Relación entre percepción acción en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos.

Lo que se concluye de las tres fases descritas hasta ahora (programación, acción y relación contingente) es que los instrumentos alternativos pueden funcionar con los mismos mecanismos que los hiperinstrumentos y que los instrumentos acústicos. Los hiperinstrumentos, a su vez, también pueden funcionar como instrumentos acústicos. Podríamos afirmar que el instrumento acústico proporciona la base de funcionamiento. El hiperinstrumento incluye dicha base y otros mecanismos añadidos y el instrumento alternativo engloba los dos anteriores, solapando algunos nuevos.

- El almacenamiento.

El almacenamiento es diferente en cada caso. En primer lugar, porque parte del almacenamiento se produce como consecuencia del control motor y ya hemos verificado que existen diferencias fundamentales entre todos ellos. Con respecto a la evocación de prestaciones o de esquemas corporales, hemos encontrado diferencias significativas entre los instrumentos digitales y los acústicos. Los instrumentos digitales

incorporan elementos sonoros de síntesis que permiten otro tipo de prestaciones y esquemas diferentes de los que permite la música acústica. Se han encontrado en los instrumentos acústicos una mayor preponderancia de prestaciones cuyo agente es un sujeto o un objeto inanimado que en las piezas para instrumentos alternativos, que nos remiten a prestaciones vinculadas con objetos autoanimados como robots y máquinas (ver Figura 99). Los hiperinstrumentos permiten ambas posibilidades. ¿Por qué sucede esto? ¿Qué explicación se le puede dar?

	Instrumentos acústicos	Hiperinstrumentos	Instrumentos alternativos.
Consecuencia del control	Control sonoro unívoco	Control sonoro Control del movimiento	Control sonoro Control del movimiento Saltos entre el control sonoro y del movimiento
Evocación de prestaciones y esquemas encarnados	Acciones llevadas a cabo por un sujeto o un objeto inanimado que se mueve por acción externa	Implican una mezcla de ambos	Movimientos y acciones llevados a cabo por un objeto autoanimado

Figura 99. Tabla comparativa del almacenamiento que tienen lugar en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos digitales.

Además del tipo de prestaciones y esquemas a los que nos remiten los diversos instrumentos, otra de las cuestiones de interés es por qué y cómo evocamos dichos esquemas y prestaciones. ¿Por qué determinado fragmento nos invita a saltar o lo percibimos como un *ciclo* o como un *bloqueo*? ¿Tienen las propiocepciones alguna relevancia en esto? Sabemos que en el almacenamiento las propiocepciones ayudan a simular las acciones que implican las prestaciones, pero ¿tienen algún papel en su evocación?

Algunas reflexiones y propuestas sobre los nuevos interrogantes.

Los instrumentos acústicos y digitales implican identidades diversas en la evocación de prestaciones y esquemas. ¿Qué explicación le podemos dar a este fenómeno? ¿Por qué los instrumentos acústicos nos permiten evocar acciones relacionadas con las actividades ejecutadas por sujetos y los instrumentos alternativos nos evocan acciones llevadas a cabo por objetos con animación propia?

Para tratar de dar una explicación recurrimos a la argumentación proporcionada por Arnie Cox a través de su Hipótesis Mimética¹⁴⁰. Recordemos que esta hipótesis trata de explicar el proceso a través del cual, la experiencia corporal es utilizada en la conceptualización musical (Cox 1999, 2003). Este autor propone que comprendemos los elementos musicales en comparación con los que producimos nosotros mismos. Recordemos que la matización que incluimos en este trabajo no implica la comparación entre los esquemas y los fenómenos musicales, sino el acoplamiento estructural entre los sonidos que escuchamos y los sonidos con los que imitamos. A través de esta hipótesis podemos dar una explicación al hecho de que los sonidos producidos por instrumentos digitales se relacionan en mayor medida con objetos y los sonidos producidos por instrumentos acústicos se vinculan a personas. Los sonidos producidos por un instrumento acústico son más fácilmente imitables por la voz humana. Los ritmos y tempos son producidos por humanos, de manera que se pueden imitar de forma fácil. Algunos sonidos digitales, sin embargo, presentan más dificultades. Sus ritmos, timbres, cambios, no se parecen a aquéllos propios de las personas, sino que obedecen a aquéllos producidos por objetos autoanimados. Cuando escuchamos un elemento sonoro, según la hipótesis de Cox, llevamos a cabo una especie de imitación del mismo. Imaginemos que cuando escuchamos un sonido podemos evocar el esquema *escala* (ascendente) y a la vez simular un salto. Ambas acciones físicas son de dimensiones humanas. Los humanos suben y saltan y pueden simular ambas acciones. Sin embargo, al escuchar sonidos digitales y tratar de imitarlos o mimetizarlos, no encontramos

¹⁴⁰ Para más información acerca de la hipótesis mimética ver apartado 1.3.1.6.2.

siempre dicha posibilidad¹⁴¹. Los tempos son rápidos, los timbres nos son ajenos, etc. Solamente podemos hacerlo cuando proyectamos dicha imitación en una máquina, un robot, etc., o cuando empatizamos con esas formas animadas y nos identificamos con ellas. Por tanto, podemos concluir que la participación mimética en ambos casos difiere. En el primero, imitamos de forma intuitiva las melodías, los ritmos, los timbres con nuestra voz o la simulación de las acciones implicadas. En el segundo caso o bien imitamos dichos sonidos, con un cambio de identidad momentáneo, o bien proyectamos la imitación a otros objetos.

	Instrumentos acústicos e hiperinstrumentos.	Instrumentos alternativos.
Mecanismos de evocación	Identificación con la música (subo, bajo, tiro, etc.) Observación de la música como objeto inanimado que sube, que baja, etc.	Identificación con una máquina Observación de la máquina como objeto

Figura 100. Procesos de mimetización en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos digitales.

La segunda cuestión planteada en este apartado sugiere que las propiocepciones puedan estar implicadas en la evocación de esquemas y prestaciones. Las propiocepciones, como ya se ha mencionado repetidas veces en este trabajo, están presentes en todas las actividades motoras, desde la programación que tiene su origen en el sistema nervioso central; la acción motora que se controla gracias a los receptores de los músculos, las articulaciones, la piel y el sistema vestibular; la percepción que implica percatarse no solamente del entorno, sino también de los propios movimientos; hasta el almacenamiento. Hemos mostrado cómo los esquemas encarnados y las prestaciones facilitan la comprensión de la música al intérprete. Los esquemas en particular se

¹⁴¹ Recordemos que en ocasiones los instrumentos digitales tratan de imitar a los instrumentos acústicos. En este caso, como excepción, resultarían fáciles de imitar.

pueden clasificar en cuanto a las propiocepciones que están implicadas en su simulación. Cuando evocamos un esquema que nos permite percibir que la música sube o baja es porque nos identificamos con ella, atendiendo a la hipótesis mimética propuesta por Arnie Cox (1999, 2003). Cuando cantamos, bien sea música instrumental o vocal, simulamos acciones. Si mimetizamos con una voz aguda, nuestros órganos fonoarticulatorios se colocarán en la postura precisa para producirla (ascenso de la laringe, apertura de la glotis) y recrearemos las consecuencias de dicho sonido en nuestros cuerpos (resonancia craneal y de la parte alta del pecho). Si la voz es rasgada podremos simular el dolor o la fricción del aire atravesando nuestra laringe, si la voz es vibrada podremos recrear el punto de origen de la vibración (el diafragma, o la garganta). Cuando escuchamos el sonido de un instrumento musical también podemos simularlo internamente con onomatopeyas. Por ejemplo el sonido de una trompeta implica cerrar los labios, retener el aire dentro de la boca para detener la proyección del sonido. Un clarinete se imita con menor cantidad de resonancia nasal, un bajo eléctrico con un sonido percusivo y mucha resonancia, etc. Janer y Peñalba (2007) han estudiado algunas onomatopeyas utilizadas en la imitación de diversos instrumentos musicales. Una serie de clases magistrales que utilizaban la entonación por parte del profesor fueron analizadas fonéticamente. Los resultados sugirieron que el uso de las vocales responde a una cuestión tímbrica y de afinación. La más utilizada es la a, la u se emplea en timbres oscuros y la i en sonidos agudos. Las consonantes responden a intención articulatoria y de resonancia. La p se utiliza en comienzos de articulación, la r y l en articulaciones suaves y la m para ampliar la resonancia.

Cuando evocamos prestaciones y esquemas, los propioceptores se ponen en funcionamiento, pero ¿influyen las propiocepciones en la formación de los esquemas o en la recreación de las prestaciones? En el **apartado 3.1.7** de este trabajo señalábamos que la evocación de esquemas se produce por un acoplamiento estructural entre el esquema y el fenómeno musical. Con esta explicación evitamos el problema que supone pensar que existe un orden cronológico en el que primero percibimos el fenómeno musical y después lo entendemos a través de un esquema. El acoplamiento estructural supone que ambos van juntos. Si tienen lugar de forma sincrónica quiere decir que la acción que simulamos internamente cuando evocamos un esquema es la misma que nos

permite entender el fenómeno musical. ¿Podemos afirmar que las propiocepciones que intervienen en la simulación se dan también en la comprensión? Esto podría significar que las propiocepciones participan en el proceso de metaforización. Podemos demostrar esta idea con prestaciones que impliquen una acción física clara. Observamos que la evocación del esquema *bloqueo* en *Syrinx* está condicionado por las sensaciones propioceptivas implicadas en su ejecución (**ver apartado 5.2.4.3**).

El esquema *bloqueo* es un “intento de interactuar forzosamente con objetos y personas” (Johnson, 1987: 45).

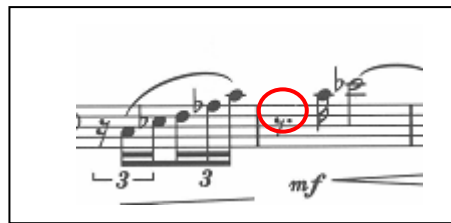


Figura 101. Esquema *bloqueo* de la pieza *Syrinx*

En este instante de bloqueo, existen tres momentos propioceptivos implicados. El primero es el que tiene lugar antes del bloqueo, el segundo durante el bloqueo y el tercero tras éste.

El primer momento se caracteriza por una inercia de movimiento con tendencia a continuar. Los sonidos ascendentes casi correlativos lo favorecen. Algunas propiocepciones implicadas son: husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi que informan de movimientos de los dedos de forma regular. Los receptores de la piel de las yemas de los dedos mandan también una orden de regularidad motora. Los receptores en los músculos respiratorios envían información de salida de aire con presión de incremento constante (debido al regulador de intensidad).

El segundo momento se caracteriza por el bloqueo de la inercia de movimiento. Los husos neuromusculares y órganos tendinosos de Golgi informan del cese de movimiento en articulaciones de los dedos. Los receptores de la piel de las yemas de los dedos envían también una orden de estatismo. A nivel respiratorio los músculos implicados se contraen para no dejar pasar el aire y la glotis se cierra.

El tercero de los momentos se caracteriza por una explosión de sonido tras el bloqueo. El aire tras el bloqueo sale con mucha presión. Coge impulso en la primera nota y se proyecta en la segunda. La información de los receptores de las articulaciones de los dedos y de los músculos vuelve a informar de que existe movimiento. Los receptores de los músculos respiratorios envían también información de movimiento.

Hemos verificado en este caso tan concreto que las acciones realizadas o evocadas durante la audición son las mismas que utilizamos o proyectamos para su comprensión. Sin embargo, ¿cómo se evocan otros esquemas y prestaciones que no tienen una relación tan clara con ninguna acción como el esquema *ciclo*, entre otros? Este interrogante queda abierto en esta tesis para futuras investigaciones.

IMPLICACIONES Y APLICACIONES

7. Implicaciones y aplicaciones pedagógicas, terapéuticas, compositivas, sociales, estéticas y tecnológicas del estudio del cuerpo en la interpretación musical.

7.1. Implicaciones y aplicaciones pedagógicas.

Tras el estudio acerca de la implicación del cuerpo en la interpretación musical en los diversos niveles descritos, es necesario reflexionar¹⁴² en primer lugar acerca de las implicaciones que este trabajo tiene en términos de pedagogía de un instrumento musical.

7.1.1. Instrumentos acústicos.

A menudo, los profesores de un instrumento se ayudan de metáforas y otras imágenes para transmitir al alumno una idea acerca del carácter o esencia de una pieza musical. Esto es necesario debido a que la notación musical actual apenas posee referencias extramusicales que transmitan dicha información. Sin embargo éstas son necesarias para interpretar una obra con musicalidad. Para un profesor, el conocimiento de los diversos niveles implicados en la interpretación de una obra musical, puede facilitar la tarea de búsqueda de ayudas a la interpretación.

Sabemos que los movimientos necesarios para ejecutar un instrumento se programan previamente a su puesta en práctica y éstos toman prestadas las evocaciones corporales almacenadas a lo largo de nuestra vida musical para hacerlo posible. Los movimientos instrumentales son controlados por la imagen corporal y los ancillares por el esquema corporal. El profesor puede, a través de la sugestión de un tipo de movimiento ancillar,

¹⁴² Esta reflexión está sin duda motivada, por mi actual interés por la pedagogía de la música debido a la profesión que desempeño en este momento.

dotar de intención a los movimientos instrumentales, ya que, como hemos explicado con anterioridad, unos son consecuencia de los otros. Si un flautista programa sus movimientos simulando internamente un balanceo, producirá una serie de movimientos instrumentales acordes con dicho balanceo. Además de la posibilidad de sugerir al alumno ciertos movimientos, el profesor puede también ayudarle a identificar los movimientos ancillares propios de una pieza y, haciendo uso de ellos previamente a la interpretación, éstos dotarán de sentido a los instrumentales.

Los movimientos se ejecutan y se regulan a través de las propiocepciones. Es necesario que los alumnos ejerciten su sistema propioceptivo de tal forma que a través de la retroalimentación del movimiento puedan controlar sus acciones de forma más eficaz. Las propiocepciones son también imprescindibles a la hora de compensar los movimientos para conseguir determinadas sonoridades. El entrenamiento de la vía propioceptiva se utiliza de forma bastante profusa en los estudiantes de canto debido a que para el uso de la voz es necesaria una consciencia propioceptiva muy clara de los órganos fonoarticulatorios y de la respiración. Estas técnicas también se utilizan en la foniatría y en la logopedia. El entrenamiento de la vía propioceptiva se ha mostrado beneficioso en el tratamiento de diversos trastornos, sobre todo del habla y la voz. Por ejemplo, las personas que padecen una dislalia (un trastorno en la ejecución de algunos fonemas de difícil articulación como la r, s, etc.) se benefician de un entrenamiento de estas características. Algunos pacientes con un tipo concreto de tartamudez también pueden hacer uso del entrenamiento propioceptivo. En estos pacientes la retroalimentación propioceptiva se identifica como beneficiosa. En pacientes con hipoacusia o sordera, el entrenamiento de la voz ha de intensificarse por vía propioceptiva. La consciencia de la posición de los órganos fonoarticulatorios, la presión del aire y la tensión laríngea son necesarias para la producción de la voz. En el caso del instrumentista, el entrenamiento del canal propioceptivo favorecerá el aprendizaje de la técnica de forma más eficaz. Si el intérprete llega a ser muy consciente de los movimientos necesarios para producir el sonido, para controlarlo, para interpretar con musicalidad, podrá optimizar sus movimientos, reduciendo los movimientos

parásitos¹⁴³ y llevando a cabo una tarea de potenciación de los movimientos ancillares tan importantes para la expresividad.

Desde el punto de vista del almacenamiento, es fundamental recrear la interpretación con musicalidad. Evocar ascensos, tensiones, subidas, bloqueos, desequilibrios, iteraciones, proporciona a la música una intención, un sentido.

7.1.2. Instrumentos alternativos.

Los instrumentos alternativos se están convirtiendo cada vez más en un elemento de uso para algunos jóvenes amantes de las nuevas tecnologías. Cualquier persona con ciertos conocimientos básicos de informática y de música puede construir un instrumento musical. No son necesarios programas sofisticados, sino que con un PC, una tarjeta de sonido y algún controlador simple, se pueden fabricar. Desde el punto de vista de la pedagogía musical, nos interesa conocer cuáles son los mecanismos cognitivos implicados en la interpretación de dichos instrumentos musicales, ya que muchos de los jóvenes se están formando musicalmente de esta manera.

Además de esto, existe otra razón por la que los instrumentos alternativos han de interesar a los pedagogos de la música. Dichos instrumentos se han desarrollado gracias a un interés por parte de los diseñadores de crear nuevas relaciones entre el cuerpo y el control de los sonidos. Pero también, algunos instrumentos, desarrollan formas ergonómicas que buscan un tipo de control motor muy particular. Las personas con discapacidad tanto física como mental, presentan dificultades para acceder al estudio de un instrumento musical tradicional. En primer lugar, por las habilidades técnicas que requiere su ejecución y por otra parte, por la necesidad de conocimiento del lenguaje musical. Los instrumentos alternativos proponen nuevas estrategias de control más

¹⁴³ Los movimientos parásitos son aquellos movimientos ancillares resultado de una técnica poco depurada. Cuando un instrumentista comienza a aprender un instrumento, le es difícil controlar aquellos movimientos no necesarios para la interpretación. Por el contrario, los instrumentistas expertos, depuran sus movimientos permitiendo solamente aquellos movimientos ancillares que acompañan a la expresión de la música.

intuitivas, menos regladas, con menos requerimientos técnicos para su ejecución. Por ello, las personas con discapacidad podrían ser un colectivo que se beneficiaría del uso de dichos instrumentos. Si imaginamos una persona con parálisis cerebral cuyo único movimiento voluntario es el de su cabeza, cualquier diseñador podría crear un instrumento a medida de sus necesidades. Una persona hipoacúsica podría recibir información visual o vibrotáctil de los sonidos producidos por el instrumento, para obtener una buena retroalimentación. De este modo, los instrumentos digitales se pueden convertir en una vía de acceso a la formación musical en personas con discapacidades y también constituye una forma de hacer llegar la música a más usuarios interesados en ella pero con dificultades para aprenderla de forma reglada.

7.2. Implicaciones y aplicaciones terapéuticas.

Para tratar el interés de nuestro estudio desde el punto de vista terapéutico es necesario hacer una pequeña introducción sobre el concepto de musicoterapia.

La musicoterapia es una disciplina muy compleja que utiliza técnicas diversas para prevenir, rehabilitar o tratar terapéuticamente trastornos de diversa índole. La música produce efectos en los seres humanos que pueden proporcionar cambios en aspectos tales como el físico, el cognitivo, el social, el emocional y el comunicativo.

Uno de los efectos de la música que más relación presenta con este trabajo es el efecto físico. La música induce a la acción cuando la escuchamos, nos invita a bailar, a cantar, a acompañar con palmas, etc. No nos cuesta pensar en esto si imaginamos que escuchamos una batucada. Las acciones a las que nos induce la música no son, ni totalmente arbitrarias, ni totalmente libres. Éstas dependen del tipo de música. En general cuando la música tiene un ritmo constante y repetitivo, nuestras acciones se sincronizan con dicho ritmo. Este fenómeno lo ha explicado ampliamente el musicoterapeuta Michael Thaut (1990) en la formulación de su teoría auditivo-motriz. Nuestros cuerpos se coordinan con la música porque cuando escuchamos un patrón repetido predecimos lo que sucederá más adelante. Esta teoría es la base para una de las técnicas fundamentales en musicoterapia en rehabilitación física denominada “Técnica auditivo motriz”. Dicha técnica permite rehabilitar movimientos simples en pacientes

con problemas de coordinación motora (personas con parálisis cerebral, distrofias, etc.). El movimiento simple más básico es el de caminar. La técnica consiste en utilizar una música con un tempo similar al que el paciente presenta al caminar y a través de la ejercitación éste es capaz de coordinar sus pasos con el ritmo de la música. Ésta debe tener un pulso claro, constante y repetitivo.

En rehabilitación física, se utilizan además otras técnicas. Entre ellas, la técnica de estimulación de patrones y la técnica de interpretación de instrumentos musicales. La primera persigue rehabilitar movimientos complejos. Se descompone el movimiento complejo en sus constitutivos simples y a cada uno de ellos se le atribuye un sonido o fragmento musical adecuado, de tal forma que el paciente reciba pistas sonoras que le faciliten la secuenciación. Esta técnica se emplea con frecuencia con enfermos de Parkinson debido a que tienen muchas dificultades para iniciar y finalizar los movimientos. En este caso, los pacientes reciben un indicativo tipo anacrúsico para iniciar el movimiento y otra señal para pararlo. Por último, la técnica de interpretar instrumentos musicales consiste en ejecutar determinados instrumentos que permitan la movilidad de los grupos musculares que sea necesario ejercitar. Por ejemplo, a través de instrumentos de placas Orff se fomenta la coordinación, amplitud, fluidez y velocidad del movimiento de las extremidades superiores. Utilizando instrumentos diferentes, se pueden ejercitar grupos musculares diversos.

La musicoterapia se puede valer de los instrumentos alternativos para aplicar dichas técnicas. Con respecto a la técnica auditivo motriz, a través de un instrumento alternativo podemos ejercitar la marcha (en un entorno de danza interactiva) o simplemente con un controlador que produzca un ritmo constante y tenga detectores de velocidad. La técnica de estimulación de patrones se puede desarrollar con entornos de danza interactiva que permitan controlar los espacios a nivel sonoro. El simple inicio del movimiento con la música es una ayuda importante para el paciente. Con respecto a la técnica de interpretación de instrumentos musicales, la danza interactiva permite diseñar entornos en los que determinados movimientos sean necesarios para producir ciertos sonidos. En la danza interactiva, los programas de ordenador capturan los movimientos ubicados en el espacio. En este contexto, imaginemos que queremos ampliar el movimiento del brazo derecho de un paciente. Poco a poco podemos diseñar un entorno

que vaya aumentando la distancia a la que el paciente puede accionar el sonido en el espacio. Asimismo, se pueden diseñar instrumentos ergonómicos que permitan el ejercicio de determinados grupos musculares.

Los instrumentos acústicos, por su parte, son utilizados en diversos contextos de terapia musical y en rehabilitación física. Se emplean como intermediarios para ejercitar ciertos grupos musculares. De ahí que sea necesario un estudio por parte del terapeuta de los movimientos instrumentales, ancillares, de las propiocepciones implicadas, etc., para poder elegir el instrumento más adecuado para cada paciente.

Además de estos usos, los instrumentos alternativos pueden constituir una vía de entrenamiento propioceptivo, tanto para personas con algún trastorno en dicha sensibilidad, como para bailarines o personas que quieran mejorar la consciencia de su cuerpo.

7.3. Implicaciones y aplicaciones compositivas, estéticas y sociales.

Agrupamos las implicaciones compositivas, estéticas y sociales dentro del mismo epígrafe por la relación que presentan entre sí. Desde el punto de vista social ya hemos mencionado que los instrumentos alternativos permiten el acceso a la música, a la interpretación de un grupo de población amplio, en especial personas jóvenes con gustos musicales no reglados e interés por la informática, y que no necesitan grandes recursos económicos para construir e interpretar dichos instrumentos¹⁴⁴. Además, ya hemos señalado que las personas con discapacidad también se pueden beneficiar del diseño de este tipo de instrumentos. Este fenómeno de difusión tan amplio, supone un importante cambio estético y compositivo con respecto a la composición de música

¹⁴⁴ Durante mi estancia en el área de tecnología musical, de la universidad McGill de Montreal pude comprobar que cada alumno de grado o doctorado había diseñado su propio instrumento musical y era un experto intérprete del mismo. Algunos alumnos incluso había desarrollado versiones mejoradas de sus prototipos.

clásica. Con los instrumentos alternativos, al igual que en la música popular urbana, se compone desde la ejecución, los músicos se convierten en autores y normalmente son ellos mismos los intérpretes que a medida que van conociendo las características del propio instrumento, van modificando las composiciones musicales que interpretan y la morfología del mismo. A diferencia de los instrumentos tradicionales en los que el intérprete trata de llegar a los límites del instrumento para obtener las máximas posibilidades expresivas, los instrumentos alternativos se van modificando a medida que el intérprete detecta ciertas necesidades. Desde el punto de vista estético debemos entonces observar cómo cambian los cánones dentro de esta música. El proceso interpretativo se convierte en un proceso dinámico, no está fijado, sino que es variable¹⁴⁵, pero no sólo es cambiante en cuanto a resultado sonoro, sino también en cuanto al propio instrumento musical. Los contextos en los que se interpretan este tipo de instrumentos son muy específicos, aunque paulatinamente algunos grupos de música popular urbana van incorporando algunos instrumentos alternativos. En general, dicha música se escucha en la intimidad de los intérpretes o para minorías relacionadas con este campo, aunque poco a poco se va extendiendo su difusión.

7.4. Implicaciones y aplicaciones tecnológicas.

Desde este punto de vista es muy interesante observar cómo la tecnología trata de ponerse al servicio del arte. Sin embargo, en ocasiones las personas implicadas utilizan los recursos tecnológicos por el puro amor por la técnica y no buscando aportaciones creativas o artísticas. En otras, no obstante, la tecnología permite introducir nuevos elementos estéticos dentro de la obra musical. La interactividad es un ejemplo claro de ello: gracias a la tecnología es posible crear entornos totalmente interactivos. Introducen una relación directa o indirecta entre las acciones corporales y los sonidos musicales, la iluminación el control de imágenes de vídeo, etc. De esta manera, la música emplea

¹⁴⁵ Es necesario señalar que los instrumentos acústicos no interpretan piezas cerradas en todos los casos. En ocasiones, el proceso interpretativo clásico puede ser cambiante (pensemos en la música barroca que permitía la improvisación).

nuevos niveles de significado. Los aspectos visuales se encuentran en el mismo nivel de pertinencia artística que los auditivos.

Este trabajo pretende ser un acercamiento al estudio del cuerpo, un tema que se está desarrollando cada vez más en las investigaciones musicales. A través de la propuesta de un modelo teórico y la ilustración del mismo en ejemplos musicales variados, que engloban los nuevos instrumentos digitales, también en expansión, se ha pretendido proponer todas aquéllas implicaciones del cuerpo a nivel cognitivo-interpretativo. Las aplicaciones contempladas al final de este trabajo, perfilan los caminos posibles para continuar con la investigación y ponerla en práctica, mostrando que diversas áreas de estudio pueden beneficiarse de las ideas propuestas por esta tesis doctoral. Asimismo, otro de los retos de este trabajo ha sido poder conectar los diversos campos requeridos para el desarrollo de la investigación, exigiendo una interdisciplinareidad que va acorde con las directrices de la investigación internacional y que en España se perfila como una forma de trabajo para el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- ABRAHAM, Frederick S.; ABRAHAM, Ralph H. y SHAW, Chris D. (1990). *A visual introduction to dynamical systems theory for psychology*. Santa Cruz: Aerial.
- ATKINSON, J., BRADDICK, O., y MOAR, K. (1977). “Contrast sensitivity of the human infant for moving and static patterns”. *Vision Research*, 17. pp. 1045–1047.
- BAILY, John (1977). “Movement Patterns in Playing the Herati *Dutar*”. BLACKING, John (ed.). *The Anthropology of the Body. Association of Social Anthropologists Monograph*, nº15. London: Academic Press. pp. 275-330.
- BARTLETT, Frederick (1932). *Remembering*. Cambridge: Cambridge University Press.
- BERMÚDEZ, José Luis (1998). *The Paradox of Self-Consciousness*. Cambridge, MA: MIT Press.
- BEVILACQUA, Frédéric; NAUGLE, Lisa y DOBRIAN, Christopher (2001). “Music Control from 3D motion capture of dance”. *CHI Workshop on New Interfaces for Musical Expression*. Seattle, Washington, USA.
- BLACKING, John (1977). *The Anthropology of the Body*. London: Academic Press.
- BLACKING, John (1985). “Movement, Dance, Music and the Venda Girls’ Initiation Cycle”. SPENCER, Paul (ed.). *Society and the Dance*. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 64-91.
- BLOCK, Ned (1995). “On confusion about a function of consciousness”. *Behavioral and Brain Sciences*, 18, 2. pp. 227-247.

- BONARDI, Alain (2003). "Gestures in digital operas: Reconciling representation with performance?". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- BONGERS, Bert (2000). "Physical Interfaces in the Electronic Arts. Interaction Theory and Interfacing Techniques for Real-time Performance". WANDERLEY, M. y BATTIER, M. (eds.). *Trends in Gestural Control of Music*. Paris: Centre Pompidou, IRCAM.
- BOWERS, John (2003). "Incarnate gestures, musical ecologies: Towards an ethnographic understanding of the performance practice of electroacoustic music". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- BRAND, R.A. (1986). "Knee ligaments: A new view". *J Biotech Eng* 108: pp. 106-110.
- BROWER, Candance (2000). "A Cognitive Theory of Musical Meaning". *Journal of Music Theory* 44 (2). pp. 323-379.
- BUNGE, Mario (2001). "Systems and emergence, rationality and imprecision, free-wheeling and evidence, science and ideology. Social science and its philosophy according to van den Berg". *Philosophy of the social sciences*, vol. 31, nº 3. pp. 404 - 423.
- CADOZ, Claude y WANDERLEY, Marcelo (2000). "Gesture-Music". WANDERLEY, M. and M. BATTIER, M. (eds.). *Trends in Gestural Control of Music*. Paris: Centre Pompidou, IRCAM.
- CAMURRI, A., MAZARINO B. y VOLPE G. (2004). "Expressive gestural control of sound and visual output in multimodal interactive systems". In *Proceedings of the 2004 International Conference Sound and Music Computing*, Paris, France, pp. 38 - 44. Paris: IRCAM – Centre Pompidou.

-
- CAMURRI, A.; MORASSO, P.; TRAGLIASCO, V. y ZACCARIA, R. (1986). "Dance and movement notation". MORASSO, P. y TAGLIASCO, V. (Eds.). *Human movement understanding*. Elsevier Science Publishers B.V. North Holland.
 - CERA, Andrea (2003). "Innig: A musical body in a dark corridor". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - CHAGAS, Paulo (2003). "Instrumental, vocal and technological gesture in electroacoustic music". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - CHALMERS, David J. (1996). *The conscious mind: In search of a fundamental theory*. Oxford: Oxford University Press.
 - CLARK, Andy (1999). *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*. Barcelona: Paidós (1ª edición 1997).
 - CLARK, Andy y CHALMERS, David J. (1998). "The Extended Mind". *Analysis* 58 (1). pp. 7-19.
 - CLARKE, Eric (2005). *Ways of listening. An Ecological Approach to the Perception of Musical Meaning*. New York: Oxford University Press.
 - COLE, Jonathan y PAILLARD, Jacques (1998). "Living without touch and peripheral information about body position and movement: studies with deafferented subjects". BERMÚDEZ, J.L.; MARCEL, A; EILAN, N. (eds.). *The body and the self*. Cambridge, MA: MIT Press. pp. 245-66.
 - COLLINS, Nic (2003). "Low brass, high tec: Some alternative electronic instruments". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.

- COOK, P.R., MORRILL, D., and SMITH, J.O. (1993). *A MIDI control and performance system for brass instruments*. Proceedings of ICMC, (Tokyo, Japan, 1993), 130—133.
- COSTALL, Alan y STILL, Alan W. (1989). Gibson's theory of direct perception and the problem of cultural relativism. *Journal for the Theory of Social Behavior*, 19. pp. 433-441.
- COTTRELL, Stephen (2003). "To dance is human, to conduct divine? Ethnomusicological reflections on bodily empathy in orchestral performance". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- COX, Arnie (1999). *The Metaphoric Logic of Musical Motion and Space*. Ph. D. Dissertation. University of Oregon.
- COX, Arnie (2003). "Metaphor theory's leap of faith: From embodied experience to asbtract thought". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- DACK, John (2003). "Gesture: Virtual and actual". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- DAVIDSON, Jane (1993). "Visual perception and performance manner in the movements of solo musicians". *Psychology of Music* 21, pp.103–113.
- DAVIDSON, Jane (1994). Expressive movements in musical performance. In *Proceedings of the Third International Conference on Music Cognition (ESCOM)*, Liege, Belgium, pp. 327–329.
- DE FRANCE, Yves (1994). "Suggestions for a classification of musical instruments from the perception of the player's body". *Proceedings of the 10th European Seminar in Ethnomusicology*, Music Faculty, University of Oxford, Oxford, August-September 1994.

-
- DE TORO, Francisco J. y SUÁREZ QUINTANILLA, Juan (2004). “Organización funcional de la información somatosensorial, gustativa y visceral”. RODRÍGUEZ GARCÍA, Santiago y SMITH-ÁGREDA, José M^a. (eds.). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Panamericana.
 - DECETY J., GRÈZES J., COSTES N., PERANI D., JEANNEROD M., PROCYK E., GRASSI F., FAZIO F. (1997). “Brain activity during observation of actions. Influence of action content and subject's strategy”. *Brain*, 120, 1763-1777.
 - DELALANDE, François (1989) “La terrasse des audiences du clair de lune: essai d'analyse esthétique. La prise en compte des écoutes-types comme points de vue d'analyse”. *Analyse musicale* 16. pp. 75-84.
 - DINEEN, Murray (2003). “Gesture and genre”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - DIRVEN, René (1994). “Metaphor and nation: metaphors Afrikaners live by”. *Duisburger Arbeiten zur Sprach und Kulturwissenschaft*, 22. Frankfurt am Main: P. Lang.
 - DOBRIAN, Christopher (2001) “Aesthetic Considerations in the Use of ‘Virtual’ Music Instruments”, *CHI Workshop on New Interfaces for Musical Expression, 1-2 April 2001*, Seattle, WA, USA.
 - DOBRIAN, Christopher y BEVILACQUA, Frédéric (2003) “Gestural Control of Music Using the Vicon 8 Motion Capture System”. *Proceedings of the 2003 New Interfaces for Musical Expression (NIME) conference*, Montréal, Canada.
 - DUMOUCHEL, P. y DUPUY, J.P. (1983). *L'Auto-organisation: De la Physique au Politique*. Paris: Editions du Seuil.
 - ECHARD, William (1999). “An Analysis of Neil Young’s ‘Powderfinger’ based on Mark Johnson’s Image Schemata”. *Popular Music* 18 (1). pp. 133-144.

- ECHARD, William (2003). "Plays guitar without any hands: Musical movement and problems of immanence". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- ECO, Umberto (1981). *Lector in fabula*. Barcelona: Lumen. (1ª edición 1979)
- ECO, Umberto 1999. Kant y el ornitorrinco. Barcelona: Lumen (1ª edición 1997).
- EDELMAN, G. (1989) *The Remembered Present: A Biological Theory of Consciousness*. New York: Basic Books.
- EILAN, Naomi; MARCEL, Anthony y BERMÚDEZ, José Luis (1998). "Self consciousness and the Body: An Interdisciplinary Introduction". BERMÚDEZ, J.L.; MARCEL, A. J y EILAN, N. (eds.) (1998). *The Body and the Self*. Cambridge, MA: MIT Press. pp. 1-28.
- FADIGA, L., FOGASSI, L., PAVESI, G., & RIZZOLATI, G. (1995). Motor facilitation during action observation: a magnetic stimulation study. *Journal of Neurophysiology*, 73, 2608-2611.
- FARWELL, Neal (2003). "A manifesto for the musical cyborg". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- FELD, Steven (1981). "Flow like a Waterfall: the metaphors of Kaluli Musical Theory". *Yearbook for Traditional Music* 13. pp. 22-47.
- GALLAGHER, S. (1998). "Body schema and Intentionality". BERMÚDEZ, J.L.; MARCEL, A. J; EILAN, N. (eds.). *The Body and the Self*. Cambridge, MA: MIT Press.
- GALLAGHER, S. (2003). "Movement and expression in the development of social cognition". *Piaget Society Meeting*, Philadelphia, junio 2003.

-
- GALLAGHER, S. 2006. "The narrative alternative to theory of mind". In R. Menary (ed.), *Radical Enactivism: Intentionality, Phenomenology, and Narrative* (223-29). Amsterdam: John Benjamins.
 - GALLESE (1998). "Mirror neurons and mind reading". *Trends of Cognitive Sciences*, vol. 2, n1,12. December, 1998.
 - GALLESE Vittorio y GOLDMAN, Alvin (1998). "Mirror neurons and the simulation theory of mind-reading". *Trends in Cognitive Sciences*, 12. pp. 493-501.
 - GALLESE, V., FOGASSI, L., FADIGA, L., & RIZZOLATI, G. (2002). Action representation and the inferior parietal lobule. In W. Prinz & B. Hommel (Eds.), *Attention and Performance XIX. Common Mechanisms in Perception and Action* (pp. 334-355). New York: OUP. GALLESE, Vittorio y LAKOFF, George (2005). "The Brain's Concepts: The Role of the Sensory-Motor System in Reason and Language". *Cognitive Neuropsychology*, 22. pp. 455-479.
 - GALLESE, Vittorio (2000). "The inner sense of action: agency and motor representations". *Journal of Consciousness Studies*: 7. pp. 23-40.
 - GALLESE, Vittorio (2001). "The "Shared Manifold" Hypothesis: from mirror neurons to empathy". *Journal of Consciousness Studies*: 8, N° 5-7. pp. 33-50.
 - GALLESE, Vittorio (2003). "The roots of empathy: The shared manifold hypothesis and the neural basis of intersubjectivity". *Psychopathology*, Vol. 36, No. 4. pp. 171-180.
 - GALLESE, Vittorio (2005). "Embodied simulation: from neurons to phenomenal experience". *Phenomenology and the Cognitive Sciences*, 4. pp. 23-48.
 - GARDENFORS, P. (2000). *Conceptual spaces: the geometry of thought*. Cambridge, MA: MIT Press.

- GARDNER, Howard (1987). *La nueva ciencia de la mente*. (1ª edición 1985). Buenos Aires: Paidós.
- GAVER, W.W. (1993a). "Synthesizing auditory icons". *Proceedings of the ACM INTERCHI'93*. pp. 228-235.
- GAVER, W.W. (1993b). "What in the world do we hear?: An ecological approach to auditory event perception". *Ecological Psychology*, 5(1). pp. 1-29.
- GIBSON, James (1966). *The Senses Considered as Perceptual systems*. Boston: Houghton-Mifflin.
- GIBSON, James (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton-Mifflin.
- GIORDANO, Bruno (2002). *Material from sound: an investigation in ecological acoustics*. Ph.D. Dissertation. November 29, 2002.
- GODØY, Rolf Inge (2001). "Imagined action, excitation, and resonance". R. I. Godøy and H. Jørgensen (Eds.), *Musical Imagery*, pp. 237–250. Lisse: Swets and Zeitlinger.
- GODØY, Rolf Inge (2004). "Gestural imagery in the service of musical imagery". A. Camurri and G. Volpe (Eds.), *Gesture-Based Communication in Human-Computer Interaction: 5th International Gesture Workshop*, GW 2003, Genova, Italy, April 15-17, 2003, Selected Revised Papers, Volume LNAI 2915. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, pp. 55–62.
- GODØY, Rolf Inge. (2003). "Motor-mimetic music cognition". *Leonardo* 36(4), pp. 317–319.
- GODØY, Rolf Inge., HAGA E. y JENSENIUS A. R. (2006). "Playing "air instruments": Mimicry of sound-producing gestures by novices and experts". Gibet S., Courty N., y Kamp, J.-F. (Eds.), *Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation: 6th International Gesture Workshop*, GW 2005, Berder Island, France,

-
- May 18-20, 2005, Revised Selected Papers, Volume 3881/2006, pp. 256–267. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- GOLD, Rich (1992). “It’s Play time, Fun and Gameswith Interactivity”. *Cyberarts, Exploring Art & Technology*.
 - GOLOMB, Harai (2003). “Yes/No, Sad/Glad: Musical gesturing of conflicting verbalised emotions in Mozart’s operas”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - GRAFTON, ST, FADIGA L, RIZZOLATTI, G (1996). “Localization of grasp representations in humans by positron emission tomography. 2. Observation compared with imagination”. *Exp Brain Res* 112: 103–111.
 - GRAMMENIATI, Barbara (2003). “Gesture and stile rappresentativo”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - HALFYARD, Janet (2003). “Before night comes: Narrative and gesture in Berio’s Sequenza III”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - HALSTEAD, Jill (2003). “The night Mrs. Baker made history: Conducting, display and the interruption of masculinity”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - HARRIS, C.S. (1965). “Perceptual adaptation to inverted, reversed, and displaced vision”. *Psychological Review*, 72, 419-444.
 - HATTEN, Robert (2003). “A theory of musical gesture and its application to the classical style”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.

- HAUEISEN, J. and KNÖSCHE, T. R. (2001). “Involuntary motor activity in pianists evoked by music perception”. *Journal of Cognitive Neuroscience* 13(6), 786–792.
- HAWES, Vanessa (2003). “Boulez and poetry as influence in avant-garde music 1955-1960”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- HEAD, Henry (1920). *Studies in neurology*. Oxford: Oxford University Press.
- HEFT, Harvy (1989). “Affordances and the body: An intentional analysis of Gibson’s ecological approach to visual perception”. *Theory of Social Behaviour*, 19. pp.1-30.
- HIDALGO, Edgardo (2004). “Técnicas de stretching para la kinesiología”. *La educación física y las artes del movimiento*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- HODKINSON, Juliana (2003). “Gestures of silence in the music of Luigi Nono and Salvatore Sciarrino”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- HOGG, Bennet (2003). “Vocal loops as cyborg gesture”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- HOLLAND, John H. (1986). “Escaping Brittleness”. MICHALSKI, R.; CARBONNEL, J. y MITCHEL (eds.) *Machine Learning*. California: Morgan Kaufman. <http://acad88.sahs.uth.tmc.edu/courses/hi6301/affordance.html>.
- HUNT, Andy; WANDERLEY, Marcelo y KIRK, Ross (2000). “Towards a Model for Instrumental Mapping in Expert Musical Interaction”. *Proceedings of the International Computer Music Conference 2000*: 209–212.

-
- IMPETT, Jonathan (1994). "A Meta-Trumpet(er)". *Proceedings of the International Computer Music Conference*, International Computer Music Association, San Francisco. pp. 147 - 150.
 - IMPETT, Jonathan (2003). "Gesture, space and representation in the late works of Luigi Nono". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - JANER, Jordi y PEÑALBA, Alicia (2007). "Syllabbling on instrument imitation: case study and computational methods". *Proceedings of 3rd Conference on Interdisciplinary Musicology*, Tallinn, Estonia.
 - JENSENIUS, Alexander R. (2007). *ACTION – SOUND. Developing Methods and Tools to Study Music-Related Body Movement*. Ph.D. thesis. Department of Musicology. University of Oslo
 - JOHNSON, Mark (1987). *The body in the Mind*. Chicago: University of Chicago Press.
 - JOHNSON, Steve (2001). *Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software*. New York: Scribner.
 - JONES, Timothy (2003). "The theatricality of self-absorption in the performance of Mozart's piano concertos". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - JORDA, Sergi (1997). *Audio digital y MIDI*. Guías Monográficas. Madrid: Anaya Multimedia.
 - KANDEL, E.R; SCHWARTZ JH y JESSEL TM. (2000). *Principles of Neural Science*, 4th ed.. New York: McGraw-Hill. pp.178-180

- KELLER, Damian. (1999). *Touch 'n' go: Ecological Models in Composition*. Master of Fine Arts thesis. Simon Fraser University, Burnaby, BC, Canada. <http://www.sfu.ca/sonic-studio/srs/>
- KEYSERS, C., KOHLER E., UMILTÁ M. A., NANETTI L., FOGASSI L., y GALLESE V. (2003). "Audiovisual mirror neurons and action recognition". *Experimental Brain Research* 153(4), 628–636.
- KISS, Jocelyne *et al.* (2003). "Digital performance and opera: Towards a rebirth of Baroque machinery through new technologies". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- KITTAY, Eva F. (1987). *Metaphor: Its Cognitive Force and Linguistic Structure*. Oxford: Oxford University Press.
- KOHLER, E., KEYSERS C., UMILTÁ M. A., FOGASSI L., GALLESE V., y RIZZOLATTI G. (2002). "Hearing sounds, understanding actions: Action representation in mirror neurons". *Science* 297(5582), 846–848.
- LAKOFF, George (1996). *Moral Politics*. Chicago: University of Chicago.
- LAKOFF, George y JOHNSON, Mark (1980). *Metaphors We Live By*. Chicago: University of Chicago Press.
- LAKOFF, George y JOHNSON, Mark (1999). *Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and Its Challenge to Western Thought*. New York: Basic Books.
- LAKOFF, George y NÚÑEZ, Rafael E. (2000). *Where Mathematics Comes From: How the Embodied Mind Brings Mathematics into Being*. New York: Basic Books.
- LARSON, Steve (1993). "Modelling Melodic Expectation: Using Three 'Musical Forces' to Predict Melodic Continuations". *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference of the Cognitive Science Society (Boulder, CO)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.

-
- LARSON, Steve (2003). "Musical gestures and musical forces". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - LEPHART, Scott M. y BORSA, Paul A. (en prensa). *Proprioception: The Sensation of Joint Motion and Position*.
<http://www.sportsci.org/encyc/drafts/Proprioception.doc>.
 - LEVINE, Janet (1983). "Functionalism and the Argument from Conceivability". *Canadian Journal of Philosophy*, Supplementary Volume 11.
 - LEWIN, Roger (1995). *Complejidad. El caos como generador del orden*. Madrid: Tusquets.
 - LIBERMAN, A. M., y MATTINGLY I. G. (1985). "The motor theory of speech perception revised". *Cognition*, 21, 1-36.
 - LIDOV, David (2003). "Gesture in music and its contraries". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - LÓPEZ MUÑIZ, Alfonso (2004a). "Organización funcional de la información somatosensorial, gustativa y visceral". RODRÍGUEZ GARCÍA, Santiago y SMITH-ÁGREDA, José M^a. (eds.). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Panamericana.
 - LÓPEZ MUÑIZ, Alfonso (2004b). "Organización funcional de la psicomotricidad". RODRÍGUEZ GARCÍA, Santiago y SMITH-ÁGREDA, José M^a. (eds.). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Panamericana.
 - LÓPEZ-CANO, Rubén (2003). "Setting the body in music. Gesture, schemata and Stylistic-cognitive types". *International Conference on Music and Gesture*. University of East Anglia. Norwich, UK, 28-31 August 2003.
 - LÓPEZ-CANO, Rubén (2004a). "Timba and the rhetorics of cynicism". *8th International Conference on Musical Signification*. Paris, 3-8 October 2004.

- LÓPEZ-CANO, Rubén (2004b). “From pragmatics to Enactive Cognition. A new paradigm for the development of musical semiotics”. *Second International Symposium on Musical Language Sciences*. Saint-Rémy-de-Provence, 14-17 October 2004.
- LÓPEZ-CANO, Rubén (2004c). *De la retórica a las Ciencias Cognitivas. Un estudio intersemiótico de los Tonos Humanos de José Marín*. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid.
- LÓPEZ-CANO, Rubén (2006). “What kind of affordances are musical affordances? A semiotic approach”. *Proceedings of L'ascolto musicale: condotte, pratiche, grammatiche*. Terzo Simposio Internazionale sulle Scienze del Linguaggio Musicale. Bologna, 23-25 February 2006.
- LUCK, Geoff (2003). “An investigation of conductors’ temporal gestures”. *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- MARCONI, Luca (2001). “Música, semiótica y expresión: la música y la expresión de las emociones”. VEGA, Marga y VILLAR-TAOBADA, Carlos (eds.). *Música, lenguaje y significado*. Valladolid: Glares y Universidad de Valladolid-SITEM. pp. 163-180.
- MARTIN, M.G.F. (1995). “Bodily awareness: a sense of ownership”. Bermudez, A. Marcel, & N. Eilan (Eds.), *The body and the self*. (pp. 267-289). Cambridge, MA: MIT Press.
- MARTÍNEZ-FREIRE, Pascual (1995). *La nueva filosofía de la mente*. Barcelona: Gedisa.
- MASSION, J. (2000). *Cerebro y motricidad*. Barcelona: Inde.

-
- McADAMS, Stephen; CHAIGNE, Antoine y ROUSSARIE, Vincent (2004). "The Psychomechanics of Simple Sound Sources: Material Properties of Impacted Bars". *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 115, 2004. pp. 1306-1320.
 - McCLELLAND, Jay. L.; RUMELHARD, David. E. y PDP RESEARCH GROUP (1986). *Parallel Distributed Processing*. Cambridge, MA: MIT Press.
 - McKAY, Donald M. (1967). "Ways of Looking at perception". WATHEN-DUNN, W (ed.). *Models for the perception of Speech and Visual Form*. Cambridge, MA: MIT Press: pp. 25-43.
 - McKEE, Eric (2003). "V-Vi". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - McKEENA, Ilene (2003). "Music, gesture and meaning in an eighteenth-century pavan choreography". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - MICHAELS, Claire F. y CARELO, Claudia (1981). *Direct Perception*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall Inc.
 - MINSKY, Marvin (1975). "A framework for representing knowledge". WINSTON, Patrick (ed.). *The Psychology of computer vision*. New York: McGraw-Hill.
 - MINSKY, Marvin (1985). *The society of mind*. New York: Simon y Schuster.
 - MIRANDA, Eduardo Reck and WANDERLEY, Marcelo (2006). *New Digital Musical Instruments: Control and Interaction Beyond the Keyboard*. Wisconsin: A-R Editions, Middleton.

- MITCHEL, Ian (2003). "One clarinetist's approach to the multiphonic gestures in the solo part of Pierre Boulez's *Domaines pour clarinette avec ou sans orchestre*". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- MULDER, Axel G.E. (2000). "Towards a choice of gestural constraints for instrumental performers". WANDERLEY, M. and BATTIER, M. (eds.). *Trends in Gestural Control of Music*. Paris: Centre Pompidou, IRCAM.
- MYIN, Erik y O'REGAN, J. Kevin (2002). "Perceptual consciousness, access to modality and skill theories: A way to naturalize phenomenology?". *Journal of Consciousness Studies*, 9, 1. pp. 27-45.
- NAZIR, Tadjana A. y O'REGAN, J. Kevin (1990). "Some results on translation invariance in the human visual system". *Spatial Vision*, 5. pp. 81-100.
- NEISSER, Ulrich (1976). *Cognition and reality*. New York: Freeman.
- NG, Kia (2003). "Virtual and augmented musical instruments". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- NINIO, Jacques y O'REGAN, J. Kevin (1996). "The half-Zollner illusion". *Perception*, vol. 25. pp. 77-94.
- NOBLE, William G. (1981). "Gibsonian theory and the pragmatist perspective". *Journal for the theory of social behavior*, 11. pp. 65-85.
- NOË, Alva y O'REGAN, J. Kevin (2000). "Perception, attention, and the grand illusion. Special issue on Inattentional Blindness". *Psyche*, 6(15), October 2000.

-
- NOOSHIN, Laudan (1994). “Instrument logic, body logic: the aesthetics of motivic structure in *dastgah segah*”. *Proceedings of the 10th European Seminar in Ethnomusicology*. Music Faculty, University of Oxford, Oxford, August-September 1994.
 - O'REGAN, J. Kevin (1979). “Eye guidance in reading: evidence for the linguistic control hypothesis”. *Perception and Psychophysics*, 25, 6. pp. 501-509.
 - O'REGAN, J. Kevin (1980). “The control of saccade size and fixation duration in reading: the limits of linguistic control”. *Perception and Psychophysics*, 28. pp. 112-117.
 - O'REGAN, J. Kevin (1984). “Retinal versus extraretinal influences in flash localization during saccades”. *Perception y Psychophysics*, 36. pp.1-14.
 - O'REGAN, J. Kevin (1992). “Solving the ‘real’ mysteries of visual perception: The world as an outside memory”. *Canadian Journal of Psychology*, 46. pp. 461-488.
 - O'REGAN, J. Kevin (1998). “No evidence for neural filling in -Vision as an illusion- Pinning down ‘enaction’. Commentary on Pessoa, Thompson and Noë Finding out about filling in”. *Brain and Behaviour Science*, 21, 6.
 - O'REGAN, J. Kevin y NOË, Alva (2001a). “A sensorimotor account of vision and visual consciousness”. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(5), 2001. pp.883-917.
 - O'REGAN, J. Kevin y NOË, Alva. (2001b). “What it is like to see: A sensorimotor theory of perceptual experience”. *Synthese*, 2001, 129, 1. pp. 79-103.
 - O'REGAN, J. Kevin, CLARK, James y BOMPAS, Aline (2001). “Implications of a sensorimotor theory of vision for scene perception and colour sensation”. (abstract). *Perception*, 2001, 30, supplement, 94.

- O'REGAN, J. Kevin, MYIN, Erik y NOË, Alva (2004). "Towards an analytic phenomenology: The concepts of bodiliness and grabbiness". CARSETTI, A. (ed.) *Seeing Thinking and Knowing*. Dordrecht: Kluwer, pp. 103-114.
- O'SHAUGHNESSY, Brian (1998). "Proprioception and the body image". BERMÚDEZ, José Luis (ed.). *The Paradox of Self-Consciousness*. Cambridge, MA: MIT Press. pp. 175-104.
- OJEDA, César (2001). "Francisco Varela y las ciencias cognitivas". *Rev Chil Neuro-Psiquiat* 2001 (39). pp. 286-95.
- OLIVEIRA, André L. G. y OLIVEIRA, Luis F. (2003). *The ecological approach to auditory perception reviewed and extended – a compositional perspective*. (en prensa).
- ORCHARD, Josep (2003). "Welcoming gestures: Unison openings in Mozart's string quartets". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- PACHERIE, Elisabeth y DOKIC, Jérôme (2006). "From mirror neurons to joint actions". *Journal of Cognitive Systems Research*, 7. pp. 101-112.
- PALACIO-QUINTÍN, Cléo (2003). "The Hyper-Flute". *Proceedings of the New Interfaces for Musical Expression (NIME) Conference*. Montreal, 2003.
- PELINSKI, Ramón (2000). *Invitación a la Etnomusicología: Quince fragmentos y un tango*. Madrid: Akal.
- PEÑALBA, Alicia (en prensa a). "Proprioception in music signification and cognition: operative tools in systems of music control through gestures and movement". *8th International Conference on Musical Signification*. Paris, 3-8 octubre 2004.

-
- PEÑALBA, Alicia. (en prensa b). “Proprioception as a link between consciousness and music experience”. *Proceedings of Conference on Music and Consciousness*, University of Sheffield, 17-19 July 2006.
 - PEÑALBA, Alicia (en prensa c). “La intervención del cuerpo en la interpretación musical: estudio del movimiento no visible a través de las propiocepciones”. *Actas del X Congreso de la SIBE-Sociedad de Etnomusicología*, Salamanca, 6-9 marzo de 2008.
 - PEÑALBA, Alicia. (2004). *La cognición corporal en la música. Análisis crítico de teorías cognitivas recientes. Hacia un modelo basado en las propiocepciones*. Trabajo de investigación tutelada para la obtención del DEA (tesina doctoral). Universidad de Valladolid.
 - PEÑALBA, Alicia. (2005). “El cuerpo en la música a través de la Teoría de la Metáfora de Johnson: análisis crítico y aplicación a la música”. *Revista Transcultural de Música, Transcultural Music Review*, vol. 9.
 - PEÑALBA, Alicia. (2006). “Compensation movement hypothesis: A conceptual demonstration of virtual action based on O’Regan and Noë’s sensorimotor contingencies theory”. *Proceedings of the Second International Conference on Music and Gesture*. RNCM, Manchester UK. pp. 121-133.
 - PHILIPONA, David; O’REGAN, J Kevin y NADAL, Jean Pierre (2003). “Is there something out there? Inferring space from sensorimotor dependencies”. *Neural Computation*, 2003, 15, 9. pp. 2029-2050.
 - PHILIPONA, David; O’REGAN, J. Kevin; NADAL, Jean Pierre y COENEN, Oliviere (2004). “Perception of the structure of the physical world using unknown multimodal sensors and effectors”. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 15, 2004.

- PIAGET, Jean [1926] (1973). *La representación del mundo en el niño*. Madrid: Morata.
- POTTER, M. C. (1976). "Short-term conceptual memory for pictures". *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 2(5), 509-522.
- POUSSET, D. (1992). "La flûte-MIDI, l'histoire et quelques applications". Mémoire de Maîtrise. Université Paris-Sorbonne, Paris.
- REED, Edward S. (1991). "James Gibson's ecological approach to cognition". STIL, A. y COSTAL, A. (eds.) *Against cognitivism: alternative foundations for cognitive psychology*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- REINER, Thomas (2003). "Music as a gesture of time: A semiotic perspective". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- RESNIK, R.A., O'REGAN J. Kevin, y CLARK, James J. (1997). "To see or not to see: the need for attention to perceive changes in scenes". *Psychological Science*, 8. pp. 368-373.
- REYLAND, Nicholas (2003). "Metaphor, gesture and Lutoslawski's cello concerto: A narratological approach". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- REYNOLDS, Craig W. (1987) "Flocks, Herds, and Schools: A Distributed Behavioral Model". *Computer Graphics*, 21(4) (*SIGGRAPH '87 Conference Proceedings*). pp. 25-34.
- RICHARDS, John (2003). "Performance-controlled sound diffusion". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.

-
- RIEMANN, Bryan L.; LEPHART, Scott M. (2002). "The Sensorimotor System Part II: The role of proprioception in joint stability". *Journal of Athletic Training*, n° 37(1). pp. 80-84.
 - RIZZOLATTI, G; FADIGA, L; GALLESE, V. y FOGASSI G (1996). "Premotor cortex and the recognition of motor actions". *Brain Res Cogn Brain Res.* (1996) 3(2). pp. 131-41
 - ROADS, Curtis (1985). *Composers and the Computer*. William Kaufmann, Inc.
 - ROUGET, Gilbert. (1977). "Music and Possession Trance". BLACKING, John (ed.). *The Anthropology of the Body*. Association of Social Anthropologists Monograph, 15. London: Academic Press. pp. 233-239.
 - ROVAN, Joseph; WEISS, Frieder y WECHSLER, Robert (2001). "Seine hohle Form: a project report. Artistic Collaboration in an Interactive Dance and Music Performance Environment". *COSIGN 2001 - 1st International Conference on Computational semiotics in games and new media*, Amsterdam.
 - RUMELHART, David y NORMAN, Donald (1978). "Accretion, tuning and restructuring". COTTON, J. y KLATZKY, L. (eds.). *Semantic factors in cognition*. Hillsdale: Erlbaum.
 - SASLAW, Janna (1996). "Forces, containers and Paths: the role of the body derived image schematas in the conceptualization of Music". *Journal of Music Theory* 40/2. pp. 217-243.
 - SCHANK, Roger y ABELSON, R. P. (1988). *Guiones, planes, metas y entendimiento*. Barcelona: Gedisa. (1ª edición 1977).
 - SCHLINGENSIEPEN, Karl Hermann; CAMPBELL, F.W.; LEGGE, G.E. y WALKER, T.D. (1986). "The importance of eye movements in the analysis of simple patterns". *Vision research* 26(7). pp. 1111-17.

- SCHÖN, D. A. (1979). "Generative metaphor: A perspective on problem-setting in social policy Metaphor and Thought". SEARLE, J. R. (ed). *Metaphor, in Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press 1979-1993
- SCHROEDER, Franziska; REBELO, Pedro y NELSON, Peter (2003). "Oscillation: Work for saxophonist and real-time digital media using 3D motion capture technology". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
- SEARLE, John (1979). *Expression and meaning: Studies in the theory of speech acts*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SEITZ, Jay A. (2001). "Mind, Musical Improvisation, and the Body: The Microgenesis of Jazz Improvisation". *Symposium Session 19, Adaptive and maladaptive forms of embodied cognition. 31st Annual Symposium of the Jean Piaget Society*. Berkeley, CA, June 2001.
- SERAFÍN, S., DUDAS, R., WANDERLEY, M. y RODET, X. "Gestural Control of a Physical Model of a Bowed String Instrument", *Proceedings of the International Computer Music Conference*, Beijing, 1999.
- SHERRINGTON, Charles S. (1910). "Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex stepping and standings". *J. Physiol.* (Lond.) 40. pp. 28-121.
- SMITH FERNÁNDEZ, Víctor (2004). "El sistema respiratorio". RODRÍGUEZ GARCÍA, Santiago y SMITH-ÁGREDA, José M^a. (eds.). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Panamericana.
- SMITH-ÁGREDA, José M^a. (2004). "Aparato locomotor". RODRÍGUEZ GARCÍA, Santiago y SMITH-ÁGREDA, José M^a. (2004). *Anatomía de los órganos del lenguaje, visión y audición*. Madrid: Panamericana.

-
- SONESSON, Göran (1988). *Methods and Models in Pictorial Semiotics*. Report 3 from the project *Pictorial meanings in the society of information*. Lund: Lund University.
 - THAUT, Michael (1990). "Neuropsychological processes in music perception and their relevance in music therapy". UNKEFER (ed.). *Music therapy in the treatment of adults with mental disorders*. New York: Schirmer.
 - THORPE, S.; FIZE, D., y MARLOT, S. (1996). "The speed of processing in the human visual system". *Nature*, 381. pp. 520-522.
 - Van DIJK, Teun A. (1984). *Texto y contexto. Semántica y pragmática del discurso*. Madrid: Cátedra.
 - VARELA, Francisco (1988). *Conocer. Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*. Barcelona: Gedisa.
 - VARELA, Francisco; THOMPSON, Evan y ROSCH, Eleanor (1992). *De cuerpo presente. Las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. Barcelona: Gedisa.
 - VEEN, Edward (2003). "Towards a semiotic of conducting". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - VELICHNIKA, Olga (1994). "The Movement Patterns in Playing Russian Pan-flutes". *Proceedings of the 10th European Seminar in Ethnomusicology*. Music Faculty, University of Oxford, Oxford, August-September 1994. http://www.musica.ufrj.br/etnomusicologia/biblioteca_virtual.html
 - VERGEZ, C. (2000). "Trompette et Trompettiste : un système dynamique non-linéaire analysé, modélisé et simulé dans un contexte musical". Ph. D. thesis, Université Paris VI, Paris.
 - VOLLI, Ugo (2000). *Manuale di Semiotica*. Roma: GLF.

- VON FOERTSTER, H. (1962). *Principles of self organization*. New York: Pergamon Press.
- VON GLASERSFELD, E. (1995). *Radical Constructivism: A Way of Knowing and Learning*. London: Falmer Press.
- WAISVISZ, Michel (1985). "The Hands, a set of Remote MIDI-controllers". *Proceedings of the International Computer Music Conference*. International Computer Music Association, San Francisco. pp. 313-318.
- WALZLAWICK, Paul y KRIEG, Peter (eds.) (1994). "El Ojo del observador. Contribuciones al constructivismo. Homenaje a Heinz von Foerster". Barcelona: Gedisa
- WANDERLEY, Marcelo M. y DEPALLE, Philippe (2004). "Gestural Control of Sound Synthesis". *Proceedings of the IEEE*, vol. 92, No. 4 (April), Special Issue on Engineering and Music – Supervisory Control and Auditory Communication. pp. 632-644.
- WANDERLEY, Marcelo M.; VINES, Bradley; MIDDELTON, Neil; McKAY, Donald y HATCH, Cory (2005). "The Musical Significance of Clarinetists' Ancillary Gestures: An Exploration of the Field". *Journal of New Music Research*, vol. 34, n1.
- WANDERLEY, Marcelo y ORIO, Nicola (2002). "Evaluation of Input Devices for Musical Expression: Borrowing Tools from HCI". *Computer Music Journal*, 1 September 2002, vol. 26, no. 3. pp. 62-76(15)
- WECHSLER, Robert (1995). "Analysis on 'Reversals'. Cunningham Dance Technique, Issues Concerning the Perception of Symmetry in Dance". *Proceedings of the International Dance and Technology Conference (IDAT95)*, Vancouver, BC, Canada.

-
- WECHSLER, Robert (1997). "O, body swayed to music...(and vice versa)" *Leonardo Magazine*, Fall issue, 1997.
 - WECHSLER, Robert; WEIß, Frieder y DOWLING, Peter (2004). "EyeCon, a motion sensing tool for creating interactive dance, music and video projections" *Proceedings of the Society for the study of Artificial Intelligence and the Simulation of Behavior (SSAISB)'s convention: Motion, Emotion and Cognition*. University of Leeds, Leeds, England, March 29, 2004.
 - WELLER, Sharon (2003). "The gestures of John Bulwer and their application in lute-song repertoire". *Proceedings of the International Conference Music and Gesture*. Norwich, 28-31 August 2003.
 - WILKINSON, Irén Kertész (1994). "'Xatjares?' Do you feel-understand it? Mind, body and feeling in Hungarian Vlach Gypsy song performance". *Proceedings of the 10th European Seminar in Ethnomusicology*. Oxford, August-September 1994. http://www.musica.ufrj.br/etnomusicologia/biblioteca_virtual.html
 - WINDSOR, William Luke (1995). *A Perceptual Approach to the Description and Analysis of Acousmatic Music*. Ph. D. Thesis. City University Department of Music.
 - WINDSOR, William Luke (2004). "An ecological approach to semiotics". *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 34 (2), pp. 179-198.
 - YSTAD, S.; VOINER, Th. (2001). "Analysis-Synthesis of Flute Sounds Using a Non-Linear Digital Waveguide Model". *Proceedings of the International Computer Music Conference*. Cuba.
 - ZBIKOWSKI, Laurence M. (1997). "Conceptual Models and cross-domain Mapping. New perspectives on theories of music and hierarchy". *Journal of Music Theory*, 41/ 2, fall issue.
 - ZHANG, J. (2001). "Categorization of Affordances". Dept. of Health Informatics, Univ. of Texas, Houston, TX.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Acciones manifiestas: movimientos ejecutados por un sujeto de forma visible.

Acciones virtuales: movimientos simulados por un sujeto pero que no se llegan a ejecutar. Dichos movimientos se programan gracias a la programación motora a nivel del sistema nervioso central, pero los efectores motores no los llegan a realizar.

Acoplamiento estructural: término propuesto por la Corriente Enactivista o Enacción que explica la forma que un sujeto se relaciona con el entorno. Implica que el organismo adquiere una estructura que le permite encajar con dicho entorno. *Ver enacción.*

Adiadococinesia: trastorno del movimiento que dificulta a los pacientes que lo padecen realizar movimientos alternados, por ejemplo los movimientos de palma y dorso de la mano (pronación-supinación). *Ver diadococinesia.*

Análisis proposicional: estudio de sentencias complejas a través del análisis de los valores de verdad de las sentencias simples que lo constituyen.

Cambio ciego: fenómeno relacionado con la percepción visual caracterizado por la incapacidad de un sujeto para percibir un cambio en el entorno visual, debido a dos posibles causas: que los cambios sean demasiado lentos o que éstos incorporen un distractor. *Ver Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras.*

Captación: concepto de la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras. Es la capacidad del entorno para causar respuestas de orientación automáticas. Cuando en el campo visual existe un cambio, nuestros ojos se mueven en la dirección de dicho cambio. Se opone a corporalidad. *Ver corporalidad.*

Cerebelo: centro nervioso, localizado en la parte posterior del cráneo, encargado de regular el tono muscular, la inhibición de reflejos, los movimientos de forma temporal, los movimientos en el espacio y el control de los parámetros de velocidad, posición,

fuerza y dirección. Es la estructura encargada de regular las propiocepciones a nivel inconsciente.

Cognitivismo clásico: corriente de la Filosofía de la Mente que considera la cognición como una operación realizada mediante símbolos de forma lineal, es decir, que computa una operación cada vez.

Concepto: regla abstracta que especifica las características que un objeto ha de tener para encajar en él.

Conexionismo: corriente de la Filosofía de la Mente que concibe la cognición como un sistema autoorganizado emergente. *Ver emergentismo*.

Contingencias sensoriomotoras: concepto de la Teoría del mismo nombre formulada por Kevin O'Regan y Alva Noë (2001 a, 2001b). Se refiere a la estructura de las reglas que gobiernan los cambios en la información sensorial cuando llevamos a cabo determinadas acciones motoras.

Controladores musicales: dispositivos que permiten a un intérprete manipular a través del cuerpo la producción o modificación de sonidos electrónicos.

Corporalidad: concepto de la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras. Se define como el hecho de que, cuando el cuerpo se mueve, la información sensorial entrante cambia inmediatamente. *Ver captación*.

Corpúsculos de Meissner: receptores sensibles a las depresiones cutáneas. Se ubican entre las papilas dérmicas, inmediatamente por debajo de la epidermis de los dedos, las palmas de las manos y las plantas de los pies.

Corpúsculos de Paccini: son receptores de presión que se encuentran en las capas profundas de la dermis. Informan de las presiones sobre las estructuras y nos señalan el peso de los segmentos y la posición relativa de las partes del cuerpo humano (Hidalgo, 2004).

Corpúsculos de Ruffini: receptores que se localizan en la profundidad de la piel, en los ligamentos y tendones. Son particularmente sensibles al estiramiento producido por los movimientos de los dedos o de las extremidades.

Delay: efecto sonoro de retardo entre la acción motora y la producción sonora.

Diadococinesia: término referido al movimiento, en particular a la perfecta relación entre músculos agonistas y antagonistas. *Ver adiadococinesia*.

Digitaciones: movimientos de los dedos en cualquier instrumento melódico encaminados a la producción de alturas sonoras determinadas.

Dismetría: trastorno del movimiento que implica que el paciente no es capaz de realizar el cálculo del recorrido exacto de un desplazamiento para alcanzar un objeto. *Ver eumetría*.

Emergencia: proceso por el que se crean patrones complejos a través de reglas simples. El resultado no se puede explicar analizando los efectos de los constituyentes simples. *Ver conexionismo*.

Enacción: corriente de la Filosofía de la Mente que propone que el sujeto y el entorno se definen mutuamente. *Ver acoplamiento estructural*.

Esquema corporal: representación del cuerpo encargada de regular los movimientos coadyuvantes de cualquier movimiento intencional. Permite que el cuerpo mantenga la postura gracias a la compensación de fuerzas, de pesos, de tensiones, etc. Implica procesos inconscientes pero que pueden llegar a emerger a la consciencia.

Esquema encarnado: concepto de la Teoría de la *Embodied Mind* propuesto por Mark Johnson (1987). Se define como un patrón recurrente de las experiencias y programas motores que da coherencia y estructura la experiencia individual.

Esquemas: estructuras involucradas en los procesos mentales.

Eumetría: cálculo del recorrido exacto del movimiento. Se regula gracias al cerebelo.
Ver disimetría.

Externalismo: corriente de la Filosofía de la Mente que considera que ésta se puede extender al entorno.

Haz de Goll y Burdach: vía nerviosa que conduce información propioceptiva consciente relacionada con la posición de los miembros y los movimientos.

Hiperinstrumentos: instrumentos acústicos aumentados por la adición de sensores u otros dispositivos.

Hipótesis mimética: hipótesis formulada por el filósofo cognitivo norteamericano Arnie Cox que explica cómo la experiencia corporal se convierte en relevante en la conceptualización musical. La hipótesis sostiene que entendemos los sonidos musicales como sonidos realizados por nosotros mismos gracias a un proceso de mimesis entre los elementos musicales y nuestras acciones.

Husos neuromusculares: receptores propioceptivos ubicados en el interior de la estructura neuromuscular que informan del alargamiento de los músculos.

Imagen corporal: constructo mental o representación del cuerpo que permite la consciencia de sus diferentes partes.

Imágenes mentales: representación mental de un objeto de forma gráfica.

Instrumentos alternativos: instrumentos musicales controlados por ordenador cuyo diseño no guarda ninguna relación con ningún instrumento acústico. La forma de control y el sonido que producen son arbitrarios.

Intermodalidades perceptivas: diferentes modos de percepción dentro de una misma modalidad como por ejemplo en la visión percibir los diferentes colores.

Intramodalidades perceptivas: son las diversas modalidades perceptivas: la visión, la audición, el gusto, el tacto y el olfato.

Invariantes: concepto de la Teoría Ecológica de la Percepción Visual (Gibson, 1979) que se refiere a las cualidades inherentes de los objetos que permiten al sujeto realizar determinadas acciones.

Leyes sensoriomotoras: concepto de la Teoría de las Contingencias Sensoriomotoras, formulada por Kevin O'Regan y Alva Noë (2001 a, 2001b). Son las abstracciones de las experiencias que relacionan motricidad y percepción. Ver Contingencias Sensoriomotoras.

Mapeado: concepto referido a los instrumentos alternativos. Es la función de relación entre un input motor y un output sonoro.

Mente extendida: concepto propuesto por David Chalmers y Andy Clark (1998) dentro de la Corriente Externalista que considera que el entorno funciona a modo de descarga de información. Ver Externalismo.

Movimiento compensatorio: concepto derivado de la hipótesis del movimiento compensatorio (Peñalba, 2006). Movimientos realizados por un intérprete encaminados a reestablecer determinadas cualidades sonoras de su instrumento musical.

Movimientos ancillares: movimientos de los intérpretes no encaminados a la producción sonora, como movimientos de tronco, cabeza, pies, etc. (Cadoz y Wanderley, 2000: 78):

Movimientos contingentes: movimientos ejecutados en un controlador alternativo que permiten detectar una relación clara entre su producción y el resultado sonoro.

Movimientos estéticos: movimientos no instrumentales que se realizan con una intención estética o performática.

Movimientos instrumentales: movimientos de un intérprete encaminados a producir sonidos musicales concretos (Cadoz y Wanderley, 2000: 78).

Músculos antagonistas: músculos complementarios a los agonistas que se contraen cuando éstos se relajan y viceversa.

Musicoterapia: disciplina que utiliza actividades musicales como la composición, la interpretación, la improvisación con instrumentos, la voz o el cuerpo para prevenir, rehabilitar y tratar diversos trastornos cognitivos, sociales, emocionales, comunicativos y físicos de un sujeto.

Neuronas de espejo: son un tipo especial de neuronas localizadas en el cluster F5c-PF que se activan cuando observamos acciones orientadas a un fin. Permiten que, cuando vemos una acción, la comprendamos porque la reproducimos internamente como si la fuésemos a realizar. Las neuronas de espejo han sido estudiadas por numerosos investigadores (Gallese, 1998, 2000, 2001, 2003; Gallese y Goldman., 1998; Gallese *et al.*, 2002; Rizzolatti *et al.*, 1996; Grafton *et al.*, 1996; Decety *et al.*, 1997; Fadiga *et al.*, 1995).

Órgano tendinoso de Golgi: receptor ubicado entre las uniones de las fibras musculares y los tendones que nos informa del estiramiento del músculo.

Patch: pantalla de programación informática.

Percepción directa: concepto de la Teoría Ecológica de la Percepción Visual (Gibson, 1979) que explica cómo la percepción del entorno se lleva a cabo a través de captación directa del mismo sin la mediación de representaciones mentales.

Prestaciones: concepto de la Teoría Ecológica de la Percepción Visual (Gibson, 1979) que define las acciones posibles que un sujeto puede realizar con un objeto determinado o con el entorno.

Programación motora: planificación de los movimientos a nivel cortical para que éstos puedan ser ejecutados.

Propiocepciones: información desde los efectores motores, es decir, los músculos o articulaciones, hacia el sistema nervioso central cuya misión principal es la de regular el movimiento. Además, éstas se han detectado como fundamentales en los procesos perceptivos y permiten al sujeto ser consciente de sí mismo.

Proyecciones metafóricas: proceso por el que comprendemos y estructuramos un dominio cognitivo (frecuentemente abstracto) en términos de un esquema encarnado.

Radio Baton: controlador desarrollado por Mathews y Boie con forma de instrumento de percusión. Consta de dos baquetas y un soporte donde se percuten éstas. La posición de las baquetas se detecta con respecto a la base porque el controlador actúa por campos magnéticos.

Representaciones mentales: se entienden como aquella forma material o simbólica que da cuenta de algo real en su ausencia. Están organizadas en estructuras que permiten dar sentido al entorno.

Sensores: dispositivos que traducen la información física del entorno en información eléctrica.

Síntesis sonora: generación de sonido de forma completamente digital, es decir, a través de la combinación de elementos simples y funciones matemáticas.

Sistema vestibular: receptor propioceptivo localizado en el oído interno y encargado de detectar los cambios en la posición de la cabeza y su movimiento.

Tálamo: centro nervioso donde se reúnen los estímulos propioceptivos procedentes de diversas vías.

Tono muscular: grado de contracción o relajación de un músculo.

Vías cerebelosa dorsal y ventral: vías de conducción de los estímulos propioceptivos hacia el cerebelo. En general, la información conducida es información inconsciente.

Vicon: sistema que permite capturar el movimiento en tres dimensiones a través de la captación de puntos luminoso en el espacio. Consta de 8 cámaras de infrarrojos que los detectan y los interpolan para formar una figura. A través de un programa de ordenador se pueden analizar dichos puntos luminosos para calcular su velocidad, su posición exacta, la aceleración de un punto, la distancia entre dos o más puntos, etc.

ÍNDICE DE IMÁGENES

ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1. Esquema de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora. Conformación y metaforización del esquema <i>equilibrio</i> .	44
Figura 2. Esquema de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora. Conformación y metaforización del esquema <i>ciclo</i> .	45
Figura 3. Diagrama del esquema <i>camino</i> y su estructura interna.	48
Figura 4. Diagrama del esquema <i>contenedor</i> y su estructura interna.	48
Figura 5. Estructura interna del esquema <i>camino</i>	53
Figura 6. Algunos esquemas que recoge Saslaw (1996: 219) para su análisis musical. De izquierda a derecha y de arriba abajo los esquemas <i>contenedor</i> , <i>arriba-abajo</i> , <i>centro-periferia</i> , <i>unión</i> , <i>parte-todo</i> , <i>fuerza</i> , <i>delante-detrás</i> y <i>camino</i> .	55
Figura 7. Problemática de funcionamiento de la Teoría de la Metáfora.	58
Figura 8. Kyrie de la Missa de Beate Virgine. Josquin des Prez. Fs Vatican.	61
Figura 9. La tonalidad a través del esquema <i>verticalidad</i> .	62
Figura 10. <i>Ciclo</i> . (Johnson, 1987:119)	62
Figura 11. Caminos circulares en “el espacio de quintas” (Brower, 2000: 343).	63
Figura 12. Esquema clásico de emergencia (Lewin, 1995: 27).	71
Figura 13. Mapa conceptual de los elementos conformadores de la Teoría de la Metáfora.	77
Figura 14. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: qué son y a qué se aplican.	78
Figura 15. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: cómo se aplican (I).	79
Figura 16. Mapa conceptual de los esquemas encarnados: cómo se aplican (II).	80
Figura 17. Mapa conceptual de la Teoría de la Metáfora. Propuesta de este trabajo.	81
Figura 18. Modelo de visión tradicional.	91
Figura 19. Ilusión óptica.	96
Figura 20. Señora joven y señora vieja.	97
Figura 21. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: elementos conformadores.	109

Figura 22. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: funcionamiento de la teoría.	110
Figura 23. Mapa conceptual de la Teoría Ecológica: matizaciones.	111
Figura 24. Animación de cambio ciego con manchas.	121
Figura 25. Animación de cambio ciego lento.	121
Figura 26. Mapa conceptual de la TCS.	134
Figura 27. Esquema básico de funcionamiento del modelo de cognición musical en ejecución de un instrumento musical.	140
Figura 28. Huso muscular.	150
Figura 29. Órgano tendinoso de Golgi	151
Figura 30. Ejemplo de captura de una silueta humana a través del programa EyesWeb.	175
Figura 31. Ejemplos de movimientos y elementos sonoros en la programación motora de un violín y un órgano electrónico como consecuencia de la imagen corporal y el esquema corporal.	182
Figura 32. Diagrama de representación del radio baton.	185
Figura 33. Patch para el control del radio baton diseñado por Carmine Casciato (Universidad McGill de Montreal).	187
Figura 34. Patch de control de diversos parámetros musicales.	188
Figura 35. Patch de manipulación de los parámetros sonoros a través de sliders.	189
Figura 36. Puntos luminosos. Interpretación del radio baton por Mark Docel (universidad McGill de Montreal).	190
Figura 37. Interpolación de puntos luminosos en el programa Vicon.	191
Figura 38. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en el parámetro intensidad.	193
Figura 39. Gráfico de medición de velocidad y aceleración de las baquetas del radio baton en el parámetro intensidad.	194
Figura 40. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la afinación.	196

Figura 41. Gráfico de medición de la velocidad y aceleración las baquetas del radio baton en la medición de la afinación.	197
Figura 42. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la resonancia.	198
Figura 43. Gráfico de medición de la velocidad y aceleración entre las baquetas del radio baton en la medición de la resonancia.	199
Figura 44. Gráfico de medición de cabeza en la medición del delay.	201
Figura 45. Gráfico de medición de la distancia entre las baquetas del radio baton en la medición de la duración.	202
Figura 46. Esquema de funcionamiento de la interpretación de instrumentos acústicos.	206
Figura 47. Gráfica de medición de la distancia de las baquetas a los extremos del radio baton en el experimento de estabilidad motora.	210
Figura 48. Esquema de funcionamiento de la interpretación en hiperinstrumentos.	212
Figura 49. Lightning. Desarrollado por Buchla. (Mulder, 2000: 321).	213
Figura 50. Theramin.	214
Figura 51. <i>The hands</i> . Michel Waisvisz. (Mulder, 2000: 321).	215
Figura 52. Esquema de funcionamiento de la interpretación de instrumentos alternativos.	220
Figura 53. Segmentación fraseológica de <i>Syrinx</i> .	227
Figura 54. Digtaciones más frecuentes para flauta travesera según el sistema Bohem	229
Figura 55. Inspiraciones del flautista en un fragmento de <i>Syrinx</i> .	230
Figura 56. Regulación de la embocadura a través de la retracción o extensión del labio inferior del flautista atendiendo a la dinámica.	231
Figura 57. Articulaciones del flautista en este fragmento de la pieza <i>Syrinx</i> .	232
Figura 58. Análisis del balanceo.	236
Figura 59. Análisis del balanceo en la primera frase de <i>Syrinx</i>	237
Figura 60. Movimiento de balanceo en la segunda frase de <i>Syrinx</i> .	238

Figura 61. Movimiento de descenso y de giro en la tercera frase de <i>Syrinx</i> .	239
Figura 62. Compensación de la afinación.	242
Figura 63. Cambios de timbre como movimientos compensatorios en la pieza <i>Syrinx</i> .	243
Figura 64. Prestaciones: subidas y bajadas.	246
Figura 65. Prestaciones: sonido ubicado en el espacio.	246
Figura 66. Prestaciones: tensión o sensación de tirar.	246
Figura 67. Prestaciones: impulso e derribo.	247
Figura 68. Prestaciones: lanzamiento y caída.	247
Figura 69. Esquema <i>escala</i> en la primera frase de <i>Syrinx</i> .	248
Figura 70. Esquema <i>escala</i> en la tercera frase de <i>Syrinx</i> .	248
Figura 71. Esquema <i>ciclo</i> . Primera frase de <i>Syrinx</i> .	249
Figura 72. Esquema compulsión en la primera frase de <i>Syrinx</i> .	249
Figura 73. Esquema <i>iteración</i> en diversas partes de la pieza.	250
Figura 74. Esquema <i>iteración</i> en diversas partes de la pieza.	250
Figura 75. Esquema <i>unión</i> en la primera frase de la pieza.	251
Figura 76. Esquema <i>bloqueo</i> en la primera frase de <i>Syrinx</i> .	251
Figura 77. Esquema <i>bloqueo</i> por silencio.	251
Figura 78. Esquema de funcionamiento de los diversos niveles en los que interviene el cuerpo en la interpretación de una frase musical de <i>Syrinx</i>	254
Figura 79. Movimientos instrumentales del hipercello.	259
Figura 80. Movimientos ancillares: flexión de cuello y tronco.	259
Figura 81. Movimiento compensatorio de la afinación y movimientos ancillares en la expresión facial.	260
Figura 82. Esquema de intervención del cuerpo en un ejemplo de hiperinstrumento.	264
Figura 83. Postura base del bailarín, con las rodillas flexionadas y los pies girados hacia afuera.	270

Figura 84. Flexión del brazo derecho.	271
Figura 85. Figura de equilibrio conjunta entre ambos bailarines.	273
Figura 86. Figura de pataleo.	275
Figura 87. Los bailarines caminan con las manos entrecruzadas por encima de la cabeza.	276
Figura 88. Configuración de las manos.	277
Figura 89. Ruptura de la posición básica de manos. Flexión de los dedos en puño.	280
Figura 90. Ruptura de la postura básica de las manos. Movimiento de acordeón.	281
Figura 91. Control del sonido a través del movimiento de la mano en esta línea.	284
Figura 92. Control del sonido a través del avance de la bailarina.	285
Figura 93. Movimientos contingentes durante el sonido tipo rugoso.	288
Figura 94. Movimientos contingentes durante el sonido tipo tintineante.	290
Figura 95. Movimientos contingentes durante el sonido tipo raspante.	292
Figura 96. Esquema de análisis de la intervención del cuerpo en un ejemplo de danza interactiva.	296
Figura 97. Esquema de tipos de movimientos en instrumentos musicales acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos.	304
Figura 98. Relación entre percepción acción en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos alternativos.	306
Figura 99. Tabla comparativa del almacenamiento que tienen lugar en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos digitales.	307
Figura 100. Procesos de mimetización en instrumentos acústicos, hiperinstrumentos e instrumentos digitales.	309
Figura 101. Esquema <i>bloqueo</i> de la pieza <i>Syrinx</i>	311

ÍNDICE ANALÍTICO

ÍNDICE ANALÍTICO

A

- Acción motora, 22, 23, 111, 208, 224, 228, 256, 266, 292, 301, 302, 309, 355
- Acciones, 19, 20, 22, 23, 28, 68, 82, 83, 84, 85, 93, 94, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 107, 111, 113, 114, 116, 120, 126, 128, 129, 132, 142, 143, 144, 158, 160, 161, 163, 175, 197, 205, 216, 217, 219, 225, 228, 241, 245, 252, 253, 262, 266, 267, 276, 293, 305, 307, 308, 316, 321, 354, 356, 357, 358
- Acoplamiento Estructural, 69
- Almacenamiento, 22, 23, 124, 145, 160, 161, 179, 180, 204, 205, 218, 224, 228, 244, 261, 293, 301, 306, 307, 309, 317

C

- Captación, 89, 90, 95, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 132, 133, 141, 160, 170, 192, 218, 286, 292, 305, 354, 358, 360
- Contingencias Sensoriomotoras, 24, 26, 112, 131, 139, 159, 353, 354, 357
- Controladores, 33, 141, 167, 168, 169, 170, 172, 177, 178, 179, 185, 206, 207, 216, 217, 218

E

- Esquema corporal, 46, 141, 155, 156, 157, 180, 181, 182, 204, 208, 228, 235, 256, 257, 268, 315
- Esquema encarnado, 43, 46, 50, 51, 52, 57, 58, 60, 65, 69, 75, 163, 248, 359

H

- Hiperinstrumentos, 33, 168, 206, 207, 209, 210, 211, 212, 218, 219, 223, 255, 256, 257, 259, 261, 292, 303, 304, 306, 307, 309
- Hipótesis mimética, 68, 74, 75, 80, 203, 308, 310

I

- Imagen corporal, 46, 141, 155, 156, 157, 180, 182, 204, 208, 228, 256, 257, 315
- Instrumentos alternativos, 212, 213, 265, 307, 309, 317, 356

M

- Movimiento ancillar, 142, 182, 200, 315
- Movimiento compensatorio, 27, 183, 184, 190, 193, 194, 195, 209, 216, 218, 219, 241, 243, 259, 260, 301, 304, 305, 357
- Movimientos ancillares, 142, 217, 259, 269, 270, 272, 273, 275, 277, 278, 280, 282, 284, 357
- Movimientos compensatorios, 133, 157, 197, 202, 242, 243, 256, 259, 292, 304, 305
- Movimientos contingentes, 286, 303
- Movimientos estéticos*, 142, 218, 269, 270, 272, 273, 275, 277, 278, 280, 357
- Movimientos instrumentales, 142, 143, 160, 180, 200, 209, 210, 217, 228, 232, 235, 236, 245, 256, 257, 258, 261, 268, 282, 302, 303, 315, 320

N

Neuronas de espejo, 162, 358

P

Prestaciones, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 100, 101, 103, 105, 106, 107, 108, 111, 113, 144, 161, 204, 205, 211, 219, 244, 245, 246, 248, 252, 261, 262, 293, 295, 301, 306, 307, 308, 309, 310, 312

Programación motora, 21, 155, 180, 182, 218, 224, 228, 244, 266, 301, 353

Propiocepciones, 21, 22, 23, 25, 28, 64, 65, 75, 76, 94, 104, 114, 129, 130, 145, 146, 147, 148, 155, 157, 158, 159, 160, 161, 163, 164, 180, 183, 208, 209, 224, 228, 232, 233, 239, 242, 243, 252, 253, 257, 262, 266, 267, 268, 276, 295, 301, 307, 309, 310, 311, 316, 320, 343, 354

R

Relación contingente, 133, 143, 159, 183, 208, 218, 241, 259, 292

S

Sensores, 141, 150, 163, 168, 170, 171, 172, 173, 174, 178, 207, 216, 217, 255, 265, 356

ANEXOS

Anexo 1. Abstract

Anexo 2. Ejemplos musicales