



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE
FACULTAD DE ARTES
MAGISTER EN ARTES

MÚSICA, CUERPO EN ESCENA
Y COMPUTACIÓN AFECTIVA

Posibles interacciones
y consecuencias perceptuales

POR

JOSÉ MIGUEL PAVEZ CANDELA

Tesis presentada a la Facultad de Artes
de la Pontificia Universidad Católica de Chile,
para optar al grado de
Magíster en Artes con mención en Música

Profesor Guía: Rodrigo F. Cádiz
Co-tutor : Patricio de la Cuadra

Enero, 2015

Santiago, Chile
©2015, José Miguel Pavez Candela

©2015, José Miguel Pavez Candela

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica que acredita al trabajo y a su autor.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de Figuras	vi
Resumen.....	viii
1.- Introducción.....	1
2.- Música, Cuerpo en escena y Computación Afectiva.....	3
2.1.- Cuerpo en escena y percepción.....	3
2.2.- Visión de máquinas: Reconociendo el gesto corporal.....	8
2.3.- El cuerpo expandido: El pos-humano tecnológico.....	14
2.4.- Computación Afectiva.....	20
2.4.1.- Computadores que reconocen emociones.....	22
2.4.2.- Computadores que expresan emociones.....	23
2.4.3.- Computadores que “tienen” emociones.....	24
2.4.4.- Modelados teóricos y aplicados.....	26
2.4.5.- Computadores con Mente y Cuerpo.....	27
2.4.6.- Posibles Aplicaciones de la Computación Afectiva.....	28
2.5.- La Eukinética de Laban y su medición computacional afectiva.....	30
2.5.1.- Teoría Laban y las cualidades del movimiento como expresión afectiva	31
2.5.2.- La medición computacional de los factores de movimiento Laban.....	34
2.6.- Emocionalidad en música y su expresión computacional afectiva	37
3.- Ciclo Investigación-Acción.....	44
3.1.- Perspectiva Metodológica.....	44
3.2.- La observación interfásica y el reconocimiento afectivo.....	46
3.3.- La expresión afectiva a través de la generación de música electroacústica.	47
3.4.- La acción corporal inicial.....	53
3.5.- La práctica reflexiva : Observaciones sobre la experiencia.....	54

3.6.- Estudio del post-performance.....	58
3.7.- Comparación del problema con una experiencia previa : el caso de la obra “TOTEM. Concierto Corporal Electroacústico”.....	64
4.- Conclusiones (discusiones, proyecciones)	70
Bibliografía.....	73
Anexos	80

Dedicatoria

A mi esposa Georgia del Campo, por todo su incondicional amor, apoyo y respaldo en este difícil y bello camino.

A todos los bailarines de todas las danzas contemporáneas.

Agradecimientos

A CONICYT y su Programa de Formación De Capital Humano Avanzado, por el financiamiento y apoyo económico de este Magíster en Artes con mención en Música de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Al Departamento de Danza de la Universidad de Chile, por su apoyo en el desarrollo de esta investigación.

A Rodrigo Cádiz por su estimulación inicial en la decisión de cursar un magíster, su asesoría en la etapa de postulación, y su experta y siempre disponible guía académica en estos dos años de estudio.

A Patricio de la Cuadra, por sus certeros consejos y enseñanzas, por su gran disposición en este acompañar académico, y por su gran aporte en mantener mi motivación siempre en alto.

A Andrés Grumann, por su gentil apoyo y aportes en el estudio del cuerpo en escena.

A Georgia del Campo por los diálogos enriquecedores, por la ayuda en la toma de decisiones, y por su apoyo en todos los aspectos prácticos de este trabajo.

A Luis Moreno, Carola Méndez, Poly Rodriguez, Mane Ibarra, Exequiel Gómez, Daniella Santibañez, y Katherine Leyton, por su apoyo en las distintas etapas de la presente investigación.

A José Luis García Nava, por invitarme a mirar el mundo de la Computación Afectiva.

Índice de Tablas

Tabla 1: Relación entre factores Laban y respuestas del sintetizador	49
Tabla 2: Partitura de Acciones Básicas del Esfuerzo presentada al equipo de bailarines, ordenadas de menor a mayor número de cambios en sus Factores Laban	53
Tabla 3: Porcentajes de éxito y error en la medición de los factores de movimiento Laban	57

Índice de figuras

Figura 1. Esquema del concepto de bucle de retroalimentación autorreferencial que expone Erika Fischer-Lichte	4
Figura 2. Ejemplo de emociones y sus posibles mediciones de Activación y Valencia	8
Figura 3. Cámara Kinect, desarrollada por Microsoft en 2010	10
Figura 4. Cadena de conexiones para la interacción computacional con el cuerpo en movimiento usada en la investigación	12
Figura 5. Adaptación del bucle de retroalimentación autorreferencial propuesto por Fischer-Lichte, a la presente investigación	13
Figura 6. Bucle de reconocimiento y expresión emotiva que describe un sistema computacional con inteligencia afectiva	21
Figura 7. Modelo del gráfico utilizado para realizar los análisis de los valores polares de los Factores Laban de Movimiento	32
Figura 8. Modelo de bucle doble considerado en una Práctica Reflexiva	45
Figura 9. Modelo Reflexivo aplicado a la presente investigación	45
Figura 10. Detalle de los desplazamientos circulares y rectos del sistema de difusión cuadrafónico	49
Figura 11. Patch realizado en Pure Data, con la configuración del sintetizador usado en la investigación	52
Figura 12. Gráficos de las correlaciones detectadas en la encuesta a los bailarines, entre factores de movimiento Laban y sonido	60
Figura 13. Gráfico que muestra el grado de modificación de respuesta de los bailarines frente al modelo reflexivo propuesto	62
Figura 14. Gráficos de Activación y Valencia que provocó la respuesta musical en los bailarines durante el uso del modelo reflexivo propuesto	63
Figura 15. Distribución de los sensores de luz en el escenario de TOTEM	65

Figura 16. Unidad receptora de sensores, realizada por el ingeniero Randall Ledermann	65
Figura 17. Estructura circular de TOTEM	66
Figura 18. Sistemas de notas eje usado en TOTEM	67

Resumen

Un problema que merece especial atención es el de la percepción musical del bailarín en su accionar dancístico. En este marco general, y enfocándose especialmente en la creación instantánea e interactiva de música electroacústica para situaciones escénico-corporales, el uso de la "computación afectiva" puede resultar de utilidad para observar y estudiar la emergencia de posibles consecuencias perceptuales en el cuerpo en escena. Por medio de la investigación práctica se estudió de que manera este tipo de inteligencia computacional, que se relaciona con, surge de, o influencia deliberadamente al mundo de los afectos, otorga a un computador dotado de una interfaz, posibilidades expresivas para responder afectivamente, a través de la música, al cuerpo en escena. En búsqueda de la elaboración de una tipología elemental que nutriera a este sistema, se dialogó con la técnica de análisis de movimiento descrita por Rudolf Laban, de manera de catalogar los movimientos desde su expresividad, y así responder creativamente a éstos. Finalmente, se observó la aplicación de un sistema de estas características a un caso de estudio que considerara un modelo reflexivo música-danza, y que permitiera mirar y profundizar en el ciclo percepción-atención-acción que ocurre en el cuerpo en escena al momento de la interpretación corporal.

1. Introducción:

Para un bailarín, un problema significativo que surge en la rutina inherente a las temporadas de funciones, es el del decaimiento de la seducción inicial del acontecimiento escénico, producto precisamente de la existencia, en mayor o menor medida, de la repetición de muchos de los elementos formantes de ese acontecimiento. En particular, si bien la música sobre soporte le da al cuerpo en escena una seguridad en la repetición, a la vez disminuye progresivamente una interpretación creativa, transformando al intérprete, en términos foucaultianos, en un instrumento potencialmente mecánico y dócil. Una intervención de elementos musicales auto-generativos en tiempo real, y que sean sensibles al cuerpo en escena, podría solucionar la posible emergencia de un decaimiento expresivo, y así prolongar en el intérprete las características fenomenológicas de la función inicial.

En la presente investigación intentaré una descripción de la naturaleza de este problema, para luego probar, desde la perspectiva de la Computación Afectiva (C.A.), posibles caminos de solución desarrollados en el transcurso de ésta. Esta iniciativa puede plantearse como la siguiente pregunta inicial : ¿Qué posibles consecuencias perceptuales en el cuerpo en escena emergen gracias al uso de Computación Afectiva aplicada a la creación instantánea e interactiva de música electroacústica en situaciones escénico-corporales? Considerando esta pregunta, podemos plantearnos como objetivo de esta investigación la creación de un dispositivo que permita observar las consecuencias perceptuales que se producen en el cuerpo en escena, y que éste se fundamente en el uso de C.A. aplicada a la creación instantánea e interactiva de música en situaciones escénico-corporales.

Para lo anterior, será necesario indicar cómo sucede en el cuerpo en escena su percepción-atención-acción, que se entiende por C.A. (considerando las posibles habilidades afectivas en computadores, describiendo detalles de como funcionarían estas

habilidades, e inspeccionando un listado de posibles aplicaciones de la C.A. en tanto campo en desarrollo), y de que manera ambos sistemas (cuerpo en escena y Computación Afectiva) pueden relacionarse de manera de ofrecer soluciones al descenso creativo arriba señalado. Para ello, nos desplazaremos al área de la emocionalidad musical, describiendo algunas visiones respecto al tema. Por último, será menester explicar el marco metodológico que permitirá dirigir la observación y medir las consecuencias de esta problemática.

Cabe señalar que el estado de conocimiento en este plano en Chile es precario, habiendo nada o muy poco material referente a inteligencia computacional, y/o a la música para cuerpo en escena. Creo necesario por este motivo, continuar con el desarrollo de conocimiento en estos campos.

2.- Música, cuerpo en escena y computación afectiva

La pregunta inicial planteada en la introducción, propone conceptos que habrá que definir y acotar, como “cuerpo en escena”, “percepción”, “interacción”, y “computación afectiva”. A continuación abordaremos estos temas, de manera de construir un marco teórico que fundamente la investigación en el campo propuesto.

2.1.- Cuerpo en escena y percepción

Para atender a las articulaciones entre música y cuerpo en escena, será necesario en primera instancia definir este último concepto. Con cuerpo en escena me referiré, citando a Erika Fischer-Lichte, a un cuerpo (“actuante”) que realiza acciones perceptibles para otros “observantes” (espectadores) en el convivio del acontecimiento escénico. Es en este contexto que ocurre la percepción de los “observantes” de este acontecimiento, y el flujo de su atención genera un tipo de acción colectiva (receptividad, concentración, reacción, etc.), que influye de vuelta en los “actuantes”, los que a su vez perciben esta acción colectiva, y en el flujo de su atención deciden las cualidades de su acción escénica, todo esto en un vertiginoso tiempo presente. Este sistema es lo que Fischer-Lichte llama “bucle de retroalimentación autorreferencial” (Fischer-Lichte, 2012, p.78) y “autopoiético” (Fischer-Lichte, 2012, p.81)

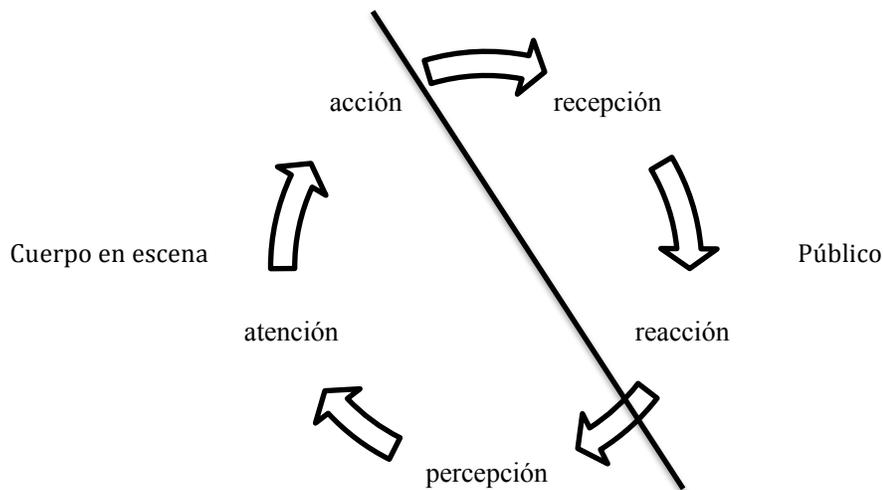


Figura 1 : Esquema del concepto de bucle de retroalimentación autorreferencial que expone Erika Fischer-Lichte.

En este sistema, el adiestramiento del intérprete por la repetición, función tras función, de elementos constitutivos del acontecimiento escénico (por ejemplo, de la música), puede inhibir su sensibilidad a este bucle, y mecanizar su acción, acercando su interpretación a un acto inconsciente. Esta mecanización puede traer por consecuencia, desde un punto de vista estético, que el arte del intérprete sea empañado por su propio disciplinamiento:

El momento histórico de las disciplinas es el momento en que nace un arte del cuerpo humano, que no tiende únicamente al aumento de sus habilidades, ni tampoco a hacer más pesada su sujeción, sino a la formación de un vínculo que, en el mismo mecanismo, lo hace tanto más obediente cuanto más útil, y al revés. Fórmase entonces una política de las coerciones que constituyen un trabajo sobre el cuerpo, una manipulación calculada de sus elementos, de sus gestos, de sus comportamientos. El cuerpo humano entra en un mecanismo de poder que lo explora, lo desarticula y lo recompone. (...) La disciplina fabrica así cuerpos sometidos y ejercitados, cuerpos "dóciles" (Foucault, 2002 [1975], pp. 141-142).

Este adiestramiento es inevitable, dado que la repetición va provocando un alejamiento del lugar de percepción primera, e incluso va invirtiendo progresivamente sus características iniciales. A propósito de este fenómeno, Gustavo Becerra-Schmidt, citando a N. E. Ischlonsky, expone como la atención por lo nuevo va decreciendo ante la repetición inalterable y progresivamente predecible, e inversamente, el cuerpo va adoptando una respuesta unívoca, cada vez más automatizada, adiestrándose a los estímulos fijos.

Todas las sensaciones, incluso aquellas que producen las obras de arte, generan en períodos mensurables y previsibles efectos que oscilan entre extremos positivos y negativos. (...) La constancia de los estímulos (o las cadenas o redes de ellos) producen una disminución de su efecto en la sensibilidad (Becerra-Schmidt, 1986, pp. 86-87).

Resulta necesario entonces entender cómo sucede la percepción y la atención de esa percepción en el cuerpo en escena, si queremos potenciar su actuar creativo. Sin embargo, el tema es sumamente complejo, y en gran medida desconocido. La memoria y las emociones decididamente tienen una incidencia de importancia en nuestra percepción, a tal punto que pareciera que somos capaces de percibir lo que hemos aprendido a percibir, y dentro de ese acervo, atender a lo que queremos percibir. En este sentido, el plano afectivo se devela como trascendente al momento de la realización de estos procesos. Necesitamos motivarnos para atender a nuestra percepción, y así actuar (Pradier, 2014). Este mecanismo de transición entre la percepción, la atención y la acción es lo que el neurocientífico portugués Antonio Damasio denomina como consciencia:

Sin duda es verdad que, sin acción, organismos como los nuestros no sobrevivirían (...). Pero la acción, por sí sola, sin imágenes para guiarla, no nos llevaría muy lejos. (...) Las imágenes nos permiten elegir en repertorios previos de patrones de acción y optimizar el desempeño del acto elegido: podemos, más o menos deliberadamente, más o menos automáticamente,

revisar en nuestra mente las imágenes que representan diferentes opciones de acción, variados escenarios, diversos resultados de la acción. Podemos elegir y escoger los más apropiados y rechazar los inadecuados. Además, las imágenes nos permiten inventar nuevas acciones, aplicables a situaciones novedosas, y construir planes para acciones futuras: la habilidad para transformar y combinar imágenes de acciones y escenarios es el manantial de creatividad. Si la acción es cimiento de supervivencia, y si su vigor depende de la disponibilidad de imágenes rectoras, se sigue que un dispositivo capaz de optimizar la manipulación eficaz de imágenes otorga enormes ventajas a los organismos que lo posean y probablemente haya prevalecido en la evolución. La consciencia es precisamente ese dispositivo. (Damasio, 2000, pp. 40-41).

Damasio explica que es en el terreno de la percepción en diálogo con la propiocepción (el *self*) que nace la consciencia. El *self* irrumpe así como sentimiento de un sentimiento, es decir, como un ajuste interno a los eventos percibidos y pasados por el cedazo de una atención dirigida por los afectos. De este modo, la consciencia existiría en modalidades sencilla (consciencia *nuclear*, es decir, aquella que provee al cuerpo una impresión de *self* acerca de un aquí y ahora) y compleja (consciencia *ampliada*, que confiere una elaborada sensación de *self*, diferenciando el “yo” del mundo, e instalándolo en una historia individual). Considerando la teoría del cerebro *triuno* de Paul MacLean, la consciencia nuclear se relacionaría con la acción proveniente del sistema límbico (respuestas rápidas y poco procesadas), y la consciencia ampliada con la proveniente del sistema cortical (respuestas más lentas y elaboradas). Sin embargo, no hay que olvidar que las áreas límbica y cortical no operarían aisladamente.

Ahora bien, resulta interesante considerar el hecho de que la percepción puede ser considerada como una acción de primer orden, de acuerdo al concepto de cognición corporizada de Francisco Varela. Esta ocurriría no por una gramática incorporada (Chomsky, 2003), sino por kinésicas de desarrollo con el entorno. Es decir, estaríamos hablando del concepto de enacción:

En síntesis, el enfoque enactivo consiste en dos cosas:

- 1) que la percepción es acción guiada perceptivamente;
- 2) que las estructuras cognitivas emergen de los modelos sensorio-motores recurrentes que permiten que la acción sea guiada perceptivamente. (Varela, 1992)

En síntesis, la percepción así considerada, sería un tipo más de acción, una acción de primer orden, la que guiaría una acción consecuente, una de segundo orden, que se hace consciente a través de la atención, y que posee motivaciones afectivas y cognitivas. Para efectos de esta investigación, llamaremos a este complejo enactivo “ciclo percepción-atención-acción”.

Por último, resulta interesante considerar que en la emergencia de la enacción existen gradaciones inherentes a la motivación inicial del ciclo. En este sentido, puede ser útil la aplicación de los conceptos de “valencia” y “activación”.

La valencia se refiere al interés o desinterés de un suceso, forma, evento, escenario, etc.. La activación describe el grado de actividad que produce este suceso, forma, evento, escenario, etc., desde la nula (por ejemplo, la que existe en el sueño profundo) hasta la máxima (por ejemplo, la que ocurre en el desempeño de un deporte extremo).

Un sistema ampliamente aceptado propone que las experiencias afectivas se caracterizan mejor en un espacio de dos dimensiones (...). La dimensión de **valencia** varía de altamente positiva a muy negativa, mientras que la dimensión de la **activación** varía entre calmada y emocionante (...). Por lo tanto, pueden haber eventos que son negativos y agitados; positivos y calmados; positivos y emocionantes; etcétera (Kensinger, 2004, p. 241)

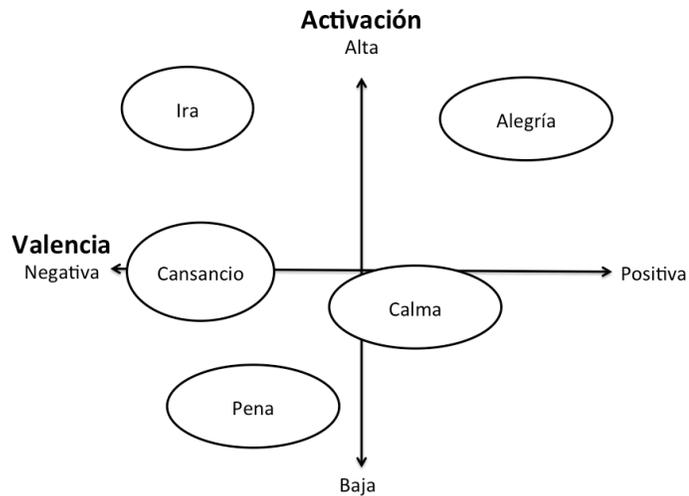


Figura 2 : Ejemplo de emociones y sus posibles mediciones de Activación y Valencia. La ira tendría alta activación y baja valencia, el cansancio, activación neutra y baja valencia, la pena tendría bajas activación y valencia, la calma sería de activación y valencia neutras, y la alegría tendría alta activación y alta valencia.

Veremos a continuación con que herramientas podemos observar (para posteriormente incidir en) estas características del cuerpo en escena en su ciclo de percepción – atención – acción.

2.2.- Visión de máquinas: Reconociendo el gesto corporal

La palabra interfaz, según el diccionario de la R.A.E., da cuenta de una conexión física y funcional entre dos aparatos o sistemas independientes. La pregunta que surge entonces es ¿cuál es la mejor manera de conectar el sistema “cuerpo en escena” con el sistema de “Computación Afectiva” de manera que se active un bucle autopoiético? ¿cuál es la mejor interfaz de interacción entre “cuerpo en escena” y “Computación Afectiva”, considerando nuestros fines?

Los sistemas interactivos electrónicos o digitales en danza tienen una historia de más de 50 años. Sin embargo, el desarrollo de la tecnología en los últimos decenios ha contribuido a un notable crecimiento y expansión de esta área de conocimiento. Básicamente, podemos encontrar tres tipos de interfaz :

- Aquellas que se preocupan del cuerpo, captando señales fisiológicas (activación muscular, respiración, latidos cardíacos, ondas cerebrales, señales bioeléctricas de la piel, etc.), postura y movimiento (inclinación, rotación, aceleración, flexión/extensión articular, etc.).
- Las que se preocupan del espacio (presencia o ausencia, cruce de fronteras, ingreso/salida de zonas, cantidad de movimiento en una zona determinada, etc.)
- Las que se preocupan del tiempo (al igual que con las fronteras o zonas del espacio, se puede definir temporalmente plazos y momentos de interacción, transiciones), etc.

Durante el mes de octubre de 2013, con motivo de la presente investigación, se realizó una encuesta entre intérpretes de danza contemporánea en Chile. Ante la pregunta “¿Como te gustaría que fuese un dispositivo ideal para captar tus movimientos bailando?”, un 57% del universo entrevistado respondió que el dispositivo debería captar la ubicación, organización corporal y trayectorias del cuerpo en su desempeño escénico. Además, ante la pregunta “¿Que problemas crees necesario solucionar en tu relación con este dispositivo ideal, para que no interfiera en tu buen desempeño corporal?”, un 71% respondió que el dispositivo no tenía que condicionar la movilidad del cuerpo, siendo ideal la presencia de un sistema de características inalámbricas. Es decir, la mayor preocupación de los bailarines es la de contar con una interfaz que se preocupe del espacio (no de las señales fisiológicas del cuerpo, o del tiempo), y que su uso no entorpezca materialmente el movimiento escénico.

Ante este panorama, el controlador inalámbrico Kinect (fig. 3), creado por la empresa Microsoft en 2010, resulta una interfaz muy adecuada para satisfacer las cualidades de esta interacción. El aparato cuenta con una cámara RGB, un sensor de profundidad, un micrófono y un procesador personalizado, que es sensible al movimiento de todo el cuerpo en 3D de manera bastante precisa, llegando incluso a reconocer gestos faciales y vocales.



Figura 3: Cámara Kinect, desarrollada por Microsoft en 2010. Permite reconocer el movimiento de todo el cuerpo en 3D.

La información proveniente de esta interfaz puede ser captada por un computador gracias a aplicaciones como Synapse (<http://synapsekinect.tumblr.com>), que permite enviar esta información entrante, bajo un protocolo OSC (Open Sound Control, <http://opensoundcontrol.org>), a cualquier software que reciba OSC. Particularmente, Pure Data (aka Pd, <http://puredata.info>), lenguaje de programación gráfico de código abierto, recibe OSC fácilmente, y es un excelente entorno computacional para realizar trabajos musicales y visuales de interacción en tiempo real. Esto debido a sus abstracciones u objetos, que realizan funciones de alto nivel, y que se representan en forma de objetos gráficos que interactúan entre sí por medio de conexiones gráficas o simbólicas (Patches). Un buen ejemplo de la utilidad y plasticidad de este sistema de conexiones es la colección de herramientas para Pd “Topos Tool-kit” o “Topos Library” (Naveda & Santana, 2014), que permite una muy flexible interacción con el movimiento coreográfico en el espacio captado por la Kinect.

Las herramientas fueron desarrolladas en la plataforma Pure Data y ofrecen una serie de descripciones de las características que ayudan a mapear la cualidad de los gestos de la danza en el espacio a música y otros medios de comunicación. Las características se basan en conceptos que se encuentran en la literatura de la cognición y de la danza, lo que mejora la representación computacional de los gestos de la danza en el espacio (Naveda & Santana, 2014, p. 470; trad. Candela).

Los tipos de objetos presentes en esta colección son descritos por Naveda y Santana (2014) del siguiente modo:

- Operaciones topológicas: Transforman o cualifican nubes de puntos que rodean el movimiento.
- Características topológicas: Extraen las características de las nubes de puntos y sus datos tridimensionales.
- Características geométricas: Extraen las características de la geometría de las nubes de puntos.
- Características relacionales: Producen información sobre la interacción entre los puntos y regiones en el espacio.
- Herramientas: Objetos complementarios que facilitan las rutinas de programación y de flujo de datos.

De estos tipos de objetos, fueron ocupados los que ofrecen características geométricas, y algunas herramientas. Así fue posible la extracción de la posición tridimensional de las articulaciones corporales en movimiento que se seleccionaron para el estudio.

Queda así presentada la cadena (Kinect – Synapse – Pure Data – Topos Library) que se consideró para la realización de la presente investigación.

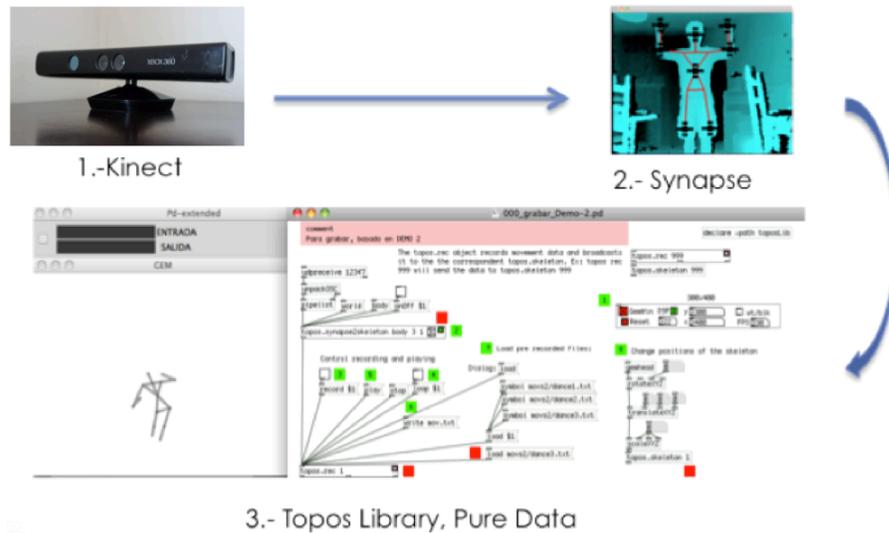


Figura 4 : Cadena de conexiones para la interacción computacional con el cuerpo en movimiento usada en la investigación.

Ahora bien, la idea de una expansión del cuerpo, de un desarrollo de éste hacia la idea de un “pos-humano tecnológico”, permitiría desarrollar un diálogo (afectivo) entre cuerpo en escena y objeto escénico (musical) que contemple el desarrollo de esta consciencia. En este punto, resulta necesario examinar qué resulta de la interacción conjunta del cuerpo en escena y su prótesis (interfaz) tecnológica. Particularmente, es de sumo interés observar lo que sucede con el uso de una interfaz protésica (por ejemplo, una que funcione a través de una cámara y/o un micrófono conectados a una aplicación computacional) que lea el accionar del cuerpo escénico a través del tiempo, que arroje esta información de su lectura a una aplicación dotada de una inteligencia afectiva, para que ésta interactúe sensiblemente con él, y que finalmente permita prolongar un estado creativo inicial, re-alimentándolo en tanto cuerpo perceptivo.

Adoptando entonces este modelo de cuerpo expandido es posible, a través del uso de una interfaz, enviar información de su comportamiento escénico a una aplicación computacional dotada de inteligencia afectiva, que proyecte la organicidad de este cuerpo en otros niveles visuales y sonoros, sorprendiendo así al *self* en su ciclo de

percepción-atención-acción y provocando cambios, los que nuevamente serán captados por la interfaz. Estamos hablando entonces de un bucle similar al propuesto por Fischer-Lichte (fig. 1), pero en este caso, la interacción no ocurre con el público, sino que con una aplicación “inteligente”, a través de la interfaz que permite la expansión tecnológica del cuerpo en escena. Cabe decir en este punto que la inclusión del factor público en un bucle autopoiético tal y como lo propone Fischer-Lichte, excede las dimensiones de la presente investigación, no obstante resulta importante considerarla como una potencial segunda etapa de exploración.

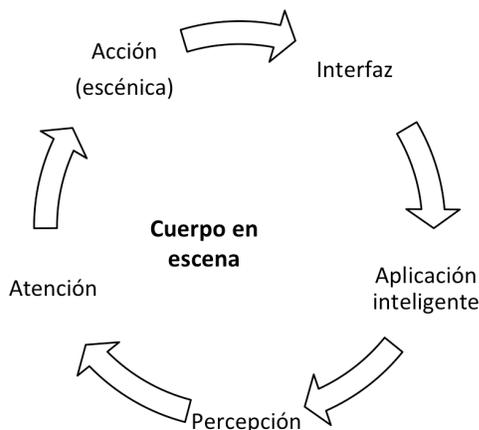


Figura 5 : Adaptación del bucle de retroalimentación autorreferencial propuesto por Fischer-Lichte, a la presente investigación.

Será importante entonces considerar las características específicas de la acción escénico-corporal, entendiéndola como una respuesta desde la atención a lo que es percibido (una enacción), en particular, a un contexto sonoro generado por un sistema computacional dotado de inteligencia afectiva, que reconoce y reacciona a la acción coporal.

Dada las características autopoiéticas del sistema descrito, es necesario detenerse en el concepto de autopoiesis, de manera de verificar su comportamiento en función de la presente investigación :

Una máquina autopoietica es una máquina organizada como un sistema de procesos de producción concatenados de tal manera que producen componentes que : i) generan los procesos (relaciones) de producción que los producen a través de sus continuas interacciones y transformaciones, y ii) constituyen a la máquina como una unidad en el espacio físico. Por consiguiente, una máquina autopoietica continuamente especifica y produce su propia organización a través de la producción de sus propios componentes, bajo condiciones de continua perturbación y compensación de estas perturbaciones (producción de componentes) (Maturana y Varela, 2004, p. 67).

Para nuestra investigación, entonces, resultará importante considerar la creación de una aplicación que genere esta característica autopoietica entre música (electroacústica) y cuerpo en escena, es decir, que forje una máquina unitaria dinámica en clausura, sin entradas ni salidas.

2.3.- El cuerpo expandido: El pos-humano tecnológico

Lo anterior nos lleva a una ineludible reflexión : el uso de la tecnología digital en su relación con el cuerpo comprueba una doble dimensionalidad de características dialécticas. Si bien encarna la evolución del cuerpo hacia un pos-humano tecnológico y a una posible emancipación, provocando así una modificación fenomenológica del cuerpo, también despliega, gracias a la misma tecnología, un tipo de vigilancia panóptica (de los observados, de los que vigilan), que la evolución tecnológica perfecciona y que el poder económico ejerce, y que en líneas generales se desarrolla para la obtención de más y mejor información, y finalmente, de mayor productividad.

La noción de pos-humano implica una situación de trascendencia del cuerpo por sobre su certeza cartesiana (*cogito ergo sum*), una liberación de éste de sus limitaciones conforme a un *status quo* positivista:

La idea de que el cuerpo está sujeto a una clausura sistemática pervive a través de la historia del pensamiento europeo que inscribe el cuerpo en unas coordenadas invariablemente espaciales y geométricas. La anatomía como cárcel es, pues, el modelo del cuerpo pos-humano, y el imperativo de trascenderla, la nueva aspiración de esta época (Aguilar, 2008, p.129).

En efecto, los avances tecnológicos, y particularmente los computacionales, han ido posibilitando de manera creciente una modificación tecnológica de la organización corpórea como materialidad. Este pos-humano tecnológico se articula con la idea de superación y transformación refundacional de lo humano en tanto cuerpo.

Diseminada en la cultura popular como cibercultura y explorada también en el arte corporal actual, la idea de pos-humano quiere significar el universo de posibilidades que la tecnología ofrece a un cuerpo que, en la unión de la carne y el metal, promete una renovación radical de la experiencia subjetiva del mundo y de la vida (Mejía, 2005, p.15)

Esto posibilita una emancipación del cuerpo, una liberación del examen vigilante al que es sometido por parte de un poder histórico e invisible, superando su lógica binaria, eurocentrista y patriarcal.

No es sólo que la ciencia y la tecnología son medios posibles para una gran satisfacción humana, así como una matriz de complejas dominaciones, sino que la imaginería del cyborg puede sugerir una salida del laberinto de dualismos en el que hemos explicado nuestros cuerpos y nuestras herramientas a nosotras mismas (Haraway, 1991, p.38).

Considerando lo anterior, resulta interesante preguntarse en primera instancia que sucede entre el cuerpo en escena y su “prolongación” tecnológica (visual y sonora). O citando a

Mark Hansen, que creen, cuerpo y sonido, una nueva dimensión audiovisual, una “Realidad Mixta”.

...el paradigma de la Realidad Mixta radicalmente reconfigura un rasgo que ha caracterizado la Realidad Virtual de su protoorigen (primer origen) como la fantasía representacionista por excelencia. Es decir, un deseo de una completa convergencia con la percepción natural: En lugar de concebir lo virtual como un simulacro técnico o la inmersión en un mundo de fantasía autocontenido, el paradigma de Realidad Mixta lo trata simplemente como un ámbito más entre otros, que puede ser accedido a través de la percepción corporizada o la enacción (Varela). De este modo el énfasis está menos en el contenido de lo virtual y más en la forma de acceder a ello, menos en lo que se percibe en el mundo y más en como uno llega a percibirlo en primer lugar (Hansen, 2006, p.5; trad. Candela).

La Realidad Mixta puede llevarnos a un nuevo conocimiento, es decir, y citando a Haseman, podemos desde la práctica artística (y desde la aplicación de los métodos y metodologías familiares a esta práctica) implementar una estrategia que permita testimoniar un nuevo tipo de conocimiento, inmanente a esta práctica (Haseman, 2010). En este marco, resulta particularmente atractivo observar lo que sucede con el uso de una interfaz (por ejemplo, una que funcione a través de cámara y software) que interactúe “sensiblemente” con el cuerpo escénico a través del tiempo. Este tipo de usos tiene el rédito de incentivar la generación de signos kinéticos a nivel poiético y estésico, produciendo así un fenómeno de comunicación/percepción particular (Sad, 2009, p.21). Esta particularidad permite una interacción más creativa y menos mecánica entre el cuerpo en escena (y sus espectadores) y la interfaz, y acerca la situación artística al participante del hecho artístico, convirtiéndolo en un co-creador :

Cuanto más frecuentemente pasa la percepción del orden de la presencia al orden de la representación, es decir, de procesos de percepción y de generación de significado «azarosos» a procesos predecibles, mayor es el grado de imprevisibilidad general y más intensamente se centra la atención

del sujeto perceptor en el proceso de percepción en sí. Se hace cada vez más consciente de que los significados no le son transmitidos, sino que es él quien los genera y que, por lo tanto, podría haber generado otros significados muy distintos (Fischer Lichte, 2011, p. 299).

Existe en este proceso perceptivo desde de la interacción, una modificación fenoménica en el cuerpo presente, gracias al adiestramiento del cuerpo a la nueva respuesta, transformando así la interfaz en una extensión del cuerpo, un suplemento que altera nuestro percibir, y por ende nuestro ser aquí y ahora :

...el hábito no consiste en interpretar las presiones del bastón en la mano [de un ciego] como signos de ciertas posiciones de bastón, y éstas, como signos de un objeto exterior, ya que el hábito nos dispensa de hacerlo. Las presiones en la mano y el bastón no son ya dados, el bastón no es ya un objeto que el ciego percibiría, sino un instrumento con el que percibe. Es un apéndice del cuerpo, una extensión de la síntesis corpórea (Merleau Ponty, 1997 [1945], p. 169).

Ahora bien, esta eficiencia perceptiva puede también ser manejada. La videocámara y el micrófono hoy representan por un lado la expansión del cuerpo hacia un nuevo espacio (visual y sonoro), y por lo tanto la modificación de éste, pues “ser cuerpo es estar anudado a un cierto mundo, (...) y nuestro cuerpo no está, ante todo, en el espacio: es del espacio” (Merleau Ponty, 1997 [1945], p.165). Pero también representan la exclusión, desde un poder panóptico, de la autonomía del propio cuerpo, de la voluntad ejercida por sobre el cuerpo individual, de tal manera de poder incidir directamente en las decisiones de ese cuerpo ajeno y en sus manifestaciones como sujeto social.

La antropoemia de la era cyborg permite la canibalización del sujeto tecnológico cuando, sin embargo, sigue excluyendo al sujeto social y sigue practicando una política panóptica (Aguilar, 2008, p.120)

Esta exclusión no es en absoluto ingenua. Al estar aislados de la tecnología pero no de los usos tecnológicos, los cuerpos se convierten en potencial material manipulable por parte de quien domina la tecnología. El panoptismo aparece entonces como una segunda dimensión, que se contrapone a la tesis de la emancipación del pos-humano tecnológico.

La vigilancia pasa a ser un operador económico decisivo, en la medida en que es a la vez una pieza interna en el aparato de producción y un engranaje especificado del poder disciplinario (Foucault, 2002 [1975], 180)

Es la vigilancia como limitación del cuerpo (para obtener su control) y no como expansión de éste. La videocámara y el micrófono, que pueden significar la concreción de una Realidad Mixta liberadora, son en la actualidad fuertemente significantes de un poder oculto, observador, manipulador, que nos usa como masa útil para sus propios intereses. Son símbolos de una especialización contemporánea: la tecnología panóptica.

La mirada panóptica cuenta con numerosos aliados que garantizan su eficacia. Los ojos que vigilan se han multiplicado, para ello los medios de comunicación, las telecomunicaciones y la computación han contribuido a afirmar esa fuerza de homogeneización que envuelve a los individuos en las sociedades contemporáneas. (...) Las imágenes captadas por las cámaras de video y reproducidas en monitores han impuesto un cambio en la relación de los individuos con el mundo, pero al mismo tiempo han multiplicado la mirada. La mirada se vuelve múltiple, los mecanismos panópticos del poder se intensifican y extienden sus redes atravesando a los individuos siendo vulnerados en su intimidad (García, 2009).

En esta multiplicación de la mirada vigilante, pueden ser vigilados todos, incluso los que vigilan. La privación de lo humano se acrecenta, y un des-humano tecnológico, un cuerpo que se ve despojado de sus cualidades humanas debido a la presencia cada vez más permanente de mecanismos tecnológicos de control promovidos por un poder superior de características panópticas, toma el lugar de un cuerpo independiente y emancipado. Esta correspondencia dialéctica en el cuerpo tecnológico (pos-humano y

des-humano) devela un lugar de reflexión políticamente necesario, para la detección y superación de estos contrapuestos.

Desde una perspectiva, un mundo de cyborgs es la última imposición de un sistema de control en el planeta, la última de las abstracciones inherentes a un apocalipsis de Guerra de Galaxias emprendida en nombre de la defensa nacional, la apropiación final de los cuerpos de las mujeres en una masculinista orgia de guerra. Desde otra perspectiva, un mundo así podría tratar de realidades sociales y corporales vividas en las que la gente no tiene miedo de su parentesco con animales y máquinas ni de identidades permanentemente parciales ni de puntos de vista contradictorios. La lucha política consiste en ver desde las dos perspectivas a la vez, ya que cada una de ellas revela al mismo tiempo tanto las dominaciones como las posibilidades inimaginables desde otro lugar estratégico (Haraway, 1991, p.8: trad. Candela).

Es por estos motivos que se hace necesario un mayor conocimiento de este transformar dialéctico pos-humano/des-humano: el cuerpo en el centro de si mismo, consciente y crítico frente a las posibilidades proyectivas del si mismo, y atento a las nuevas formas de panoptismo que buscan controlarlo. Y sobre todo, partidario, responsable y solidario de su propio devenir (y de lo que de éste devenga).

Estas preocupaciones, que pueden leerse como confinadas a los límites de nuestra investigación, representan una preocupación ética y política fundamental en ésta. Pues al enfrentar el problema de la interacción creativa entre cuerpo y Computación Afectiva, surge el problema del control de éste en el particular terreno de los afectos. Debemos buscar un sistema, que permita, en su diálogo con la Computación Afectiva, una autoconciencia (a través de la enacción) que no someta al cuerpo a sendas emocionales prefijadas, sino a la emergencia emocional personal, libre y única.

2.4.- Computación Afectiva

Rosalind W. Picard define computación afectiva como aquella que se relaciona con, surge de, o influencia deliberadamente a las emociones. Implica dar a un computador la habilidad de reconocer y expresar emociones, desarrollar su destreza para responder inteligentemente a las emociones humanas, y los condiciona para regular y usar sus emociones (Picard, 2000).

Lo anterior involucra el desarrollo de una “inteligencia emocional” computacional, es decir, a la posesión por parte de una aplicación computacional de las capacidades de reconocer, expresar, regular y usar emociones, en si mismo y en otros.

Picard define claramente cadenas de criterios de reconocimiento y de expresión emotivos. Considerando los objetivos de esta investigación, la cadena de reconocimiento consideraría la **recepción** de señales provenientes, en nuestro caso, de la interfaz que capta los movimientos del cuerpo en escena. Luego sería necesaria la extracción y **clasificación** de las características de estas señales, la **predicción** de las emociones subyacentes a estas características, el conocimiento de los factores más importantes del individuo en la generación de estas emociones, es decir, la **personalización** del reconocimiento, y la **descripción** final de las emociones reconocidas. En cuanto a la expresión emotiva, puede ser interesante contemplar como un primer paso en la cadena de criterios la información proveniente del último paso de la cadena anterior (descripción de las emociones reconocidas). De ser así, un segundo paso en la cadena debería ser el de la **decisión** intencional o espontánea de una respuesta a esta emoción, decisión que debería porvenir del “sistema emocional” del computador. Un tercer paso contemplaría la **traducción** de esta respuesta emocional a una dimensión sonora. Y un último paso sería el que permitiera retroalimentar con esta respuesta sonora al emisor de la emoción inicial, en nuestro caso, el cuerpo en escena, considerando para esto un protocolo de conductas posibles:

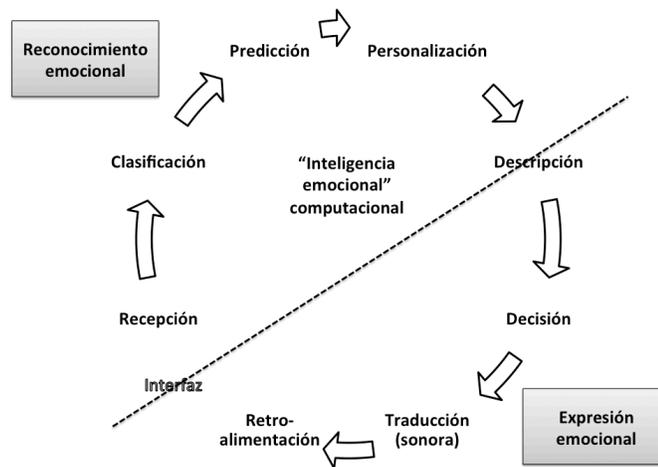


Figura 6 : Bucle de reconocimiento y expresión emotiva que describe un sistema computacional con inteligencia afectiva.

Cabe señalar que en este proceso de retroalimentación al cuerpo en escena, resulta de interés considerar los conceptos de Activación y Valencia ya mencionados . Así, gracias a la observación interfásica del cuerpo en escena, y particularmente de su proceder espacial, una aplicación de computación afectiva inteligente podrá reconocer detalladamente en este comportamiento su activación y su valencia, e interactuar con ella.

Tal como lo propone Rosalind Picard (Picard, 2000), los desafíos de la C.A. se dirigen hacia el desarrollo de las siguientes habilidades :

- Computadores que reconocen emociones
- Computadores que expresan emociones
- Computadores que “tienen” emociones

Explicaremos a continuación a que se refiere con estas tres categorías.

2.4.1.- Computadores que reconocen emociones.

Los computadores deberían tener la capacidad de inferir un estado emocional por medio de la observación de expresiones emocionales y a través del razonamiento sobre situaciones que generan emociones. Será necesario entonces contar con la capacidad de visión (para reconocer expresiones faciales, gestos, etc.) y de audición (para reconocer intensidades y entonaciones vocales, ritmos del habla, etc.). Al respecto, hay que considerar que el ser humano no es completamente exitoso en el reconocimiento de emociones, y que por lo tanto, sería razonable esperar que un sistema de C.A. tampoco lo sea. Si queremos imitar con un computador la habilidad de reconocer emociones, deberíamos llegar a ser capaces de reemplazar momentáneamente un computador por un ser humano; el computador, en este trueque, debería poder reconocer las mismas emociones que reconocería el humano. Pero ¿qué emociones reconocer? ¿las que se expresan públicamente (requeriría el aprendizaje de estándares sociales en la conducta emocional), o las que surgen en ambientes más íntimos (requeriría de un aprendizaje sintético)?

Ahora bien, en el campo emotivo, los computadores contarían con una ventaja importante por sobre los seres humanos: los computadores pueden superar con creces los órganos sensoriales humanos, a través de una gran variedad de interfaces de discreciones variables. Pueden además percibir estados emocionales que no tienen un nombre específico, por tratarse de patrones psicológicos personales.

Para un sistema de C.A, Picard propone los siguientes criterios de reconocimiento emotivo:

- Entrada: Recepción de señales, dependiendo del tipo de interfaz: voz, gestos faciales, gestos de manos, postura, modo de caminar, respiración, respuesta electrodérmica, temperatura, ritmo cardíaco, presión sanguínea, etc.

- Reconocimiento de patrones: Extracción y tipificación de las características de estas señales (ej.: reconocer una sonrisa de un gesto de enojo)
- Razonamiento: Predicción de las emociones subyacentes, basada en el conocimiento de cómo las emociones son generadas y expresadas. Se consideran acá contexto, preferencias personales, reglas de visualización sociales, etc.
- Aprendizaje: Conocimiento de los componentes más importantes en el individuo en la generación de emociones.
- Sesgo: Influencias del estado emocional del computador en el reconocimiento de emociones ambiguas. Al respecto del estado emocional del computador, podemos considerar circunstancias como la cantidad de RAM disponible, posibles virus o troyanos subyacentes, etc.
- Salida: El computador nombra o describe las expresiones reconocidas, y las emociones que probablemente estén presentes en esas expresiones.

2.4.2.- Computadores que expresan emociones.

Picard cuenta la anécdota de que en un test se comparó ante una audiencia un actor diciendo un conjunto de frases en diversos estados emocionales, y luego un computador haciendo lo mismo. En el test el computador tuvo 70% de éxito en la expresión emocional. El actor un 50%. Esto demostraría que los computadores pueden inducir emociones en el ser humano, e influir en su humor, incluso de mejor modo que otro ser humano. Para que esto pueda ocurrir de buena manera, Picard propone los siguientes criterios de expresión emotiva :

- Entrada: Recepción por parte de un computador, de la información emocional proveniente de una persona, de una máquina, o de un auto-generador de mecanismos emocionales.
- Caminos intencionales y espontáneos: Decisión que toma el computador, ya sea de manera deliberada o proveniente de un sistema emocional que automáticamente

(espontáneamente) incide en las salidas del sistema.

- Retroalimentación: Influencia eventual en el estado emocional del usuario, a través de la retroalimentación de su propia expresión emocional.
- Exclusión por sesgo: Inhibición de algunos estados emocionales, por la preeminencia de uno en particular (por ejemplo, un estado emocional alegre puede inhibir expresiones de tristeza o miedo).
- Reglas de comportamiento social: Decisión, de acuerdo a un marco regulatorio social, de como, cuando y donde se expresan las emociones.
- Salida: El computador puede expresar emociones mediante información visual y/o auditiva (voz sintetizada, música, imágenes, etc.)

2.4.3.- Computadores que “tienen” emociones.

Este puede ser el tema más profundo y a la vez más controvertible en C.A.. El aceptar que los computadores posean emociones sin duda tiene consecuencias éticas y políticas de complejo cauce. Sin querer abundar en las polémicas que el tema puede engendrar, Picard propone cinco componentes que hablarían de un sistema que tendría emociones, presentando también un set de preguntas posibles que permitirían evaluar la existencia y comportamiento de estos componentes.

Componente 1: Presencia de emociones emergentes y de una conducta emocional, en el entendido que las primeras surgen en el contexto de la segunda.

Un buen ejemplo de la presencia de este componente se da en los vehículos de Braitenberg. Estos vehículos están equipados con un sensor conectado a un efector, de modo que una señal percibida produce inmediatamente un movimiento de sus ruedas. Estos sensores y efectores pueden conectarse de varias formas para lograr diversos comportamientos. Un ejemplo de estas conductas sucede cuando el sensor permite reconocer a otro vehículo Braitenberg, para luego dirigirse a éste y chocarlo. Incluso

podría programarse para que, en caso de que no encuentre a su par en su campo de visión, empiece a modificar éste hasta encontrarlo, para cumplir su objetivo final de enfilar contra él y colisionar. Concluyendo, podría describirse esta conducta emocional como “agresiva”, y la emoción emergente como "violencia".

Otro buen ejemplo es el Fungus Eater, un robot diseñado por Masanao Toda, que tiene como meta primaria la recolección de uranio, metal que alimenta la energía interna del robot. En contextos carentes de uranio, el robot detecta la urgencia de metal, y se focaliza en esta misión primaria, inhibiendo otras acciones. La emoción emergente acá podría ser comparada al “miedo”, y la conducta emocional como “inseguridad”.

Componente 2: Presencia de emociones primarias rápidas, comparables a las del sistema límbico en el ser humano.

Un ejemplo de esta emoción primaria es el miedo que podría emerger en un sistema de detección de peligro, que inhibiría otras acciones en función de alejarse del riesgo. Estos componentes actúan como un reconocimiento grueso de patrones, que actúa rápido, y no siempre actúa correctamente, tal y como funciona el sistema límbico (rápido y sucio). Un segundo reconocimiento de patrones haría una evaluación más lenta (análoga a la evaluación cortical en el ser humano).

Componente 3: Presencia de emociones generadas cognitivamente, es decir, aquellas que se generan de manera lenta y como consecuencia de pensamientos deliberados, similares a las que ocurren corticalmente en el ser humano. Serían las emociones secundarias, pues surgirían como consecuencia de una primera reacción a nivel límbico. Así, un computador podría deducir que una secuencia de eventos causa una emoción específica. El mismo razonamiento, aplicado a eventos personales, puede causar una emoción específica en si mismo.

Componente 4: Presencia de una experiencia emocional propia, que permita tener conciencia de su estado emocional (por ej., a través de sensores), tener conciencia de las consecuencias psicológicas de ese estado, y aplicar sentimientos subjetivos que discriminen (“me gusta o no”, es “bueno” o “malo”, etc.).

Es importante en este punto tener en cuenta que no está nada claro como se constituye la experiencia emocional en el ser humano, por lo que se trata de un terreno de mucha especulación.

Componente 5: Presencia de interacciones cuerpo-mente. En el ser humano, la emoción influye en la percepción y en la cognición, y por lo tanto en la inteligencia, en la toma de decisiones y en la interacción con el mundo. Lo que se piensa, se come, se medica, las posturas corporales, y un largo etc., influyen en las emociones, y estas, por ej., en la memoria.

2.4.4.- Modelados teóricos y aplicados.

Sin duda que la cooperación transdisciplinar (psicología y ciencias computacionales) resulta fundamental para la exploración seria de este tema. Sin embargo, sólo en los últimos años esta colaboración ha sido posible, rindiendo así algunos frutos. Considerando todo lo planteado hasta el momento, el equipo transdisciplinar conformado por Reisenzein y otros (2013), en su publicación “Computational Modeling of Emotion” plantean abordar el tema considerando los conceptos de modelado computacional teórico y aplicado :

Los objetivos del modelado computacional de la emoción se corresponden en gran medida a los objetivos generales de la IA, cuando éstas se limitan al dominio de las emociones: Para lograr una mejor comprensión teórica de las emociones en agentes naturales (específicamente humanos) y artificiales mediante la creación de modelos computacionales de éstos; y para enriquecer

la arquitectura de agentes artificiales con mecanismos de emoción similares a los de los seres humanos, y por lo tanto con la capacidad de "tener" emociones. Los proyectos de modelado computacional emocional que persiguen la primera meta, se pueden llamar "teóricos" y los que buscan alcanzar la segunda meta, se pueden llamar "aplicados". Los psicólogos suelen estar más interesados en los proyectos teóricos, y los científicos informáticos, en el modelado computacional emocional aplicado. Sin embargo, algunos investigadores de ambas disciplinas persiguen ambos objetivos. (...). La estrecha relación entre el modelado computacional emocional teórico y aplicado es una de las razones por la cual los últimos años se ha producido un aumento de la cooperación entre la psicología y ciencias de la computación en la investigación sobre las emociones (Reisenzein y otros, 2013).

2.4.5.- Computadores con Mente y Cuerpo.

Una pregunta que puede ser evidente en los seres humanos, parecería ser más compleja de responder en el caso de los computadores: ¿Los computadores tienen que tener cuerpos para tener emociones? La primera tentación es responder de manera positiva, igualando cuerpo con hardware, y software con mente. Sin embargo, esta analogía puede ser rápidamente superada gracias a los adelantos tecnológicos. De este modo, resultaría más importante la diferencia entre una respuesta emocional "rápida pero rígida" (similar a una respuesta límbico) y una "lenta pero flexible" (cortical) .

Un ejemplo conocido de computador con cuerpo es el robot. Si queremos que tenga sensaciones físicas que incidan en su estado emocional (y por ende sus procesos cognitivo y su posterior conducta), el robot debería entonces estar equipado con piel con sensores de dolor, algoritmos de aprendizaje, y mecanismos de evaluación de sensores.

Además, la inteligencia emocional puede traer balance a las habilidades emocionales de un sistema, haciendo la diferencia entre un computador que puede expresar y “tener” emociones, y un computador que sabe como manejar su expresión, y como usar su emoción para generar pensamiento creativo y motivaciones (Picard, 2000, p.76).

Extendiendo el concepto original de Salovey & Mayer, un computador con inteligencia emocional debería ser experto en entender y expresar sus propias emociones, reconocer emociones en otros, regular sus afectos, y usar el humor y las emociones para motivar conductas adaptativas.

2.4.6.- Posibles Aplicaciones de la Computación Afectiva.

A continuación, describiremos sucintamente algunos ejemplos de posibles aplicaciones de Computación Afectiva:

- **Expansión del rango afectivo del e-mail:** Más allá de los emoticons que eventualmente son usados para expresar emociones en un e-mail o en un chat, se podrían incluir elementos como una voz con inflexión que lea los e-mails, la transmisión de las expresiones faciales del remitente, o incluso la transmisión del ritmo e intensidad del tipeo.

- **Ayuda expresiva a personas sin voz:** Se trataría del uso de un traductor texto-habla, pero sin que cada palabra tenga siempre la misma entonación, por lo tanto, que sea capaz de traducir emocionalmente, de acuerdo al contexto, cada palabra escrita.

- **Ayuda a personas con autismo a desarrollar competencias emocionales:** Las personas con autismo normalmente tienen grandes condiciones de memoria, pero a la vez un menoscabo de su inteligencia emocional. Una aplicación especialmente diseñada

y personalizada, podría dar muy buena asistencia emocional en estos casos.

- **Feedback de usuario** : Observando las reacciones emocionales (frustración, stress) de un usuario de una aplicación computacional, ésta aplicación podría ofrecer una ayuda que calce con las necesidades del usuario.

- **Juegos, tensión y relajó**: Midiendo la modulación séntica de un usuario, se podría dar buena asistencia en el uso de aplicaciones de juegos electrónicos, o de aprendizaje.

- **Emociones en el aprendizaje** : Todos los sistemas de aprendizaje tienen estados emocionales (cada aprendizaje provoca una respuesta emocional). Puede ser útil para el buen desarrollo de éste, detectar y fomentar o reducir emociones como la curiosidad, la fascinación, la frustración, la confusión, la satisfacción, la confianza, la perspicacia, etc.

- **Barómetro de sala de clases** : Una aplicación potencialmente útil para la enseñanza podría ser aquella que lograra analizar las emociones que se provocan entre un profesor y los alumnos, lo que ayudaría a reforzar las emociones útiles y eliminar las inútiles para el proceso de aprendizaje.

- **Emociones en un escenario virtual**: Para actores, bailarines, y músicos, podría ser muy útil ensayar frente a un escenario virtual, que responda emocionalmente a su performance. Una aplicación emocionalmente inteligente podría lograr dar este servicio.

- **Escucha musical**: Se podría realizar mapeos entre una música determinada y las reacciones emocionales de los usuarios. Esto permitiría entender de mejor modo como escuchamos música.

- **Aprender cuando interrumpir**: Dos de los grandes problemas de los computadores son su carencia de sentido común, y sus dificultades en el aprendizaje. Puede ser muy útil entonces que un sistema sea capaz de interrumpir en el momento adecuado para

clarificar, o para alertar sobre algo que puede ser de interés. Así también, puede evitar molestar con emails, teléfono, u otras interrupciones, en momentos de trabajo inspirado. Todo esto implica una personalización del sistema a las características afectivas del usuario.

- **Respuesta de la audiencia:** Se puede retroalimentar una performance (concierto, puesta en escena, etc.,) con información afectiva de la audiencia de manera que la segunda pueda incidir en la primera. Esto se podría lograr mediante cámaras que capten en el público sus gestos faciales o sus cambios electrodérmicos en la piel, o con sensores de movimiento colocados en las sillas y en el piso que capten sus patrones de actividad.

2.5.- La Eukinética de Laban y su medición computacional afectiva

Resulta muy interesante observar como en el último tiempo diversos estudios que se relacionan con Computación Afectiva hacen referencia directa a Rudolf Laban, y más concretamente, al Laban Mouvement Analysis (LMA), como una herramienta de reconocimiento afectivo corporal (Naveda & Santana, 2014; Kim, Park, Lee, W. H., Lee, H. S., & Chung, 2013; Samadani, Burton, Gorbet, & Kulic, 2013; Masuda, Kato, & Itoh, 2010; Camurri, Mazzarino, Ricchetti, Timmers, & Volpe, 2004; Fagerberg, Ståhl, & Höök, 2003; Zhao, 2001; Chi, Costa, Zhao, & Badler, 2000). A continuación describiremos brevemente este marco teórico, para posteriormente proponer una discusión en torno a su consideración como instrumento de exploración de las manifestaciones afectivas del cuerpo en movimiento.

2.5.1 Teoría Laban, las cualidades del movimiento como expresión afectiva.

El aporte de Rudolf Laban (1879-1958) como teórico de la danza significó un cambio fundamental en la concepción del cuerpo como lugar expresivo. Su teoría del Esfuerzo, que condiciona sus conceptos de Eukinética (cualidad del movimiento) y Coréutica (características espaciales del movimiento), resultan sustanciales para el análisis del cuerpo en acción.

La idea básica en el aprendizaje de la nueva danza es que las acciones, en todo tipo de actividad humana, y por consiguiente también en la danza, consisten en sucesiones de movimientos en las que un esfuerzo definido del sujeto acentúa cada uno de ellos. La diferenciación de un esfuerzo específico se hace posible porque cada acción consiste en una combinación de elementos de esfuerzo, que provienen de las actitudes de la persona que se mueve hacia los factores de movimiento Peso, Espacio, Tiempo y Flujo. (Laban,1993 [1948], p.19).

Específicamente es mediante la Eukinética que se aborda el análisis descriptivo de estos factores de movimiento, que según Laban pueden ser distinguidos claramente en un movimiento corporal, teniendo cada uno dos valores o elementos polares. Así, el Peso se puede distinguir como liviano o firme, el Espacio como directo o indirecto (flexible), el Tiempo como sostenido (lento) o súbito (rápido), y el Flujo como libre o conducido.

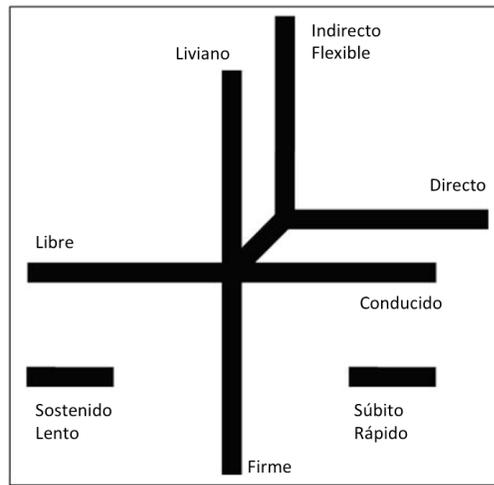


Figura 7: Modelo del gráfico utilizado comúnmente para realizar los análisis de los valores polares de los Factores Laban de Movimiento.

Finalmente, la Eukinéctica contempla la combinación de estos factores, que generan a su vez las ocho Acciones Básicas del Esfuerzo (Laban, 1987 [1950]):

- Retorcerse: sostenido – firme – indirecto – generalmente conducido
- Dar toques ligeros: súbito – liviano – directo – generalmente libre
- Hendir el aire: súbito – firme – indirecto – generalmente libre
- Deslizarse: sostenido – liviano – directo – generalmente conducido
- Presionar: sostenido – firme – directo – evidentemente conducido
- Dar latigazos leves: súbito – liviano – indirecto – evidentemente libre
- Dar puñetazos o arremeter: súbito – firme – directo – libre o conducido
- Flotar o volar: sostenido – liviano – indirecto – libre o conducido

La Eukinéctica arriba descrita, permitiría la emergencia en el cuerpo en movimiento de una conciencia en movimiento, que intensificaría su expresividad y le daría incluso a su desempeño un carácter de rito :

El hombre expresa en el escenario su actitud interna de intención por medio de configuraciones de esfuerzo cuidadosamente elegidas, y así representa una especie de ritual corporal en la presentación de conflictos que se originan a partir de las diferencias de esas actitudes internas (Laban, 1987 [1950], p.31).

Las Acciones Básicas del Esfuerzo generarían todas las posibilidades de movimiento del cuerpo, y por cierto, contendrían sus capacidades de expresión afectiva, a través de un dispositivo tecnológico que comprendería una expresión sistemática de las características expresivas de la danza (Naveda & Santana, 2014, p. 471). Cabe señalar en este punto que Masuda, Kato & Itoh (2010) hacen referencia a relaciones directas entre emocionalidad y los factores Laban de movimiento. Por ejemplo, relacionan el placer y la ira con el Tiempo Súbito y el Peso Fuerte, y la tristeza y la relajación con el Tiempo Sostenido y el Peso Liviano, encontrando aspectos de discriminación entre los pares de manifestaciones emocionales a través de la postura e inclinación del cuerpo.

Ahora bien, muchos autores (incluyendo el propio Laban) coinciden en que, si bien las Acciones Básicas del Esfuerzo contendrían esta dimensión emocional, está no sería evidente, pues habrían elementos contextuales que mantendrían esta correspondencia, aunque existente, en un plano variable. Dicho de otro modo, “sus teorías de movimiento pueden ser utilizadas para comprender las dimensiones subyacentes de conductas corporales afectivas” (Fagerberg, Ståhl, & Höök, 2003, p.59). En particular, esto sería una característica indiscutible del cuerpo en movimiento, que determinaría la emergencia de sus posibles significados :

Laban pudo, en un primer periodo, separar los cuatro factores constitutivos del movimiento. El cuerpo como “geografía de relaciones” se elabora para los labanianos a partir de la urgencia interior (*inner impulse*, impulso interior) con el objeto de exteriorizar, y más aún, de simbolizar una relación. No es necesario ver en ello la primacía de una relación dentro-fuera que se resumiría en un proceso de exteriorización del “yo” como valor contenido y cerrado. El “yo” en la danza circula. Es justamente, a la vez, el objeto y el

actor de esta circulación relacional. Los cuatro factores, enunciados por Laban, son en cierto modo las “claves” en el sentido musical de esta circulación (Louppe, 2011, p.91)

En efecto, si bien las Acciones Básicas del Esfuerzo se pueden considerar cultural o personalmente significativos en su dimensión emocional, un mismo movimiento no significaría siempre lo mismo, pues habrían aspectos personales, contextuales y culturales que influirían en la interpretación del gesto (Bradley, 2008, p. 65). Esta característica resulta esencial, pues garantiza la no intervención (panóptica) en el diálogo interfásico de estándares emocionales que impidan el libre y personal flujo de la enacción del cuerpo en escena.

Por todo lo anterior, resulta fundamental, en el diálogo interfásico con el cuerpo en escena, el poder medir los factores de movimiento, de manera de poder reconocerlos y generar así un diálogo expresivo de su dimensión afectiva.

2.5.2 La medición computacional de los factores de movimiento Laban.

Para la medición de los factores de movimiento que construyen las Acciones Básicas del Esfuerzo en la teoría Laban, se consideraron dos estudios. Uno realizado por Kim, W. H., Park, J. W., Lee, W. H., Lee, H. S., & Chung, M. J en el año 2013 y otro realizado también el 2013 por Samadani, A. A., Burton, S., Gorbet, R., & Kulic, D..

En el documento de Kim y otros (2013), la cámara RGB-D que menciona el título es precisamente la Kinect de Microsoft. En este se propone una representación de lo que ellos denominan movimiento emocional, basado en LMA. Argumentan su decisión en el hecho de que la Teoría del Esfuerzo resulta especialmente útil para la comprensión de las características más sutiles de la correspondencia entre movimiento e intención interior. Además, coinciden en que el flujo, al aparecer en el momento de enlace entre

factores de movimiento, no incide en la representación del movimiento emocional de la manera que los otros factores (Peso, Tiempo, Espacio) lo hacen.

Así, relacionan matemáticamente la dirección de la velocidad (v_t) con el factor Espacio, la aceleración (a) con el factor Peso, y la dirección de la aceleración con el factor Tiempo. Las ecuaciones propuestas con las siguientes :

$$\begin{aligned} \text{Espacio} &\propto \frac{1}{w} \sum_{t=1}^w (v_t^T v_{t-1}) / (|v_t| |v_{t-1}|) \\ \text{Peso} &\propto \frac{1}{w} \sum_{t=1}^w |a_t| \\ \text{Tiempo} &\propto \frac{1}{w} \sum_{t=1}^w (a_t^T v_t) / (|a_t| |v_t|) \end{aligned}$$

Resulta interesante observar que las tres ecuaciones consideran la elaboración de promedios de los valores en una ventana de tiempo de tamaño fijo w , lo que permite dar estabilidad a los resultados obtenidos.

Por otro lado, Samadani y otros (2013) realizan un aproximación a la cuantificación de los factores del movimiento sobre la base de sus características medibles: la posición, la velocidad, la aceleración y el arranque, adaptados para los movimientos de manos y brazos. Cabe señalar acá que el documento menciona que los resultados muestran una alta correlación entre las anotaciones Laban proporcionados por un analista certificado en LMA, y el Peso y Tiempo cuantificados (81% de éxito en el caso del Peso, y 77% de éxito en el caso del Tiempo). Las ecuaciones planteadas son las a continuación descritas:

- Peso : Se considera para estimar el Peso el máximo de la suma de la energía kinética (E) de las partes del cuerpo en movimiento. En un tiempo dado t_i , y considerando un brazo solamente, el cálculo de la energía kinética se haría del siguiente modo:

$$E(t_i) = E^{mano}(t_i) + E^{codo}(t_i) + E^{hombro}(t_i)$$

Finalmente, y considerando como T la duración del movimiento, el cálculo del peso sería el siguiente:

$$Peso = \max E(t_i) \quad \forall i \in [0, T]$$

El cálculo de la energía kinética se haría sumando el cuadrado de las velocidades cartesianas.

- Tiempo : Acá se utiliza la suma ponderada de las aceleraciones de las partes del cuerpo en movimiento para estimar el factor Tiempo. Así, considerando los vectores aceleración de una parte del cuerpo (k), el cálculo sería el siguiente:

$$Tiempo^k = \sum_{i=2}^T \frac{|\mathbf{v}^k(t_i) - \mathbf{v}^k(t_{i-1})|}{t_i - t_{i-1}}$$

- Espacio : Finalmente, considerando \mathbf{P} como la localización cartesiana de la parte k del cuerpo en un tiempo t_i determinado, el cálculo del factor espacio de haría del siguiente modo:

$$Espacio^k = \frac{\sum_{i=2}^T |\mathbf{P}^k(t_i) - \mathbf{P}^k(t_{i-1})|}{|\mathbf{P}^k(T) - \mathbf{P}^k(t_1)|}$$

2.6.- Emocionalidad en música y su expresión computacional afectiva.

Para efectos de esta investigación, resulta necesario detenerse finalmente en el tema de la relación entre las dimensiones emocional y musical, especialmente, en las consecuencias afectivas del discurso musical que es expresado desde una computadora (en el caso de nuestra investigación, de música electroacústica). Para poder trabajar en este sentido, el estado ideal de investigación debiese contar con la última teoría correcta y consensuada de la emoción (particularmente, de la emoción musical), e idealmente su formulación como un modelo computacional. El escenario real lamentablemente es menos auspicioso:

Por desgracia, la psicología aún no ha llegado a esta etapa. En primer lugar, no hay una sola teoría de la emoción; hay muchas teorías: Strongman recuenta no menos de 150 teorías de la emoción desde los puntos de vista de la psicología y de la filosofía que se han propuesto durante la historia. (...) En segundo lugar, las teorías psicológicas emocionales existentes no están formuladas como modelos computacionales y la mayoría no se describen de manera suficientemente precisa y completa como para ser implementadas directamente en programas computacionales (Reisenzein, 2013).

Será indispensable entonces revisar, aunque sea de manera somera, el estado de conocimiento al respecto, con miras a la toma informada de decisiones.

El neurocientífico mexicano José Luis Díaz define “música” del siguiente modo :

La música es una construcción humana de sonidos encauzados la cual, mediante instrumentos finamente ajustados y una expresión motora optimizada, se constituye en un estímulo sonoro espaciotemporalmente organizado que resulta en una percepción auditiva compleja al estar dotada de estados emocionales y figurativos conscientes estéticamente significativos y culturalmente valorados (Díaz, 2010).

Cabe señalar acá que, si bien resulta altamente discutible el medio descrito (“instrumentos finamente ajustados”), debido a que existen tipos de música como la electroacústica – acusmática que puede carecer totalmente de este medio para su expresión (a no ser que se entienda “instrumento” en forma más genérica, con lo que el computador/software/dispositivo eléctrico sería un buen ejemplo de “instrumento finamente ajustado”), la definición resulta interesante y útil para esta expedición. Llama la atención el concepto de “percepción auditiva compleja”. Acá Díaz se refiere a que se trataría de una percepción que llegaría a la corteza cerebral primaria, desde donde se bifurcaría hacia dos lugares neuronales distintos: uno que reconocería lo que suena, y otro que daría información espacial, es decir, donde suena. Hay que señalar acá que desconocemos como se forma el precepto musical que emerge de todo esto, es decir, ese mecanismo de enlace que tiene que ver con la consciencia. Finalmente, que la definición hable de “estados emocionales y figurativos conscientes” tiene interesantes consecuencias psicológicas y fenomenológicas.

Volviendo a nuestra pregunta inicial, si bien trae por consecuencia la consideración de una dimensión emocional enmarcada en la música electroacústica, no podemos desconocer el hecho de que la cultura musical occidental ha recorrido más de cinco siglos de historia de música tonal instrumental y vocal. Así mismo, el lenguaje musical proveniente de los medios de comunicación (radios, televisión, etc.) es también mayoritariamente tonal. Por ende, aunque hablemos de música electroacústica, no podemos olvidar que ésta será escuchada por oídos formados en una tradición tonal, y por

lo mismo con expectativas tonales. Esto pues las expectativas surgirán en base a una lógica fundamentada en el acervo musical acumulado desde las primeras audiciones en el útero materno, las que serán, para la realidad de occidente, mayoritariamente tonales.

En efecto, la formación de nuestro sistema auditivo sucede alrededor de la semana 27 de gestación (Gerber, 2007). Desde ese momento entramos en contacto con el fenómeno musical, registrando todo lo que escuchamos. Este registro, que se extiende durante toda nuestra vida, va formando nuestro acervo sonoro, un inmenso archivo que servirá de referencia para, comparativamente, decidir si lo que escuchamos es atractivo o no (en la medida en que se parezca mucho o poco a lo que hemos escuchado antes). Surgen así expectativas sobre el devenir de lo que escuchamos. Si estas expectativas son totalmente saciadas, la audición puede implicar un estado de aburrimiento o de desvío de la atención por parte del auditor. Si estas expectativas son totalmente frustradas, puede implicar un estado de rechazo, y el auditor puede sentir que “no entiende” lo que escucha, necesidad de entendimiento que, paradójicamente, no surge en la audición de lo que es considerado por él como “bello”. Cabe agregar acá que de éste acervo brota también el paradigma personal de belleza (Becerra-Schmidt, 1986).

Surge acá el problema de la universalidad del lenguaje musical, y particularmente, de la universalidad de su dimensión afectiva. Este tema, que ha sido soporte de incontables discusiones, pareciera en líneas generales no sostenerse en otra dimensión que la contextual. Dicho de otro modo, es la creciente preeminencia y permanencia mundial de normas musicales provenientes de una cultura dominante de origen eurocéntrico, la que permiten la existencia de la tonalidad como un lenguaje de dimensión afectiva, y no sus supuestas características emocionales inmanentes. Sin embargo, esta preeminencia de la tonalidad lleva al acto de percepción creencias definidas del poder afectivo de la música propias de su dimensión cultural, que activan un tipo de percepción (más complejamente, una enacción) que dispondrá y dará luz a la emergencia afectiva.

Ahora bien, si nuestro problema es la consideración de la dimensión afectiva en la música electroacústica, es decir, música mayoritariamente no tonal, resulta sensato buscar elementos afectivos pre-musicales o pre-culturales, es decir, aquellos elementos dotados de emocionalidad y que son subyacentes a todas las músicas. Por consecuencia, estos elementos existirían tanto en la música tonal como en la música electroacústica, y darían fundamento a la expedición afectiva que sugiere nuestra pregunta inicial.

La música no es un lenguaje universal. Las lenguas y dialectos de la música son muchos. (...) Sin embargo, a la vez que reconocemos la diversidad de los lenguajes musicales, también debemos admitir que estas lenguas tienen características importantes en común. (...) Ciertas relaciones musicales parecen ser casi universales (Meyer, 1956, pp. 62-63; trad. Candela).

Una tesis central en la teoría psicológica de las emociones, señalada por Meyer (1956), es que una emoción se despierta cuando una tendencia a responder es detenida o inhibida. En este sentido, el lugar de la expectativa es fundamental en la respuesta emocional. Todo parece indicar que cuanto mejor sea la organización psicológica de la continuidad propuesta, menos probable es que la expectativa se despierte, y por ende la emoción emergente tendría una activación baja, independiente de su valencia. En casos parcialmente contrarios, dicho de otro modo, al no ser totalmente organizada la continuidad propuesta, el suspenso se instala, y la activación emocional crece. El caso estrictamente contrario, es decir, el de la total desorganización de la continuidad propuesta, nos remite nuevamente a una activación baja.

El suspenso es esencialmente un producto de la ignorancia en cuanto al curso futuro de los acontecimientos. Esta ignorancia puede surgir ya sea porque el actual curso de los acontecimientos, aunque en un sentido comprensible en sí mismo, presente varias alternativas y consecuentes igualmente probables o porque el actual curso de los acontecimientos es en sí mismo tan inusual e inquietante que, ya que no se puede entender, no hay predicciones en cuanto al futuro que se puedan hacer (Meyer, 1956, pp.27-28; trad. Candela).

Estas expectativas surgen gracias a un sistema de creencias sobre la obra, que se instala fundamentado en contexto cultural que ya hemos descrito, pero que va respondiendo también a las creencias que se van instalando conforme la continuidad va ocurriendo. Dicho de otro modo, las creencias sobre la obra pueden provenir también de la organización psicológica propia y única de la continuidad propuesta.

Tan pronto como lo inesperado o la sorpresa se experimenta, el oyente lo/la intenta encajar en el sistema general de creencias relacionadas con el estilo de la obra. (...) Si esta síntesis mental no tiene lugar inmediatamente, tres cosas pueden suceder: 1) La mente puede suspender el juicio, por decirlo así, confiando en que lo que sigue va a aclarar el significado del consecuente inesperado. 2) Si no se lleva a cabo la clarificación, la mente puede rechazar todo el estímulo y la irritación se establecerá. 3) El consecuente inesperado puede ser visto como un error intencionado (Meyer, 1956, p. 29; trad. Candela).

En esta organización y generación de expectativas, la memoria juega un papel relevante. Ya lo decíamos citando a Becerra cuando reflexiona sobre cómo las sensaciones que provocan un estímulo cualquiera (particularmente uno musical) oscilan a través del tiempo entre extremos positivos y negativos, y sobre como esta oscilación disminuye conforme se prolonga en el tiempo, tendiendo a la indiferencia (Becerra-Schmidt, 1986). Es decir, y tal como indica Meyer, “a medida que nos acostumbramos a un estímulo determinado, incluso uno desagradable, su eficacia tiende a disminuir” (Meyer, 1956, p. 28; trad. Candela).

También Kendall (2014) se refiere al tema de la expectativa, proponiendo una relación entre Activación, Valencia y expectativa musical:

La manipulación de la expectativa en música es fundamental para su experiencia como arte temporal. La anticipación musical parece evocar una respuesta emocional que es similar a la anticipación en la vida cotidiana. La anticipación durante el flujo de escucha despierta los sentimientos bipolares

de certeza e incertidumbre, tan fundamentales para la experiencia humana como las emociones básicas y tan fácilmente caracterizables en términos de excitación y valencia (Kendall, 2014, p. 194; trad. Candela).

Por otro lado, cabe considerar el planteamiento de Becerra (1958, 1958) respecto a los fundamentos pre-culturales de un análisis psicológico de un aspecto musical cualquiera. Dado que nuestro planeta posee una aceleración de gravedad, por consecuencia existe un esfuerzo, una tensión muscular, en cualquier movimiento ascendente, es decir, cualquier movimiento que contradiga la dirección descendente de la aceleración de gravedad. Sucede lo mismo en la situación inversa: existe una distensión muscular en cualquier movimiento descendente que vaya en dirección de la aceleración de gravedad. Este escenario se ve reforzado por la naturaleza de nuestro sistema fónico. Este se tensiona muscularmente para lograr sonidos agudos, y se relaja para lograr sonidos graves. Por todo lo anterior, podemos concluir que las tensiones se relacionan psicológicamente (de manera inconsciente) con movimientos ascendentes, y las distensiones con movimientos descendentes.

Finalmente, Kendall (2014), en su búsqueda de elementos útiles para el estudio de la dimensión afectiva en la música electroacústica, propone que existe en la actividad mental del oyente una convergencia simultánea de numerosas capas, y que los sentimientos emergentes en la audición provendrían de la mezcla de lo que sucede en estas capas. En base a esto, Kendall propone un modelo de cinco capas como marco abarcable de estudio de esta dimensión afectivo-musical :

- i. Capa de Sensaciones: Organización perceptiva y constancia de la sensación inmediata que emerge en la audición. Se incluyen acá los numerosos procesos de unión y agrupación involuntarios presentes en la percepción.

- ii. Capa de Síntesis: Marco de situaciones sonoras (objetos sonoros, intensidades, relaciones entre planos – primer plano v/s fondo –, etc.) que se extiende por un breve espacio de tiempo, permitiendo una organización mental en el corto plazo.
- iii. Capa de Locus: Acciones autónomas en respuesta a situaciones en el presente perceptual, que puede ir de 2 a 8 segundos. En esta capa reaccionamos a situaciones inmediatas y ejecutamos estrategias de respuesta (por ejemplo, a través de gestos físicos). También es el nivel en el que anticipamos patrones dentro de la escala de tiempo del gesto.
- iv. Capa de Contextos: Marco para inscribir y evaluar a mediano y largo plazo, esquemas y expectativas de eventos orientados a lo largo de un período de tiempo prolongado. Provee una continuidad de la experiencia auditiva más allá del presente perceptual. En esta capa predecimos y anticipamos lo que va a suceder sonoramente mientras escuchamos música, es decir, es el lugar de la expectativa.
- v. Capa de Dominios: Marco de conocimientos base que proporcionan una constancia a largo plazo. Esta es la capa que proporciona el sistema general de creencias relacionadas con el estilo de la obra que mencionábamos citando a Meyer (1956).

Con todos estos argumentos que se exponen, podemos extraer herramientas de medición y construcción para intentar una explicación de la dimensión afectiva de la música, para todo tipo de música, particularmente, para la música electroacústica y/o música generada por una computadora. En nuestro caso, en respuesta (afectiva) a la medición de las cualidades del movimiento (eukinética) del cuerpo en escena.

3.- Ciclo Investigación – Acción

3.1. Perspectiva Metodológica

La pregunta inicial de esta investigación (¿Qué posibles consecuencias perceptuales en el cuerpo en escena emergen gracias al uso de computación afectiva aplicada a la creación instantánea e interactiva de música en situaciones escénico-corporales?) plantea el desafío de coordinar dos miradas metodológicas, debido a los diversos campos que convoca: una metodología para la creación de un sistema de C.A. coherente, y una metodología para la creación y el análisis de situaciones escénico-corporales, concretamente en lo referido a la trilogía percepción-atención-acción.

Para una buena coordinación de lo anterior, se aplicaron prácticas propias de la investigación performativa o “practice-led research” (Haseman, 2010). Específicamente, e inspirados en la Tesis de Doctorado de David Fenton (Fenton, 2007), fueron empleados los siguientes recursos metodológicos:

- Ciclo Investigación-Acción. Se trabajó en un ciclo de cuatro etapas:
 - Paso 1: planificación de la acción (problemas, interrogantes, dificultades),
 - Paso 2: puesta en práctica de la situación de estudio escénico-corporal,
 - Paso 3: observación (recolección, innovación “en terreno”), y
 - Paso 4: reflexión (evaluación, comprensión, cambios y toma de decisiones para iniciar nueva planificación y nuevo ciclo).

- Práctica reflexiva: En la búsqueda de modelos de C.A. que entregaran una metodología composicional que respondiera al diagnóstico de la investigación, se consideraron los modelos de bucles dobles, es decir, una cadena de eventos que considera una segunda cadena de variables que influyen directamente el comportamiento inicial :

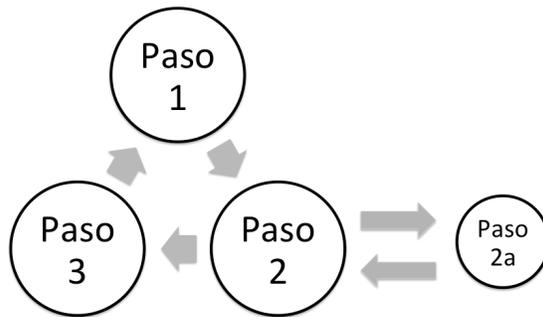


Figura 8 : Modelo de bucle doble considerado en una Práctica Reflexiva. El paso 2a incide y modifica el paso 2 y por ende todo el bucle de 3 pasos.

Este método de bucle doble, llevado al tema de la presente investigación, puede ser entendido del siguiente modo:

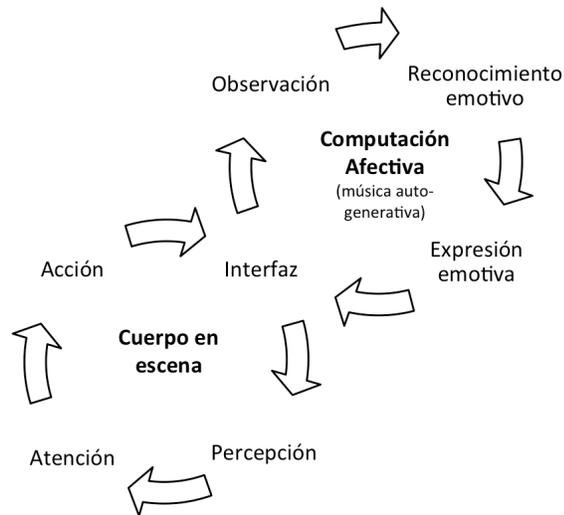


Figura 9 : Modelo Reflexivo aplicado a la presente investigación, en donde la segunda cadena de variables corresponde a la Computación Afectiva. Se considera además el bucle inicial propuesto por Fischer-Lichte y modificado de acuerdo a lo expuesto en la figura 5.

Aquí nuevamente se abre un campo de investigación colateral de interés, pues en la medida en que podamos definir, enmarcar y profundizar esta observación, podremos también aprender del comportamiento de la observación del propio cuerpo en su proceso de percepción-atención-acción.

- Estudio del post-performance: En esta área se intentó medir las consecuencias en el intérprete, de la combinación de música creada en base a aplicaciones de computación afectiva y el campo de percepción-atención-acción del cuerpo escénico.

3.2.- La observación interfásica y el reconocimiento afectivo

Para la realización de la investigación práctica, se contó con la ayuda de un equipo de cinco bailarines que fueron captados uno a uno en sus movimientos por la cámara Kinect, la que mediante el programa Synapse recibió la información de los movimientos corporales y la envió vía OSC al programa Pure Data para trabajar con la colección de herramientas “Topos Tool-kit” (Naveda & Santana, 2014), tal como se describe en la figura 4.

Considerando el ciclo Investigación-Acción propuesto, se procedió en primera instancia a la planificación de la acción, tal como se describe en 3.1. Esto arrojó por resultado el listado de siete acciones, precedidas por una acción inicial y eventualmente recurrente, y la programación de un primer Patch en Pure Data que calculara Tiempo, Peso y Espacio considerando todas las ecuaciones propuestas en 2.6.2, y basado en la información de las características geométricas del cuerpo en escena captado por la cámara Kinect y entregado por la colección de herramientas “Topos Tool-kit” ya mencionada. Para acotar la investigación a medidas controlables por las fórmulas propuestas (pues eventualmente cada parte del cuerpo puede realizar una Acción Básica del Esfuerzo distinta), se decidió

trabajar sólo con las características geométricas de uno de los brazos del bailarín, debido a la amplitud de la movilidad que está extremidad tiene, a que el torso y la cabeza entregan muy poca información a través de la cámara Kinect, y a que las piernas quedaban fácilmente fuera del espacio de visión de la cámara. El brazo elegido para realizar la investigación práctica fue el derecho.

La primera puesta en práctica de esta situación de estudio, se remitió sólo a observar el resultado de los cálculos, de manera de optimizar el Patch. Para esto, se le pidió a una bailarina que repitiera varias veces un sólo gesto (una sola Acción Básica de Esfuerzo) con su brazo derecho. Este ejercicio fue realizado posteriormente con cada una de las ocho Acciones Básicas. Evaluando los resultados, se decidió trabajar con la fórmula propuestas por Kim y otros (2013) para medir Tiempo, y con las de Samadani y otros (2013) para medir Espacio y Peso. Respecto a este último factor, se consideró el máximo de la energía kinética de la mano, codo y hombro derechos. Para el Espacio se consideraron los valores provenientes del codo derecho, y para el Tiempo, de la mano derecha.

Hechas estas innovaciones, a la investigación sólo le faltaba para iniciar el Ciclo Investigación-Acción y la Práctica Reflexiva directamente en la experiencia dancística, la confección (en soporte Pure Data, y con los datos emanados de las fórmulas elegidas) de una respuesta afectiva a través de la generación de música electroacústica.

3.3.- La expresión afectiva a través de la generación de música electroacústica.

Una vez recibida la dimensión afectiva del cuerpo en escena, mediante la detección y computación de sus factores de movimiento Laban de la manera ya descrita, se ocupó esta información para responder sonoramente, y activar así el modelo reflexivo

propuesto en la figura 9. Esta respuesta se confeccionó considerando las siguientes características:

- Característica 1 : Que el discurso musical se inscribiera dentro de la poética de la música electroacústica. Dicho de otro modo, que no existiesen códigos tonales evidentes en el diálogo afectivo entre cuerpo en escena y música.
- Característica 2 : Que existiera una relación análoga entre las características de Tiempo, Peso y Espacio del movimiento corporal, y otras tres dimensiones estrictamente musicales.
- Característica 3 : Que el discurso musical en ciertos momentos pudiera romper la relación análoga antes descrita con el movimiento corporal, de manera de proponer un cambio al desempeño inicial del cuerpo en escena, incidir en su enacción, y provocar así el germen de un cambio en su emocionalidad. Dicho de otro modo, que existieran elementos impredecibles en el discurso musical, que de algún modo inhibieran las expectativas surgidas en su audición, de manera de provocar la emergencia de la emocionalidad en el cuerpo en escena.

Para lograr estas características, se elaboró en Pure Data un sintetizador que, acotando la información de los factores Laban entrantes a rangos entre -1 y 1, pudiera reaccionar polarmente a esta información. Las respuestas sonoras al factor Tiempo se relacionaron con el Tempo musical, el factor Peso a la tesitura (agudo o grave), y el factor Espacio al espacio sonoro. Para lograr este último objetivo, se consideró un sistema de difusión cuadrafónico. Las relaciones son tal como se muestran en la siguiente tabla :

Tabla 1. Relación entre factores Laban y respuestas del sintetizador

Cuerpo en Escena			Características musicales del sintetizador
Factor Laban		Valor Numérico	
Tiempo	Sostenido	-1	Sonidos largos y lentos (sostenidos)
	Súbito	1	Sonidos breves y rápidos (impulsivos)
Peso	Liviano	-1	Agudo y tónico
	Firme	1	Grave y complejo
Espacio	Indirecto	-1	Desplazamientos circulares por los 4 parlantes
	Directo	1	Desplazamientos rectos por los 4 parlantes

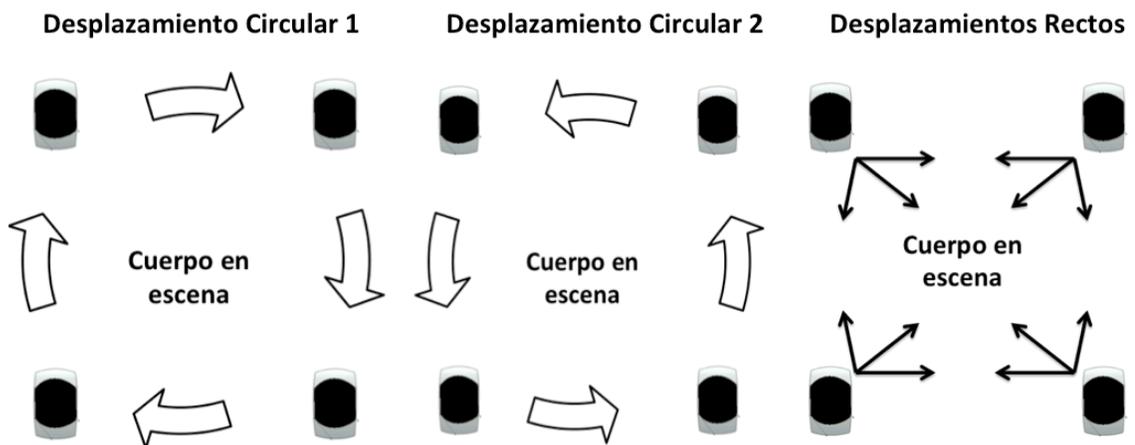


Figura 10 : Detalle de los desplazamientos circulares y rectos del sistema de difusión cuadrafónico, mencionados en la Tabla 1.

Cabe señalar que los términos musicales sostenido, impulsivo, tónico y complejo, hacen referencia al solfeo schaefferiano (Schaeffer, 1966, 1998[1967]), tipología que permite referirse a la música electroacústica de manera abstracta, sin hacer referencias a la tradición de la música tonal.

Los criterios de elección sonora guardan relación con algunas características expuestas en el 2.2 de la presente tesis. Si bien la relación entre el factor Tiempo y el Tempo musical resulta bastante evidente, las relaciones entre factor Peso y tesitura, y entre factor Espacio y espacio sonoro cuadrafónico requieren aclaración. Particularmente, el factor Peso se relacionó de manera inversamente proporcional con lo expuesto por Becerra (1958, 1958) respecto a las alturas. Así, el factor de Peso liviano se relacionó con la ausencia de peso, por ende, con lo aéreo, contradiciendo la aceleración de gravedad (sonidos agudos), y el factor de Peso fuerte se relacionó con la presencia de peso, por ende, con la caída a tierra, a favor de la aceleración de gravedad (sonidos graves). Cabe aclarar que Becerra plantea que los movimientos ascendentes son tensionantes, y los descendentes distensionantes. Por lo tanto, esta decisión se basó en que los sonidos ocuparon sectores de tesituras, no ascendiendo o descendiendo entre ellos, sino pasando contrastadamente de uno a otro. Además, existe en la poética tonal - “Capa de Dominio” altamente probable del bailarín (Kendall, 2014) - una relación bastante asentada entre sonidos graves y peso, y entre sonidos agudos y liviandad (basta revisar la numerosa literatura musical que considera mimesis descriptivas en su retórica). Finalmente, respecto al espacio, se realizó una mimesis sonora de lo que ocurre con el factor Espacio en la teoría Laban. De este modo, considerando que los movimientos que apelan a un factor Espacio directo realizan un desplazamiento lo más directo posible entre un punto de partida y otro de llegada, y que los movimientos que usan un factor Espacio indirecto realizan un movimiento lo menos directo posible entre un punto de partida y otro de llegada, se consideraron sonidos con movimientos espaciales rectos para el factor Espacio directo, y sonidos con desplazamientos espaciales circulares para el factor Espacio indirecto.

Para romper con lo evidente en estas relaciones de analogía, se consideró en primera instancia que los tres tipos de factores de movimiento contaran con un rango aleatorio de respuestas musicales, salvaguardando que estas respuestas tuvieran las características musicales recién descritas. De este modo, cada vez que el cuerpo en escena se mueve

con un factor de Tiempo súbito, el Patch elige de manera aleatoria un valor de duración rítmica que podía ir de 60 a 180 milisegundos; de tratarse de un factor de Tiempo sostenido, las duraciones podían ir de 1 a 2 segundos. Los sonidos entonces mantuvieron la duración elegida, entendiéndola como un intervalo rítmico regular, que se extendía hasta el cambio del factor Tiempo siguiente. A esto se le sumó un introductor aleatorio de silencios, que cambiaba proporcionalmente a la duración elegida. Este introductor se puede describir del siguiente modo: cada evento tiene la posibilidad de sonar o de no sonar. Algo similar sucede con el factor Peso. El rango de alturas que el Patch podía elegir ante un movimiento de factor Peso fuerte, iba desde la nota midi 12 a la 76 (es decir, de un C0 hasta un E5) y en los movimientos de factor Peso liviano, desde la nota midi 100 a la 130 (desde un E7 a un A#9). Sin embargo, a diferencia de lo que sucedía con el factor Tiempo, esta elección se realiza cada vez que se gatilla un evento sonoro, pudiendo por lo tanto, repetirse o no la nota elegida en los rangos definidos. Además, se elevaron considerablemente los valores de amplitud y frecuencia del oscilador de LFO ante un movimiento de factor de Peso Fuerte, de manera de generar un sonido de masa compleja, y se hizo lo inverso con los movimientos de factor de Peso Liviano, para crear sonidos de masa tónica. Finalmente, ante movimientos de factor de Espacio indirecto, el patch podía elegir aleatoriamente entre las dos posibilidades de desplazamiento cuadrafónico circular descritos en la figura 10, y ante un movimiento de factor de Espacio directo, cualquiera de los desplazamientos rectos propuestos en la misma figura. De este modo, si bien el bailarín escucharía situaciones musicales características en relación análoga (y en tiempo real) con sus propias Acciones Básicas de Esfuerzo, también tendría incertezas respecto a que ritmo, que velocidad exacta, que alturas, y que movimientos espaciales precisos ocurrirían.

Esto de alguna medida provocó que la enacción comprometida por el cuerpo en escena, tuviese sus fundamentos para la realización de un diálogo creativo con lo sonoro, y al mismo tiempo, que el Modelo Reflexivo propuesto se asemejara a una máquina autopoietica, es decir, a un sistema que particularizase y generase su propia organización

a través de la elaboración de dispositivos propios, en un contexto de permanente perturbación y compensación de esas perturbaciones (Maturana y Varela, 2004 [1973], p.67). Esto a la vez permitió que en la Capa de Locus y en la Capa de Contexto del bailarín (Kendall, 2014) germinasen estrategias de respuesta, anticipaciones de características estables, expectativas (que son o no saciadas), y por ende, una respuesta emocional acorde a la organización psicológica de la continuidad propuesta (Meyer 1956).

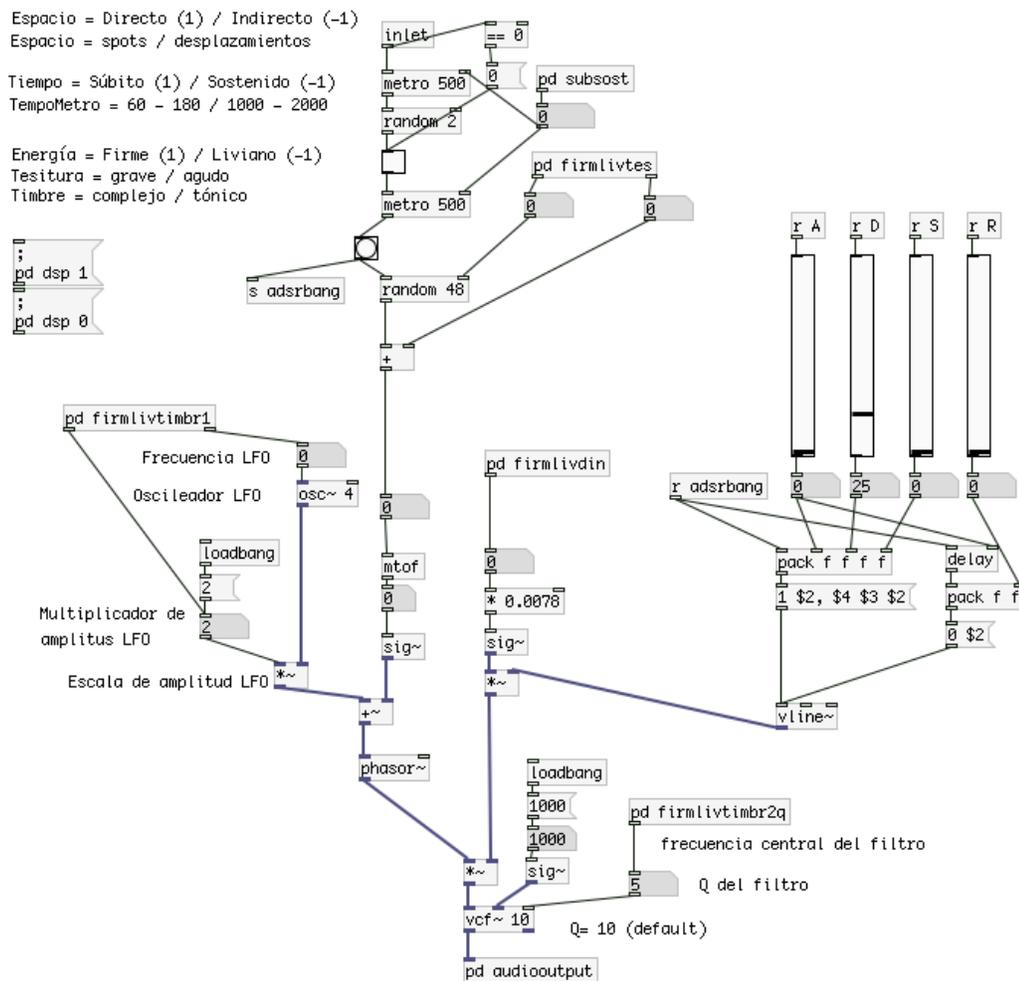


Figura 11 : Patch realizado en Pure Data, con la configuración del sintetizador usado en la investigación.

3.4 La Acción Corporal Inicial

Para el inicio del trabajo práctico, es decir, para la aplicación del modelo reflexivo propuesto en la figura 9, se consideró en primera instancia iniciar el movimiento del doble bucle con la realización de una de las ocho Acciones Básicas del Esfuerzo (Retorcerse, Dar toques ligeros, Hendir el aire, Deslizarse, Presionar, Dar latigazos leves, Dar puñetazos o arremeter, Flotar o volar). La acción corporal inicial elegida con la que se inició el modelo fue Deslizarse (Tiempo sostenido, Peso liviano, Espacio directo). Además, se dio la indicación de ir desde esta acción a las otras siete (en la medida en que lo sintieran sugerido por las respuestas musicales), y de volver a esta acción alternadamente cuando lo encontraran necesario. Esto permitió un despliegue corporal más continuo en el tiempo, pues Deslizarse tiene la cualidad de no ser cansador como movimiento, pudiendo servir de respiro y preparación para emprender acciones más complejas. En una pizarra, a modo de recordatorio (o partitura) se colocaron todas las Acciones Básicas de Esfuerzo, con sus factores característicos, ordenados de menores a mayores cambios en sus Factores de movimiento.

Tabla 2. Partitura de Acciones Básicas del Esfuerzo presentada al equipo de bailarines, ordenadas de menor a mayor número de cambios en sus Factores Laban.

N° de cambios	Factor con cambio respecto a Deslizarse			Tiempo	Peso	Espacio	Acción
				Sostenido	Liviano	Directo	Deslizarse
1	Tiempo			Súbito	Liviano	Directo	Dar toques Ligeros
		Energía		Sostenido	Firme	Directo	Presionar
			Espacio	Sostenido	Liviano	Indirecto	Flotar
2	Tiempo	Energía		Súbito	Firme	Directo	Dar Puñetazos
		Energía	Espacio	Sostenido	Firme	Indirecto	Retorcerse
	Tiempo		Espacio	Súbito	Liviano	Indirecto	Dar Latigazos Leves
3	Tiempo	Energía	Espacio	Súbito	Firme	Indirecto	Hendir el aire

3.5.- La práctica reflexiva : Observaciones sobre la experiencia

La acción inicial propuesta en 3.4 se realizó en tres sesiones de trabajo, y en las dos últimas se trabajó con el equipo de cinco bailarines. Todos los bailarines contaban con formación en teoría Laban, con formación universitaria. La primera sesión se realizó en el departamento de quien escribe. Las sesiones 2 y 3 se realizaron en el Laboratorio de Tecnología Musical (LATEM) de la Universidad Católica de Chile. En la primera sesión, como ya se indicó, se procedió únicamente a calibrar el Patch de Pd, con un sólo movimiento recurrente de un solo bailarín. En la segunda sesión, se buscó principalmente testear el sistema, de manera de observar su funcionamiento y recolectar impresiones de los usuarios, para poder realizar innovaciones para la tercera sesión, todas etapas propias de un Ciclo Investigación-Acción, tal como está propuesto en 3.1.

Durante la segunda sesión, se le pidió a cada uno de los bailarines realizar durante no más de 15 minutos, la acción corporal inicial, propuesta en 3.4. Se les pidió especial énfasis en realizar todas las Acciones Básicas del Esfuerzo, en lo posible en el orden propuesto (es decir, tomando Deslizarse como acción inicial y recurrente), y se les informó que los movimientos de su brazo derecho serían captados por el sistema, el que les respondería con características análogas desde el p/v musical. Algunos bailarines decidieron pasar por todas las acciones de manera lineal. Para evitar confusiones, en estos casos se pidió fuesen declarando en voz alta que acción se encontraban realizando, pese a que mayoritariamente éstas eran evidentes a simple vista. Luego de la realización de las acciones, se procedió a recoger opiniones, para poder efectuar alteraciones que redundaran en una mejora del modelo. Las innovaciones realizadas al modelo reflexivo después de la realización de la segunda sesión fueron las siguientes:

- Detector de inicio y fin de la acción : Uno de los problemas que los usuarios declararon durante la segunda sesión, fue que el sintetizador seguía sonando una vez concluido el ejercicio, en base a los últimos factores de movimiento realizados, teniendo que apagarse manualmente. Esto dejaba una sensación de falta de credibilidad al modelo completo. Para evitar esta situación, se procedió a programar un encendido y apagado del sintetizador, que dependiera del inicio y fin de la acción (concretamente, de la acción de la mano derecha). Esto mediante una de las herramientas de “Topos Tool-kit” (“volume”), que entrega un índice de área cubierta en relación al tiempo. Así, si el índice es 0, significa que no hay movimiento alguno, y si el índice es mayor que 0, significa que hay movimiento (mientras mayor sea el índice, más grande es el área cubierta por el movimiento, y menor el tiempo en que ésta es cubierta). Así, si el índice valía 0, el sintetizador permanecía apagado, y si no valía cero, se mantenía encendido.
- Modificación de la medición de Peso : Uno de los aspectos discutidos con los bailarines después de la segunda sesión, fue el hecho (no considerado en el Patch inicial) de que el factor Peso se relacionaba con el eje vertical del movimiento. Así, los movimientos con factor Peso liviano, tenían normalmente un desplazamiento superior en este eje (es decir, hacia arriba), y los movimientos con factor Peso fuerte, un desplazamiento inferior (es decir, hacia abajo). Considerando esto, se procedió a modificar el Patch, sumando a la energía kinética de la parte del brazo involucrada, la décima parte del índice indicador del valor de altura (eje vertical).
- Modificación de la Acción Inicial : Hubo coincidencia en el 100% de los bailarines en la necesidad de usar el sistema libremente, es decir, de poder dialogar directamente con el sonido emergente, sin tener que pasar necesariamente por las acciones y orden propuestos en la segunda sesión. Esto fue una modificación de importancia realizada durante la tercera sesión.

- Modificación del espacio cuadrafónico : Por un imponderable técnico, el espacio cuadrafónico de la segunda sesión se realizó con dos parlantes laterales y dos parlantes frontales, y no como estaba planificado y expuesto en la fig. 10. Esto fue corregido para la tercera sesión, teniendo así un panorama completo de las consecuencias en el espacio sonoro de los cambios en el factor Espacio.

Cabe señalar que rápidamente se pudo detectar un rango de error en la medición de los factores Laban. Esto era esperado, pues ya estaba anticipado por Samadani y otros (2013). En efecto, en el documento citado mencionan un 81% de éxito en la medición del factor Peso, y un 77% de éxito en la medición del factor Tiempo. Esta información guarda coherencia con la necesidad de perfeccionar la medición del factor Peso en el ejercicio propuesto, surgida durante la segunda sesión.

Considerando todo lo anterior, en la tercera sesión se realizó una experiencia improvisatoria, en base a las Acciones Básicas del Esfuerzo (para lo que se volvió a colocar la partitura en una pizarra, a modo de recordatorio), y con las mejoras señaladas en el Patch y en la disposición de los parlantes. Hubo coincidencia en los usuarios que fue mucho más satisfactorio el ejercicio, en particular respecto a las mejoras realizadas. Particularmente, el control de encendido y apagado del sintetizador fue rápidamente asimilado y usado por los bailarines, quienes tuvieron una sensación de mayor dominio del sistema. Además, la modificación hecha a la medición del factor Peso, disminuyó notablemente el error en su medición.

Merece especial atención el tema del porcentaje de error en la medición de los factores Laban, medido en relación a los movimientos declarados y lo que efectivamente detecta el sistema. Si bien se esperaba un error aleatorio de este tipo, nunca se predijo a modo de un error sistemático. Esto pues existen muchos factores en el modelo que pudieron influir en la existencia de este porcentaje de error, y la persecución de sus causas no permitiría enfocarse en los objetivos sustanciales de la presente investigación. No

obstante lo anterior, este error generó un nuevo elemento, no planificado en la investigación, pero incidente en la ruptura de las expectativas del bailarín, y por ende en la emergencia de su emocionalidad. Esto pues al irrumpir el error en la medición de un factor Laban, éste implicaba una perturbación, producida por los propios componentes del sistema organizado (Maturana y Varela, 2004 [1973], p.67), la que sorprendía al bailarín, incidiendo finalmente en su percepción y desempeño corporal en sus capas de Locus y Contexto (Kendall, 2014). Los porcentajes de error y éxito en la medición de los factores Laban después de las mejoras introducidas al sistema son los siguientes:

Tabla 3 : Porcentajes de éxito y error en la medición de los factores de movimiento Laban.

Factor	Porcentaje de éxito	Porcentaje de error
Tiempo	72%	28%
Peso	61%	39%
Espacio	67%	33%

Llama la atención que en la medición de Espacio, se halló un 67% de primacía de movimientos indirectos, contra un 33% de movimientos directos, como resultado del uso de las fórmulas usadas. Esto arroja una nueva reflexión en torno al problema de la detección de este factor de movimiento y el error involucrado. Sucede que, aunque el bailarín tenga la voluntad de realizar un movimiento directo con su brazo derecho, basta que con que realice este movimiento desplazándose (algo que sucede de manera habitual en danza, pues la mayoría de las veces se realizan varios movimientos de manera simultánea) para que la medición ya arroje cambios en el ángulo de la trayectoria de su brazo, y finalmente sea interpretado como un movimiento indirecto. El porcentaje de error fue calculado considerando este problema.

Por último, volviendo a nuestra pregunta inicial, resulta interesante observar que sucedía con las consecuencias perceptuales en el bailarín, del sistema propuesto. Esta observación se realizó principalmente en el estudio de post-performance.

3.6.- Estudio del post-performance

Como se señaló en 3.1, la instalación de este estudio responde a la necesidad expresada en la pregunta inicial de la presente investigación: medir las consecuencias en la percepción (enacción) del intérprete, tras la experiencia del Modelo Reflexivo elaborado y descrito en detalle en 3.5. La herramienta usada para esta etapa de la investigación fue la de la encuesta cerrada de tipo descriptiva, y fue respondida por el equipo completo de cinco bailarines, inmediatamente finalizada la tercera sesión contemplada en el Ciclo Investigación-Acción. También se realizaron entrevistas a los bailarines, terminando la segunda y tercera sesión de trabajo.

La encuesta se realizó considerando la escala de Likert (llamada también método de evaluaciones sumativas), escala de uso generalizado en encuestas para la investigación, principalmente en ciencias sociales, y que en sus respuestas especifica con bastante claridad el nivel de desacuerdo o acuerdo con una afirmación. En siete de los once enunciados considerados en la encuesta, se ofrecieron 4 niveles de respuesta : muy de acuerdo, de acuerdo, en desacuerdo y muy en desacuerdo. En los cuatro enunciados restantes, los niveles de respuesta se adaptaron a los ítems considerados en las afirmaciones (predictibilidad del sistema, modificación de la acción habitual, activación y valencia de la respuesta musical).

Analizando las respuestas de la encuesta, podemos observar en primera instancia que hubo total acuerdo entre los bailarines en que el modelo reflexivo experimentado permitiría expandir los procesos de percepción y atención durante el desempeño corporal. Esto resultaría bastante categórico y, si bien esta tesis se fundamenta en una

pregunta inicial y no en una hipótesis, no podemos evitar remitirnos al párrafo inicial de la introducción: efectivamente, la intervención de elementos musicales sorprendivos en tiempo real, y que sean sensibles al cuerpo en escena (es decir, el modelo reflexivo propuesto), pareciera prolongar en el intérprete las características fenomenológicas iniciales de un montaje escénico. El atender al sonido en tiempo real, un sonido que guarda relación con el movimiento del propio cuerpo, y que a la vez lo sorprende, pareciera no sólo acrecentar la alerta en la percepción-atención, sino incluso abrir posibilidades corporales para el desempeño escénico, según lo declarado por algunos bailarines en las entrevistas realizadas.

En relación a la correlación entre factores de movimiento Laban hubo total acuerdo entre los usuarios del sistema en que existiría una clara correspondencia entre sonido y factor Tiempo. Esto guarda relación también con el porcentaje de éxito en la medición obtenida (72%), y con lo evidente de la conexión, pues como ya hemos señalado, el Tiempo sostenido (lento) era devuelto musicalmente con un Tempo lento, y el Tiempo súbito (rápido), con un Tempo rápido. Este acuerdo es también mayoritario en lo que respecta a la correspondencia con los factores Peso y Espacio, aunque en ambos casos hubo un 40% de desacuerdo respecto a esta correlación, lo que también se relaciona con el crecimiento en el porcentaje de error en ambos factores (39% y 33% respectivamente). Con todo, podemos concluir que, a juicio de los bailarines usuarios del modelo reflexivo, existiría una aprobación del sistema en su correlación entre factores de movimiento y características musicales. En las entrevistas, algunos bailarines manifestaron que la música ofrecería un soporte análogo a la partitura escrita en la pizarra, y que a diferencia de la partitura, la música, al adoptar esta cualidad de soporte, permitiría una mayor concentración en el trabajo corporal con el factor en cuestión.

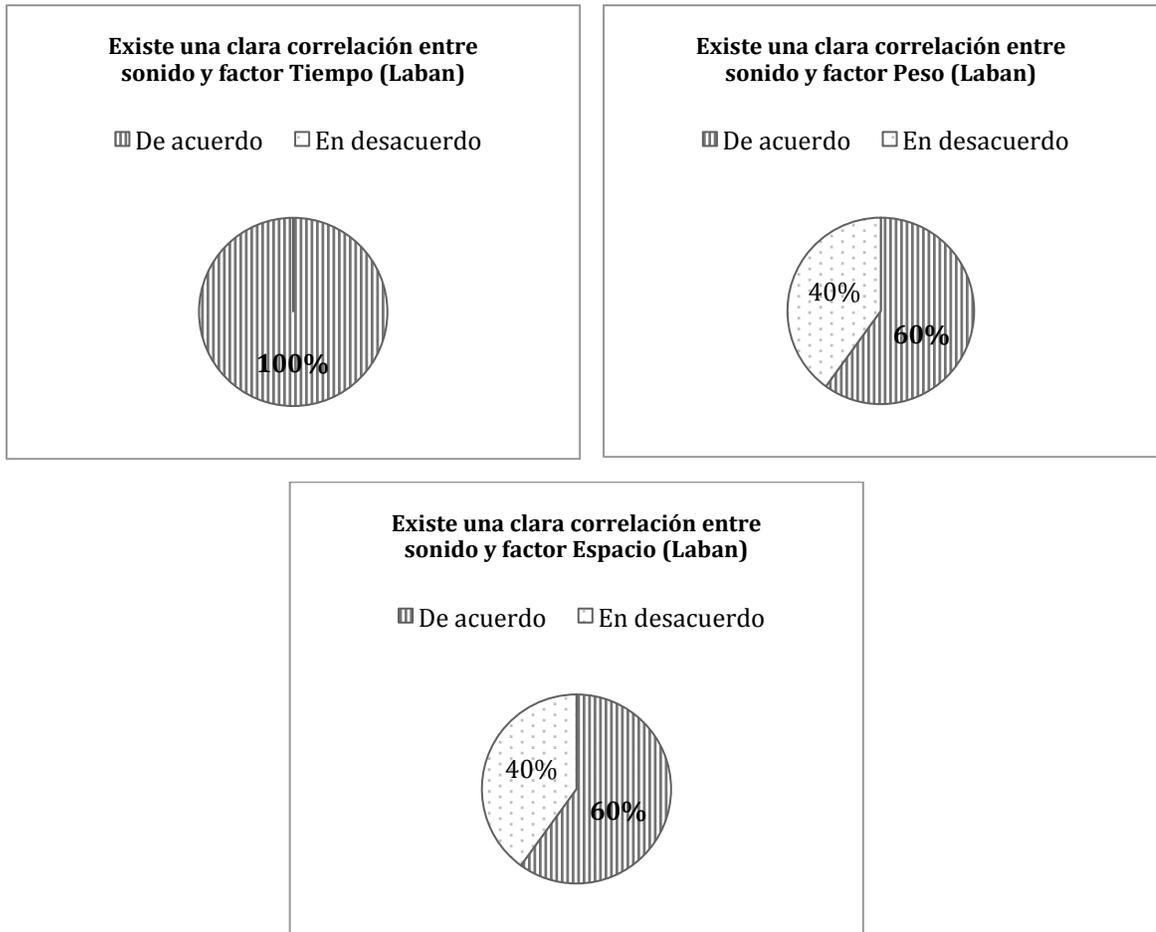


Figura 12 : Gráficos de las correlaciones detectadas en la encuesta a los bailarines, entre factores de movimiento Laban y sonido. En ellos se observa la aprobación del procedimiento en su correspondencia entre factores de movimiento y características musicales.

Prosiguiendo, se observó en la encuesta un categórico 100% de acuerdo en que, ante el sistema reflexivo propuesto, y después de un tiempo de uso, se lograba atender, identificar y comprender la lógica de respuestas sonoras del sistema. En este sentido, vale la pena señalar que sólo al final del ejercicio se explicó a los usuarios como funcionaba la correlación entre movimiento y sonido. En la mayoría de los casos, esta explicación resultó redundante. También hubo un 100% de acuerdo en que, después de un tiempo de uso, las respuestas sonoras aún lograban causar sorpresa e incidencia en la acción. Esto resulta fundamental, pues como mencionábamos en 3.3 y 3.5, es en base a

la sorpresa que puede suceder la emergencia afectiva, que en nuestro caso sostiene el diálogo entre factores de movimiento Laban y respuestas musicales afectivas del sistema reflexivo.

Cuando se preguntó si el sistema reflexivo era totalmente predecible, o si era dinámico y/o espontáneo, dentro de una lógica clara, o si era totalmente impredecible, el 100% afirmó que éste sería dinámico y/o espontáneo, dentro de una lógica clara. Este punto tenía por finalidad descartar dos potenciales problemas :

- que el sistema fuese totalmente predecible, en cuyo caso sucedería algo similar a lo que sucede con el acompañamiento de una música sobre soporte, es decir, la atención con el tiempo iría decayendo, y la anulación del factor sorpresa inhibiría la irrupción afectiva.
- que el sistema fuese totalmente impredecible, en cuyo caso no habría diálogo posible, y por tanto la detección de los factores de movimiento Laban no tendría objeto alguno.

El resultado de la encuesta nos hace concluir que, en efecto, ninguno de estos problemas ocurriría, que el modelo ofrecería una lógica factible de ser percibida, con la cual se puede dialogar, y que a la vez tendría recursos que permitirían ofrecer respuestas espontáneas atentas a lo que sucede con el cuerpo en escena.

Considerando los lugares comunes del accionar en escena de los bailarines que probaron el sistema reflexivo, ante la pregunta de si la respuesta sonora del sistema modificaba sus respuestas habituales de manera importante, o las modificaba parcialmente, o sencillamente no las modificaba, todos concordaron en que efectivamente sus respuestas eran modificadas. Cabe señalar acá que un mayoritario 60% estuvo de acuerdo que esta modificación era de importancia, y un 40% planteó que la modificación era sólo parcial.

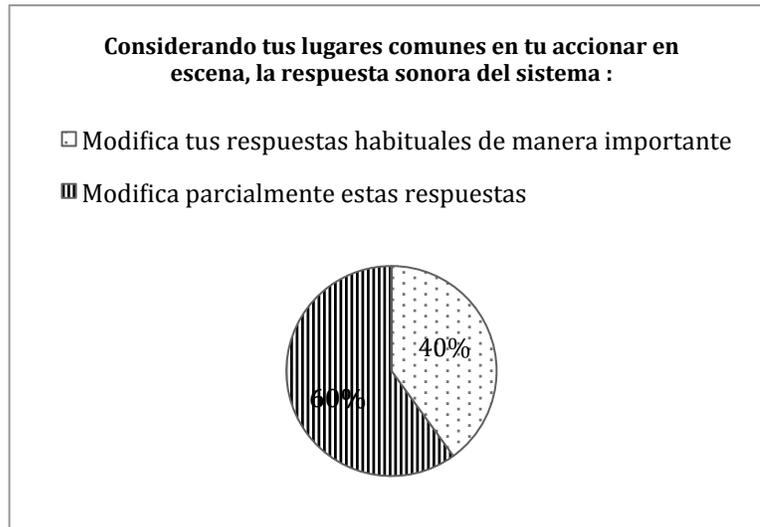


Figura 13 : Gráfico que muestra el grado de modificación de respuesta de los bailarines frente al modelo reflexivo propuesto. En éste se observa que todos concuerdan en la modificación de las respuestas habituales por parte de la respuesta sonora del sistema, difiriendo sólo en si esta modificación es parcial (40%) o importante (60%).

Cuando se preguntó sobre la eventual colaboración del modelo reflexivo propuesto en el desarrollo de la espontaneidad y creatividad en la acción escénica, la totalidad de los bailarines estuvo muy de acuerdo en que sí favorecería este desarrollo. Esto resulta muy interesante, pues se vincula directamente con lo concluido en la primera pregunta de la encuesta, respecto a la concordancia de los bailarines en relación a la ampliación de los cursos perceptivos y de la atención que ocurrían durante el ejercicio, gracias al sistema experimentado. Es decir, se desprende de ambas preguntas que el sistema, al desarrollar la percepción y la atención en el bailarín, permitiría el consecuente desarrollo de la espontaneidad y la creatividad en el desempeño escénico.

Finalmente, las preguntas relacionadas con la Activación y Valencia con que los bailarines calificaron la emocionalidad del sistema reflexivo, las respuestas no son tan homogéneas como en los puntos anteriores. En el caso de la activación, un 40% la evaluó con una alta activación estable, otro 40% evaluó que la música tenía momentos

de alta activación, momentos indiferentes, y momentos de baja activación o relajación, y un último 20% evaluó que existían momentos de alta y baja activación, pero no de indiferencia. Con todo, se puede concluir que la mayoría (el 100%) evaluó que existían momentos de alta activación, y que el 60% encontró que existían momentos de baja activación, lo que llevaría a pensar en la presencia e importancia de una activación alternada de tipo polar.

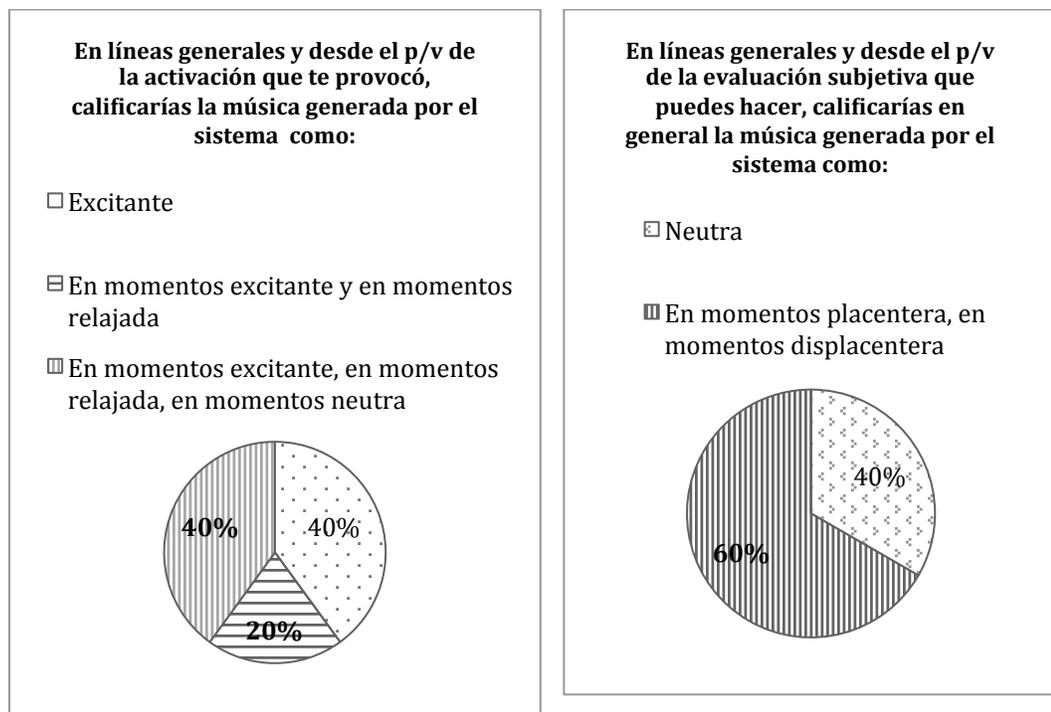


Figura 14 : Gráficos de Activación y Valencia que provocó la respuesta musical en los bailarines durante el uso del modelo reflexivo propuesto.

En lo que a Valencia se refiere, una mayoría del 60% concordó en que la respuesta musical tendría momentos de valencia positiva y momentos de valencia negativa, y sólo un 40% encontró que la música tendría una Valencia neutra. Esto pareciera ratificar la evaluación polar del sistema que encontramos en la pregunta precedente en referencia a la Activación.

3.7.- Comparación del problema con una experiencia previa : el caso de la obra “TOTEM. Concierto Corporal Electroacústico”

Las preguntas que se han hecho hasta el momento al modelo reflexivo propuesto respecto al ciclo percepción-atención-acción sobre cómo percibe el intérprete lo sonoro, o que relaciones existen entre esa percepción y su acción, o como reacciona frente a lo sonoro, son preguntas factibles de realizar a experiencias similares previas a esta investigación. Particularmente, puede ser de utilidad para el desarrollo de las conclusiones de esta tesis, el considerar puntos de comparación con la obra “TOTEM. Concierto Corporal Electroacústico” del año 2006, dirigida por el coreógrafo Exequiel Gómez, y con música de mi autoría. A continuación realizaremos un análisis de esta obra desde diversas perspectivas, para detenerse en el seguimiento de las interrogantes de la presente investigación.

La interpretación de la música de TOTEM es realizada por los movimientos coreográficos de los cuerpos en escena, en constante diálogo corporal. Gracias a un sistema de sensores de luz localizados en el escenario (ver fig. 16) y conectados a un aparato receptor de movimientos (similar a la actual plataforma de hardware libre Arduino; ver fig. 17), los movimientos de los bailarines (más precisamente los movimientos de sus sombras) son captados por los sensores, los que envían señales a un computador, generando así una música electroacústica de múltiples variantes sonoras aleatorias. En otras palabras, las sombras generan una música que siempre cambia, y que a la vez siempre es la misma.

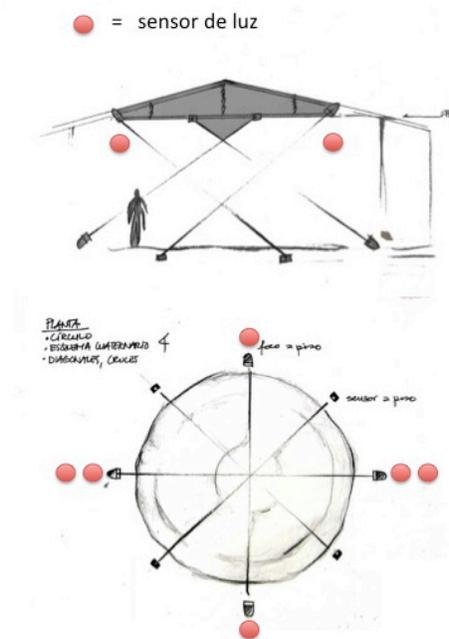


Figura 15 : Distribución de los sensores de luz en el escenario de TOTEM. En el plano lateral, se observan los dos sensores que cuelgan de la parrilla de luces. En plano horizontal, los restantes seis sensores, 4 a 20 cms. del piso (izquierda, derecha, arriba y abajo), y 2 a 60 cms. (izquierda y derecha)

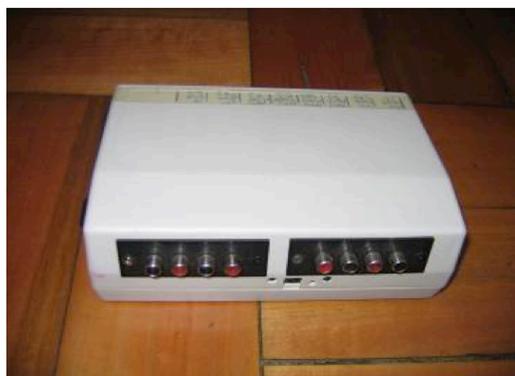


Figura 16 : Unidad receptora de sensores, realizada por el ingeniero Randall Ledermann. En la foto de la izquierda se observan los 8 canales de luz donde van conectados los sensores. En la foto de la derecha, se ve la conexión MIDI para conectar al computador, y el botón de reseteo.

La obra músico-coreográfica consta de cuatro partes, y es de estructura circular, es decir, puede partir de cualquiera de las secciones, para describir el círculo completo. Los cuatro tramos llevan los nombres de las estaciones del año :

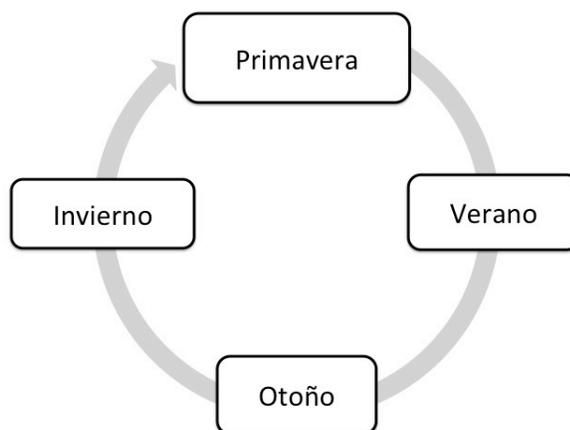


Figura 17: Estructura circular de TOTEM. La obra puede comenzar en cualquiera de sus cuatro partes, y dar la vuelta completa siguiendo la dirección de las manecillas del reloj. Los nombres hacen analogía al mismo gesto circular que se encuentra en el ciclo agrícola, y se relaciona con la dimensión poética de la obra.

En cada uno de estos segmentos, la música presenta un diálogo entre sonidos abstractos y una voz femenina grabada, que en el recorrido circular de la obra alcanza a cubrir los doce sonidos. Estos sonidos vocales son detonados por las sombras de los bailarines, gracias al sistema de sensores de luz ya explicado (en “Primavera” hay también una serie de otros sonidos que también son disparados por las sombras de los bailarines, que corresponden a sonidos de animales, procesados en tiempo real). Los 12 sonidos van apareciendo progresivamente en cada sección por grupos de “notas eje”; se tratan de clases de altura, en las que el computador, mediante un criterio aleatorio, elije en que octava suena la nota cantada. Estos grupos de “notas eje” forman tres “policordios complementarios” (término acuñado por Gustavo Becerra-Schmidt), que a su vez constituyen tres acordes disminuidos con séptima disminuida :

	Invierno	Primavera	Verano	Otoño
Notas eje Grupo 1	La	Do	Mib	Solb =Fa#
Notas eje Grupo 2	Si	Re	Fa	Lab = Sol #
Notas eje Grupo 3	Do#	Mi	Sol	Sib = La #

Figura 18: Sistemas de notas eje usado en TOTEM

Por último, cabe señalar que existen una serie de otros procesos sonoros en tiempo real (filtros, modificadores de altura, etc.) que ocurren de manera azarosa sobre los sonidos disparados, mientras la obra ocurre.

La música de TOTEM, al ser de características aleatorias, va sorprendiendo a los intérpretes. Estos atienden y actúan conforme a sus percepciones, acciones que nuevamente son captadas por los sensores, y así sucesivamente. Este bucle de retroalimentación entre música y cuerpo en escena nos recuerda la presente investigación. Ciertamente, acá vemos como a través de la generación de continuas interacciones y transformaciones entre cuerpo en escena y música es que la obra emerge. Sin embargo, no es el único modelo reflexivo presente en la obra, pues también existe entre los dos intérpretes esta producción de componentes, de perturbaciones y compensaciones, a través de la implementación de una experiencia corporal improvisada en base a una partitura base a seguir (una general, de tipo estructural), y apelando a cuerpos que se articulan en tránsito constante, en el aquí y ahora, desde la espontaneidad y la naturalidad.

En otras palabras, y aludiendo a Féral, la puesta en escena de TOTEM nace de la fricción de dos realidades: una realidad pre-establecida (la partitura estructural), que garantiza una estructura y continuidad específicas, y otra realidad sellada por la

improvisación, lo lúdico y el presente inmediato (Féral, 2004, pp. 124-125). Es debido a esta fricción que el proceso de TOTEM exigió avanzar de manera integral en su etapa de creación, tanto sonora como coreográficamente.

Abundando en lo anterior, y citando nuevamente a Erika Fischer-Lichte, podemos observar también que es en la idea de “cuerpo en escena” donde ocurre la percepción de los “observantes” de este acontecimiento, y donde el flujo de su atención genera algún tipo de acción colectiva (receptividad, concentración, contemplación, etc.), que influye de vuelta en los “actantes”, los que a su vez perciben esta afección, y nuevamente, en el flujo de su atención, deciden las cualidades de su acción. Experimentamos entonces, mientras sucede TOTEM, un todo armónico a través de acontecimientos de poíesis “en la que la vida del cuerpo poético va dictándole al artista las opciones que le son orgánicas” (Dubatti, 2007, p.116).

En TOTEM es la percepción de los movimientos orgánicos de los cuerpos en escena y sus consecuencias sonoras, es decir, de esos movimientos y sonidos que incluyen la integridad del ser humano, los que generan una acción eficaz expresiva, generando por lo tanto en el espectador "un cierto estado de ánimo emotivo elemental" y “una determinada respuesta, de crear una emoción” (De Marinis, 2005, p.68). Hablamos entonces de una cinestesia (De Marinis, 2005, p.69), y más específicamente aún, producto de la plurisensorialidad a que la obra apela, de una sinestesia de la cinestesia (De Marinis, 2005, p.70):

El estudio de las vías sensoriales nos enseña la complejidad del procesamiento y la dificultad para establecer una línea divisoria entre las sensaciones, las percepciones y la cognición. Desde nuestro punto de vista, científico y experiencial, la sinestesia diluye dichos límites gracias a un componente que aparece necesariamente ligado a todo proceso sensorial, perceptivo y/o cognitivo: el componente emocional (Melero, 2013, p.8).

Entonces, enfocándonos nuevamente en las preguntas que han surgido o han animado la presente investigación, podemos concluir que en TOTEM existe, gracias a la emergencia emocional en el cuerpo en escena, un acrecentamiento de su enacción, gracias a la irrupción emocional de la música en su desempeño, irrupción que resulta sorpresiva por los campos aleatorios que contempla, y que considera la acción corporal, actuando como una respuesta a ella. Respuesta que genera una nueva respuesta, completando así un modelo reflexivo. Sin embargo, la gran limitante del modelo presente en TOTEM se relaciona con el hecho de que los movimientos corporales sólo provocan un diálogo binario con la música, del tipo encendido-apagado (play-stop). Es decir, contemplando el círculo de reconocimiento emocional y expresión emocional propuesto por Picard (2000; fig. 6), que hablaría de un sistema de computación afectiva, en este caso no cumpliría con la etapa de reconocimiento emotivo, pues el ingreso de información del movimiento corporal al sistema computacional es casi anecdótico de su desempeño. Por lo tanto, las respuestas musicales, si bien sorprenden producto de su aleatoriedad, y si bien son portadoras de una emocionalidad, no guardan ninguna relación con el acto corporal en tanto desempeño afectivo. Esta relación sí la podemos encontrar en la presente investigación, al considerar las Acciones Básicas del Esfuerzo como el vocabulario emocional del cuerpo en escena que es captado por el sistema computacional para así dialogar afectivamente.

4.- Conclusiones (discusiones, proyecciones)

Al comenzar esta tesis, hablábamos del inconveniente del descenso en el proceso de la percepción y de la atención en el intérprete corporal, producto de la repetición rutinaria que ocurre en las temporadas de funciones, de muchos de los elementos formantes de la obra escénica, enfocándonos particularmente en el problema del acostumbramiento maquinal que surgía al uso de la música sobre soporte. Ante esta situación, y en el contexto de los posibles diálogos afectivos que aporten a la disminución de este problema, es que planteamos la pregunta sobre que posibles consecuencias perceptuales germinaban en el cuerpo en escena gracias al uso de Computación Afectiva aplicada a la creación instantánea e interactiva de música electroacústica en situaciones escénico-corporales, es decir, ante un sistema de respuesta expresivo-musical capaz de modificarse y de tener una actitud propositiva al intérprete en su desempeño escénico. Esto nos llevó a estudiar cuidadosamente los temas involucrados en la pregunta descrita (que se transformaría en la pregunta inicial de nuestra investigación): cuerpo en escena y percepción, emocionalidad en música, reconocimiento del gesto corporal (el problema de la interfaz), la expansión tecnológica del cuerpo (pos-humano tecnológico), y por supuesto, Computación Afectiva. Este último título nos llevó a visualizar la necesidad de contar con un medio de comunicación entre la emocionalidad del cuerpo en escena y un sistema computacional, para lo que se recurrió a la Eukinética de Laban como vocabulario básico, lo que a su vez nos animó a buscar posibilidades de medición computacional de este vocabulario corporal.

Una vez desarrollado este marco teórico, planteamos tres premisas para nuestro proceder metodológico : la aplicación de un ciclo de investigación-acción, la construcción de un modelo reflexivo, y la medición de sus resultados mediante un estudio de post-performance. Los resultados de la aplicación de esta metodología nos hacen pensar que, efectivamente, el cuerpo en escena podría ver expandidas su percepción y atención, y por ende su acción corporal, gracias al modelo reflexivo propuesto, lo que tendría como

gran ventaja desarrollar la creatividad y la espontaneidad del desempeño interpretativo del bailarín.

A modo de comparación, se analizó una obra previa (con música de mi autoría) que de algún modo presenta algunas de las características del modelo reflexivo propuesto. Esto se hizo con miras a detectar singularidades en la presente investigación, y a corroborar algunas datos recogidos. Esto fue de especial importancia para contextualizar tanto la investigación realizada como las preguntas que la animaron en su práctica. La obra analizada fue “TOTEM. Concierto Corporal Electroacústico” del año 2006.

Mirando las consecuencias de la investigación realizada, un dato interesante que surge del estudio post-performance, es que las características polares en Activación y Valencia de la respuesta afectiva musical parecieran favorecer los resultados del modelo reflexivo arriba expuestos. Sería muy interesante, como objetivo para un estudio posterior, hacer un análisis más profundo de estas características, con miras a potenciar su oscilación polar (excitación-relajación, y placer-displacer) y de este modo desarrollar una mejor incidencia afectiva en el cuerpo en escena.

Otro aspecto interesante a desarrollar en el futuro es respecto a la incidencia del error de las mediciones de los factores de movimiento Laban en el factor sorpresa del discurso musical afectivo. Resultaría atractivo, por un lado, reducir los rangos de error lo más posible, para localizar la irrupción de la sorpresa en otra variable. Por ejemplo, la acumulación en el índice de alguno de los factores hasta cierto umbral, podría provocar un ruptura de la respuesta musical en la analogía con esos factores. Este umbral podría ser introducido por el propio usuario en el Patch a modo de número, o con alguna herramienta visual amable, para permitir distintos tipos de diálogo afectivo entre cuerpo en escena y música.

Por último, sería de especial interés aplicar la misma metodología usada en la presente investigación, con un número considerablemente mayor de usuarios, situación imposible de abarcar desde un punto de vista presupuestario, por la naturaleza de ésta investigación. Esto permitiría realizar nuevas mediciones y contrastarlas con las recogidas en el presente estudio, y corroborar o corregir lo concluido.

Hablábamos en la introducción sobre el mínimo estado de conocimiento de este tema en Chile. Esto contrasta con la creciente cantidad de estudios recientes en el área en otros países, particularmente, en el área de la computación afectiva vinculada a la Teoría Laban, usando esta última como vocabulario afectivo. Esperamos con el presente escrito realizar un aporte en esta línea de estudio, y promover así futuras investigaciones en el área.

Bibliografía

BAHN, C.; HAHN, T.; TRUEMAN, D. (2001). Physicality and feedback: a focus on the body in the performance of electronic music. *Proceedings of the International Computer Music Conference* (pp. 44-51).

BECERRA-SCHMIDT, G. (1958). Crisis de la enseñanza de la composición en Occidente. II. Ritmo. *Revista Musical Chilena*, 12(59), pp. 48-75.

BECERRA-SCHMIDT, G. (1958). Crisis en la enseñanza de la composición en Occidente. III. *Revista Musical Chilena*, 12(60), pp. 100-124.

BECERRA-SCHMIDT, G. (1986). “Lo Así Llamado Bello en Música”. *Anales de la Universidad de Chile, Quinta Serie*, 11, pp. 77-95.

BEVILACQUA, F.; SCHNELL, N.; FDILI ALAOUI, S. (2011) Gesture capture: Paradigms in interactive music/dance systems. *Emerging Bodies: The Performance of Worldmaking in Dance and Choreography*, p. 183.

BRADLEY, K. K. (2008). *Rudolf Laban*. New York : Routledge.

CAMURRI, A.; MOSELUND, T.B. (2010). “Visual Gesture Recognition: From Motion Tracking to Expresive Gesture”, *Musical Gestures. Sound, Movement, and Meaning*, 238-263. New York : Routledge

CAMURRI, A., MAZZARINO, B., RICCHETTI, M., TIMMERS, R., & VOLPE, G. (2004). Multimodal analysis of expressive gesture in music and dance performances. *Gesture-based communication in human-computer interaction*, Springer Berlin Heidelberg, pp. 20-39.

CAUSA, E., & SOSA, A. (2007). La computación afectiva y el arte interactivo. *Revista área Transdepartamental de Artes Multimediales*, 52.

CHI, D., COSTA, M., ZHAO, L., & BADLER, N. (2000). The EMOTE model for effort and shape. *Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques* ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co. pp. 173-182.

CHOMSKY, N. (2003). *La arquitectura del lenguaje*. Editorial Kairós.

DAMASIO, A. R. (2000) *Sentir lo que sucede. Cuerpo y emoción en la fábrica de la consciencia*. Stgo.: Andrés Bello.

DE MARINIS, M. (2005) *En busca del actor y del espectador. Comprender el teatro II*. Buenos Aires: Galerna.

DIAZ, J. L. (2007). *La conciencia viviente*. México: Fondo de Cultura Económica.

DÍAZ, J. L. (2010). Música, lenguaje y emoción: una aproximación cerebral. *Salud mental*, 33(6), 543-551.

DÍAZ, J. L., & FLORES, E. O. (2001). La estructura de la emoción humana: Un modelo cromático del sistema afectivo . *Salud Mental*, agosto, 20-35.

DUBATTI, J. (2007). *Filosofía del Teatro I : Convivio, experiencia, subjetividad*. Buenos Aires: Atuel.

DUBATTI, J. (2009). *Concepciones de teatro. Poéticas teatrales y bases epistemológicas*. Buenos Aires: Colihue, pp. 5-18.

DUBATTI, J. (2012). “Teatro, producción de sentido político y subjetividad (1990-2011)”. *Revista Gestos* 53, pp. 13-22.

FAGERBERG, P., STÅHL, A., & HÖÖK, K. (2003). Designing gestures for affective input: an analysis of shape, effort and valence. *MUM 2003: proceedings of the 2nd International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, 10-12 December, 2003, Norrköping, Sweden*. Norrköping, Sweden: ACM, pp. 57 - 65

FENTON, D. (2007). *Unstable Acts..* New York: Queensland University of Technology.

FÉRAL, J. (2004). *Teatro, teoría y práctica: más allá de las fronteras*. Buenos Aires: Galerna.

FISCHER-LICHTE, E. (2012). *Estética de lo performativo*. Madrid: Abada Editores.

FOUCAULT, M. (2002 [1975]). *Vigilar y Castigar. Nacimiento de la prisión*. Buenos Aires: Siglo veintiuno.

FOUCAULT, M. (2010) *El cuerpo utópico. Las heterotopías*. Buenos Aires: Nueva Visión, pp. 7-62.

GERBER, S. E. (2007). El desarrollo del comportamiento auditivo. *Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología*, 27(1), 5-11.

GUATTARI, F. y S. ROLNIK (2006): *Micropolítica. Cartografías del deseo*. Madrid: Traficantes de suelos.

HANSEN, M. (2006). “Introduction: from the image to the power of imaging: virtual reality and the “originary” specularity of embodiment” en *Bodies in code. Interfaces with digital media*. London & N.Y.: Routledge, pp. 1 – 22.

HARAWAY, D. (1991). Manifiesto Cyborg. *Ciencia, Tecnología y Feminismo Socialista Finales*.

HARO, Jorge (2008). “La escucha expandida”. *Ideas Sónicas 1 vol.1 n.1*, 20-28

HASEMAN, B. (2010). “Rupture and recognition: identifying the performative research paradigma”, en Barrett, E. y B. Bolt, *Practice as research. Approaches to Creative Arts Enquiry*. New York: I.B.Tauris, pp.147-157.

HOFSTADTER, D. R. (1987 [1979]). *Gödel, Escher, Bach: un Eterno y Grácil Bucle*. Barcelona: Tusquets Editores.

KENDALL, G. S. (2014) The Feeling Blend: Feeling and Emotion In Electroacoustic Art. *Organised Sound 19(2)*. Cambridge University Press, pp. 192-202.

KENSINGER, E. A. (2004). Remembering emotional experiences: The contribution of valence and arousal. *Reviews in the Neurosciences*, 15(4), pp. 241-252.

KIM, W. H., PARK, J. W., LEE, W. H., LEE, H. S., & CHUNG, M. J. (2013). LMA based emotional motion representation using RGB-D camera. *Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction*. IEEE Press, pp. 163-164.

LABAN, R. (1987 [1950]). *El dominio del movimiento*. Madrid : Fundamentos.

LABAN, R. (1993 [1948]). *Danza educativa moderna*. Barcelona : Paidós.

LEVITIN, D. J. (2011). *This is your brain on music: Understanding a human obsession*. Atlantic Books Ltd.

LOUPPE, L. (2011). *Poética de la danza contemporánea*. Salamanca : Ediciones de la Universidad de Salamanca.

MARTÍNEZ ULLOA, J. (2011). “Entrevista a Jean-Jacques Nattiez”, *Revista Musical Chilena* 186, 73-82.

MASUDA, M., KATO, S., & ITOH, H. (2010). A Laban-based approach to emotional motion rendering for human-robot interaction. *Entertainment Computing-ICEC 2010* Springer Berlin Heidelberg, pp. 372-380.

MATURANA, H.; VARELA, F. (2004 [1973]). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Buenos Aires: Lumen Humanitas.

MEJÍA, I. (2005). *El cuerpo post-humano: en el arte y la cultura contemporánea*. México: UNAM.

MELERO, H. (2013). Sinestesia. ¿Cognición corporeizada?. *Átopos. Salud Mental, Comunidad y Cultura*, 14.

MERLEAU PONTY, M. (1997 [1945]). *Fenomenología de la percepción*. Barcelona: Ediciones Península, pp. 108 - 170.

NAVEDA, L. & SANTANA, I. (2014). “Topos” toolkit for Pure Data: exploring the spatial features of dance gestures for interactive musical applications. *Proceedings International Computer Music Conference*, Athens, Greece, pp. 470-479.

PICARD, R. W. (2000). *Affective computing*. MIT press.

PRADIER, J. M. (2001). “Artes de la vida y ciencias de lo vivo”. *Conjunto*, vol. 123, pp. 15-28

RAE, Real Academia Española. Diccionario de la lengua española. *Vigésima segunda Edición. Disponible en línea en <http://www.rae.es/rae.html>*, 2001

REISENZEIN, R., HUDLICKA, E., DASTANI, M., GRATCH, J., HINDRIKS, K., LORINI, E., & MEYER, J. (2013). Computational Modeling of Emotion: Towards Improving the Inter-and Intradisciplinary Exchange. *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 4, no. 3.

SAD, J. (2009). “Sonido, gesto, interacción musical”. *Ideas Sónicas vol. 2 n.1*, 16-24
SHEVOCK, D.J. & STATE, P. *Kate Hevner: Studies utilizing the adjective circle*, extraído el 27 de Junio de 2014 desde <http://lostvoicesinmusiced.blogspot.com/2013/04/kate-hevners-adjective-circle.html>

SAMADANI, A. A., BURTON, S., GORBET, R., & KULIC, D. (2013). Laban effort and shape analysis of affective hand and arm movements. *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association Conference, IEEE*, pp. 343-348.

SCHAEFFER, P. (1998[1967]). *Solfège De L'Objet Sonore*. Bourges: INA-GRM

SCHAEFFER, P. (1966). *Traité des objets sonores*. Éditions du Seuil Paris.

TROHIDIS, K., Tsoumakas, G., Kalliris, G., & Vlahavas, I. P. (2008, September). Multi-Label Classification of Music into Emotions. *ISMIR* (Vol. 8, pp. 325-330).

VARELA, F.J., THOMPSON, E. T., & ROSCH, E.(1992). *De cuerpo presente: las ciencias cognitivas y la experiencia humana*. Barcelona: Gedisa.

ZHAO, L. (2001), Synthesis and Acquisition of Laban Movement Analysis Qualitative Parameters for Communicative Gestures, *Ph.D Dissertation*, University of Pennsylvania.

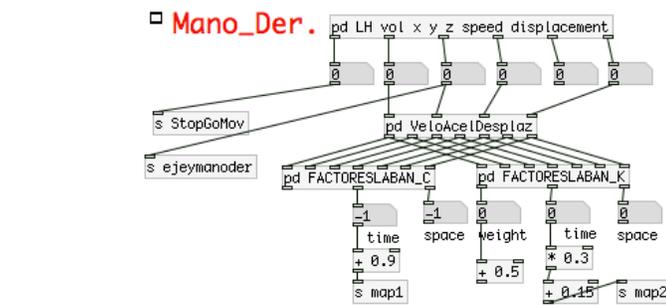
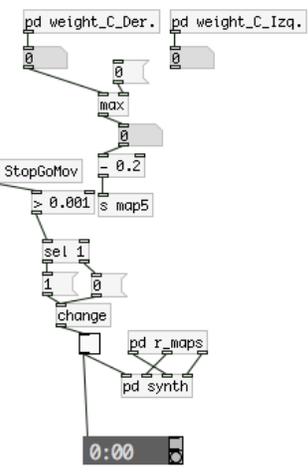
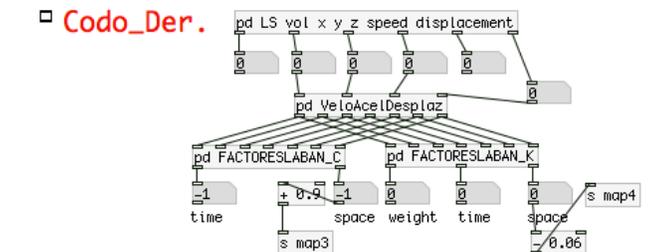
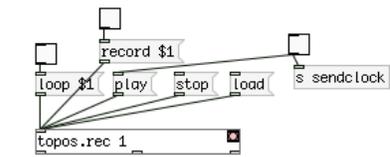
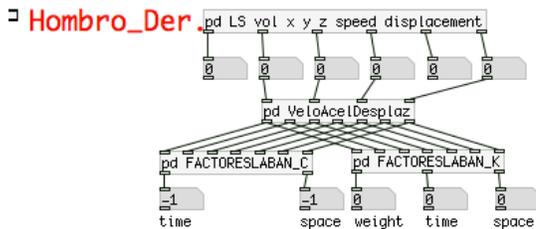
Anexos

i) Patch de Pure data construido para la investigación práctica:

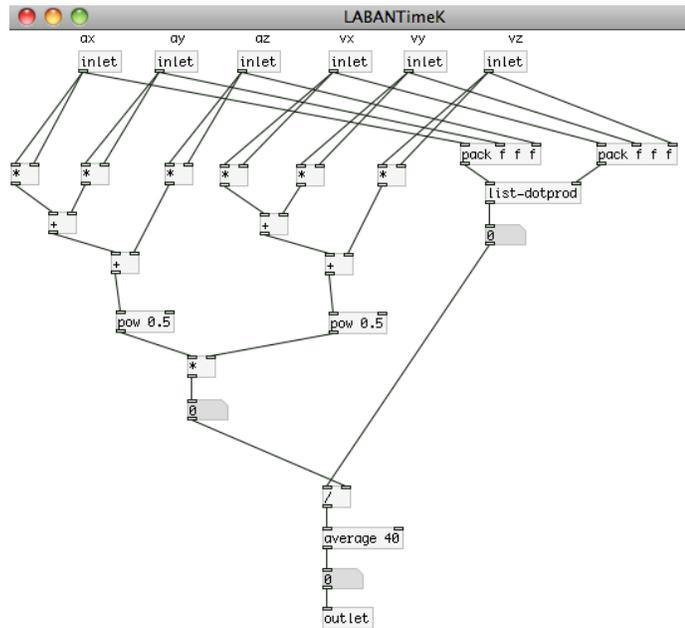
MÚSICA, CUERPO EN ESCENA Y COMPUTACIÓN AFECTIVA
Medición de Factores LABAN : Hombros, codos, manos

K = Ecuaciones de acuerdo a paper Koreano C = Ecuaciones de acuerdo a paper Canadiense

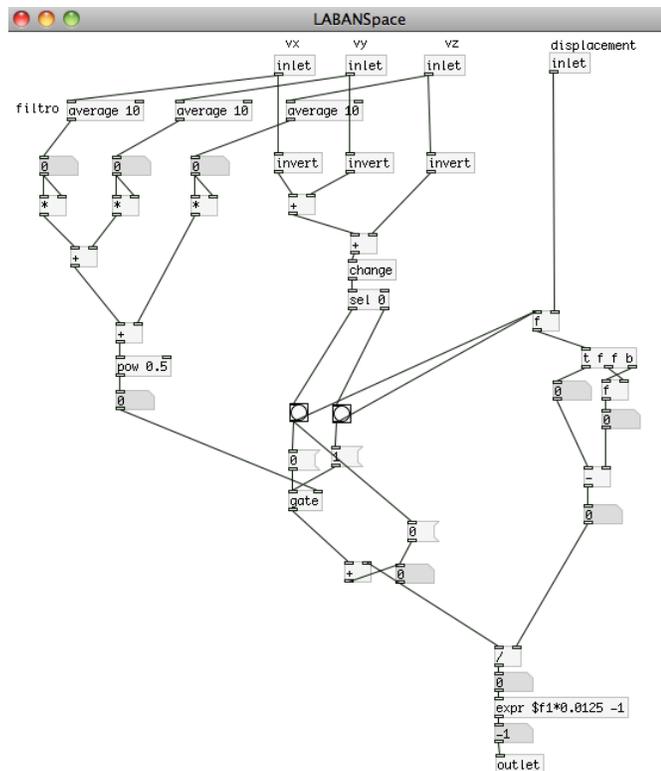
```
declare -path toposLib pd init
GemWin DSP y 2300 wt,blk
Reset 232 x 2400 FPS 30
pd feature detection
```



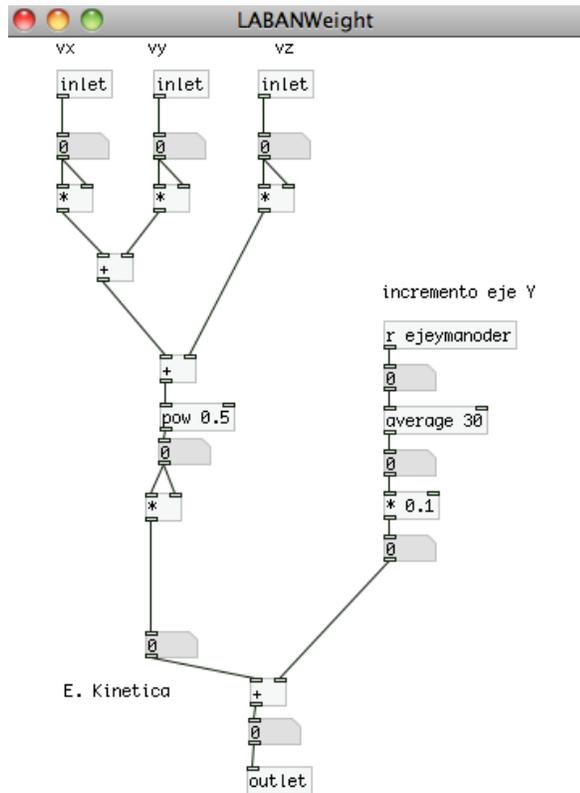
Entrada al Patch, con una visión de volumen, desplazamiento geométrico (x, y, z), velocidad y monto de desplazamiento. Se ven además los resultados arrojados por los cálculos.



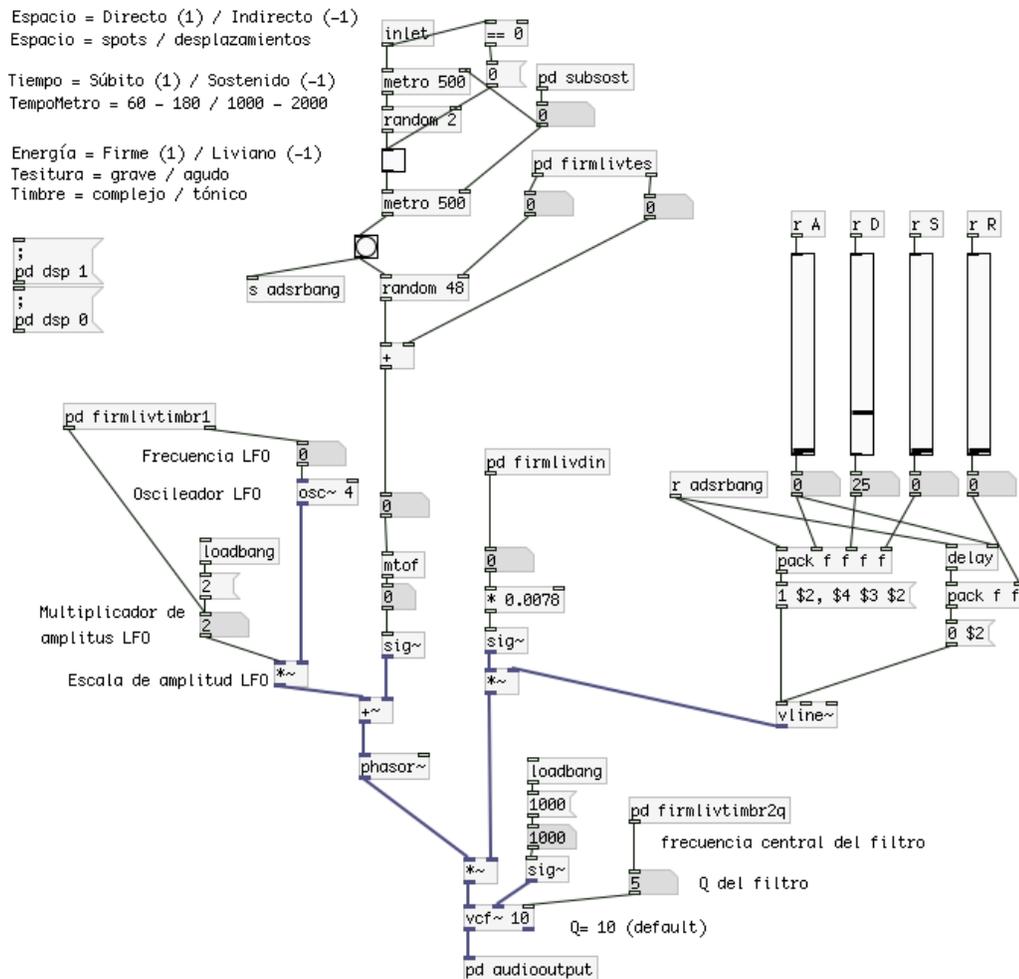
Sub-patch que arroja el cálculo del factor Tiempo de la mano derecha, de acuerdo a fórmula propuesta por Kim y otros (2013)



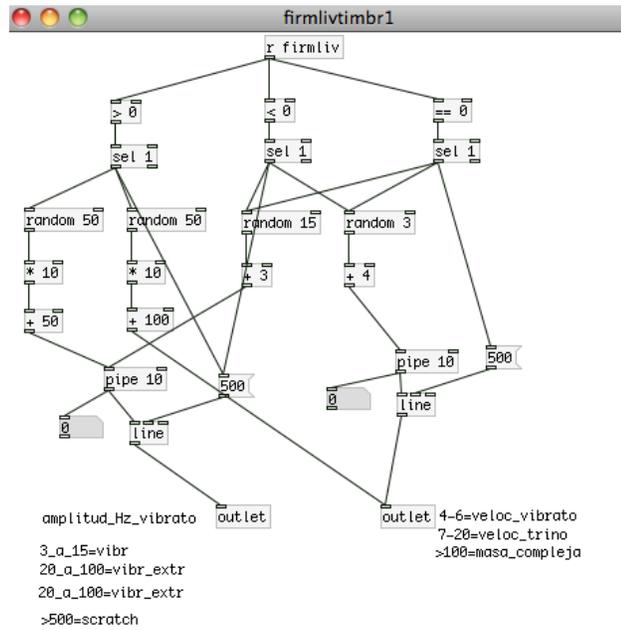
Sub-patch que arroja el cálculo del factor Espacio del codo derecho, de acuerdo a fórmula propuesta por Samadani y otros (2013)



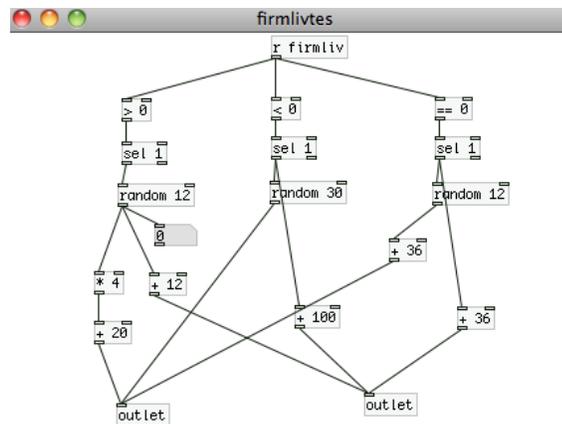
Sub-patch que arroja el cálculo del factor Peso en mano, codo y hombro derechos, de acuerdo a fórmula propuesta por Samadani y otros (2013), incluyendo el incremento del valor del eje y. Se usa el máximo de los tres factores.



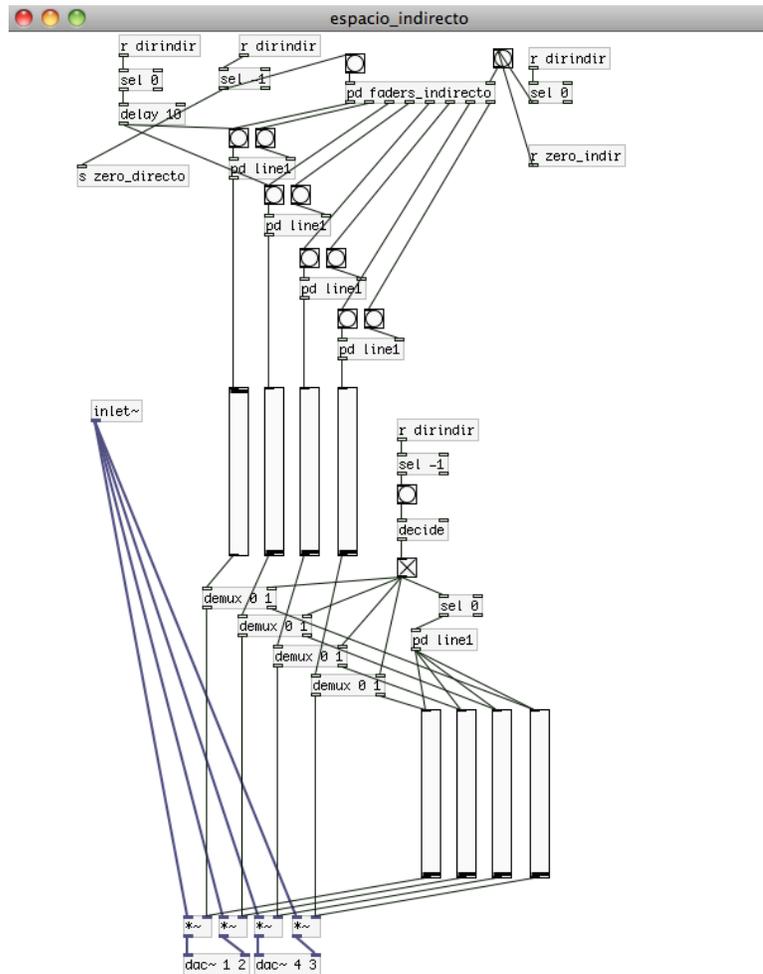
Patch con la configuración del sintetizador usado en la investigación



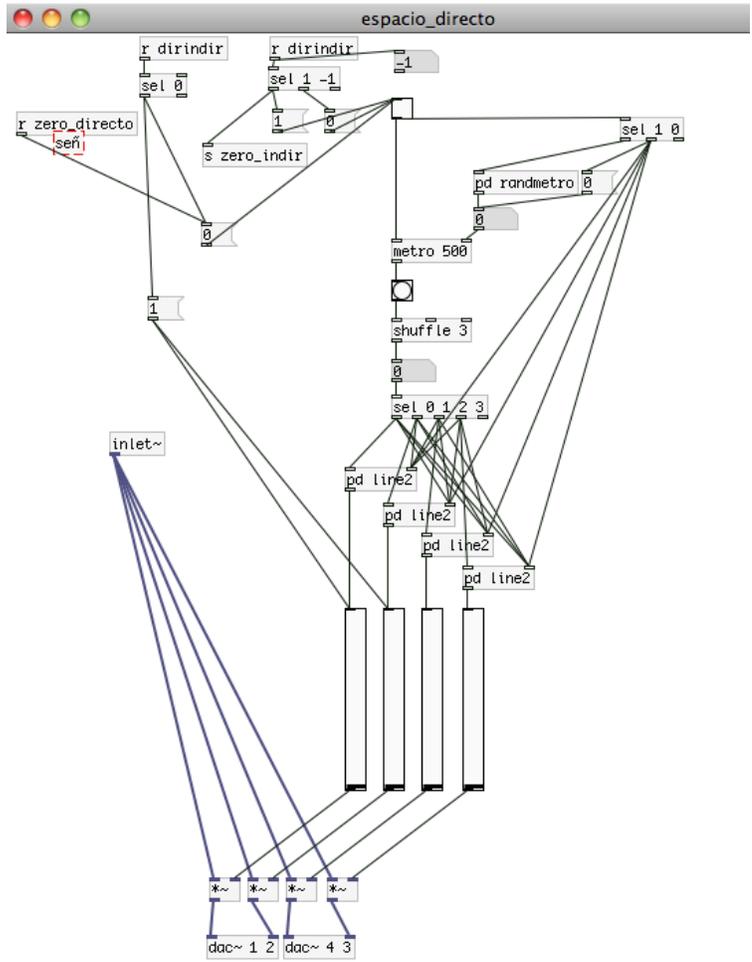
Subpatch para modificar timbre de acuerdo a valores del factor Peso



Subpatch para modificar tesitura de acuerdo a valores del factor Peso



Subpatch para modificar espacio cuadrafónico, de acuerdo a valores del factor Espacio indirecto



Subpatch para modificar espacio cuadrafónico, de acuerdo a valores del factor Espacio directo

ii) Encuesta de Post-performance



MÚSICA, CUERPO EN ESCENA Y COMPUTACIÓN AFECTIVA

Posibles interacciones y consecuencias perceptuales.

Investigación para grado de Magister en Artes mención Música y Tecnología,
Pontificia Universidad Católica de Chile
José Miguel Candela

Encuesta Post-performances (22 y 23 de diciembre 2014)

El sistema permite acrecentar mi percepción y atención durante el desempeño corporal y/o escénico

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Existe una clara correlación entre sonido y factor Tiempo (Laban)

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Existe una clara correlación entre sonido y factor Energía (Laban)

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Existe una clara correlación entre sonido y factor Espacio (Laban)

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Después de un tiempo de uso, se logra atender, identificar y comprender la lógica de respuestas sonoras del sistema

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

Después de un tiempo de uso las respuestas sonoras aún logran sorprenderme, e inciden en mi acción escénico-corporal

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

El sistema es :

- Totalmente predecible
- Dinámico y/o espontáneo, dentro de una lógica clara
- Totalmente impredecible

Considerando tus lugares comunes en tu accionar en escena, la respuesta sonora del sistema :

- Modifica tus respuestas habituales de manera importante
- Modifica parcialmente estas respuestas
- No modifica tus respuestas

El sistema colabora con tu espontaneidad y con tu creatividad en tu acción escénica

- Muy de acuerdo
- De acuerdo
- En desacuerdo
- Muy en desacuerdo

En líneas generales y desde el p/v de la activación que te provocó, calificarías la música generada por el sistema como:

- Excitante
- Relajada
- Neutra
- En momentos excitante y en momentos relajada
- En momentos excitante, en momentos relajada, en momentos neutra

En líneas generales y desde el p/v de la evaluación subjetiva que puedes hacer, calificarías en general la música generada por el sistema como:

- Placentera
- Displacentera
- Neutra
- En momentos placentera, en momentos displacentera
- En momentos placentera, en momentos displacentera, en momentos neutra

Enviar

 100%: has terminado.