



Hypermusic Prologue

A projective opera in seven planes (CD 1)

Hèctor Parra on the opera *Hypermusic Prologue* / Libretto / Some physics references

Español	5-28
Français	29-45
Català	46-67

Interview with Lisa Randall and Hèctor Parra

Excerpts from the interview (CD 2)

Español	68-72
Français	73-76

Biographies

77-86

Artwork Cover & CD2:

Matthew Ritchie, *The Four Forces (The Weak Force)*, 2008 (detail)

Courtesy: c/o - Gerhardsen Gerner, Berlin; Andrea Rosen Gallery, New York

Artwork CD1:

Matthew Ritchie, *The Four Forces (The Light Force)*, 2008 (detail)

Courtesy: c/o - Gerhardsen Gerner, Berlin; Andrea Rosen Gallery, New York

HÈCTOR PARRA (*1976)

CD 1

Hypermusic Prologue (2008-2009)

A projective opera in seven planes

1	Plane I	<i>"Why this confusion?"</i>	3:33
2	Plane II	<i>"A wonderful place!"</i>	4:24
3	Plane III	<i>"This step –a new dimension"</i>	3:08
4	Plane IV	<i>"The pathway opens"</i>	4:15
5	Plane IV	<i>"Why disrupt this harmony?!"</i> (Bubble 1)	3:39
6	Plane IV	<i>"You are gone"</i>	3:19
7	Plane IV	<i>"The soft cozy edge"</i> (Bubble 4)	3:49
8	Plane IV	<i>"I will describe this strange landscape"</i>	2:10
9	Plane IV	<i>The language of the 5th dimension</i>	6:45
10	Plane IV	<i>Microscopico, flamboyant</i>	1:52
11	Plane V	<i>"This pull, this tug"</i>	5:41
12	Plane V	<i>Electronic interlude</i>	4:27
13	Plane V	<i>Scuro I "As I travel away"</i>	2:38
14	Plane VI	<i>"How to open up your world?"</i>	5:30
15	Plane VII	<i>"Discordant phenomena"</i>	8:21

Charlotte Ellett *soprano* • James Bobby *baritone*

Ensemble intercontemporain • Clement Power *conductor*

Jean-Michaël Lavoie *assistant conductor*

IRCAM-Centre Pompidou – Thomas Goepfer *Computer Music Design*

TT: 63:32

Hypermusic Prologue is dedicated to Imma and to Josep Manel.

Co-production IRCAM-Centre Pompidou Ensemble intercontemporain KAIROS
The stage design of *Hypermusic Prologue* received the support
of the Fondation d'entreprise Hermès.

Co-edition Fundación Caja Madrid and KAIROS Production 2010

SIRÈNES



Ensemble intercontemporain

Emmanuelle Ophèle	<i>flute / piccolo</i>
Alain Billard	<i>clarinet in b flat / bass clarinet</i>
Jens McManama	<i>horn</i>
Samuel Favre	<i>percussion</i>
Jeanne-Marie Conquer	<i>violin</i>
Omar Hernandez-Hidalgo	<i>viola (guest)</i>
Pierre Strauch	<i>violoncello</i>
Frédéric Stochl	<i>contrabass</i>

Hypermusic Prologue

Ópera proyectiva en siete planos

Hèctor Parra

Introducción

Es generalmente aceptado que la creación artística y la investigación científica comparten categorías, esquemas de pensamiento y valores, en una medida que va mucho más allá de lo que podría esperarse de sus finalidades más inmediatas, o de otras que se consideran propias de cada una de estas actividades. La belleza, la intuición, la elegancia, el íntimo sentimiento de una perfección finalmente alcanzada, son valores culturales compartidos que hacen posible una comunicación vívida y muy directa entre científicos y artistas que comparten el placer de la creación de universos.

Han pasado ya cien años desde que la revolución relativista sustituyó el tiempo absoluto de Newton en su *fluir* universal y uniforme para convertirlo en una cuarta dimensión geométrica. Hoy en día, los progresos de la física, tanto teóricos como observacionales, sugieren que podrían existir hasta siete dimensiones geométricas adicionales. El carácter escondido o invisible de estas dimensiones se atribuye generalmente a su naturaleza hipermicroscópica.

En su libro *Warped passages*, Lisa Randall ha conseguido transmitir a un público muy amplio ese esfuerzo por comprender la naturaleza de la realidad última de la cual formamos parte. Los llamados modelos I y II de Randall-Sundrum constituyen una clase especial de teorías en las

cuales es su carácter deformado-curvado (*warped*), y no su pequeñez, la causa de la ocultación de estas dimensiones. Estos modelos específicos, y muy en particular la imagen que ofrecen del conjunto de las interacciones fundamentales de la física, me han ofrecido la posibilidad de construir un espacio simbólico de gran riqueza que puede ser utilizado como marco para la composición musical; un marco en el que la instrumentación y la orquestación, la música vocal y las técnicas de electrónica en tiempo real pueden producir y proporcionar nuevos tipos de experiencias acústicas.

Así pues, a partir de una propuesta del Festival d'Òpera de Butxaca de Barcelona hecha en 2006, con la producción del IRCAM-Centre Pompidou y de l'Ensemble intercontemporain, y con el apoyo de la Fondation Hermès (París), del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya y del Gran Teatre del Liceu, ha representado una gran satisfacción poder contar con la propia Lisa Randall como inspiradora y libretista de este estimulante proyecto de creación musical: la ópera proyectiva *Hypermusic Prologue*.

El argumento

Con *Hypermusic Prologue* se produce una colaboración única entre ciencia, música y artes plásticas. En compañía de Lisa Randall, del artista plástico Matthew Ritchie y del director de escena Paul Desveaux, exploramos la forma histórica de la ópera para crear una expresión dramática para el siglo XXI.

El libreto de Lisa Randall nos presenta a una compositora-científica (soprano) que vive una profunda tensión entre el amor que siente por su compañero (barítono) y su pasión por el conocimiento, guiada por la convicción de que existe un mundo mayor por explorar.

Su relación experimenta un cambio cuando la soprano, después de una fuerte discusión, decide emprender un hipotético viaje a la deformada quinta dimensión del modelo Randall-Sundrum del espacio-tiempo...

A partir de este momento, el espacio y la energía que experimenta la soprano dependen de su posición dentro de la nueva dimensión. Así, soprano y barítono viven, a través de este viaje, experiencias distintas de la realidad: ella, moviéndose libremente en un hiperespacio de cinco dimensiones, y él, sintiéndose confinado en las cuatro dimensiones de nuestro espacio-tiempo conocido.

La música, una forma extremadamente organizada de energía acústica, contribuye a acercarnos y a hacernos disfrutar, a través de los sentidos, de estos misteriosos y atractivos espacios intensamente deformados.

En esta ópera el público se ve conducido desde el familiar y tradicional espacio psicoacústico de la sala de conciertos a la sensación de abertura de una nueva y inesperada dimensión espacioacústica. Como veremos más adelante, todos los ritmos, alturas, melodías y gestos vocales, instrumentales y electrónicos, están especialmente esculpidos siguiendo un sistema de analogías estructurales con los conceptos y procesos físicos que tienen lugar en el modelo

espaciotemporal de Lisa Randall. Durante este proceso de escritura nacen nuevos materiales musicales, que se unifican en una materia sonora hiperexpresiva que conforma los momentos álgidos del libreto. La música que da vida a los constantes contrastes de tensión rítmica y emocional de los diálogos está especialmente concebida para deformar la percepción temporal del público.

Relaciones estructurales entre los modelos físicos de Lisa Randall y el espacio-tiempo escénico y musical de *Hypermusic Prologue*

Desde el primer momento en el que, con Lisa Randall, empezamos a trabajar en este proyecto, el desarrollo del libreto ha venido acompañado por la creación de un amplio tejido de conexiones sonoras que estructuran un paralelismo entre la música y su fascinante y sugerente modelo físico. Los equivalentes musicales de los elementos físicos de base –los parámetros de la dimensión musical deformada– son:

Medida espacial/distancia: la duración (en segundos) de una frase musical. Aquí no nos preocupamos por los ritmos internos específicos. La distancia física también encuentra un equivalente musical en la forma como las transformaciones electrónicas modifican las duraciones con procesos que trabajan la dimensión temporal del sonido (*time-stretch, delays...*).

Tiempo: el tiempo físico equivale a la densidad rítmica en el discurso musical, a los ritmos específicos que lo conforman, así como a su evolución a lo largo de la obra. Un ejemplo lo constituye la granularidad de los tratamientos electrónicos en tiempo real en los que la densidad, el ritmo de encadenamiento y la transposición de los gránulos resultantes de los diferentes procesos electrónicos de síntesis granular cambian dinámicamente.

Masa: equivale a la amplitud y la riqueza espectral de las voces, de los instrumentos y de los correspondientes tratamientos electrónicos. De esta forma, los sonidos correspondientes a la *weak brane*, es decir, a nuestro espacio-tiempo, son menos fuertes y menos ricos espectralmente que los sonidos más cercanos a la *gravity brane*, ya que la masa crece exponencialmente cuando nos acercamos a la segunda.

Energía: equivale, en música, a la dinámica de propulsión del gesto musical, a la velocidad a la que cambia el discurso (en amplitud o espectro).

Una vez definidas las dimensiones básicas dentro de las que nos movemos acústicamente, nos encontramos con que el famoso factor

de deformación –el *warp factor* de los modelos Randall-Sundrum, que define cómo está deformada la quinta dimensión– se corresponde con la evolución temporal de todos estos parámetros, así como con la distancia que separa el sonido vocal o instrumental original del resultado de su tratamiento electrónico en tiempo real.

En el corazón de la ópera (cuarta escena), los dos puntos de vista opuestos de la soprano y del barítono se alternan: él está anclado en nuestro espacio-tiempo cuadridimensional, mientras que ella explora con total libertad el hiperespacio en cinco dimensiones. Así, los parámetros musicales definidos anteriormente interactúan dinámicamente en función del punto de vista de cada uno de los cantantes.

Desde el punto de vista del barítono: él percibe la voz de la soprano, que se acerca a la *gravity brane*, con frases más y más cortas porque el tiempo se comprime enormemente. Al mismo tiempo, como ella va ganando masa exponencialmente, la densidad rítmica crece i el incremento de energía se transcribe musicalmente en una red más y más dinámica de crescendos, disminuidos y contrastes de amplitud: la velocidad de cambio se incrementa. Un tratamiento electrónico cada vez más rico, fluido y poderoso sobre la voz de la soprano provoca la sensación



Figura 1

de que ésta gana energía y masa, a la vez que pierde tamaño y que su tiempo se comprime. El lenguaje de la soprano va resultando progresivamente más experimental y rico:

El barítono tiene la sensación de que la soprano está en todas partes, envolviéndolo, pero sin compartir ambos un mismo espacio, ya que la voz del barítono no está tratada electrónicamente.

Desde el punto de vista de la soprano: ella experimenta un nuevo y dinámico paisaje sonoro. La electrónica transforma en vivo el sonido de la orquesta así como la voz del barítono, progresivamente más "localizado" i aprisionado en las cuatro dimensiones conocidas. De esta forma, de acuerdo con el estático confinamiento en el que él se encuentra, la soprano lo percibe con frases cada vez más largas y de menos densidad rítmica que representan una dilatación temporal. La menor energía del barítono se traduce también en una pérdida del color vocal (cantando soni-

similar a una onda diente de sierra, casi una voz de síntesis).

Al mismo tiempo, dichos tratamientos electrónicos están espacializados de tal forma que el sonido se concentra en un único punto del espacio y acentúa así la sensación de confinamiento. Por otra parte, la orquesta, con su fluidez i riqueza cromática, representa para la soprano la excitación y la sensación liberadora que le causa la exploración de la quinta dimensión. En cambio, la voz electrónica del barítono representa la percepción fisiológica que de él experimenta la soprano. La temporalidad de los diálogos entrelazados per los dos cantantes, así como su relación musical con la orquesta, se ven fuertemente deformadas –mucho más que en la ópera clásica– y adoptan rápidamente formas muy distintas. Al final de esta escena central, cuando ella ya ha culminado su viaje a la quinta dimensión, la música nos permite vivir una secuencia de accidentes temporales que acentúan la distancia



Figura 2

dos con aire) y en una simplificación electrónica de su espectro (a través de filtros frecuenciales y procesos de resíntesis sonora que lo acercarán a los sonidos senoidales). En la figura 2 podemos observar estas características: los triángulos blancos indican los sonidos eólicos, y las líneas rotas, una producción sonora ronca y quebrada

–tanto física como emocional– que separa a los dos cantantes: tensos y explosivos momentos en los que la retención ritmicotemporal (el tiempo perceptivo del público se hace más y más lento) queda interrumpida por poderosas descompresiones (intensas aceleraciones de la música). La exposición combinada de los aspectos fisiológi-

cos y psicológicos contribuye a crear un nuevo tipo de tejido dramático y musical descrito en la figura 3: Estos abismos nos llevan a un punto sin retorno donde la soprano descubre –experimentando con su propia voz– un nuevo lenguaje vocal, puramente musical. Así como los físicos experimentan con los aceleradores de partículas o los radiotelescopios, en esta ópera los cantantes experimentan con su propia voz, su marco de referencia esencial.

Como vívida representación de lo que sería una voz multidimensional, tomamos como fuentes de energía sonora las distintas formas de hacer vibrar las cuerdas vocales. Consideremos dos

grandes ejes de articulación:

- 1 - La fonación: sonidos con mucho aire – sonidos con poco aire – voz plena/normal – voz tensa – voz extremadamente tensa.
- 2 - El modo vibratorio: voz extremadamente relajada y ronca (*fry*) – voz ronca – voz normal – voz cantando en falsete.

Y seguidamente modulamos, con la lengua y los labios, ese rico espectro de sonidos producidos exclusivamente por los impulsos guturales. Cuatro grandes categorías de modulación consonántica (filtrado acústico natural de la voz) se nos imponen:

The musical score consists of four staves: Vn. (Violin I), Va. (Violin II), Vc. (Viola), and Db. (Double Bass). The Vn. and Va. parts are marked with dynamics from *pp* to *fff* and include performance instructions like "molto sul pont. very high and noisy" and "sfz". The Vc. part starts with *sfz* and *mf*, and includes markings for "trans." and "molto sul pont. ... pen. ond.". The Db. part starts with *sfz mp* and *mf / mp*, and includes markings for "molto sul pont." and dynamic changes like *f* and *< f*.

Figura 3. Fragmento de la partitura correspondiente al final de la primera parte del viaje de la soprano a través de la quinta dimensión. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

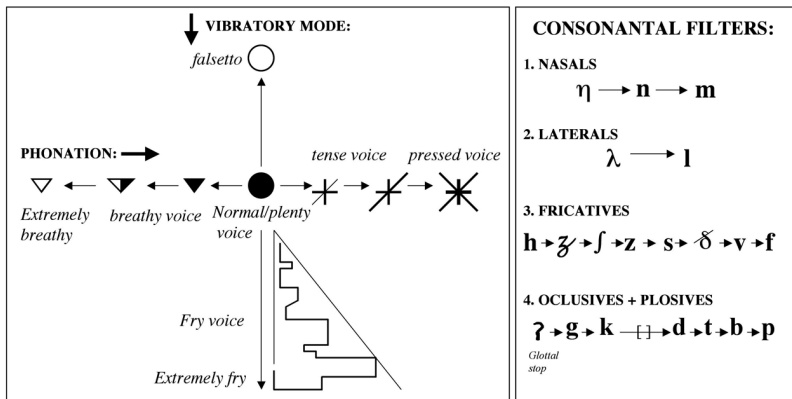


Figura 4

- 3 - Nasales
- 4 - Laterales
- 5 - Fricativas
- 6 - Oclusivas + explosivas

En la figura 4 esquematizamos este espacio creativo sonoro de seis dimensiones:

Vemos que los impulsos iniciales de las cuerdas vocales y los filtros consonánticos pueden (o no) compartir ritmos y dinámicas en su escala más pequeña. La mayor riqueza la encontramos cuando nos movemos más fluidamente en el campo de posibilidades que nos ofrecen nuestras cuerdas vocales, y cuando implementamos una mayor dinámica y variabilidad a nuestros filtros consonánticos. Así emerge una insospe-

chada plasticidad sonora directamente de la voz humana. La figura 5 ilustra un breve fragmento de este nuevo lenguaje.

Interacción dramática entre voces e instrumentos: búsqueda de una nueva estética sonora

Una de las principales vías de exploración de esta ópera es la creación de nuevas relaciones musicales entre la voz humana y los instrumentos, mediante una electrónica más orgánica, vívida y sensible a los músicos. El conocimiento y la plena utilización de las posibilidades que ofrecen los nuevos mecanismos electrónicos de

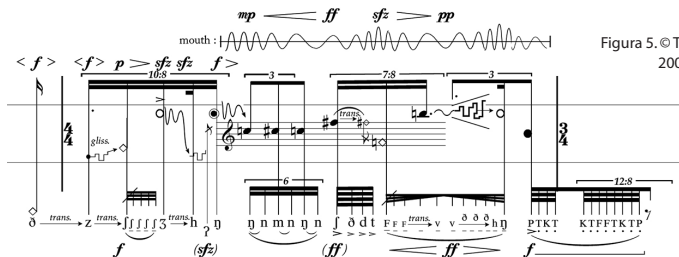


Figura 5. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

captación gestual y acústica desarrollados en el IRCAM ejercen una intensa influencia sobre la escritura vocal e instrumental. La concepción de la partitura, por lo tanto, está intrínsecamente vinculada a nuevas i sugerentes texturas sonoras en las que la electrónica tiene un papel fundamental.

Distintos módulos de análisis espectral y de envolvente de amplitud nos ofrecen una imagen

sonora muy rica y completa del sonido de los cuatro instrumentos de cuerda del *ensemble*. A partir de estos datos percibimos la energía interpretativa y la sensibilidad fisicomusical de cada intérprete. Estos datos, que la investigación previa avala como musicalmente muy significativos, son utilizados para modificar dinámicamente las voces de los dos cantantes, resintetizándolas siguiendo la dinámica de los arcos. Así, en algunos

pasajes la dinámica temporal es controlada, en la microescala, por la mano derecha (la del arco) del violín, la viola, el violoncelo y el contrabajo. En la parte inferior de la figura 6 observamos, dibujada sobre cada instrumento, una curva de variación de la presión del arco sobre la cuerda. Todo el pa-

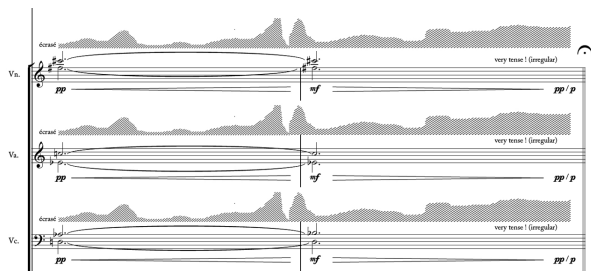


Figura 6. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

saje debe ser interpretado en écrasé, que produce un sonido muy quebrado y ruidoso, poco armónico. Como la cantidad de inarmonicidad puede ser captada y analizada, dinamizamos el tratamiento electrónico de las voces de la forma siguiente: cuanto más inarmónico es el sonido producido por las cuerdas (cuanto más alta es la curva dibujada), más amplitud sonora tiene el tratamiento electrónico sobre las voces, y más fuerte es la transposición aplicada al espectro vocal. De esta forma, la palabra *expectations*, cantada por el soprano, y la palabra *world*, cantada por el barítono, resultan tremendamente deformadas por una serie de tratamientos electrónicos pilotados por los instrumentos de cuerda: el mundo enigmático explorado por la soprano modifica, y deforma, las expectativas que los dos protagonistas habían depositado en su relación. En contrapartida, en otros pasajes son las voces las que toman el control acusticotemporal del espectáculo mediante la captación de su envolvente sonora y de los factores de inarmonicidad del sonido vocal. Así, una voz puede modificar electroacústicamente a la otra. El ritmo y la alternancia de estos intercambios siguen muy de cerca las características morfológicas y la semántica del texto. Por ejemplo, la frase *branes inside warped space* es cantada por la soprano durante su exploración de este misterioso espacio fuertemente deformado. Ello me sugirió la idea de explorar una articulación de cada palabra repartida entre soprano y *ensemble*: la soprano –asimilada a las *branes*– articula las vocales, y las cuerdas –el espacio deformado– articulan las consonantes correspondientes mediante un

tratamiento electrónico, que cruza el espectro de cada pizzicato o breve articulación con el de una consonante previamente grabada. La sensación resultante es de que las cuerdas hablan, de que articulan las consonantes que parece no poder articular la soprano. El ordenador sabe en cada momento, en relación al texto que está cantando la soprano, qué consonante tiene que tomar como base para realizar dicha síntesis cru-

The image shows a musical score for the phrase "BRANES INSIDE WARPED SPACE". The title is written in large, bold, multi-colored letters: B (red), R (orange), A (yellow), N (green), E (blue), S (purple), I (pink), N (green), D (orange), E (blue), W (purple), A (yellow), R (orange), P (purple), E (blue), D (orange), S (purple), P (purple), A (yellow), C (pink), E (blue). The score consists of five staves. The top staff is the soprano line, with lyrics "branes / n / a / l / ensemble / se / You". The second staff is for the baritone, with lyrics "fabrto" and "You". The bottom three staves are for the ensemble. Colored boxes and arrows highlight specific consonants: a red box 'B' is under the first staff; a blue box 'N' is under the second staff; an orange box 'D' is under the third staff; a purple box 'P' is under the fourth staff; and a green box 'S' is under the fifth staff. Dynamic markings like *pizz.*, *f*, *mf*, *pp*, *ff*, and *pp* are present throughout the score.

Figura 7. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

zada. El texto completo se recompone de forma más o menos natural, pero deformado por esta perfusión de espectros sonoros y envolventes vocales. La partitura analizada en la figura 7 ejemplifica este procedimiento: El objetivo es producir una nueva forma de dramaturgia intrínsecamente musical que surge precisamente de una extrema solidaridad o interrelación entre la interpretación instrumental, el canto y su tratamiento electrónico conjunto en tiempo

real. Una dramaturgia que se fundamenta y se conduce mediante la captación de las distintas características i cualidades del propio sonido. Gracias a la compleja estructura relacional entre el gesto del instrumentista y el resultado sonoro de su tratamiento electrónico, y a una dinámica especialización del resultado sonoro (figura 8), el oyente es propulsado al interior de un espacio sonoro altamente deformado –warped– que le permite vivir una experiencia psicoacústica

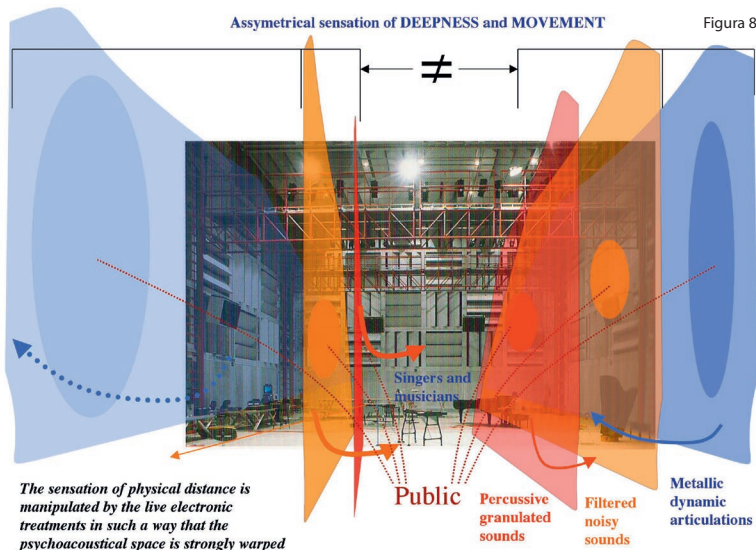


Figura 9

The image displays a musical score for Violin (Vln), Viola (Via), and Violoncello (Vic) instruments. The score is divided into four measures, with the first and third measures highlighted in red boxes and the second and fourth in blue boxes. The tempo is marked as $\text{♩} = 128$. The score includes various musical notations such as dynamics (e.g., *sfz*, *mf*, *f*), articulation (e.g., *staccato*, *legato*), and performance instructions (e.g., *arco stacc.*, *arco*). Below the score are three diagrams illustrating the spatial relationship between the String Trio and the Public:

- Diagram 1 (Left):** Shows a circular arrangement with three red dots representing the String Trio and blue arrows indicating a clockwise flow. The area between the dots is labeled "Public".
- Diagram 2 (Middle):** Shows a similar arrangement but with blue dots for the String Trio and red arrows for the flow. A green shaded area is labeled "New acoustic space".
- Diagram 3 (Right):** Shows a more complex arrangement with overlapping red and blue dots and arrows. A green shaded area is labeled "Warped acoustic space".

y emocional cercana al descubrimiento de una nueva dimensión espacial. Esto favorece una catarsis musical propiciada por una renovada expresión dramática, que se nutre de las más avanzadas ideas de la física del siglo XXI.

La figura 9 representa la relación dinámica entre las distintas texturas interpretadas por los instrumentos de cuerda y la espacialización aplicada a cada uno de los tratamientos electrónicos derivados de dichas texturas:

El espectáculo, en conjunto, quiere producir en el público una extraña sensación de pérdida de la comprensión y del control de la propia realidad, casi como un escalofrío de hiperrealidad, la intuición de una realidad que no es exactamente como la habíamos imaginado en un principio...

Polifonía renovada

Una de las principales perspectivas abiertas por

esta investigación es la de un nuevo tipo de polifonía, que permite una relación más rica entre las voces. Como decía Mahler, en la auténtica polifonía los temas tienen que sonar independientemente, los unos sobre los otros, desde su origen hasta su culminación. Por eso hay que mantener el máximo contraste posible entre los temas, de forma que siempre se puedan oír i comprender separadamente. Para realizar este ideal mahleriano con los medios hoy disponibles, resulta muy útil la parametrización más detallada y completa de la producción del sonido instrumental. Las líneas polifónicas se convierten en verdaderas fibras sonoras que podríamos asociar a las fibras musculares del cuerpo de un gimnasta.

Siguiendo dicho ideal, en mis últimas obras he intentado una cohabitación más intensa de distintos estados emotivos o energéticos, polifónicamente entrelazados, que nos lleven a vivir intensamente cada instante. Así, a la electrizante propulsión de un *sforzato* estridente en posición armónica se contraponen la angustiosa retención de un *écra* sobre las notas graves del registro. Y la encantadora ligereza de los glissandos de

armónicos *sul ponticello* contrasta con la cálida y acogedora sensación producida por un canto *sul tasto*.

En el ejemplo que sigue (figura 10) presento un fragmento de mi *Trio de corda* (2006) en el que cada uno de los tres instrumentos desarrolla un discurso con características muy diferenciadas que represento esquemáticamente en la parte inferior. En esta pieza el violín cincela la escala microtemporal con breves intervenciones de ataques fortísimos y agudos, la viola acentúa la escala temporal intermedia con estridencias en un registro medio y el violoncelo estructura la escala temporal mayor con su característico registre grave y una ausencia total de ataques.

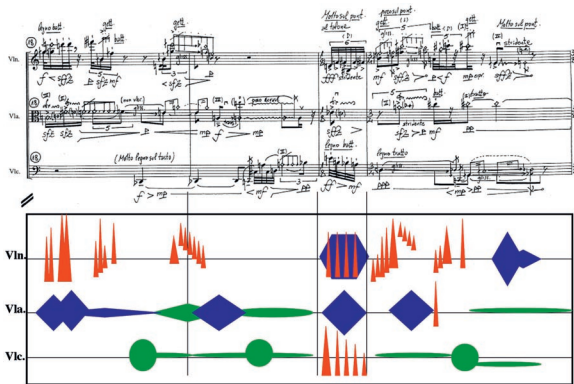


Figura 10. Polifonía de texturas instrumentales contrapuestas.

Este tipo de estructura polifónica me fue sugerido por la jerarquización (fuerte, electrodébil y gravitatoria) de las interacciones fundamentales de la física.

Con mi música intento estimular en el oyente la vivencia de todo un espectro de sensaciones anímicas: la urgencia que sentimos ante lo inalcanzable, la ternura que florece en el umbral perceptivo, la efímera plenitud, el insostenible frenesí... A través del prisma de refracción de nuestra percepción, distintos acontecimientos musicales –a veces repentinos y abruptos, a veces sigilosamente escurridizos– pueden convergir para producir una plena experiencia de consciencia vital. En pocos segundos coinciden y cohabitan, polifónicamente trabados, distintos estados emotivos y energéticos (figura 11). Por lo tanto, nos vemos empujados a vivir cada instante con intensidad máxima, con hiperconcentración. Este proceso nos conduce, eventualmente, al centro de un momento-espacio vibrante y mágico, de una extensión dimensional del espa-

cio-tiempo, en el que percibimos íntimamente la libertad de movimiento y de figuración de nuestro pensamiento, estimulada por nuestra sensibilidad y expresividad musicales.

De una manera más formal, en esta aventura (hiper)sonica he procedido a establecer una fusión integral entre el timbre y la armonía. La he combinado con una polifonía que no se limita a entretrejer líneas melódicas independientes, sino que también extiende su acción a materiales y a haces de fibras instrumentales con cualidades tímbricas características –cualidades tímbricas que también evolucionan en el tiempo. Con este conjunto ampliado de cinceles he esculpido la ópera, de la macroescala a la microescala. Por lo tanto, *Hypermusic Prologue* refleja mi firme convicción de que un más alto grado de integración de los distintos parámetros musicales, capaz de producir, categorizar y manipular un dominio más vasto de la plasticidad sonora, marca un amplio camino hacia el alcance de nuevos estadios de expresión musical.

Figura 11. Fragmento de la partitura correspondiente a la voz experimental de la soprano presentada en la figura 1. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

Libreto de Lisa Randall

Hypermusic Prologue

Una ópera proyectiva en siete planos

PLANO I

Soprano:

¿Por qué esta confusión?

¿Este movimiento frenético?

Faltan piezas...

Mi música se pierde,

Se ahoga.

¿Este paisaje...?

¿Este escenario para nuestro ser?

¿Dónde está?

¿Dónde acaba?

Las estructuras sostienen la existencia.

¿Las puedo encontrar?

¿Ver su influencia?

¿Cómo encontrar los sonidos que busco?

Rompecabezas que nunca descifraré
desde aquí...

Angustia,
deformación;
agonía.

PLANO II: CUESTIONANDO LA REALIDAD

B: ¡Un lugar maravilloso!

S: Estas formas, esta luz...

B: Incomparable.

S: Sombras cautivadoras...

B: Es suficiente.

S: ...pero es incompleto

-¡no es la totalidad!

B: Te lo puedo explicar...

S: ¡No, no del todo!

B: Armoniosas escalas rítmicas...

S: ¡No es suficiente!

B: ¡Newton te dice

donde caerá la manzana..!

S: ¡Pero no a la velocidad de la luz!

B: ¡La gravedad se relaciona con el tensor de
energía!

S: ¡¿Pero cuál es el tensor de nuestro mundo?!
B: ¡Cuestiona principios básicos!

S: ¿Pero, y los elementos constitutivos?
B: ¡Desviaciones del camino!

S: ¡Me encanta lo que nos rodea!
B: Se supone que debemos continuar...

¡La armonía está aquí!

S: Me gustas,
pero se abren

profundas y abruptas fisuras...

B: ¡Muéstrame estas nuevas capas de realidad!

S: ...y para mí es una agonía.

B: ¡Comprende lo de aquí!

S: Pero, ¿qué hay fuera de las percepciones,
más allá de los sentidos?

B: ¡Nada que tenga sentido!

S: Imagínate un universo
afuera...

B: ¡Obstrucciones abstractas!

S: .. o dentro.

B: ¡¡Esto no puede existir!!

S: La perspectiva podría ser tan diferente allí...

B: ¡Mira y siente!

S: ¡Deseo quedarme..!

B: ¡Es una locura!
S: Pero no puedo.
B: ¡Aquí nos podemos realizar!
S: No encajamos...
¡Las piezas no encajan!
Disonancia,
inconsistencia...

B: ¡Las respuestas están aquí!
S: ¡Tengo que partir!
B: La sabiduría de siglos...
S: Encontrar un sentido.
B: ...Aristóteles, Maxwell...
S: Pero habrá otros...
B: Einstein,
S: ...más maravillosos todavía.
B: ¡Mozart!
S: Traeré a casa nuevos conocimientos.
B: ¡Enséñame tu nueva melodía!
S: Pero primero,
las piezas que faltan...
B: ¡¿Dónde está tu partitura?!

S: ...debo encontrarlas.

S: Con mi música
exploraré.
La solución, quizás,
cuando vuelva.

B: ¡Tú y yo entonces, podremos ser un todo?
S: Tú y yo entonces podremos ser un todo.

PLANO III: MIEDO Y ESPERANZA

S: Este paso -una nueva dimensión-

me emociona más
que cualquier vivencia que nunca haya
tenido.
Sentido,
orden,
nuevas verdades de nuestro mundo...

Todavía no lo puedo ver,
pero tiene que estar allí.

¿Dónde me llevará?
¿Al infinito?
¿Lejos de ti?
¿Lejos de casa?

¡Quiero reconciliarme contigo!
Estoy atemorizada
Quiero volver.
Ahogar el miedo.

PLANO IV – PARTE I: ESPACIO CURVADO

S: Se abre el camino.
Entro
en la quinta dimensión,
una nueva dirección.
¡El espacio y el tiempo están vivos!
¡El espacio-tiempo se expande!
¡Se contrae!
La escala de mi mundo cambia.

B: ¡Y con todo, es la misma!

S: Me hago pequeña;
esta carga se aligera...
Una nueva capa de realidad
subyace a la que ya conocemos.
La energía que hay en el lugar donde

permaneces cautivo,
más la energía a través
del espacio hiperdimensional
curva el espacio-tiempo,
y revela la forma de la gravedad.

B: ¡¿La forma de la gravedad?!

Veo como tu sombra crece
¡y disminuye...!

Escucho como tu tono sube
y baja.

¡Pero no te puedo encontrar!

¡No puedo rellenar el perfil!

¡No lo entiendo!

S: Para mí hay una nueva dirección.

¡La energía lo inunda todo!

Hay la misma energía aquí y allí.

El espacio-tiempo responde: ¡una forma
sorprendente!

Las escalas se expanden,

y con ello mi realidad...

B: Yo sólo veo sombras.

¡Sólo veo lo que hay aquí!

S: El espacio crece a medida que me acerco a ti.

Y se contrae...

B: ... ¿a medida que te alejas?

S y B: ¡La escala de mi experiencia se altera!

S: Veo más:

¡nuestro universo en toda su extensión!

¡Va más allá de lo que tú observas!

B: ¡Pero tu espacio es invisible!

S: Para ti,

no para mí.

B: $F = ma$

La gravedad obedece

la ley del inverso del cuadrado.

¡Hay tantas cosas ocultas!

¡¿Cómo puede ser esto verdad?!

[BURBUJA MUSICAL 1]

B: ¡¿Por qué perturbar esta armonía?!

S: La gravedad puede mantenerse lejos de
nosotros.

B: Pero deja que me quede...

¡cerca de ti!

S: La gravedad curva nuestro espacio.

B: ¡¿Pero no es esto lo que buscas?!

[BURBUJA MUSICAL 2]

S: Estos mundos en el interior de espacios
deformados...

B: No te hace falta...

S: ...curvados negativamente.

B: ...un mundo...

S: La curvatura contorsiona el espacio,

B: ...¡más grande!

S: y con ello nuestras expectativas.

[BURBUJA MUSICAL 3]

B: La gravedad no nos impedirá...

S: La gravedad cuatridimensional...

B: ...elevarnos hasta un lugar perfecto...

S: ...puede aplicarse, incluso, con dimensiones
adicionales...

B: Mira. ¡Y siente!!

S: ...infinitamente extensas...

B: ¡El exterior es una abstracción!

S: ...si están lo suficiente curvadas.

B: Si esto es real, ¡muéstramelo!



S: Tú ya no estás,
pero la gravedad
sobrevive

a pesar de la distancia.
B: La gravedad se extiende hasta el infinito.
Debería diluirse,
¡desvanecerse en la nada!

S: El espacio-tiempo
está curvado.
Nuestro universo sobrevive
en una pequeña región
¡que denomino brana!

B: ¡Una brana diferente!
¡No es la mía!
¡No es la nuestra!

S: Tan concentrada que la enorme extensión
de una dimensión infinita
¡no se puede percibir!
La fuerza gravitacional
no se pierde.
Pero se concentra en la proximidad.

B: Una brana distante,
¡Estás lejos!

S: Estoy más recogida,
¡más realizada!

B: Mi gravedad es insignificante.

S: El pasaje se extiende,
¡pero se comprime cerca del lugar
con tres dimensiones
que limitan este espacio!

B: Las tres dimensiones planas e infinitas,
las habituales,

-¡las que yo conozco!-
reproducen la física
de nuestro mundo.

S: ¡La región concentrada
nos da nuestra fuerza habitual!
¡¡Pero una dimensión adicional infinita
es posible!!

[BURBUJA MUSICAL 4]

S: La intersección de nuestros mundos...
B: El margen dulce y acogedor...
S: ...en este lugar extraño y contorsionado...
B: ...del frágil caos-
S: ... nos da una gravedad cuatridimensional.
B: ¡nuestro hogar!

[BURBUJA MUSICAL 5]

B: Un seguro...
S: Relaciones exactas entre ...
B: ... y confortable refugio!
S: ...las tensiones del antiguo espacio
y la energía de uno más amplio.
B: Mi realidad está aquí.
¡No la veo, esta dimensión!



S: Las direcciones no se separan.
¡Necesito saber
en qué lugar del espacio me encuentro!
La curvatura es real y dramática.
¡Afecta mi mundo local!
¡¿Cómo lo podrías entender?!
¡¿Como lo puedo yo conocer?!

PLANO IV – PARTE 2: PUNTO Y CONTRAPUNTO

Soprano:

Describiré este extraño paisaje:

Diseccionaré sus propiedades,
deduciré la geometría

¡que me ha envuelto!

Y por la cual he deambulado.

Déjame entender sus matemáticas.

Así como compongo mi música,

¡déjame modelar este mundo!

La acción de nuestro sistema es:

$$S = S_{gravity} + S_{brane} + S_{brane'}$$

$$S_{gravity} = \int d^4x \int dy \sqrt{-G} \{-\Lambda + 2M^3 R\}$$

$$S_{brane} = \int d^4x \sqrt{-g_{brane}} \{V_{brane} + \mathcal{L}_{brane}\},$$

La solución de las ecuaciones de Einstein es:

$$ds^2 = e^{-2k|y|} \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu + dy^2,$$

B: ¿Oigo algo?

S: Se puede identificar como una sección de anti de Sitter 5.

La solución es válida sólo cuando los términos cosmológicos del contorno y del "bulk" están relacionados por:

$$V_{brane} = -V_{brane'} = 24M^3 k, \quad \Lambda = -24M^3 k^2,$$

Lo que asumiremos de ahora en adelante.

B: ¡¿Qué ruido es

el que penetra en mi espíritu?!

S: He descubierto

que podemos existir de manera consistente con una quinta dimensión infinita, sin violar los tests de la gravedad conocidos: Una única 3-brana, espacio-tiempo curvado en el resto, y una tensión especialmente ajustada aquí y en todas partes.

S: Las relaciones de tensión son independientes de

la distribución precisa de la energía.

B: ¿Por qué alejarse?

S: Una fórmula

para el tensor de curvatura de una métrica diagonal...

B: ¡Tu hogar está aquí!

¡¡Las respuestas que buscas están aquí!!

S: ...¡y otras relaciones que deben ser ciertas!

PLANO V: FUERZAS Y UNIFICACIÓN

S: Esta atracción,

este tirón,

estas fuerzas

que crean estructuras,

interacciones...

B: Fuerzas fuertes que cohesionan la materia;

Fuerzas débiles que radioactúan;

Electromagnetismo que afecta la carga;

Y la gravedad...?

¡Gravedad que no encaja!

Gravedad que me mantiene aquí,

que mantiene incluso nuestro extraño

espacio intacto...

Pero mucho me temo que a nosotros no...

S: Pero la gravedad es débil.

B: La gravedad me mantiene aquí-
¿Por qué no a ti?
¡No puedo perderte!

S: Las fuerzas cambian
a medida que las distancias cambian,
a medida que viajo a través de esta dimensión
adicional...

MÚSICA ELECTRÓNICA

S: Mientras viajo más lejos,
las fuerzas convergen,
¡se unifican!
Comportamiento logarítmico.
Las fuerzas cambian de potencia,
¡hasta unificarse en una!

B: ¡¡El final del espacio!!
S: ¡El espacio cambia, varía!
El mundo de fuerzas deviene simple,
B: ¡¿El punto de convergencia?!

S: ¡armonioso!
¡Unidad!
¡Una única fuerza!

B: ¡Unidad?
¡una única fuerza?!
Pero esto está tan lejos...
¡Mi corazón se parte!
¡Rompeamos!
¡Me hundo!
Vuelve aquí,
donde la gravedad es débil,
¡pero no nuestra atracción!

S: ¡¡Unificación!!
Al fin entiendo

lo que puedo ver desde aquí.
Inquietante armonía,
al fin.
¡¿Cómo compartir
todo esto contigo?!

PLANO VI: DESCUBRIMIENTO

B: ¿Cómo acceder a tu mundo?
Describe,
¡revela!
¡Comparte tu verdad!

S: Deja huellas allá
de lo que hay aquí.

B: Condiciones extremas.
¡Una energía enorme!
¡Una energía que se convierte en masa
y explora lo que hay en el interior!
Aceleración,
energía,
¡¡lo desconocido!!
Misterio...
Podemos explorar
lo que acabas de presenciar.

S: Lo que me realiza,
¡lo que ahora puedes ver!

B: Un encuentro como éste,
¡y qué efímero es!
¿Cómo interpretar-lo?
¿Qué hay allí?

S: De nuevo lo descubrirás,
otra vez,
reorganiza las piezas,
los indicios,
¡lo que está encriptado!

B: No tengo suficiente pistas;
¡Algo más hay allí...!
S: Compón estas notas,
complétalo y cálmate;
¡Profundiza más!
¡Esfuézrate hasta la fatiga!
Se te escapará
y luego encajará.
S y B: Un extraño conducto
entre nosotros y nuestros mundos.
Armonía inquietante...

PLANO VII: EL FUTURO

S: Fenómenos discordantes.
Armoniosos fundamentos.
Indicios de riqueza...
y música
subyacente.
Fenómenos desconcertantes.
B: ¡Interpretaciones duales!
S: Armoniosos fundamentos...
B: ¡Un único mundo!
S: ...y una música cautivadora...
B: Verdades simultáneas
que desconciertan,
¡que engloban!
S: En la base, nuestros fundamentos.

S: Ahora me siento más realizada.
B: Nuestro hogar está más completo.
S: Conocimiento...
B: ... y fuerza:
S y B: ¡Un vínculo más fuerte entre nosotros!
B: ¡Y la belleza!
S: La información traduce

nuestros distintos lenguajes
S y B: Lo familiar y lo extraño...
Los dos son verdad.
¡Nos desafían a investigar!
B: Pensaba
que todo estaba completo.
Ahora comprendo más
en la medida que tu mundo
ilumina al mío.
La geometría da forma a la realidad,
explica lo que faltaba...
Por qué razón tu música
no culminaba.
S: Por qué mi música
no culminaba...
B: Ahora tu música hechiza.
Los sonidos penetran la realidad,
revelan su núcleo más íntimo:
Reposo.
Reina la calma.
S: Por ahora-
frágil equilibrio;
Tu mundo está presente,
¡pero las fuentes
son más profundas!

B: Tan sólo hemos empezado a comprender...
S: ... hacia dónde ir ahora.
B: Otra perspectiva,
oculta pero cierta?
S: ¡Más conexiones
que no entendemos!
S: Quizás el espacio,
incluso el tiempo
tienen constituyentes...

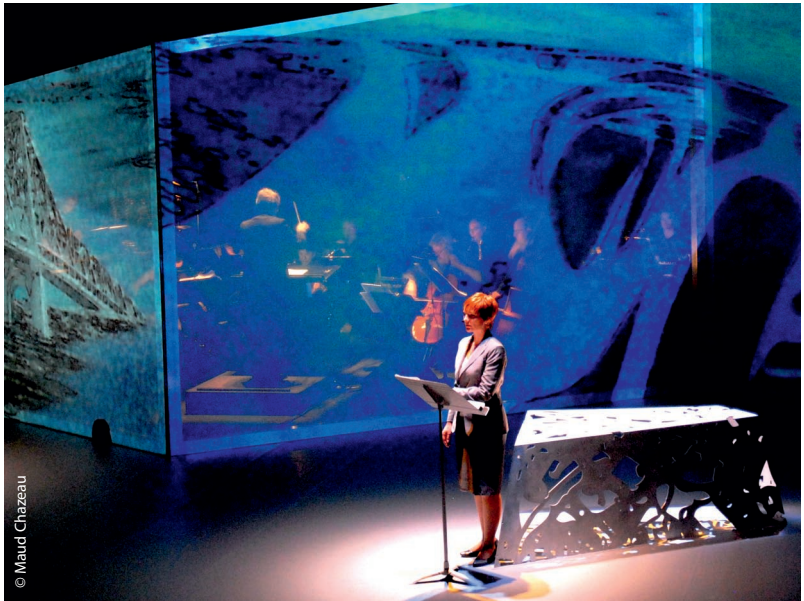
B: ¿Espacio y tiempo emergentes?!

S y B: ¿Es eso cierto?

¿Podemos profundizar más?

¿encontrar más cosas?

Traducción al español de Aurelia Esteve



Algunos referentes físicos para *Hypermusic Prologue*

La **ley de gravitación universal**, publicada en 1687 por Isaac Newton en su *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, establece que la fuerza atractiva mutua que se ejercen dos objetos de masas m_1 y m_2 esté dirigida en la línea que une ambos cuerpos y su magnitud es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. En lenguaje matemático:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

La **teoría especial de la relatividad**, también llamada **teoría de la relatividad restringida**, es una teoría física desarrollada entre 1905 y 1908 por Albert Einstein, Henri Poincaré y Hermann Minkowski. Surge de extender el principio de relatividad -las leyes de la mecánica son las mismas en todos los sistemas inerciales que se desplazan a velocidad constante entre sí- a los fenómenos electromagnéticos y ópticos regidos por las leyes de Maxwell. La constancia de la velocidad de la luz, un obstáculo en apariencia insalvable, exigirá incorporar el tiempo como la cuarta dimensión de un espaciotiempo absoluto, el universo de Minkowski. Éste invalida y sustituye, unificándolos, el tiempo y el espacio euclidianos absolutos en los que Newton fundamentó la mecánica y formuló su ley de gravitación universal. La teoría especial de la relatividad con su universo de Minkowski está en el fundamento

de los modelos estándar de la teoría cuántica de campos y de las partículas elementales, del funcionamiento de los aceleradores como el LHC de Ginebra, y de la energía nuclear. Y sólo cuando los efectos de la comparativamente muy débil interacción gravitatoria pueden ser medidos (muy alta precisión en los GPS) y/o han de ser tenidos en cuenta (masas estelares, fenómenos cosmológicos) se hace necesario recurrir al espaciotiempo curvado de la relatividad general.

La **teoría general de la relatividad o relatividad general** es la teoría del campo gravitatorio con la cual Albert Einstein superó en 1915 la explicación, conceptualmente problemática y ya físicamente insostenible, de una acción a distancia instantánea dada por la ley de gravitación universal de Newton. Su posterior validación experimental en el eclipse de 29 de mayo de 1919 es la base de su fama universal más allá de sus muy relevantes contribuciones en otros campos de la física. Es en la forma dada por Einstein que aún hoy, sin una teoría cuántica de la gravitación satisfactoria, se entiende y trata la interacción gravitatoria de manera cualitativamente distinta de las demás fuerzas fundamentales. La ecuación de Einstein, maravilloso verso en lengua matemática-geométrica, que condensa una de las más bellas teorías de la Física (cómo no evocar aquí // *Saggiatore* de Galileo), ha abierto las puertas a la cosmología científica. De la órbita

terrestre al interior de nuestro Sol, del centro galáctico a los orígenes del Universo, tenemos:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

La ecuación nos dice que en cada punto del espaciotiempo el **tensor de Einstein** (al que llegó laboriosamente tras muchos intentos y que recoge buena parte de la información sobre la curvatura del espaciotiempo), más la constante cosmológica *Lambda* por el tensor métrico, es igual a la constante gravitacional de Newton por el tensor de energía momento (que recoge la información sobre la cantidad, estructura y estado de movimiento del contenido material y energético). Los subíndices griegos toman los valores 1,2,3,4 que corresponden a cuatro direcciones independientes en el espaciotiempo, e indican que la ecuación tensorial de Einstein implica un total de 10 ecuaciones numéricas a resolver, correspondiendo a las cuatro direcciones y a los seis planos que con ellas se pueden formar. Así pues, la ecuación nos dice cómo la presencia de materia curva el espaciotiempo con lo que la enigmática fuerza gravitatoria a distancia simplemente desaparece: no hay tal fuerza, los cuerpos se mueven libremente por un espaciotiempo curvo. La constante cosmológica *Lambda* (el gran error o a la postre un gran acierto de Einstein) tuvo que ver con su primitivo rechazo al Big-Bang propuesto por Lemaitre, pero actualmente se relaciona con la energía oscura y la expansión acelerada y juega un papel decisivo en modelos como los de Randall-Sundrum.

La **mecánica cuántica** es la teoría física que explica la estructura y el comportamiento de la materia a escala atómica. La electrónica, la química (y por tanto la bioquímica y la inmensa mayoría de los fenómenos familiares) se consideran descritos o explicados en su nivel fundamental por dicha teoría.

De aquí su relevancia filosófica y cultural, en nada inferior a la de la relatividad. La formulación matemática de la teoría, ya en su nivel más elemental, la hace compatible con una diversidad de interpretaciones de carácter epistemológico y ontológico que han jalonado su historia desde sus orígenes hasta nuestros días: Einstein versus Bohr, Schrödinger versus Heisenberg, etc. Muy sintéticamente, el estado de una partícula (electrón, por ejemplo) se describe mediante una **función de onda o amplitud de probabilidad** Ψ compleja (parte real e imaginaria o módulo y fase) que evoluciona de manera continua y determinista de acuerdo con la ecuación de Schrödinger hasta que un observador realiza una medición. El resultado de la medición y el estado en el cual queda el electrón después de la medida resultan de una elección al azar. Esta elección selecciona uno de los valores cuantizados del espectro de la magnitud que medimos y deja al electrón en la función de onda propia correspondiente al valor elegido. En conjunto, la mecánica cuántica combina una evolución continua y determinista (ecuación de Schrödinger), válida mientras el observador no interviene, con una elección al azar de un salto cuántico (postulado de proyección o fenómeno de reducción

del paquete de ondas) en el acto de medición. Y, éste es un punto esencial no siempre suficientemente explicado, el espacio de probabilidad en el cual la Naturaleza (o metafóricamente Dios) realiza la elección, construido a partir de la *Psi* y del dispositivo experimental, es cualitativamente distinto de toda aplicación de la teoría matemática de la probabilidad a cualquier otro campo del conocimiento o experiencia humana. La probabilidad cuántica no es una probabilidad como cualquier otra, es más bien como un casino sólo con las mesas de apuestas pero sin ruleta, ni dados, ni cartas ni ningún otro dispositivo de generación pseudoaleatorio de resultados. Podemos decir que la mecánica cuántica establece las condiciones del resultado de los juegos de azar, pero niega la posibilidad que presenciemos o imaginemos la tirada, el sorteo o la extracción en el marco espacio-temporal. Einstein, y Schrödinger con su gato, manifestaron su incomodidad con esta situación. La incorporación de la relatividad especial y de las fuerzas nucleares en la teoría cuántica de campos y la cromodinámica cuántica no altera ni resuelve las peculiaridades o dificultades comentadas, aunque las hace más inaccesibles al no especialista por su extrema dificultad matemática. Pero ¿qué podrán decirnos en el futuro teorías radicalmente nuevas como la teoría de cuerdas y los modelos hiperdimensionales en general? La discusión acerca de la realidad última queda lejos de estar cerrada. Es un tema abierto y vivo: violación de la paridad, masa para los neutrinos, materia y energía oscuras ... Las mujeres y los hombres de ciencia viven esta búsqueda con la

misma pasión de siempre, aunque no sea fácil percibirla a partir del impersonal redactado de las publicaciones habituales.

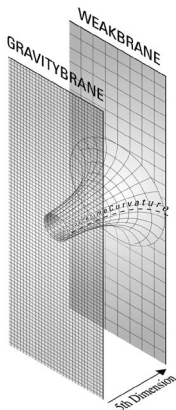
De acuerdo con el modelo estándar se denominan **interacciones fundamentales** los cuatro tipos de campos cuánticos (bosones) mediante los cuales interactúan las partículas materiales (fermiones). Actualmente se prefiere el nombre de interacciones fundamentales al de fuerzas, debido a que con ese término se incluyen tanto las afectaciones del movimiento de las partículas como los procesos de creación y desintegración de las mismas, a la vez que se evita la imagen mental asociada a las acciones a distancia de la física newtoniana y se refuerza la imagen de los campos introducida en la física por Faraday, un auténtico pionero de la unificación. Existen cuatro tipos de interacciones fundamentales: nuclear fuerte, nuclear débil, electromagnética y gravitatoria. Un objetivo prioritario de la física teórica del último siglo es la unificación de las interacciones. Un primer intento pionero, hoy retomado en un marco más amplio, fue la unificación de la gravedad einsteiniana y del electromagnetismo en el espacio-tiempo de cinco dimensiones de Kaluza-Klein. Hoy en día, la interacción débil y la electromagnética se han unificado en la interacción electrodébil, mientras la unificación de la interacción fuerte con la electrodébil es el objeto de toda teoría de gran unificación (GUT). Finalmente una **teoría del todo (TOE)** debería incorporar la gravedad. Es aquí donde se presentan las mayores dificultades debido a la aparente o real incompatibilidad de la relatividad general y la

teoría de campos cuánticos. Un campo abierto, pues, a la especulación físico-matemática y a las posibles novedades o sorpresas experimentales en altas energías y en cosmología.

La **teoría de cuerdas** es una propuesta de construcción de un modelo de la realidad física última en el cual se asume que las partículas elementales, generalmente consideradas como puntuales con grados internos de libertad, son en realidad estados vibracionales de un objeto extendido más fundamental, llamado cuerda. Una o muy pocas cuerdas bastarían para constituir y describir la gran variedad de partículas estables e inestables (resonancias), así como los procesos de creación y aniquilación observados en los aceleradores de partículas y en el análisis de los rayos cósmicos.

Los **modelos de Randall-Sundrum (RS)**, dentro de la cosmología de branas, describen el universo como un hiperespacio anti de Sitter de cinco dimensiones (el llamado **bulk**), con una quinta dimensión tremendamente deformada. Este hiperespacio contiene una brana de tres dimensiones donde se encuentran todas las partículas e interacciones fundamenta-

les, excepto la gravedad, formuladas en términos de la teoría de cuerdas con las dimensiones adicionales de extensión negligible frente a las otras cinco. Las dos variantes (RS1 y RS2) fueron propuestas en 1999 por Lisa Randall y Raman Sundrum, insatisfechos con los modelos con dimensiones adicionales entonces en boga, e intentan ofrecer una explicación matemático-geométrica de por qué la gravedad se nos aparece tan débil cuando la comparamos con las otras interacciones. Los modelos RS requieren dos parámetros principales, el primero para describir el valor de la constante cosmológica Lambda del "bulk" y el otro para describir las tensiones dentro de la brana. En el **RS1** la quinta dimensión, que tiene un tamaño finito (de escala nuclear, no negligible), separa dos branas de tres dimensiones. En una de ellas, la denominada **weakbrane**, nos encontramos nosotros y todas las interacciones conocidas exceptuada la gravitatoria. La otra, denominada **gravity brane**, concentra la mayor parte de la interacción gravitatoria. En el modelo **RS2** el bulk contiene solo una brana tridimensional, y la quinta dimensión (cuarta dimensión espacial) tiene una extensión infinita.



*Dr. Josep Manel Parra,
Universidad de Barcelona*

Figura 1. Los tamaños se incrementan exponencialmente (y las masas y energías se reducen) a medida que nos desplazamos de la Gravitybrane a la Weakbrane. © ECCO Press of HarperCollins.

Hypermusic Prologue

A projective opera in seven planes

Hèctor Parra

Introduction

On accepte généralement l'idée selon laquelle la création artistique et la recherche scientifique partagent des catégories et des schémas de pensée et de valeurs, dans une mesure qui va bien au-delà de ce qu'on pourrait attendre de leurs finalités les plus immédiates. La beauté, l'intuition, l'élégance, le sentiment intime d'une perfection à atteindre sont des valeurs culturelles communes à ces deux domaines rendant possible une communication vivante et directe entre scientifiques et artistes qui partagent la joie de créer des univers. Il y a cent ans, la révolution relativiste remplaçait le temps absolu de Newton et son flux universel et uniforme en le convertissant en une quatrième dimension géométrique. Aujourd'hui, les progrès de la physique, tant dans le domaine théorique que dans celui de l'observation, amènent à considérer qu'il peut exister jusqu'à sept dimensions géométriques additionnelles. Le caractère caché ou invisible de ces dimensions est généralement attribué à leur nature hyper-microscopique.

Dans son livre *Warped Passages*, la physicienne Lisa Randall a réussi à transmettre à un large public cet effort pour comprendre la nature d'une réalité ultime dont nous faisons tous partie. Les modèles connus sous le nom de « modèles 1 et 2 de Randall-Sundrum » constituent une catégorie

spéciale de théorie où c'est le caractère déformé, courbé (*warped*) et non nécessairement la petite taille qui sont désignés comme étant à l'origine de cette occultation. Ces modèles spécifiques, et tout particulièrement l'image que ces modèles donnent de l'ensemble des interactions fondamentales de la physique, m'ont offert la possibilité de bâtir un espace symbolique d'une très grande richesse, qui peut être utilisé comme cadre pour la composition musicale. Un cadre dans lequel l'instrumentation, l'orchestration, la musique vocale et les techniques électroniques en temps réel peuvent produire et organiser un nouveau type d'expérience acoustique. À partir d'une proposition du Festival d'Opéra de Poche de Barcelone en 2005, et grâce à la production de l'Ensemble intercontemporain, de l'IRCAM et au soutien de la fondation d'entreprise Hermès, ce projet a d'abord représenté un défi, puis une grande satisfaction de pouvoir compter sur Lisa Randall comme librettiste et inspiratrice d'un projet aussi excitant de création musicale : l'opéra projectif *Hypermusic Prologue*.

Argument

Hypermusic Prologue résulte d'une collaboration unique entre science, musique et arts plastiques. Aux côtés de Lisa Randall, de l'artiste plasticien Matthew Ritchie et du metteur en scène Paul Desveaux, j'explore la forme « historique » de l'opéra pour générer une expression dramatique du XXI^e siècle.

Le livret de Lisa Randall présente une com-

positrice-scientifique (la soprano) qui vit une profonde tension entre l'amour qu'elle éprouve pour son compagnon (le baryton) et sa passion, son amour pour la connaissance et sa conviction qu'il existe un monde plus vaste à explorer.

Leur relation connaît un changement lorsque la soprano, après une discussion animée, décide d'entreprendre un hypothétique voyage dans la cinquième dimension déformée du modèle Randall-Sundrum de l'espace-temps. À partir de cet instant, l'espace d'énergie dont la soprano fait l'expérience va dépendre de sa position dans cette nouvelle dimension. Ainsi, la soprano et le baryton vont vivre à travers ce voyage des expériences différentes de la réalité : tandis qu'elle se déplace librement dans un hyper-espace à cinq dimensions, lui reste lié à notre espace-temps ordinaire à quatre dimensions.

De cette façon la musique, qui est une forme extrêmement organisée d'énergie acoustique, va nous aider à nous approcher et à jouir de ces mystérieux et fascinants espaces fortement déformés. Dans cet opéra, le public se verra conduit de l'espace familier et traditionnel à trois dimensions de la salle de concert à une sensation d'ouverture vers une expérience acoustique nouvelle et inattendue. Comme nous allons le voir, le rythme, les hauteurs, les mélodies, les gestes vocaux, instrumentaux et électroniques sont spécialement sculptés selon un système d'analogies structurelles avec les concepts et les processus physiques à l'oeuvre dans le modèle physique spatio-temporel de Lisa Randall. Au cours de ce processus caux apparaissent. Ils sont « unifiés » sous la forme d'une matière so-

nore hyper-expressive qui accompagne le point culminant du livret. La musique qui donne vie aux contrastes constants de tensions rythmique et émotionnelle des dialogues est spécialement conçue pour déformer la perception temporelle du public.

Relations structurelles entre les modèles physiques de Lisa Randall et l'espace-temps scénique et musical de *Hypermusic Prologue*

Dès le départ de ma collaboration avec Lisa, le développement du livret s'est accompagné de la création d'un large réseau de connexions sonores structurant le parallélisme entre la musique et son modèle physique, fascinant et suggestif. Ainsi, les « équivalents musicaux » aux éléments physiques de base, à savoir les paramètres de la dimension musicale, se présentent comme suit :

Taille / distance

La taille est représentée par la durée (en secondes) d'une phase musicale. Ici, je ne me préoccupe pas de rythme interne spécifique. La taille physique a son équivalent musical dans la durée des transformations électroniques, principalement celles qui affectent la dimension temporelle du son (*timestretch, delay, etc.*)

Temps

Le temps physique équivaut ici à la densité rythmique du discours musical, aux rythmes spécifiques qui construisent le discours tout comme

son évolution dans le temps, et à la « granularité » des traitements électroniques en temps réel (densité et rythme d'enchaînement de la granulation résultant de différents processus de synthèse granulaire).

The image shows a musical score for two voices. The left staff has dynamics *f*, *mp*, *p*, and *ff* (unvoiced). The right staff has dynamics *p*, *f*, *p*, and *f*. Below the notes are phonetic annotations: 'do not /s/ gliss./trém.' and 'se - pa - rate' with 'x' marks above. The right staff has phonetic annotations: '/s/ e /p f k t k p k/ a /t k t k/ -rate.' and a diagram below showing transitions: '/o → o → a → i/'. The score is labeled 'figure 1'.

Masse

Elle équivaut à l'amplitude et à la richesse spectrale des voix, des instruments et des traitements électroniques. Les sons correspondant à la *weak brane* du baryton – c'est-à-dire à notre espace connu – seront moins forts et moins riches, du point de vue spectral, que les sons plus proches de la *gravity brane* ou que ceux inclus dans l'espace de la cinquième dimension, puisque que la masse croît de façon exponentielle quand nous nous rapprochons de cette cinquième dimension.

Energie

L'énergie physique équivaut en musique à la dynamique de propulsion du geste musical, autrement dit à la vitesse d'évolution du discours (en amplitude et dans le spectre).

Une fois précisées ces dimensions de base dans lesquelles nous allons évoluer acoustiquement, nous allons trouver que le fameux facteur de déformation (*warp factor*) du modèle de Lisa

Randall, qui définit la déformation de cette cinquième dimension, équivaut à l'évolution temporelle de tous ces paramètres, ainsi qu'à la distance séparant les sons vocaux ou instrumentaux originaux de leur traitement électronique en temps réel.

Au centre de l'opéra (plan IV), les deux points de vue opposés de la soprano et du baryton alternent de la façon suivante : lui est ancré dans notre espace-temps, tandis que la soprano explore en toute liberté l'hyper-espace à cinq dimensions. Les paramètres musicaux précédemment définis interagissent sur le plan dynamique tout en dépendant du point de vue que nous offre chacun des deux chanteurs :

1) Le point de vue du baryton

Il perçoit la voix de la soprano, qui s'approche de la *gravity brane* avec des phrases de plus en plus courtes (puisque le temps s'y comprime de façon considérable). Simultanément, comme elle gagne en masse de façon exponentielle, la densité rythmique augmente, et l'augmentation de l'énergie trouve son parallèle musical dans un réseau de plus en plus dynamique et accentué de crescendos, diminuendos, contrastes d'amplitude, etc. La vitesse des changements

augmente. Un traitement électronique de plus en plus riche, fluide et puissant de la voix de soprano nous donne la sensation qu'elle gagne en énergie et en masse, qu'elle diminue en taille et que sa temporalité se comprime. Son langage vocal devient de plus en plus expérimental et riche : Le baryton va avoir la sensation qu'elle est partout, qu'elle l'entoure, mais il ne partage pas le même espace, car la voix du baryton n'est pas traitée électroniquement à ce moment-là.

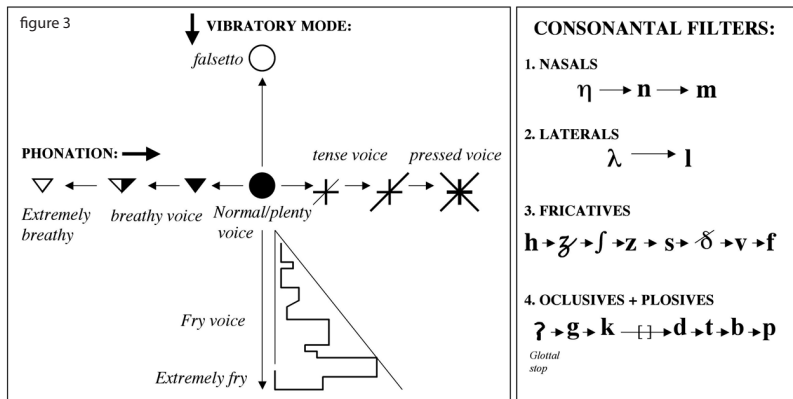
2) Le point de vue de la soprano

Elle expérimente un paysage sonore nouveau et dynamique. L'électronique transforme en temps réel le son de l'orchestre ainsi que la voix du baryton qui devient progressivement de plus en plus localisée, emprisonnée dans les quatre dimensions connues. En accord avec le confinement statique dans lequel il se trouve, la soprano va le percevoir avec des phrases de plus en plus longues et possédant de moins en moins de densité rythmique (elle a l'impression qu'il vit une dilatation temporelle). Sa baisse d'énergie va se traduire par une perte de couleur vocale (les sons chantés par le baryton contiennent du

souffle) et par une simplification électronique de son spectre (à travers des filtres fréquentiels et des processus de synthèse sonore qui le rapprochent de sons sinusoïdaux). Dans le même temps, ces traitements électroniques sont spécialisés afin que les sons apparaissent de plus en plus concentrés en un point unique de l'espace, accentuant ainsi la sensation de confinement. Par ailleurs, l'orchestre, avec sa dynamique fluide et riche, représente pour la soprano l'excitation et la sensation libératrice que lui procure l'exploration de la cinquième dimension. L'orchestre exprime alors l'état psychologique aventurier et euphorique de la soprano, tandis que la voix électronique du baryton figure la perception physiologique qu'elle a de lui. L'exposition combinée des aspects physiologiques et psychologiques construisent un nouveau

The image shows a musical score for four parts: Soprano (Vc.), Alto (Va.), Bass (Vc.), and Double Bass (Db.). The score is written in a single system with two systems of music. The Soprano part starts with a dynamic marking of *p* and includes instructions like "molto sul pont." and "very high and noisy". The Alto part also starts with *p* and has similar instructions. The Bass part starts with *sfz* and includes markings like *mf*, *mf mp*, *f*, and *mf/mp*. The Double Bass part starts with *mf mp* and includes markings like *f* and *mf/mp*. The score is divided into two systems, with the second system starting with "(II)".

figure 2. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.



type de tissu dramaticomusical, comme on peut l'observer dans la figure suivante :

De cette façon, la temporalité tissée par les deux chanteurs au cours des dialogues et par leur relation musicale avec l'orchestre se voit fortement déformée (bien au-delà de la situation de l'opéra classique) et prend rapidement des formes très diverses. À la fin du plan IV, une fois atteint le point culminant du voyage dans la cinquième dimension, la musique nous fait vivre une suite « d'accidents temporels » qui vont accentuer la distance au temps physique et émotionnel qui sépare les deux chanteurs : moments tendus et explosifs où la retenue rythmique (le temps perçu par le public devient de plus en plus lent) est brisée par de puissantes décompres-

sions et de fortes accélérations de la musique. Ces abîmes nous amènent à un point de non retour où la soprano « découvre », en l'expérimentant avec sa propre voix, un nouveau langage vocal purement musical. Car si les physiciens expérimentent avec des accélérateurs de particules et des radiotélescopes, dans un opéra, le chanteur expérimente avec sa propre voix, qui est son cadre de référence le plus naturel. Il y a là quelque chose d'autoréférentiel, à la manière dont le texte, chez Paul Celan, devient la nature de référence. En tant que représentation vivante de ce que serait une voix multidimensionnelle, j'ai pris comme source d'énergie sonore les différents modes vibratoires des cordes vocales. J'obtiens ainsi deux grands axes d'articulations :

- 1 - la phonation : sons avec beaucoup d'air – avec peu d'air – voix pleine – tendue – voix extrêmement tendue
- 2 - mode vibratoire : voix extrêmement relâchée et *fry* – voix légèrement *fry* – voix normale – *falsetto*

Tout de suite après, je module avec l'aide de la langue et des lèvres des séries sonores produites par des sons uniquement gutturaux. J'ai utilisé quatre grandes catégories de modulation consonantique offrant un filtrage acoustique naturel de la voix :

- 3 - nasales,
- 4 - latérales,
- 5 - fricatives,
- 6 - occlusives + plosives.

On voit comment les impulsions initiales des cordes vocales et les filtres consonantiques peuvent ou non partager des rythmes et des dynamiques à l'échelle la plus petite. On aura une plus grande richesse en évoluant avec le plus de fluidité dans les champs de possibilités que nous offrent nos cordes vocales et en ajoutant une plus grande dynamique et une plus grande variabilité des filtres consonantiques. De la sorte, une plasticité sonore inattendue émerge directement de la voix humaine.

Interaction dramatique entre les voix et les instruments : à la recherche d'une nouvelle esthétique sonore

Grâce à une structure complexe des relations entre les sons des instrumentistes et les résultats sonores des traitements électroniques, et grâce à une spatialisation dynamique de ce traitement, l'auditeur est propulsé à l'intérieur d'un espace sonore fortement déformé qui lui fait vivre une expérience psychoacoustique proche de la découverte d'une nouvelle dimension spatiale. Cette expérience favorise une catharsis musicale propice à une expression dramatique nouvelle, nourrie des idées les plus avancées de la physique du XXI^e siècle. Dans son ensemble, le spectacle est conçu pour procurer au public une sensation étrange de « perte de la compréhension et du contrôle de sa propre réalité » comparable à une « décharge d'hyper-réalité », une réalité qui n'est pas exactement identique à celle que l'on avait imaginée au départ.

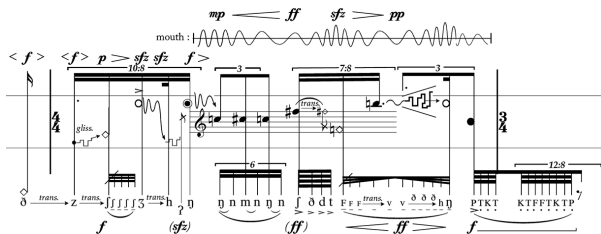


figure 4. © Tritó Edicions, 2009, Barcelona.

Livret de Lisa Randall

Hypermusic Prologue

A projective opera in seven planes

PLAN I

Soprano:

Pourquoi ce désarroi?

Mouvement effréné?

Pièces manquantes...

Ma musique erre -
submergée.

Ce paysage...?

Cette scène pour nos êtres?

Où est-elle?

Où se termine-t-elle?

Structures soutenant l'existence.

Puis-je les trouver?

Saisir leur influence?

Comment trouver les sons que je cherche?

Des énigmes que je ne résoudrai jamais
d'ici...

Angoisse,

Distorsion ;

Agonie.

PLAN II: REMISE EN QUESTION DE LA RÉALITÉ

B: Un endroit merveilleux!

S: Ces formes, cette lumière...

B: Incomparable.

S: Des ombres captivantes...

B: Cela suffit.

S: Mais c'est incomplet, non entier!

B: Je peux expliquer...

S: Insuffisant!

B: Les échelles rythmiques harmoniques...

S: Ça ne suffit pas!

B: Newton te dit

où la balle va tomber...!

S: Mais pas à la vitesse de la lumière!

B: La gravité est liée au tenseur de l'énergie!

S: Mais quel tenseur pour notre monde?!

B: Tu doutes des principes élémentaires!

S: Mais les pièces fondamentales...?

B: Déviations de la voie!

S: Je chéris notre environnement!

B: Que nous sommes supposés suivre -
l'harmonie est là!

S: Je t'adore!

Mais des fissures profondes et acérées
s'ouvrent...

B: Montre-moi ces nouvelles couches de réalité!

S: ...et c'est l'agonie.

B: Comprends ici!

S: Mais qu'y a-t-il hors des perceptions?

Au-delà des sens?

B: Au-delà des sens!

S: Imagine un univers en dehors...
ou au-dedans.

B: Obstructions abstraites!

B: Cela ne peut exister!!

S: La vue pourrait être si différente là-bas...

B: Regarde et ressens!

S: Je veux rester...!

B: Sottise!

S: Mais je ne puis.

B: Accomplis-nous ici!

S: Nous ne nous ajustons pas...

Les pièces ne s'ajustent pas!

Dissonance,

Inconsistance...

B: Les réponses sont là!

S: Je dois partir!

B: La sagesse des siècles...

S: Trouver du sens.

B: ...Aristote, Maxwell...

S: Mais il y en aura d'autres-

B: Einstein,

S: plus magnifiques qu'auparavant...

B: Mozart!

S: Je vais ramener chez nous des connaissances nouvelles

B: Montre-moi ta nouvelle mélodie!

S: Mais avant,

les pièces manquantes-

B: Où est ta partition?!

S: ...doivent être trouvées!

S: Grâce à ma musique

Résolution, peut-être,

à mon retour.

B: Toi et moi pourrons alors être accomplis?

S: Toi et moi pourrons alors être accomplis.

PLAN III: ANGOISSE ET ESPOIR

S: Ce pas – une nouvelle dimension –
m'emporte

au-delà de tout ce que je n'ai jamais ressenti.

Sens,

ordre-

nouvelles vérités de notre monde...

Je ne puis encore voir,

Mais elles doivent être là.

Où mèneront-elles?

Vers l'infini?

Loin de toi?

Loin de chez moi?

Je souhaite la réconciliation!

J'ai peur.

Je souhaite revenir.

Étouffer la peur.

PLAN IV: ESPACE DÉFORMÉ

S: Un passage s'ouvre,

je pénètre...

la cinquième dimension-

Espace et temps prennent vie!

L'espace-temps se dilate,

se contracte!

La mesure de mon monde change.

B: Mais reste la même

S: Je deviens petite.

Cette charge devient légère...

Une nouvelle couche de réalité

sous-tend le familier.

Énergie là où tu es captif

plus énergie à travers

un espace d'une dimension supérieure

incurve l'espace-temps,

et livre la forme de la gravité.

B: La forme de la gravité?!

Je vois ton ombre grandir

et rétrécir...!

J'entends ton intonation monter

et descendre...!

Mais je ne parviens pas à te trouver!
Je ne parviens pas à remplir les contours!
Je ne comprends pas!

S: Pour moi il y a une nouvelle direction.

L'énergie inonde tout!
Égalée s'installe ici et là.
L'espace-temps réagit: une forme
surprenante!

Les échelles s'agrandissent
ainsi que ma réalité...

B: Je ne vois que des ombres.
Je ne vois que ce qui est ici!

S: L'espace grandit
quand j'avance vers toi...
et se contracte!

B: ...quand tu t'éloignes?

S et B: L'échelle de mon expérience est altérée!

S: Je vois plus-

Toute l'étendue de notre univers!
Qui va au-delà de ce que l'on observe!

B: Mais ton espace est invisible!

S: Pour toi!
pas pour moi.

B: $F = m a$
La gravité obéit
à une loi inverse du carré.
Tant de choses cachées!
Comment cela peut-il être vrai?!

[bulle musicale 1]

B: Pourquoi perturber cette harmonie?!

S: La gravité peut rester loin de nous.

B: Laisse-moi rester...

près de toi!?

S: La gravité déforme notre espace.

B: N'est-ce pas là ce que tu cherches?!

[bulle musicale 2]

S: Ces mondes à l'intérieur de places déformées...

B: Tu n'as pas besoin...

S: ...négativement incurvées.

B: d'un plus vaste...

S: La courbure déforme l'espace

B: monde!

S: Et avec lui nos attentes.

[bulle musicale 3]

B: La gravité ne va pas nous empêcher...

S: La gravité à quatre dimensions...

B: de nous élaner vers un lieu parfait.

S: ...Peut même s'appliquer avec un nombre
infiniment grand...

B: Regarde.

Et ressens!

S: ... si elles sont suffisamment déformées.

B: Si cela est réel, montre-le moi!

◆◆◆◆

S: Tu es parti,
mais pas la gravité,
qui survit
malgré la distance.

B: La gravité s'étend vers l'infini.
Elle devrait se diluer-
s'estomper jusqu'au néant!

S: L'espace-temps
est bien plus déformé

que ce que j'imaginai.
Notre univers survit
dans une petite région
que je nomme la brane!

B: Une brane différente!

Ce n'est pas la mienne!
Pas la nôtre!

S: Tellement concentrée que l'immense étendue
d'une dimension infinie
ne peut être ressentie?!
La force gravitationnelle
n'est pas perdue!
Mais reste concentrée à proximité.

B: Une brane distante!

Tu es loin!

S: Je suis plus concentrée,
plus comblée.

B: Et ma gravitation est négligeable.

S: Le passage s'étend
mais reste concentré près de l'endroit
aux trois dimensions
qui entoure cet espace!

B: Tandis que les trois dimensions plates infinies
celles qui sont familières
-celles que je connais-
reproduisent la physique
de notre monde.

S: La région localisée
donne une force familière!
Une dimension supplémentaire infinie
est autorisée!

[bulle musicale 4]

S: L'intersection de nos mondes...

B: L'arête douce et confortable

S: ... dans cet étrange endroit déformé...

B: ...de frères chaos-

S: donne une gravité à quatre dimensions.

B: notre maison!

[bulle musicale 5]

B: Un sûr...

S: Des relations exactes...

B: ...et confortable port!

S: ...dans les tensions de l'ancien
et l'énergie d'un nouvel espace plus vaste.

B: Ma réalité est ici,
je ne vois pas une telle dimension!



S : Les directions ne se séparent pas

je dois savoir où je suis dans l'espace
la courbure est réelle et importante
cela affecte mon monde local !
Comment pourrais-tu savoir ?
Comment le sais-je ?

PLAN IV.2: POINT ET CONTREPOINT

Soprano:

Je vais décrire cet étrange paysage :

Étoffer ses propriétés,

déduire la géométrie,

qui m'entourait !

Dans laquelle j'étais.

Laisse-moi comprendre la mathématique.

Laisse-moi représenter ce monde!

L'action pour notre système est :

$$S = S_{gravity} + S_{brane} + S_{brane'}$$
$$S_{gravity} = \int d^4x \int dy \sqrt{-G} \{-\Lambda + 2M^3 R\}$$
$$S_{brane} = \int d^4x \sqrt{-g_{brane}} \{V_{brane} + \mathcal{L}_{brane}\},$$

La solution de l'équation d'Einstein est :

$$ds^2 = e^{-2k|y|} \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu + dy^2,$$

Elle peut être considérée comme une coupe dans AdS5.

La solution est vérifiée uniquement lorsque les frontières et les termes du bulk cosmologique sont liés par :

$$V_{brane} = -V_{brane'} = 24M^3 k, \quad \Lambda = -24M^3 k^2,$$

que nous supposons, à partir de maintenant...

S: J'ai découvert

que nous pouvions exister
avec une cinquième dimension infinie,
sans contredire les tests de gravité connus:
Une seule 3-brane,
space-temps déformé du reste,
et une tension spécialement accordée ici et là

S: Les relations de tensions sont indépendantes de

la distribution précise de l'énergie.

B: Pourquoi s'éloigner?

S: Une formule
pour le tenseur de courbure
d'une métrique diagonale...

B: Ton chez-toi est ici!

Ta résolution est ici!

S: ...et d'autres relations qui restent valables.

PLAN V: FORCES ET UNION

S: Cette attirance-
ce coup

Ces forces qui créent des structures,
des interactions...

B: Des forces fortes qui tiennent la matière;

Des forces faibles qui radioagissent;

Électromagnétisme qui influence les charges;

Et la gravité...?

Gravité qui ne trouve pas sa place!

La gravité qui me maintient ici,
qui maintient même notre étrange espace
intact...

Mais pas nous, je le crains...

S: Mais la gravité est faible.

B: La gravité me maintient ici-
Pourquoi pas toi?

Je ne puis te perdre!

S: Les forces changent
avec les changements de distances.

Alors que je voyage à travers cette dimension
supplémentaire...

MUSIQUE ACOUSMATIQUE

S: Alors que je m'éloigne,
les forces se rapprochent,
s'unissent!

Conduite logarithmique.
Les forces varient la puissance,
jusqu'à ce qu'il n'y en ait plus qu'une!
B: Tu ne vois que la fin de l'espace!!
S: Je le vois changer et varier
Le monde des forces devient simple,
S: Harmonieux!
B: Tu ne vois que la fin de l'espace!!
S: L'unité!
Une seule force!
B: L'unité?
Une seule force?!
Mais cela est si loin...
Mon cœur se brise!
Nous nous brisons!
Je me brise!
Reviens ici,
là où la gravité est faible
mais notre attirance, elle, ne l'est pas!
S: Unification!!
Je comprends enfin ce que
je peux voir d'ici.
Harmonie inquiétante
finalement-
Comment partager cela
avec toi?

PLAN VI: DÉCOUVERTE

B: Comment ouvrir ton monde?
Décris,
révèle,
partage ta vérité!
S: Laisse des empreintes
de ce qui est ici
B: Conditions extrêmes.

Énergie famarimeuse.
Énergie qui se change en masse
et teste ce qu'il y a à l'intérieur!
Accélération,
énergie,
l'inconnu!!
Mystère...
Nous pouvons explorer
ce que tu as déjà découvert.
S: Ce qui m'a fait atteindre la plénitude.
Ce que tu peux voir maintenant.

B: Une telle rencontre,
en même temps si fugace!
Comment interpréter
ce qu'il y a là?
S: De nouveau tu vas découvrir,
rassembler les indices,
l'obscur!
B: Pas assez d'indices ;
Il y a plus...!
S: Compose ces notes.
Qu'elles soient pleines et sereines ;
Creuse plus profond!
Oublie ton confort!
Cela va se dérober
puis tomber en place.
S et B:
Un étrange conduit
entre nous et nos mondes.
Harmonie inquiétante...

PLAN VII: L'AVENIR

S: Phénomène discordant.
Fondations harmoniques.

Des présages d'abondance...
Et une musique sous-jacente.
Phénomène intrigant
B: Double interprétation!
S: Fondations harmoniques...
B: Un monde unique!
S: ...et musique envoûtante...
B: Des vérités simultanées
qui mystifient,
qui enlacent!
S: ... notre fondation sous-jacente.

S: Je suis plus entière.
B: Notre chez-nous plus complet ;
S: Connaissances...
B: ...et forces ;
S et B: Un lien plus fort entre nous!
B: Et la beauté!
S: L'information se traduit
dans nos différentes langues.
S et B: Familier et étranger...
les deux sont vrais
et nous poussent à chercher!

B: J'ai cru
que tout était complet.
Je comprends mieux,
ton monde éclaire le mien.
La géométrie forme la réalité,
explique ce qui manquait...
Pourquoi ta musique
ne se terminait pas.
S: ...Pourquoi ma musique ne se terminait pas.
B: Ta musique maintenant enchante.
Les sons pénètrent la réalité,

révèlent l'intérieur du noyau.
Elle repose.
Le calme règne.
S: Pour l'instant-
fragile équilibre;
Ton monde est présent
mais la source loge plus en profondeur!
B: Nous ne faisons que commencer à
comprendre...
S: ...où aller ensuite.
B: Un autre point de vue,
caché mais réel?
S: D'autres connexions
que nous ne comprenons pas?
S: L'espace,
et le temps,
ont peut-être des composantes.
B: L'émergence de l'espace et du temps?!
S et B: Est-ce vrai?
Nous pouvons creuser plus profond?
Découvrir plus?

Traduction de Stephan Schaub

Quelques référents physiques pour *Hypermusic Prologue*

La **loi de la gravitation universelle**, présentée par Isaac Newton dans sa *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* publiée en 1687, stipule que la force attractive exercée par un objet de masse m_1 sur un autre de masse m_2 est dirigée selon la ligne qui les rejoint, et sa magnitude est directement proportionnelle au produit des masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare. En langage mathématique:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

La **théorie de la relativité spéciale**, appelée aussi la **théorie de la relativité restreinte**, est une théorie développée entre 1905 et 1908 par Albert Einstein, Henri Poincaré et Hermann Minkowski. Elle étend le principe de relativité -les lois de la mécanique sont les mêmes dans tous les référentiels inertiels se déplaçant à vitesse constante les uns envers les autres- aux phénomènes électromagnétiques et optiques régis par les lois de Maxwell. La constance de la vitesse de la lumière, un obstacle apparemment insurmontable, exigea d'incorporer le temps en tant que quatrième dimension de l'espace-temps absolu, l'univers de Minkowski. Cela rejette et remplace, en les unifiant, le temps et l'espace euclidien absolus sur lesquels Newton fonda la mécanique et sa loi de la gravitation universelle. La théorie de la relativité restreinte avec son espace-temps de Minkowski est à la base du modèle standard de la théorie quantique des champs et des par-

ticules élémentaires, de l'utilisation d'accélérateurs comme le LHC à Genève, et de l'énergie nucléaire. Et ce n'est que lorsque les effets de l'interaction gravitationnelle -comparativement très faible- peuvent être mesurés et/ou doivent être pris en compte (précision très élevée de GPS, masses stellaires, événements cosmologiques) qu'il est nécessaire de recourir à l'espace-temps courbé de la relativité générale.

La **théorie de la relativité générale** est la **théorie du champ de gravitation** avec laquelle Albert Einstein en 1915 dépassa l'explication, physiquement et conceptuellement problématique et déjà intenable, d'une action instantanée à distance donnée par la loi de la gravitation universelle de Newton. Sa validation expérimentale ultérieure dans l'éclipse du 29 de mai de 1919 est à la base de sa renommée, au-delà de leurs contributions très importantes dans d'autres domaines de la physique. Il est dans la forme donnée par Einstein que, même aujourd'hui, sans une théorie quantique de la gravitation satisfaisant, l'on comprend et traite l'interaction gravitationnelle d'une manière qualitativement différente des autres forces fondamentales. L'équation d'Einstein, verse merveilleux dans un langage mathématique, géométrique, qui résume l'une des plus belles théories en physique (comment ne pas évoquer ici // *Saggiatore* de Galileo) a ouvert la porte à la cosmologie scientifique. De l'orbite de la Terre au sein de

notre Soleil, du centre galactique à l'origine de l'univers, nous avons:

$$G_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4} T_{\mu\nu}$$

Elle nous dit que à chaque point de l'espace-temps, le **tenseur d'Einstein** (ce qui arriva après des nombreuses tentatives et qui récolte l'information d'une sélection des données de la courbure de l'espace-temps), plus la constante cosmologique Λ par le tenseur métrique, est égal à la constante de gravitation de Newton par le tenseur d'énergie impulsion (qui reflète la quantité, la structure et le déplacement du contenu de matière et d'énergie). Les subindexes grecs prennent les valeurs 1,2,3,4, correspondant à quatre directions indépendants dans l'espace-temps, et indiquent que l'équation tensorielle d'Einstein implique un total de 10 équations numériques à résoudre, correspondant aux quatre directions et aux six plans qu'elles peuvent former. Ainsi, l'équation nous dit comment la présence de la matière déforme l'espace-temps de sorte que l'énigmatique force gravitationnelle à distance purement et simplement disparaît, parce que les corps se déplacent librement dans un espace-temps courbé. La constante cosmologique Λ (autrefois considérée sa grande erreur par Einstein lui-même) avait à faire avec son rejet initial du Big Bang proposée par Lemaitre, mais aujourd'hui se rapporte à l'énergie noire et à l'expansion accélérée, et joue un rôle très important dans des modèles comme ces de Randall-Sundrum.

La **mécanique quantique** est la théorie physique qui explique la structure et le comportement de la matière à l'échelle atomique. L'électronique, la chimie, et ainsi la biochimie et la quasi-totalité des phénomènes familiers, sont décrits ou expliqués à son niveau le plus fondamental par cette théorie. De ce fait en résulte sa relevance philosophique et culturelle, qui en aucun cas est inférieure à celle de la relativité. La formulation mathématique de la théorie, même à son niveau le plus élémentaire, la rend compatible avec une variété d'interprétations épistémologiques et ontologiques. Ainsi, les questions polémiques ont marqué son histoire depuis ses origines jusqu'à nos jours: Einstein versus Bohr, Heisenberg versus Schrödinger, etc. Très synthétiquement, l'état d'une particule (un électron par exemple) est décrit par une fonction d'onde complexe ou amplitude de probabilité Ψ , avec des parts réelles et imaginaires ou, mieux, module et phase. Ψ évolue de façon continue et déterministe, en suivant l'équation de Schrödinger jusqu'à ce qu'un observateur fasse une mesure. Le résultat de la mesure et l'état dans lequel l'électron est placé après la mesure est le résultat d'un choix aléatoire essentiel. Ce choix sélectionne l'une des valeurs quantifiées du spectre de la quantité à mesurer et place le système dans la correspondante fonction d'onde associée à cette valeur.

Ainsi la **mécanique quantique standard** associe une évolution continue et déterministe (équation de Schrödinger) tandis que l'observateur ne intervient, avec un choix aléatoire d'un

saut quantique dans l'acte de mesure (postulat de projection ou phénomène de réduction du paquet d'onde). Et celui-ci est un point essentiel pas toujours suffisamment mis en évidence. L'espace de probabilité dans laquelle la Nature (ou métaphoriquement Dieu) fait son choix, et qui est obtenu à partir de Ψ et du repérage expérimental, est qualitativement différent de toute autre application de la théorie de probabilité mathématique dans tout autre domaine des connaissances ou activités humaines. La probabilité quantique n'est pas une probabilité standard, il ressemble plus à un casino qui n'a pas de roulettes ou des dés, ou d'aucun autre dispositif pour générer des résultats pseudoaléatoires. De cette façon, il nie la possibilité même que l'on assiste ou puisse même imaginer de décrire le tirage au sort, le choix, dans le cadre de l'espace-temps. Einstein, et Schrödinger avec son chat, avaient exprimé leur malaise face à cette situation. L'incorporation de la relativité restreinte et des forces nucléaires dans la théorie quantique des champs et la chromodynamique quantique n'a pas changé ce panorama singulier, seulement il rend plus inaccessible aux non-spécialistes à cause de sa difficulté mathématique extrême. Mais, qu'est-ce que les théories radicalement nouvelles comme la théorie des cordes et des modèles hyperdimensionnels en général peuvent nous dire à l'avenir? Le débat sur la réalité ultime est loin d'être clos. Il est bien ouvert et vivante: violation de la parité, les masses des neutrinos, matière noire et énergie sombre ... Et les gens de sciences, les chercheurs, le vivent avec autant de passion que toujours, bien que cela

ne puisse pas être perçu facilement à travers la langue écrite, si impersonnelle, des publications scientifiques standard.

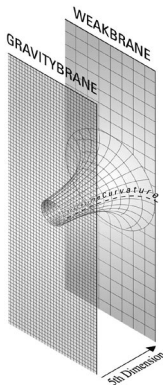
Selon le **modèle standard**, l'on appelle **interactions fondamentales** aux quatre types de champs quantiques (bosons), au moyen desquels les particules de matière (fermions) interagissent. Aujourd'hui, l'on préfère parler des interactions fondamentales à préférence des forces, parce que ainsi, l'on comprend à la fois les effets sur le mouvement des particules (physique classique) et les processus de création et désintégration des particules (physique quantique, hautes énergies). Aussi, la nouvelle terminologie oublie l'image mentale associée aux actions à distance de la physique newtonienne et renforce l'image des champs en physique à la manière de Faraday, un pionnier de l'unification des interactions. Il existe quatre types d'interactions fondamentales: **nucléaire forte**, **nucléaire faible**, **électromagnétique** et **gravitationnelle**. L'un des objectifs majeurs de la physique théorique du siècle dernier a été l'unification des interactions. Une première tentative, aujourd'hui revisitée dans un cadre plus large, a été l'unification de la gravité d'Einstein et de l'électromagnétisme dans les cinq dimensions de l'espace-temps de Kaluza-Klein. Aujourd'hui, les interactions faibles et électromagnétiques ont été unifiées au sein de l'**interaction électrofaible**. L'unification de l'interaction électrofaible avec la forte fait l'objet des **théories de grand unification (GUT)**. Enfin, une **théorie du tout (TOE)** devrait intégrer la gravité, et c'est là qu'émergent les plus

grandes difficultés, en raison de la réelle ou apparente incompatibilité de la relativité générale avec la théorie quantique des champs. Ici l'on trouve un champ ouvert à la spéculation physique-mathématique, tout en prêtant attention aux développements ou à des surprises dans la physique expérimentale des hautes énergies ou la cosmologie.

La **théorie des cordes** propose la construction d'un modèle de la réalité physique ultime dans lequel les particules élémentaires, généralement considérées comme ponctuelles, avec degrés de liberté internes, sont supposées d'être des états de vibration d'un objet étendu plus fondamentale appelé **corde**. Un nombre très petit de cordes suffirait à établir et décrire l'immense variété des particules stables et instables (résonances) ainsi que les processus de création et d'anéantissement observés dans les accélérateurs de particules et dans l'analyse des rayons cosmiques.

Les **modèles de Randall-Sundrum** (RS), dans la cosmologie branaire, décrivent l'univers comme un hyperspace anti de Sitter à cinq dimensions (le **bulk**), avec une cinquième dimension extrêmement déformée. Cet hyperspace contient un trois-brane où résident toutes les particules et les interactions fondamentales, sauf la gravitationnelle. Celles y sont formulées en termes de la théorie des

cordes, avec les dimensions supplémentaires de portée négligeable par rapport aux cinq de l'anti de Sitter. Les deux variantes (RS1 et RS2) ont été proposées en 1999 par Lisa Randall et Raman Sundrum, mécontents avec les modèles extradimensionnels alors en vogue et ayant pour but d'offrir une explication mathématique-géométrique de l'extrême faiblesse de l'interaction gravitationnelle comparée avec toutes les autres. Les modèles RS ont besoin de deux paramètres principaux, le premier décrit la valeur de la constante cosmologique Lambda pour le **bulk** et l'autre pour décrire les tensions au sein de la brane. Dans RS1, la cinquième dimension a une extension finie mais pas négligeable (à échelle nucléaire), et s'étend entre deux trois-branes. Dans une, appelé **weakbrane**, nous y trouvons toutes les interactions connues à l'exception de la gravitation. L'autre, appelé **gravitybrane**, concentre l'essentiel de la force gravitationnelle. Dans le modèle RS2, le **bulk** ne contient qu'une trois-brane, et la cinquième dimension (la quatrième dimension d'espace) est d'étendue infinie.



*Dr. Josep Manel Parra,
Université de Barcelone*

figure 1. En passant de la Gravitybrane à la Weakbrane, les tailles augmentent tandis que les masses et les énergies diminuent.

© ECCO Press of HarperCollins.

Hypermusic Prologue

Òpera projectiva en set plans

Hèctor Parra

Introducció

És generalment acceptat que la creació artística i la recerca científica comparteixen categories, esquemes de pensament i valors, en una mesura que va molt més enllà del que podria esperar-se de les seves finalitats més immediates, o d'altres que es consideren pròpies de cadascuna d'aquestes activitats. La bellesa, la intuïció, l'elegància, l'íntim sentiment d'una perfecció finalment assolida són valors culturals compartits que fan possible una comunicació vívida i molt directa entre científics i artistes que comparteixen el gaudi de la creació d'universos.

Ara fa cent anys que la revolució relativista va substituir el temps absolut de Newton en el seu fluir universal i uniforme, convertint-lo en una quarta dimensió geomètrica. Avui dia els avenços de la física, tant teòrics com observacionals, suggereixen que poden existir fins a set dimensions geomètriques addicionals. El caràcter amagat o invisible d'aquestes dimensions s'atribueix generalment a la seva natura hipermicroscòpica.

En el seu llibre *Warped passages*, Lisa Randall ha aconseguit transmetre a un públic molt ampli aquest esforç per copsar la natura de la realitat última de la qual formem part. Els anomenats models I i II de Randall-Sundrum constitueixen una classe especial de teories on és el caràcter deformat-corbat (*warped*), i no la petitesa, la

causa de l'ocultació d'aquestes dimensions. Aquest models específics, i molt en particular la imatge que donen del conjunt de les interaccions fonamentals de la física, m'han ofert la possibilitat de construir un espai simbòlic de gran riquesa que pot ser emprat com a marc per a la composició musical. Un marc en el qual la instrumentació i orquestració, la música vocal i les tècniques d'electrònica en temps real poden produir i proporcionar nous tipus d'experiències acústiques.

Així doncs, a partir d'una proposta del Festival d'Òpera de Butxaca de Barcelona feta el 2006, amb la producció de l'IRCAM-Centre Pompidou i de l'Ensemble intercontemporain, i amb el suport de la Fondation Hermès (París), del Departament de Cultura de la Generalitat de Catalunya i del Gran Teatre del Liceu, ha estat una gran satisfacció poder comptar amb la pròpia Lisa Randall com a inspiradora i llibretista i d'aquest excitant projecte de creació musical: l'òpera projectiva *Hypermusic Prologue*.

Hypermusic Prologue: l'argument

Amb *Hypermusic Prologue* es dona una col·laboració única entre ciència, música i arts plàstiques. En companyia de Lisa Randall, de l'artista plàstic Matthew Ritchie i del director d'escena Paul Desveaux, explorem la forma "històrica" de l'òpera per tal de crear una expressió dramàtica per al segle XXI.

El llibret de Lisa Randall ens presenta una compositora-científica (soprano) que viu una profunda tensió entre l'amor que sent pel seu



Figura 1. Imatge corresponent a l'inici de l'òpera (Plane 1). Crèdit fotogràfic: Aymeric Warmé-Janville. Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009. Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009.

A partir d'aquest moment, l'espai i l'energia que experimenta la soprano depenen de la seva posició dins d'aquesta nova dimensió. Així, soprano i baríton viuen –a través d'aquest viatge– diferents experiències de la realitat: ella, movent-se lliurement en un hiperespai de cinc dimensions, i ell, sentint-se confinat en

company (baríton) i la seva passió pel coneixement, guiada per la convicció que existeix un món més gran per explorar.

La seva relació experimenta un canvi quan la soprano, després d'una forta discussió, decideix emprendre un hipotètic viatge a la deformada 5a dimensió del model Randall-Sundrum de l'espai-temps...

Figura 2. Imatge corresponent a aquesta discussió (Plane 2). Crèdit fotogràfic: Aymeric Warmé-Janville. James Bobby, baríton i Charlotte Ellett, soprano. Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009.



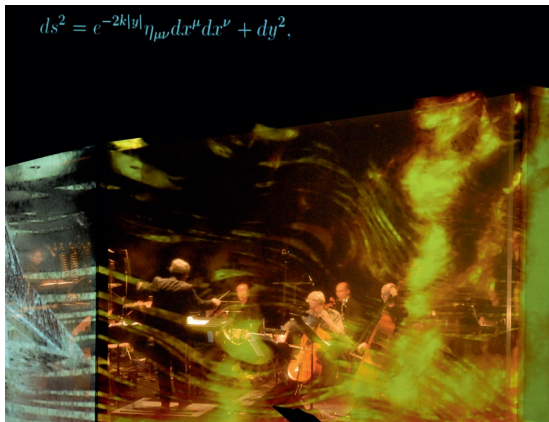


Figura 3. Escena corresponent a la deformació espacio-temporal del cor de l'òpera (Plane 4). Crèdit fotogràfic: Maud Chazeau. Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009.

les quatre dimensions del nostre espai-temps conegut.

La música, una forma extremament organitzada d'energia acústica, contribueix a aproximar-nos i a gaudir, a través dels nostres sentits, d'aquests misteriosos i atractius espais intensament deformats.

En aquesta òpera el públic es veu conduït des del "familiar i tridimensional" espai psicoacústic de la sala de concerts a la sensació d'obertura d'una nova i inesperada dimensió espacio-acústica. D'aquesta manera, i com veurem més endavant, tots els ritmes, altures, melodies i gestos vocals, instrumentals i electrònics estan especialment esculpits seguint un sistema

constants contrastos de tensió rítmica i emocional dels diàlegs està especialment concebuda per deformar la percepció temporal del públic.

Relacions estructurals entre els models físics de Lisa Randall i l'espai-temps escènic i musical d'*Hypermusic Prologue*

Des del primer moment en què vam començar a treballar amb Lisa Randall en aquest projecte, el desenvolupament del llibret ha anat acompanyat de la creació d'un àmpli teixit de connexions sonores que estructurin un paral·lelisme entre la música i el seu fascinant i suggeridor model

físic. Així, els “equivalents musicals” dels elements físics de base –els paràmetres de la dimensió musical deformada– són:

- **Mesura espacial/ distància:** la durada (en segons) d’una frase musical. Aquí no ens preocupem dels ritmes interns específics. La distància física també troba el seu equivalent musical en com les transformacions electròniques modifiquen les duracions amp processos que treballen la dimensió temporal del so (time-stretch, delays...)

- **Temps:** el temps físic equival a la densitat rítmica del discurs musical, als ritmes específics que el conformen, així com la seva evolució al llarg de l’obra. Un exemple el constitueix la “granularitat” dels tractaments electrònics en temps real on la densitat, ritme d’encadenament i transposició dels grànuls resultants dels diferents processos electrònics de síntesi granular canvien dinàmicament.

- **Massa:** equival a l’amplitud i a la riquesa espectral de les veus, dels instruments i dels corresponents tractaments electrònics. D’aquesta manera, els sons corresponents a la “Weak Brane” –és a dir, al nostre espai-temps– són menys forts i menys rics espectralment que els sons més propers a la “Gravity Brane”, ja que la massa creix exponencialment en apropar-nos a la segona.

- **Energia:** equival, en música, a la dinàmica de propulsió del gest musical, a la velocitat amb què canvia el discurs (en amplitud i/o espectre).

Un cop definides les dimensions bàsiques dins de les quals ens movem acústicament, trobem que el famós factor de deformació –el warp factor dels models Randall-Sundrum, que defineix com està deformada la 5a dimensió– es correspon amb l’evolució temporal de tots aquests paràmetres, així com a la distància que separa el so vocal o instrumental original del resultat del seu tractament electrònic en temps real.

Al cor de l’òpera (quarta escena), els dos punts de vista oposats de la soprano i del baríton s’alternen: ell està ancorat al nostre espai-temps quadridimensional, mentre que la soprano explora amb total llibertat l’hiperespai de cinc dimensions. D’aquesta manera, els paràmetres musicals definits anteriorment interactuen dinàmicament en funció del punt de vista de cadascun dels cantants:

- **Des del punt de vista del baríton:** ell percep la veu de la soprano, que s’apropa a la “Gravity Brane”, amb frases més i més curtes perquè el temps es comprimeix enormement. Alhora, en guanyar ella massa exponencialment, la densitat rítmica creix i l’increment de l’energia es transcriu musicalment en una xarxa més i més dinàmica i accentuada de crescendos, diminuendos, contrastos d’amplitud: la velocitat de canvi s’incrementa. Un tractament electrònic cada cop més ric, fluid i poderós sobre la veu de la soprano provoca la sensació que aquesta guanya energia i massa, al mateix temps que perd mida i que el seu temps es comprimeix. El llenguatge de la soprano esdevé progressivament més experimental i ric:

Bar. *mp* breathily and low (↓) *mp* filletto (fy) *mp*

(/l) re - a - li - ty i - - - - - /l

Figura 4

El baríton té la sensació que la soprano està pertot arreu, embolcallant-lo sense compartir el mateix espai, ja que la veu del baríton no està tractada electrònicament.

- **Des del punt de vista de la soprano:** ella experimenta un nou i dinàmic paisatge sonor. L'electrònica transforma en viu el so de l'orquestra així com la veu del baríton, progressivament més "localitzat" i empresonat en les quatre dimensions conegudes. D'aquesta manera, d'acord amb l'estàtic confinament en què ell es troba, la soprano el percep amb frases cada cop més llargues i de menys densitat rítmica que figuren una dilatació temporal. La menor energia del baríton es tradueix també en una perdua del color vocal (cantant sons amb aire) i en una simplificació electrònica del seu espectre (a través de filtres freqüencials i processos de resíntesi sonora que l'aproparan als sons sinusoidals). En la figura 5 observem aquestes característiques: els triangles blancs indiquen els sons edílics, i les

línies trencades una producció sonora ronca i trencada similar a una ona dent de serra, gairebé una veu de síntesi.

Al mateix temps, aquests tractaments electrònics són espacialitzats de manera que el so es concentra en un únic punt de l'espai, i accentua així la sensació de confinament. D'altra banda, l'orquestra, amb la seva fluïdesa i riquesa dinàmica, representa per a la soprano l'excitació i la sensació alliberadora que li causa l'exploració de la cinquena dimensió. Per contra, la veu electrònica del baríton representa la percepció fisiològica que la soprano en té d'ell. La temporalitat dels diàlegs entreteixits pels dos cantants, així com la seva relació musical amb l'orquestra, es veuen fortament deformades -molt més que en l'òpera clàssica- i adopten ràpidament formes molt diverses. Al final d'aquesta escena central, un cop ella ha culminat el seu viatge a la cinquena dimensió, la música ens fa viure tot un seguit d'accidents temporals que accentuen la distàn-

S. *f* *mp* *p* (unvoiced) *ff* *p* *f* *p* *f*

do not se - pa - rate /l e /p f k t k p k/ a /t k t k/ - rate.

/o → o → a → i/

Figura 5

cia –tant física com emocional– que separa els dos cantants: tensos i explosius moments on la retenció rítmico-temporal (el temps perceptiu del públic es fa més i més lent) està trencada per poderoses descompressions (fortes acceleracions de la música). L'exposició combinada dels aspectes fisiològics i psicològics contribueix a crear un nou tipus de teixit dramàtic i musical descrit a la figura 6 :

o els radiotelescopis, en aquesta òpera els cantants experimenten amb la seva pròpia veu, el seu marc de referència essencial. Com a vívida representació del que seria una veu multidimensional, prenem com a fonts d'energia sonora les diferents formes de fer vibrar les cordes vocals. Considerem dos grans eixos d'articulació:

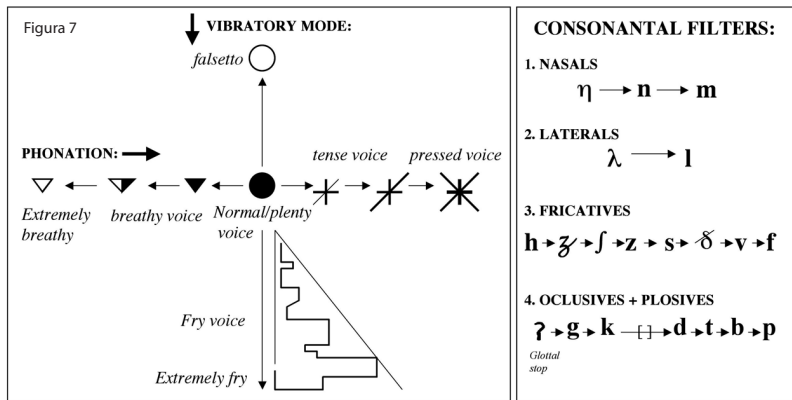
Figura 6. Fragment de la corresponent al final de la primera part del viatge de la soprano a través de la 5ª dimensió. © Tritó Edicions 2009, Barcelona.

Aquests abismes ens porten a un punt de no retorn on la soprano descobreix –tot experimentant amb la seva pròpia veu– un nou llenguatge vocal, purament musical. Així com els físics experimenten amb els acceleradors de partícules

- 1 - La fonació: sons amb molt d'aire – sons amb poca aire – veu plena/normal – veu tensa – veu extremament tensa.
- 2 - El mode vibrato ri: veu extremament relaxada i ronca (fry) – veu ronca – veu normal – veu cantant en falsetto.

I, tot seguit, modulen, amb l'ajut de la llengua i dels llavis, aquest ric espectre de sons produïts exclusivament pels impulsos guturals. Quatre grans categories de modulació consonàntica (filtratge acústic natural de la veu) s'imposen:

- 3 - Nasals
- 4 - Laterals
- 5 - Fricatives
- 6 - Oclusives + plosives

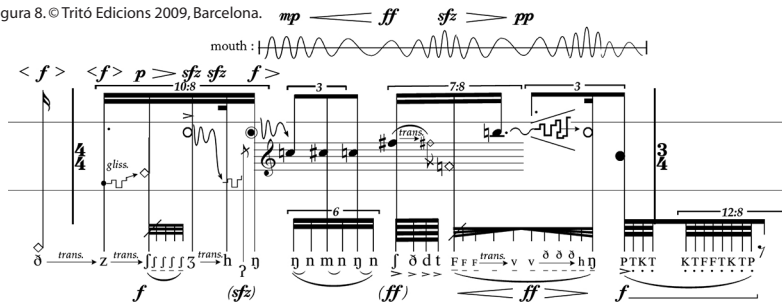


En la figura 7 esquematitzem aquest espai creatiu sonor de sis dimensions:

Veiem com els impulsos inicials de les cordes vocals i els filtres consonàntics poden (o no) compartir ritmes i dinàmiques en la seva escala més petita. La major riquesa la tenim quan ens movem més fluidament dins del camp de possibilitats que ens ofereixen les nostres cordes vocals, i quan implementem una major dinàmica i variabilitat als nostres filtres consonàntics. Així, una insospitada plasticitat sonora emergeix directament de la veu humana. La figura 8 il·lustra un breu fragment d'aquest nou llenguatge.

Interacció dramàtica entre veus i instruments: recerca d'una nova estètica sonora

Una de les principals vies d'exploració d'aquesta òpera és la creació de noves relacions musicals entre la veu humana i els instruments, mitjançant una electrònica més orgànica, vívida i sensible als músics. El coneixement i la plena utilització de les possibilitats que ofereixen els nous mecanismes electrònics de captació gestual i acústica desenvolupats a l'IRCAM exerceixen una intensa influència sobre l'escritura vocal i instrumental. La concepció de la partitura, per tant, està intrínsecament vinculada a noves i suggeridores textures sonores en què l'electrònica té un paper fonamental.



Diferents mòduls d'anàlisi espectral i d'envolvent d'amplitud ens ofereixen una imatge sonora molt rica i completa del so dels quatre instruments de corda de l'ensemble. A partir d'aquestes dades percebem l'energia interpretativa i la sensibilitat físico-musical de cada intèrpret. Aquestes dades, que la recerca prèvia avala com a musicalment molt significatives, són emprades per modificar dinàmicament les veus dels dos cantants, resintetitzant-les tot seguint la dinàmica dels arquets. D'aquesta manera hi ha passatges en els quals la dinàmica temporal es controla, a la microescala, per la mà dreta (la de l'arquet) del violí, la viola, el violoncel i el contrabaix. A la part inferior de la figura 9 observem, dibuixada sobre cada instrument, una corba de variació de la pressió de l'arquet sobre la corda. Tot el passatge ha de ser interpretat en "éclaté", produint un so molt trencat i sorollós –poc harmònic. Com que la quantitat d'harmonicitat

pot ser captada i analitzada, dinamitzem el tractament electrònic de les veus de la manera següent: quan més inharmònic és el so produït per les cordes (la corba dibuixada més alta) més amplitud sonora té el tractament electrònic sobre les veus, i més forta és la transposició aplicada a l'espectre vocal. D'aquesta manera, la paraula *expectations*, cantada per la soprano, i la paraula *world*, cantada pel bariton, resulten tremendament deformades per un seguit de tractaments electrònics pilotats pels instruments de corda: el món enigmàtic explorat per la soprano modifica i deforma, les expectatives que els dos protagonistes havien posat en la seva relació.

En contrapartida, en altres passatges són les veus les que prenen el control acústico-temporal de l'espectacle mitjançant la captació de la seva envolupant sonora i dels factors d'inharmonicitat del so vocal. Així, una veu pot

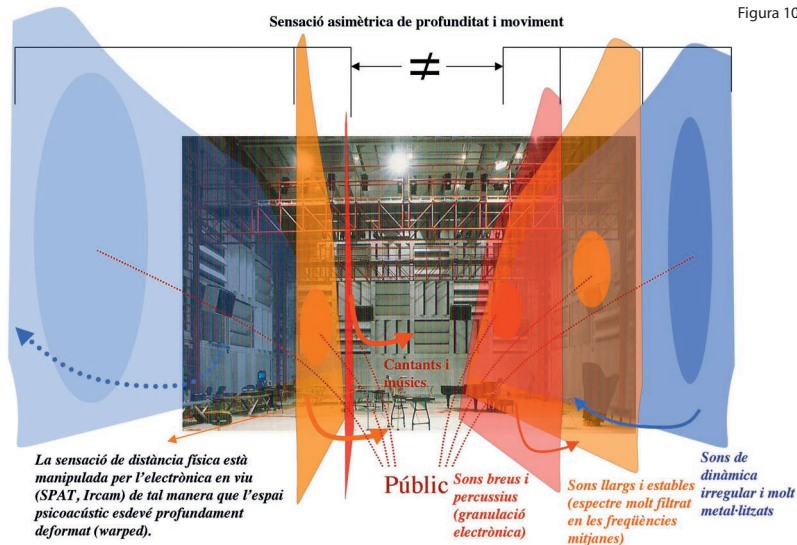
modificar electroacústicament l'altra. El ritme i l'alternança d'aquests intercanvis segueixen de ben a prop les característiques morfològiques i la semàntica del text. Per exemple, la frase *branes inside warped space* és cantada per la soprano durant la seva exploració d'aquest misteriós espai fortament deformat. Això em va suggerir la idea d'explorar una articulació de cada paraula repartida entre soprano i ensemble: la soprano

The image shows a musical score for the piece "BRANES INSIDE WARPED SPACE". The title is written in large, bold, multi-colored letters (B in red, N in blue, D in orange, P in purple, S in green) across the staves. The score includes vocal lines for soprano and ensemble, with various dynamic markings such as *p*, *mf*, *ff*, *pp*, *f*, and *ffz*. There are also performance instructions like "fibroto" and "You". The score is annotated with colored boxes and lines: red boxes around the 'B' and 'D' parts, blue boxes around the 'N' part, orange boxes around the 'D' part, purple boxes around the 'P' part, and green boxes around the 'S' parts. Blue lines connect the vocal lines to the ensemble lines, indicating the distribution of the vocal parts across the ensemble.

Figura 9. © Tritó Edicions 2009, Barcelona.

-assimilada a les « branes »- articula les vocals, i les cordes l'espai deformat articulen les consonants corresponents mitjançant un tractament electrònic, que creua l'espectre de cada pizzicato o breu articulació amb el d'una consonant prèviament enregistrada. La sensació que en resulta és que les cordes parlen, que articulen les consonants que sembla no poder dir la soprano. L'ordinador sap en cada moment, en relació al text que està cantant la soprano, quina consonant prendre com a base per a realitzar aquesta síntesi creuada. El text complet es reconstrueix de manera més o menys natural, però deformat per aquesta perfusió d'espectres sonors i envoltants vocals. La partitura analitzada a la figura 10 exemplifica aquest procediment :

L'objectiu és produir una nova forma de dramaturgia intrínsecament musical que sorgeix, precisament, d'una extrema solidaritat o interrelació entre la interpretació instrumental, el cant i el seu tractament electrònic conjunt en temps real. Una dramaturgia que es fonamenta i es condueix mitjançant la captació de les diferents característiques i qualitats del propi so. Gràcies a la complexa estructura relacional entre el gest de l'instrumentista i el resultat sonor del seu tractament electrònic, i a una dinàmica espacialització del resultat sonor (figura 10), l'oient és propulsat a l'interior d'un espai sonor altament deformat "warped" que li fa viure una experiència psicoacústica i emocional propera a la descoberta d'una nova dimensió espacial. Això afavoreix una catarsi musical propiciada per una renovada expressió dramàtica, que es nodreix de les més avançades idees de la física del segle XXI.



La Figura 11. representa la relació dinàmica entre les diferents textures interpretades pels instrumentistes de corda i l'espacialització aplicada a cadascun dels tractaments electrònics derivats d'aquestes textures:

L'espectacle, en conjunt, pretén produir en el públic una estranya sensació de pèrdua de la comprensió i del control de la mateixa realitat, gairebé com un "calfred d'hiperrealitat", la intuï-

ció d'una realitat que no és exactament igual a com l'havíem imaginat en un principi!... (figura 11)

Polifonia renovada

Una de les principals perspectives obertes per aquesta recerca és la d'un nou tipus de polifonia, que permet una relació més rica entre cadascu-

The figure consists of a musical score for a Trio de corda (Violin I, Violin II, and Viola) and three corresponding acoustic diagrams. The score is divided into three sections highlighted with red boxes, with arrows pointing from these sections to the diagrams below. The diagrams illustrate the acoustic space created by the instruments and the audience.

- Diagram 1:** Shows a 'Trio de corda' with three red dots representing the instruments and blue arrows forming a circle. The audience ('Públic') is in the center.
- Diagram 2:** Shows a 'Trio de corda' with three blue dots and red arrows. A green arrow points to 'Espai acústic nou' (new acoustic space).
- Diagram 3:** Shows a 'Trio de corda' with three red dots and blue arrows. A green arrow points to 'Espai acústic deformat' (deformed acoustic space).

na de les veus. Com deia Mahler, en l'autèntica polifonia els temes han de sonar independentment, uns sobre els altres, des de l'origen fins a la culminació. Per això, cal mantenir el màxim contrast possible entre els temes, de manera que sempre es puguin sentir i comprendre separadament. Per realitzar aquest ideal mahlerià amb els mitjans avui disponibles, resulta molt útil la parametrització més detallada i completa de la

producció del so instrumental. Les línies polifòniques esdevenen veritables fibres sonores que podríem associar a les fibres musculars del cos d'un gimnasta.

Seguint aquest ideal, en les meves darreres obres he intentat una cohabitació més àmplia de diferents estats emotius o energètics, polifònicament entreteixits, que ens portin a viure intensament cada instant. Així, a l'electritzant

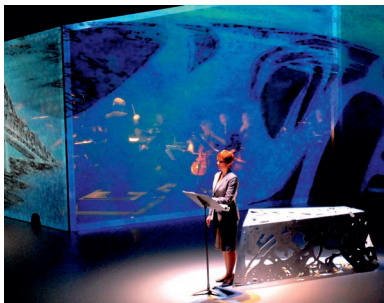


Figura 12. Crèdit fotogràfic: Maud Chazeau.
Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009.

propulsió d'un *sforzato* estrident en posició harmònica natural, s'hi contraposa l'angoixant retenció d'un *éclaté* sobre les notes greus del registre. I l'encisadora lleugeresa dels glissandos d'harmònics *sul ponticello* contrasta amb la càlida i acollidora sensació produïda per un cant *sul tasto*.

En l'exemple que segueix (figura 14) presento un fragment del meu *Trio de Corda* (2006) on cadascun dels tres instruments desenvolupa un discurs amb característiques molt diferen-

Figura 13. Polifonia de textures instrumentals contraposades.

ciades que represento esquemàticament a la part inferior. En aquesta peça el violí cisella l'escala microtemporal amb breus intervencions d'atacs fortíssims i aguts, la viola accentua certs moments de l'escala temporal intermèdia amb estridències en el registre mitjà, i el violoncel estructura l'escala temporal més gran amb el seu característic registre greu i una absència total d'atacs. Aquest tipus d'estructura polifònica em va estar suggerida per la jerarquització (força, electrofeble i gravitatòria) de les interaccions fonamentals de la física.

Am la meua música intento estimular en l'oïent la vivència de tot un espectre de sensacions anímiques: la urgència que sentim davant de l'inabastable, la tendresa que floreix al llindar perceptiu, l'efímera plenitud, l'insostenible frenesí... És a través del prisma de refracció de la nostra percepció que diversos esdeveniments

musicals –de vegades sobtats i abruptes, de vegades sigil·losament fugissers– poden convergir per produir una plena experiència de consciència vital. En pocs segons coincideixen i cohabituen, polifònicament travats, diferents estats emotius i energètics (figura 15). Per tant, som auditivament empesos a viure cada instant amb una intensitat màxima, amb hiperconcentració.

combinada amb una polifonia que no es limita a entreteixir línies melòdiques independents, sinó que també estén la seva acció a materials i a feixos de fibres instrumentals amb qualitats tímriques característiques –qualitats tímriques que també evolucionen en el temps–. És amb aquest conjunt ampliat de cisells que he esculpit l'òpera, de la macroscala a la micros-

Figura 14

Aquest procés ens condueix, eventualment, al bell mig d'un "moment-espai" vibrant i màgic, d'una "extensió dimensional" de l'espai-temps, en el qual percebem íntimament la llibertat de moviment i de figuració del nostre pensament estimulades per la nostra sensibilitat i expressivitat musicals.

De manera més formal, en aquesta aventura (hiper)sonica he procedit a establir una fusió integral entre el timbre i l'harmonia. L'he

cala. Per tant, *Hypermusic Prologue* reflecteix la meua ferma convicció que un grau d'integració més alt dels diferents paràmetres musicals, capaç de produir, categoritzar i manipular un domini més vast de la plasticitat sonora, marca un ample camí envers l'assoliment de nous estadis d'expressió musical.

Figura 14. Fragment de la partitura completa de la veu experimental de la soprano presentada a la figura 4. © Tritó Edicions 2009, Barcelona.



Crèdit fotogràfic: Maud Chazeau. Centre Pompidou, gran sala, 14 de juny de 2009.

Llibret de Lisa Randall

Hypermusic Prologue

Una òpera projectiva en set plans

PLAN I

Soprano:

Per què aquesta confusió?

Aquest moviment frenètic?

Manquen peces...

La meva música es perd,

s'ofega.

Aquest paisatge...?

Aquest escenari per al nostre ésser?

On és?

On s'acaba?

Les estructures sostenen l'existència.

Les puc trobar?

Veure'n la influència?

Com trobar els sons que busco?

Trencaclosques que mai no desxifraré

des d'aquí...

Angoixa,

deformació;

agonia.

PLAN II: QÜESTIONANT-SE LA REALITAT

B: ...un lloc meravellós!

S: Aquestes formes, aquesta llum...

B: Incomparable.

S: Ombres captivadores...

B: N'hi ha prou.

S: ...però falten coses,

- és incomplet!

B: T'ho puc explicar...

S: No no del tot!

B: Newton ens diu

on caurà la poma..!

S: Però no a la velocitat de la llum!

B: Escalles rítmiques harmonioses...

S: No n'hi ha prou!

B: La gravetat es relaciona amb el tensor

d'energia!

S: Però quin és el tensor del nostre món?!

B: Qüestions les creences bàsiques!

S: Però els fonaments...?

B: Desviacions del camí!

S: M'agrada el que ens envolta!

B: Se suposa que hem de continuar...

L'harmonia és aquí!

S: M'agrades!

Però s'obren

profundes fissures...

B: Mostra'm aquestes noves capes de realitat!

S: ...per mi és una agonia.

B: Comprèn això d'aquí!

S: Però què hi ha més enllà de les percepcions?

Més enllà dels sentits?

B: Res que tingui sentit!

S: Imagina't un univers

a fora o a dins...

B: Obstruccions abstractes!

Això no pot existir!!

S: La perspectiva podria ser tan diferent allà...

B: Mira i sent!

S: Em vull quedar..!

B: Bestieses!

S: Però no puc.

B: Aquí ens podem realitzar!

S: No hi encaixem...

Les peces no encaixen!

Dissonància,
inconsistència.

B: Les respostes són aquí!

S: Me n'he d'anar!

B: El coneixement de segles...

S: Trobar-hi un sentit.

B: ...Aristòtil, Maxwell...

S: Però n'hi haurà d'altres...

B: Einstein,

S: ...més meravellosos encara.

B: Mozart!

S: Portaré a casa nous coneixements.

B: Ensenya'm la teva nova melodia!

S: Però primer:

les peces que falten,

B: On és la teva partitura?!

S: ...les he de trobar.

S: Amb la meua música

exploraré.

Potser hauré trobat la solució,
quan torni.

B: Tu i jo llavors podem ser un tot?!

S: Tu i jo llavors podem ser un tot.

PLA III: POR I ESPERANÇA

Soprano:

Aquest pas,

una nova dimensió,

m'íl·lusiona més

que qualsevol altra cosa que hagi fet mai.

Sentit,

ordre,

noves veritats del nostre món...

Encara no ho puc veure,

però ha ser allà.

On em durà?

A l'infinit?

Lluny de tu?

Lluny de casa?

Em vull reconciliar am tú!

Estic atemorida.

Vull tornar.

Ofegar la por.

PLA IV – PART I: ESPAI CORBAT

S: S'obre el camí.

Entro

a la cinquena dimensió,

una nova direcció!

L'espai i el temps són vius!

L'espai-temps s'expandeix!

Es contrau!

L'escala del meu món canvia.

B: I amb tot, és la mateixa!

S: Em faig petita

i aquesta càrrega es fa

lleugera...

B: ...és la mateixa!

S: Una nova capa de realitat

subjacent a la que coneixem.

L'energia que hi ha
al lloc on ets captiu,
més l'energia a través
de l'espai hiperdimensional
corben l'espai-temps..

B: Veig com la teva ombra creix
i disminueix...!
Sento com el teu to puja
i baixa.

S: .. i revela la forma de la gravetat.

B: La forma de la gravetat...?
No et puc trobar!
No puc omplir els contorns!
No ho entenc!

S: ...l'energia que hi ha
al lloc on ets captiu...

S: Per mi hi ha una nova direcció.
L'energia ho banya tot!
Hi ha la mateixa energia aquí i allà.
L'espai-temps respon: una forma sorprenent!
Les escales s'expandeixen,
i amb elles també ho fa
la meva realitat...

B: Jo només veig ombres.
Només veig el que hi ha aquí!

S: L'espai creix a mesura que m'acosto a tu.
I es contrau...

B: ...a mesura que t'allunyes?
S i B: L'escala de la meva experiència s'altera!

S: Veig més:
el nostre univers en tota la seva extensió!
Va més enllà del que tu pots veure!

B: Però el teu espai és invisible!

S: Per tu,
no per mi.

B: $F = m a$
La gravetat obeeix
la llei de la inversa del quadrat.
Hi ha tantes coses ocultes!
Com pot ser veritat?!

[BOMBOLLA MUSICAL 1]

B: Per què trencar aquesta harmonia?!

S: La gravetat pot romandre lluny de nosaltres.
B: Però deixa'm quedar-me...
prop teu!

S: La gravetat corba el nostre espai.
B: Però no és això el que cerques?!

[BOMBOLLA MUSICAL 2]

S: Aquests mons a l'interior d'espais corbats,
B: No et cal...
S: corbats negativament.
B: un món...
S: La curvatura rebrega l'espai.
B: més gran!
S: Com també
les nostres expectatives.

[BOMBOLLA MUSICAL 3]

B: La gravetat no ens impedirà...
S: La gravetat quadridimensional...
B: d'elevat-nos fins a
un lloc perfecte...
S: ...pot aplicar-se, fins i tot, a dimensions
addicionals...
B: Mira. I sent!!

S: ...infinítament àmplies...
B: L'exterior és una abstracció!
S: ...si són prou corbades.
B: Si això és real,
mostra-m'ho!



S: Tu ja no hi ets,
però la gravetat
sobreviu
malgrat la distància.
B: La gravetat s'estén fins a l'infinít.
S'hauria de diluir,
esvanir-se!
S: L'espai-temps
està corbat
El nostre univers sobreviu
en una petita regió
que anomeno brana...
B: Una brana diferent! ...
S: ...tan concentrada que
l'enorme expansió
d'una dimensió infinita
no es pot sentir!
B: ...No pas la meva!
No pas la nostra!
S: La força gravitacional
no es perd.
Però es concentra
a la vora.
B: Una brana distant,
Ets lluny!
S: Estic més concentrada,
més plena!
B: I la meva gravetat és insignificant.

S: El passatge s'estén,
però s'acumula vora el lloc
en tres dimensions
que acoten aquest espai!
B: Les tres dimensions planes i infinites,
les habituals,
les que coneix
Reproduueixen
la física
del nostre món.
S: La regió concentrada
ens dona la nostra força habitual!
Però una dimensió addicional infinita
és possible!!

[BOMBOLLA MUSICAL 4]

S: La intersecció dels nostres mons...
B: El llindar dolç i acollidor...
S: ...en aquest indret estrany i corbat...
B: ...del fràgil caos-
S: ...que ens dona una gravetat en quatre
dimensions.
B: casa nostra!

[BOMBOLLA MUSICAL 5]

B: Un segur...
S: Hi ha les mateixes relacions entre...
B: ... i confortable refugi!
S: ...les tensions de l'espai d'abans
i l'energia d'un de més ampli.
B: La meva realitat és aquí.
No la veig, aquesta dimensió!



S: Les direccions no se separen.
 He de saber en quin lloc de l'espai em trobo.
 La curvatura és real i dramàtica.
 Això afecta el món on em trobo!
 Com ho podries copsar?
 Com ho puc jo comprendre?!

PLA IV – PART 2: PUNT I CONTRAPUNT

Soprano:

Descriuré aquest estrany paisatge.
 En dissecionaré les propietats.
 Deduiré la geometria
 que m'ha abraçat!
 I per la qual he deambulat.
 Deixa'm entendre'n la matemàtica.
 Deixa'm modelar aquest món.

L'acció pel nostre sistema és:

$$S = S_{gravity} + S_{brane} + S_{brane'}$$

$$S_{gravity} = \int d^4x \int dy \sqrt{-G} \{-\Lambda + 2M^3 R\}$$

$$S_{brane} = \int d^4x \sqrt{-g_{brane}} \{V_{brane} + \mathcal{L}_{brane}\},$$

La solució
 a les equacions d'Einstein
 és:

$$ds^2 = e^{-2k|y|} \eta_{\mu\nu} dx^\mu dx^\nu + dy^2,$$

Es pot identificar com un tros d'Anti de Sitter 5.
 La solució es manté quan els termes de límit i
 massa cosmològica
 estan relacionats per:

$$V_{brane} = -V_{brane'} = 24M^3 k, \quad \Lambda = -24M^3 k^2,$$

Fet que assumirem d'ara endavant.

He trobat
 que podem existir de manera consistent
 amb una cinquena dimensió infinita,
 sense violar els tests de gravetat coneguts.

L'escenari consisteix en una única 3-brana,
 espai-temps corbat al voltant,
 i una tensió ajustada especialment per aquí i
 per a tot arreu.

S: Les relacions de tensió són independents de
 la distribució precisa d'energia.

B: Per què cal anar-se'n?!

S: Una fórmula
 pel tensor de la curvatura
 d'una mètrica diagonal...

B: Casa teva és aquí!
 Les respostes que busques són aquí!!

S: ...i altres relacions que han de ser veritat!

PLA V: FORCES I UNIFICACIÓ

S: Aquesta atracció,
 aquesta estrebada,
 Aquestes forces
 que creen estructures,
 interaccions...

B: Forces fortes que cohesionen la matèria;
 Forces febles que radioactuen;
 Electromagnetisme que influeix la càrrega;
 I la gravetat...?
 La gravetat no encaixa!

B: La gravetat em manté aquí,

- S: Però la gravetat és dèbil.
B: ...manté fins i tot el nostre estrany espai intacte.
Però em temo que a nosaltres no.
B: La gravetat em manté aquí- però per a tu què no?
No et puc perdre!
S: Les forces canvien a mesura que les distàncies canvien, a mesura que viatjo a través d'aquesta dimensió addicional.

MÚSICA ELECTRÒNICA

- S: Mentre viatjo més lluny, les forces convergeixen, s'uneixen;
Comportament logarítmic.
Les forces canvien de potència, fins que n'hi ha una de sola!
B: El final de l'espai!!
S: L'espai canvia, varia!
B: El punt de confluència?!
S: El món de forces esdevé simple. harmoniós!
B: El final de l'espai!!
S: Unitat, una única força!
B: Unitat, una única força?
Però tot això és tan lluny...
Se'm trenca el cor!
trenquem!
Em trenco!
Torna aquí,

- on la gravetat és dèbil, però no pas la nostra atracció!
S: Unificació!
Per fi entenc el que puc veure des d'aquí.
Harmonia inquietant, finalment.
Com puc compartir aquest moment amb tu?!

PLA VI: DESCOBERTA

- B: Com puc obrir el teu món?
Descriu, revela!
Comparteix la teva veritat!
S: Deixa empremtes allà del que hi ha aquí.
B: Condicions extremes, una energia enorme!
Una energia que es converteix en massa i explora el que hi ha a l'interior!
Acceleració, energia, allò desconegut...
Misteri...
Podem explorar el que tu acabes de presenciar!
S: Allò que em realitza, Allò que ara pots veure!
B: Una trobada com aquesta, i tanmateix que n'és, d'efímera!
Com es pot interpretar el que hi ha allà?
S: Ho descobriràs

una altra vegada,
uniràs les peces,
els indicis,
el que està encriptat!

B: No em dones prou pistes;
Alguna cosa més hi ha d'haver...!
S: Compon aquestes notes,
completa-ho i calma't;
Aprofundeix més!
Escarrassa-t'hi!
Primer se t'escaparà
però després encaixarà.

S i B:
Un estrany conducte entre nosaltres
i els nostres mons.
Harmonia inquietant.

PLA VII: EL FUTUR

S: Fenòmens discordants.
Fonaments harmoniosos.
Indicis de riquesa,
de música
subjacent.
S: Fenòmens confusos.
B: Interpretacions duals.
S: Fonaments harmònics
B: Un únic món.
S: ...i una música captivadora.
B: Veritats simultànies
que desconcerten,
que engloben!
S. A sota, els nostres fonaments.

S: Ara em sento realitzada.
B: Casa nostra és més completa.
S i B: Coneixement i força:
Un lligam més fort entre nosaltres.
B: I la bellesa!

S: La informació es tradueix
en les nostres llengües diferents.

S i B:
Allò familiar i allò estrany...
Totes dues coses són veritat.
Un repte a la recerca!

B: Em pensava
que no hi havia res més.
Ara ho entenc millor
en la mesura que el teu món
il·lumina el meu.

La geometria dóna forma a la realitat,
explica allò que faltava...

Per què la teva música
no culminava.

S: Per què la meva música
no culminava...

B: Ara la teva música encisa.
Els sons penetren la realitat,
ens revela el nucli més íntim:
Repòs.
Regna la calma.

S: Per ara,
fràgil equilibri;
El teu món és present,
però les fonts
són més profundes!

B: Tan sols hem començat a comprendre...
S: ... cap on anar ara.

B: Una altra perspectiva
oculta i tanmateix certa?
S: Més connexions
que no entenem!
S: Potser l'espai,
fins i tot el temps
tenen constituents...
B: Espai i el temps emergents?

Si B:
És cert?
Podem aprofundir més?
trobar més coses?

Traducció de Roger Batalla i Ferran

**Interview with Lisa Randall and Hèctor Parra,
including illustrative sound excerpts from *Hypermusic Prologue***

CD 2

- | | | |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| 1 | Lisa Randall on major questions concerning physical theories of the 20 th century. Possible developments and paths to follow | 3:09 |
| 2 | The models "Randall-Sundrum 1 and 2" presented by Lisa Randall: five dimensional theories of space-time. An attempt to solve the "hierarchy problem" | 11:02 |
| 3 | Lisa Randall on Stephen Hawking | 0:50 |
| 4 | Music and Physics – the first contacts between Lisa Randall and Hèctor Parra: initial steps towards <i>Hypermusic Prologue</i> | 6:50 |
| 5 | Working together | 4:34 |
| 6 | Developing new sounding material | 6:37 |
| 7 | Hèctor Parra talks about how this 5 th dimension would sound: live electronics and their progressive evolution over the course of <i>Hypermusic Prologue</i> | 11:25 |
| 8 | Impacts, influences and intentions | 9:24 |
| 9 | Working with the artist Matthew Ritchie | 3:55 |
| 10 | Future projects in the fields of physics and music | 2:21 |

TT: 60:07

Entrevista con Lisa Randall y Héctor Parra. Extractos

1. Lisa Randall nos habla de las grandes teorías físicas del siglo XX. Apunta posibles desarrollos y caminos a seguir

LR: La teoría de cuerdas nos dice que quizás existen dimensiones adicionales en el espacio. Debemos hacernos la pregunta de si de verdad hay más dimensiones de las que percibimos. Y estas podrían tener una influencia en nuestro mundo?

2. Lisa Randall nos presenta sus modelos cosmológicos llamados “Randall-Sundrum 1 y 2”. Son teorías penta-dimensionales de espacio-tiempo. Intentando resolver el “problema de la jerarquía”

LR: Lo que Raman Sundrum y yo descubrimos es que si el espacio-tiempo es curvado o deformado -esto es lo que nos enseñó Einstein: con energía se puede curvar el espacio- podría estar curvado de una forma muy particular. De esta manera podríamos tener incluso una dimensión espacial que no vemos de un tamaño infinito, con posibilidad de moverse en direcciones infinitas. Pero de todas formas, no nos sería posible observarla porque el espacio-tiempo en sí mismo está tan deformado. En el transcurso de nuestra investigación, lo que descubrimos fue que el mismo tipo de curvatura y deformidad podría mostrarnos que la masa de una partícula depende de su posición en el espacio (...)

Nos proponemos comprender por qué la gravedad es mucho más débil que las otras fuerzas. (...)

Las tres dimensiones espaciales que conocemos no es todo lo que existe. Podrían existir otras direcciones – otras direcciones aparte de izquierda, derecha, adelante, atrás, arriba y abajo. Nuevas direcciones que no podemos percibir directamente. (...)

La palabra “brane” (brana, en Español) viene de membrana. Es una superficie en un espacio de una dimensión más alta. Nos muestra que no todo puede viajar libremente a través de las dimensiones adicionales, muchas cosas están “pegadas” a superficies de más baja dimensión. (...) Mi idea y la de Sundrum fue que podría existir una dimensión adicional que está limitada por esas branas, es decir que hay dos espacios tridimensionales y un espacio entre ellos, en un espacio-tiempo de cinco dimensiones (cuatro dimensiones espaciales). Y lo que descubrimos cuando vimos las ecuaciones (véase libreto pág. 21) es que hay un brana que podría ser nuestro universo. Es decir, un gran espacio con tres dimensiones planas infinitas. El espacio-tiempo está increíblemente deformado y curvado, esto quiere decir que la masa que esperaríamos encontrar depende de donde estemos en el espacio. Se podría decir, de hecho, que el espacio-tiempo se dilata o se contrae de la misma manera de la que hablamos en la ópera.

Se puede constatar también que la interacción causada por el “gravitón”¹ depende también del punto donde nos encontremos en la dimensión adicional. De esta forma, en algunos lugares la gravedad es verdaderamente fuerte. Pero en el resto del universo es verdaderamente débil y disminuye muy rápidamente cuanto más nos alejamos de estas zonas. Así pues, no es sorprendente que podamos ver una gravedad débil siempre y cuando no nos encontremos en los lugares donde es realmente fuerte. Esperamos que la gravedad sea una fuerza débil, y eso es lo que encontramos en la geometría que descubrimos. (...)

3. Lisa Randall nos habla de Stephen Hawking (...)

4. Música y Física – los primeros contactos entre Lisa Randall y Hèctor Parra: pasos iniciales hacia “*Hypermusic Prologue*”

LR: cuando recibí el email de Hèctor pensé que era una idea fantástica. No se trataba tanto de promocionar mi teoría, sino que lo que me gustó fue la perspectiva diferente de contar historias sobre la física. (...)

HP: cuando leí “*Warped Passages*” de Lisa Randall por primera vez, me fascinó que los paralelismos estructurales entre los sonidos dentro de la acción dramática de la ópera y dentro del mundo de la física – una exploración de la rea-

lidad – provocaría potencialmente al público un nuevo tipo de emoción, una nueva manera de acercamiento a la realidad. La catarsis vendría provocada más por la psicoacústica que por la dramática, finalmente.

LR: Se podría explorar el espacio físico, pero este espacio también podría representar simplemente la búsqueda de nuevas ideas.

5. Cooperación

HP: Desde el primer momento estuvimos de acuerdo en que teníamos que estructurar la ópera conjuntamente, y como un todo. De ninguna manera producir primero el texto y después la estructura musical según el texto. Nuestra idea fue de diseñar juntos la ópera entera como una estructura acústica y dramática inspirada por el proceso creativo que tiene lugar en las mentes de los artistas y de los científicos. (...)

LR: Para mí era verdaderamente importante tener una historia, tener dos personas que se separaran y se unan, y que vieran las cosas de manera diferente después del viaje.

6. Desarrollar nuevos materiales acústicos y estructuras musicales

HP: Para mí fue absolutamente excitante producir nuevos materiales musicales, desarrollar mi escritura más íntima a través de la estructuración de esos profundos paralelismos internos con los conceptos físicos de “unificación de fuerzas”,

¹ La partícula que comunica la fuerza de la gravedad

masas que cambian dependiendo de la posición en un espacio tan deformado. Era muy importante encontrar la manera adecuada de producir la emoción de experimentar tal proceso físico en nuestros propios cuerpos. Así pues, en cierta manera, la principal experiencia de esta ópera para mí ha sido la de tener la posibilidad de realizar una exploración completa de las posibilidades acústicas de las que disponemos hoy en día (electrónica en vivo, escritura instrumental extendida...) a través de los conocimientos y experiencias de un científico de hoy en día, y más concretamente, a través de como Lisa puede explorar y explicar los intersticios más intrincados de nuestra realidad física.

Ha sido importante hacer del proceso artístico una "experiencia común", y tratar de relacionar nuestros mundos y nuestra experiencia y nuestro enfoque estético individual con los elementos internos de nuestra disciplina.

7. Héctor Parra explica como sonaría esta quinta dimensión: el tratamiento electrónico en tiempo real y su evolución progresiva en *Hypermusic Prologue*

HP: Desde el primer momento Lisa y yo estuvimos de acuerdo que la parte electrónica de esta ópera actuaría como la quinta dimensión en el mundo físico: deformando elementos de un mundo sonoro más estándar o más natural, como las formas más clásicas de cantar o los modos más tradicionales de tocar los instrumentos.

En lo que concierne a mi música, encontré muy interesante lo deformada que está la realidad en los modelos de Lisa. ¡Todos los parámetros que podemos experimentar en tanto que seres humanos están deformados! Así la música misma puede deformarse de un modo paralelo! Como la energía, que, para mí, en términos musicales, es la fuerza que proyecta el sonido y su capacidad de crear un shock estético en el público. (...) En *Hypermusic Prologue* desarrollamos con la ayuda del ordenador una síntesis cruzada entre el espectro de las voces y el espectro de los instrumentos de tal modo que los instrumentos hablan a través de una voz que no podemos escuchar. Es una especie de proyección de las formas vocales sobre los sonidos instrumentales. (...) Otorgamos a cada sonido un lugar en el espacio físico de la sala de conciertos de tal manera que el público puede sentirse como si estuviera dentro de un espacio de más alta dimensión desplegado en nuestro mundo a menos dimensiones. Y creo que esto provoca un tipo diferente de catarsis, un tipo diferente de emoción.

8. Influencias, impactos e intenciones

HP: El objetivo es que el público experimente estos modelos, pero no hace falta para ello entender como funcionan matemáticamente. (...) Para mí, uno de los aspectos más trágicos del ser humano en el momento actual es que somos capaces de comprender procesos temporales tan inmensos en el universo, y a su vez somos físicamente tan limitados... Y nuestra escala temporal es tan limitada comparada a esas estructuras

inmensas que somos capaces de comprender... Por el momento somos incapaces de proyectarnos físicamente dentro de los modelos que hacemos de la naturaleza y el universo.

LR: Para mí, el otro aspecto importante era simplemente mostrar los paralelismos que impulsan a un compositor, que impulsan a un físico, que impulsan a cualquiera que es creativo. Reconocer las limitaciones de nuestro mundo para reconocer las limitaciones de nuestra experiencia.

HP: Para nosotros, los músicos, existe otro espacio, que es la dimensión musical. Estuvimos de acuerdo en que debíamos trabajar con música en términos musicales (y evitando al máximo lo que podríamos llamar "mapping" lineales). Por ejemplo, un espacio deformado en el mundo de la física funciona musicalmente como un espacio acústico deformado en términos de como el sonido se proyecta en el espacio físico, de como la voz se transforma, de como percibimos el tiempo musical... (...)

Fue interesante desarrollar una vía completamente diferente, estructuras sonoras y visuales diferentes que puedan dar la sensación al público de que está viviendo en el mismo mundo, la misma experiencia que los cantantes. Lo que quiero decir es que la música y la imagen tienen que ser el mismo mundo, pero representan aspectos distintos de ese mundo. (...)

El libreto es el punto de partida. En él se presenta la idea de la manera más directa y simple -es la idea en sí! Y luego, el sonido y el la escenografía desarrollan distintos aspectos de esa idea.

9. Trabajando con Matthew Ritchie

[...]

10. Proyectos futuros en el campo de la física y en el campo musical

LR: Estamos trabajando en teorías alternativas de la materia oscura y pensamos en otras posibilidades. Pero ahora mismo estamos muy intrigados esperando ver los nuevos datos que nos puede aportar el CERN² sobre las teorías en las que estamos trabajando.

HP: Me gustaría crear un espacio dramático donde el público pudiera vivir su propia experiencia de un mundo físico hiperdimensional. Me encantaría desarrollar la posibilidad de que cada persona, cada individuo pueda explorar personalmente tales mundos.

² CERN – Consejo Europeo para la Investigación, Nuclear (ahora llamado Organización Europea para la Investigación Nuclear, o en inglés, The European Organization for Nuclear Research), un laboratorio en Suiza que cuenta con el más potente acelerador de partículas del mundo.

Extraits d'une interview avec Lisa Randall (LR) et Hèctor Parra (HP)

1. Lisa Randall à propos des grandes théories physiques du XX^e siècle, des évolutions possibles et des nouvelles voies qui s'ouvrent

LR : [...] La théorie des cordes nous permet d'accéder à de nouvelles dimensions dans l'espace. Nous cherchons à savoir s'il n'y aurait pas encore d'autres dimensions dans l'immensité qui nous entoure et, si tel était le cas, quelle influence elles pourraient alors avoir sur notre monde. [...]

2 Lisa Randall à propos des « modèles 1 et 2 de Randall – Sundrum », théories d'un hyperspace à cinq dimensions. À la recherche d'une solution au « problème de la hiérarchie »

LR : Sundrum et moi-même avons découvert que l'espace-temps pourrait être courbe ou déformé, — c'est du reste la conclusion que nous tirons de l'enseignement d'Einstein : l'énergie permet de déformer l'espace — et que l'espace pourrait présenter une courbure toute particulière. Cela permettrait d'envisager un nombre infini de dimensions dans l'espace et, par conséquent, d'évoluer dans un nombre infini de directions. Une infinité de directions que nous ne pouvons voir. Et pourtant, nous ne pourrions pas observer ce phénomène puisque l'espace-temps est lui-même extrêmement déformé. Au cours de nos recherches, nous avons compris que ce type de courbure et de déformation expliquerait l'interdépendance existant entre la

masse d'une particule et son positionnement dans l'espace. [...]

Nous avons cherché à comprendre pourquoi la force de gravitation était tellement plus faible que les autres forces.

[...] Il y a autre chose au-delà des trois dimensions que nous connaissons. Il pourrait s'agir d'autres directions sans lien aucun avec les mouvements vers la gauche, la droite, l'avant, l'arrière, le haut et le bas. Des directions totalement nouvelles que nous ne sommes pas en mesure d'appréhender directement. [...]

[...] Le terme « brane » vient de membrane. Il désigne une surface dans un espace pluridimensionnel. Il n'est pas possible de tout ramener à des dimensions supplémentaires, certaines choses sont liées à des surfaces aux dimensions restreintes. [...] Avec Sundrum, nous avons émis l'hypothèse qu'il pourrait exister une dimension supplémentaire délimitée par des branes. Donc, la possibilité qu'il y existe deux espaces tridimensionnels qui entourent un espace quadridimensionnel, donc un espace-temps à cinq dimensions. À partir de cette équation (cf. livret p. 39) nous avons découvert l'existence d'une grande brane plane qui pourrait être notre univers. Donc un grand espace comportant trois dimensions spatiales infiniment planes. En revanche, l'espace-temps est incroyablement distordu, il est courbe. [...] Ce qui signifie que la masse et les distances auxquelles on sera confronté dépendent de l'endroit où l'on se situe dans l'espace. On pourrait dire que l'espace-temps s'autodilate et s'autorétracte. Voilà l'idée sur laquelle repose cet opéra. [...]

[...] Il s'avère donc que l'interaction de ce graviton¹ dépend également de l'endroit que l'on occupe dans cette dimension supplémentaire. En certains endroits, la gravitation est de ce fait extrêmement forte. Mais partout ailleurs, elle est très faible et diminue rapidement au fur et à mesure qu'on s'en éloigne. Il n'est donc pas surprenant que nous puissions percevoir la gravitation tant que nous ne nous trouvons pas à l'endroit même où elle est le plus intense. Nous supposons par conséquent que la gravitation est une force faible. Et elle l'est effectivement à l'intérieur de la géométrie que nous avons découverte.

3. Lisa Randall à propos de Stephen Hawking [...]

4. Musique et physique — premiers contacts entre Lisa Randall et Hèctor Parra : les débuts de « *Hypermusic Prologue* »

LR : Lorsque j'ai reçu le courriel d'Hèctor, j'ai été d'emblée persuadée qu'il s'agissait là d'un projet fantastique. Mon intention n'était pas d'exposer mes théories afin de mieux les faire connaître, mais j'étais bel et bien séduite par l'idée de trouver une nouvelle manière d'aborder la transmission d'idées en lien avec l'univers physique. [...] HP : Dès ma première lecture de *Warped Passages* de Lisa, j'ai été fasciné par les analogies structurales qui pouvaient exister entre les sons situés au cœur de la dramaturgie d'un opéra et dans

l'univers de la physique. Je cherchai à proposer une nouvelle approche du monde qui nous entoure afin de susciter chez le public une nouvelle forme d'émotion, d'aborder peut-être la réalité sous un angle novateur. [...] La catharsis musicale qui en résulterait serait ainsi davantage provoquée par des phénomènes psycho-acoustiques que par des structures dramaturgiques. [...]

LR : [...] Une exploration de l'espace dans lequel ce dernier pourrait tout autant représenter le regard sur l'extérieur, la recherche de nouvelles idées. [...]

5. La collaboration

HP : Dès le début, nous étions d'accord pour structurer ensemble l'opéra comme un tout, donc sans passer d'abord par l'écriture du texte auquel serait ensuite adaptée la musique. Notre idée était avant tout d'appréhender l'opéra comme une structure dramatique sonore qui s'inspire des différents processus créateurs des artistes et des scientifiques.

LR : Il me semble que ce qui comptait surtout pour lui, c'était la possibilité d'établir dans sa musique des parallèles avec les théories physiques actuelles. Quant à moi, je tenais vraiment à raconter une histoire, celle de deux personnes qui se séparent, puis se retrouvent, pour ensuite voir les choses sous une tout autre perspective.

¹ Une particule élémentaire qui transmet la gravité.

6. La conception de nouveaux matériaux musicaux et de nouvelles structures musicales

HP : J'ai trouvé passionnant de créer de nouveaux matériaux sonores, de développer ma propre écriture en suivant le parallélisme structurel qui la lie aux concepts de la physique (« fusion des forces », « dimensions variables » en fonction de la localisation à l'intérieur d'un espace déformé) et de trouver le moyen adéquat qui permettrait de ressentir ces processus physiques à travers le corps. Ainsi, l'une des expériences les plus importantes que j'ai pu faire en travaillant sur cet opéra aura été de transposer la totalité des possibilités sonores qui existent actuellement (électronique live, écriture pour instruments et voix...). En parallèle, l'échange de savoir et d'expérience que j'ai pu avoir avec Lisa, m'a permis d'expliquer les liens les plus complexes du monde physique qui nous entoure.

Il était essentiel de faire de ce processus artistique une « expérience commune » tout en essayant d'établir des analogies entre nos deux univers, entre nos approches scientifiques et artistiques personnelles, donc entre les éléments inhérents à nos disciplines.

7. Hèctor Parra évoque les sonorités potentielles susceptibles de se présenter dans une cinquième dimension : l'électronique en temps réel et son évolution incessante au sein de *Hypermusic Prologue*

HP : Dès le début et d'un commun accord, nous avons convenu avec Lisa que en temps réel utili-

sée pour l'opéra représenterait la cinquième dimension du monde de la physique : les éléments déformés d'un univers acoustique plus naturel — différentes formes de chant ou encore une approche traditionnelle du jeu instrumental.

La courbure de la réalité présente dans les modèles de Lisa a joué un rôle extrêmement intéressant dans le développement de ma musique. Étant donné que tous les paramètres de la perception humaine se trouvent ainsi déformés, on peut introduire parallèlement une déformation de la musique ! Pour moi, l'énergie musicale possède une force projective capable de produire un choc esthétique chez l'auditeur. [...] *Hypermusic Prologue* opère une synthèse entre les spectres vocaux et instrumentaux. Les instruments prennent en quelque sorte la parole là où les voix ne sont plus audibles. C'est une sorte de projection d'ombres vocales sur les sonorités instrumentales. [...] Nous localisons chaque sonorité dans l'espace classique de la salle de concert, donnant ainsi l'impression au public de passer d'un univers tridimensionnel à un hyperespace. Et cela génère, me semble-t-il, une nouvelle forme de catharsis et de nouvelles sensations.

8. Influences, effets et intentions

HP : L'idée est de faire « vivre » ces modèles au public sans qu'il soit pour autant nécessaire d'en comprendre le fonctionnement mathématique. [...]

À mes yeux, l'un des aspects les plus tragiques de l'existence humaine, c'est que malgré notre aptitude à comprendre les processus temporels

ou les ordres de grandeur difficilement imaginables de notre univers et à saisir les évolutions physiques de l'univers, nous restons physiquement extrêmement limités...! Et notre temps de vie est tellement restreint comparé à ces structures inconcevables que nous sommes à même de comprendre... Nous ne sommes pas en mesure de nous projeter physiquement dans ces représentations de la nature et de l'univers.

LR : Je tenais également à montrer les parallèles qui existent entre les motifs d'un compositeur et ceux d'un physicien, ceux de tout créateur, qui sont de reconnaître les limites de notre monde, de notre expérience.

HP : Le musicien dispose déjà d'une autre dimension : la dimension musicale. Nous étions d'accord pour aborder la partition en nous appuyant sur des critères musicaux. Nous voulions dans la mesure du possible éviter toute imitation directe. Si on considère, par exemple, qu'un espace courbe en physique correspond sur le plan musical à un espace sonore courbe, se pose alors la question de la projection du son dans l'espace physique, des modifications de la voix, de la perception du temps musical... [...]

Le défi consistait à emprunter de toutes nouvelles voies, à concevoir à travers l'image et le son de toutes nouvelles structures qui permettent au public de vivre des expériences inédites. La musique et l'image se situent évidemment dans un même univers qui néanmoins se présente sous différents aspects. [...]

Le livret représente notre point de départ vers

de nouveaux horizons. Il est l'idée initiale sous sa forme la plus directe et la plus simple, il est l'idée même. Et la sonorité comme la création artistique permettent de développer différents aspects de cette idée.

9. Travailler avec l'artiste Matthew Ritchie [...]

10. Projets futurs en physique et en musique

LR : Nous travaillons à différentes théories se rapportant à la matière sombre et réfléchissons également à d'autres possibilités. Actuellement, nous attendons avec impatience l'évaluation de données par le CERN se rapportant à nos théories.

HP : [...] créer un espace dramatique permettant à un vaste public de vivre personnellement la multidimensionnalité de l'univers physique. J'aimerais beaucoup élaborer un projet qui permette à chacun de découvrir un tel univers.

² Le CERN – L'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (l'acronyme CERN reprend les initiales de l'ancienne dénomination : Conseil Européen pour la Recherche Nucléaire) est un grand et prestigieux laboratoire situé en Suisse à proximité de Genève. Les accélérateurs de particules du CERN permettent de sonder les constituants de la matière en projetant des particules à une vitesse proche de celle de la lumière pour les faire entrer en collision. Grâce à une multitude de détecteurs différents, on reconstitue les trajectoires des particules issues des collisions ce qui permet de déterminer les caractéristiques des nouvelles particules ayant émergé de ces collisions.

Hèctor Parra

Nacido en Barcelona en 1976, ha sido compositor residente en el IRCAM en París, y ocupa la Cátedra de Composición Electroacústica del Conservatorio Superior de Aragón. Ha sido nombrado profesor de análisis y composición de la Cátedra Manuel de Falla del Conservatorio de Cádiz por

el año 2010. Ha estudiado en el Conservatorio Superior de Barcelona, donde ha recibido los Premios de Honor de Composición, Piano y Armonía. Ha estudiado composición con David Padrós, Brian Ferneyhough y Jonathan Harvey, así como con Michael Jarrell en la Haute École de Musique de Ginebra.

Ha recibido encargos del Estado Francés, del IRCAM-Centro Pompidou (en cinco ocasiones), del festival ARCANA, de la Academia de las Artes de Berlín, de la West Deutsch Rundfunk, del Ensemble intercontemporain, del Ministerio de Cultura español, de Contrechamps (Ginebra), del Festival Musica de Strasbourg y Ars Musica de Bruselas, de Música de Hoy (Madrid), de la Generalitat de Catalunya y del IVM de València, de las Fundaciones de Caja Madrid y Caixa Catalunya, de la Sociéte Selmer (París), etc.



El Ensemble intercontemporain, Klangforum Wien, ensemble recherche, Arditti Quartet, Ensemble Contrechamps, Holland Symfonia, Brussels Philharmonic, Orchestre National d'Ile-de-France, OBC y KNM Berlin, han interpretado su obra en muchos de los principales festivales internacionales, como el de Lucerna (Suiza), Avignon, Warsaw Autumn, San Francisco, Guggenheim de Nueva York, Festival delle Nazioni (Italia), Vienna Konzerthaus, Amsterdam Muziekgebouw, Philharmonie Luxembourg, Witten, Stuttgart Opera House y Freiburg Konzerhaus (Alemania), etc.

En 2009 recibe el "Premio Tendencias" del periódico El Mundo. En 2007 le fue concedido el Earplay Donald Aird Memorial International Composition Prize de San Francisco (USA) y el premio de composición Impuls, de Graz (Austria). El 2005 ganó por unanimidad el premio "Tremplin" del Ensemble intercontemporain y fue finalista en el concurso Internacional Gaudeamus. En 2002 le fue concedido el «Premio de Composición Musical del INAEM.

En 2010 realiza la música de la película Equinoxe, de Laurent Carcèlès, rodada en el Mont

St. Michel. Su música está publicada por la Editorial Tritó (Barcelona). Sus tríos y piezas de cámara se han grabado en disco por el ensemble recherche, para el sello KAIROS.

Né à Barcelone en 1976, il suit des études au Conservatoire Supérieur de Barcelone et obtient le prix d'honneur en composition, piano et harmonie. Sélectionné par le comité de lecture de l'IRCAM, il réalise le cursus de composition et d'informatique musicale en 2002-03 et la résidence post-cursus 2004-05 au CNSMD Lyon. Il obtient un DEA en sciences et technologies des arts à l'université Paris-8 sous la direction d'Horacio Vaggione.

Il a étudié la composition avec David Padrós et il a réalisé un post-grade en composition à la Haute école de musique de Genève avec Michael Jarrell ainsi qu'une résidence de création à l'Académie des Arts de Berlin. Participe activement à de nombreuses formations internationales à la composition, dont Royaumont, Centre Acanthes et Takefu au Japon, où il reçoit les enseignements de Brian Ferneyhough, Jonathan Harvey, Philippe Leroux, Philippe Manoury, Mikhail Malt et Brice Pauset. On retrouve ses pièces dans les programmes des festivals internationaux de Lucerne, ARCANA, Avignon, Warsaw Autumn, San Francisco, New York Guggenheim, Festival delle Nazioni (Italia), Konzerthaus de Vienne, Amsterdam Muziekgebouw, Philharmonie Luxembourg, Witten, Stuttgart Opera House et Freiburg Konzerthaus (Allemagne), etc.

Ses œuvres sont créés, entre autres, par l'Ensemble intercontemporain, Klangforum Wien, l'Arditti Quartet, l'ensemble recherche, l'Ensemble musikFabrik, Holland Symfonia, l'Orchestre Philharmonique de Liège, l'Orchestre National d'Île-de-France, KNM Berlin, l'Ensemble Algoritmo, l'Ensemble Alternance et Proxima Centauri. Il a reçu des commandes de l'État Français, de l'IRCAM (en cinq occasions), du Festival Musical de Strasbourg, de l'Ensemble intercontemporain, du festival ARCANA, de l'Académie des Arts de Berlin, de la WDR, de l'Orchestre National d'Île-de-France, du Ministère de la culture de l'Espagne, du CNSMD de Lyon, du Gouvernement Catalan, de Musicadhoj (X. Güell) & Schauspielhaus Salzburg, de Caja Madrid, de la Société H. Selmer (Paris).

En 2007 il reçoit le Earplay Donald Aird Memorial International Composition Prize de San Francisco (USA). En 2005 il reçoit à l'unanimité le prix du comité de lecture "Tremplin" de l'IRCAM et de l'Ensemble intercontemporain et il est finaliste au concours international de composition Gaudemus d'Amsterdam. En 2002 il reçoit le prix de composition de l'INAEM (Institut National d'Espagne des Arts Scéniques et de la Musique) et du Collège d'Espagne de Paris. Ses œuvres sont publiées par Editorial Tritó (Barcelona). Il est actuellement Professeur de Composition Electroacoustique au Conservatoire Supérieur de Musique de Saragosse (Espagne), professeur invité au Conservatoire du Liceu (Opéra de Barcelone) et compositeur en recherche à l'IRCAM.

www.ffn.ub.es/jmparra/hector

Lisa Randall

Lisa Randall ejerce, desde el 2001, como profesora de Física en la universidad de Harvard, la misma que en 1987 le otorgó su doctorado. También ha enseñado en el MIT en Cambridge (EEUU), entre 1998 y 2001, y en la universidad de Princeton. Como investigadora se centra en el campo de la física de partículas y la cosmología (influenciada por la teoría de cuerdas). Su actividad de investigación le llevó a dedicarse cada vez más a temas como la supersimetría y, en sus inicios, las dimensiones adicionales del espacio. Es autora de múltiples artículos y colabora en diferentes programas de radio y televisión. El *New York Times* eligió su libro *Espacios curvados: descifrando los misterios de las dimensiones ocultas del universo* como uno de los cien mejores del 2005. En el 2006 le fue otorgado el premio Klopsteg del AAPT (la asociación americana de profesoras de física) y el año siguiente la APS (Sociedad de Física Americana) le concedió el premio Julius Lilienfeld. Es miembro de la Academia Nacional de las Ciencias, de la Academia de las Artes y Ciencias Americana y de la propia APS.



Depuis 2001, Lisa Randall est professeur de physique à l'université de Harvard où elle a obtenu son doctorat en 1987. Elle a également enseigné au MIT à Cambridge (1998-2001) et à l'université de Princeton. Ses recherches concernent

la physique des particules et la cosmologie (inspirée de la théorie des cordes). Elles l'ont conduite à étudier la supersymétrie et plus récemment les extra-dimensions de l'espace. Elle est l'auteur de nombreux articles et participe à diverses émissions radiophoniques et télévisées. Son livre *Warped Passages: Unraveling the Mysteries of the Universe's Hidden Dimensions* a été élu l'un des cent meilleurs livres de l'année 2005 par le *New York Times*. Elle reçoit le prix Klopsteg de l'AAPT (Société américaine des

professeurs de physique) en 2006 et le prix Julius Lilienfeld de l'American Physical Society l'année suivante. Elle est membre de l'Académie nationale des sciences, de l'Académie américaine des arts et des sciences et de l'American Physical Society.

Matthew Ritchie

Nacido en Londres en 1964, comienza su carrera artística en Nueva York en el 1995. Sus pinturas, murales, instalaciones de luces, esculturas y proyecciones de vídeo exploran el concepto de información a través de la ciencia, la arquitectura, la mitología y la alquimia medieval. Ritchie trabaja con temas de política actual, teoría económica y dinámicas culturales, y sus instalaciones crean una síntesis entre la forma narrativa y nuestra comprensión del universo. Sus trabajos se exponen por todo el mundo (en especial en las bienales de Whitney, São Paulo y Sydney). Pueden verse igualmente en Nueva York en las colecciones del Museo de Arte Moderno (MOMA), el Guggenheim y el Whitney, así como en otras múltiples instituciones (por ejemplo una instalación permanente en el MIT en Cambridge, EEUU). En el 2008 colaboró con los arquitectos Aranda/Lasch (Nueva York) para el proyecto „Morning Line” en Londres.



Né à Londres en 1964, Matthew Ritchie débute sa carrière d'artiste à New York en 1995. Ses peintures, dessins muraux, boîtes de lumière, sculptures et projections vidéos explorent la notion d'information à travers la science, l'architecture, la mythologie, l'alchimie médiévale ou encore la politique contemporaine, la théorie économique et la dynamique culturelle. Ses installations synthétisent des formes narratives avec notre compréhension de l'Univers. Ses œuvres sont exposées dans le monde entier (notamment aux Biennales de Whitney, São Paulo et Sydney) et font partie des collections du Musée d'art moderne, du musée Guggenheim et du Whitney Museum à New York ainsi que de plusieurs institutions dans le monde (notamment une installation permanente au MIT à Cambridge). En 2008, Matthew Ritchie a collaboré avec Aranda/Lasch architecture (New York) pour le projet « Morning Line » à Londres.

Charlotte Ellett

Charlotte Ellett estudió canto en la Royal Northern College of Music y el National Opera Studio en Inglaterra. Debutó con el papel de Frasquita en *Carmen* (Bizet) en el Festival de Glyndebourne. Se dedica principalmente al campo de la ópera (*Albert Herring* de Britten, *La flauta mágica*, *Don Juan y Così fan tutte* de Mozart y *La Bohème* de Puccini) pero también actúa en oratorios y da conciertos de canto. *La Pasión según san Mateo* de Bach, el *Gloria* de Poulenc y el *Stabat Mater* de Rossini forman igualmente parte de su repertorio. Grabó, bajo la dirección de Kent Nagano, la cantata *Klagende Lied* de Mahler y la *Segunda Sinfonía* de Rawsthorne para Naxos, y bajo la dirección de Charles Mackerras *Jenufa* de Janáček, para el sello Chandos.

Previamente en su carrera cantó *Il ritorno d'Ulisse in patria* de Hans Werner Henze, *Barba Azul* de Offenbach en el Festival de Buxton, *A Chair in Love* de John Metcalf en Montreal y *Country Matters* con la English Touring Opera. Charlotte Ellett es artista asociada de la Ópera Nacional Escocesa y también bailarina.



Charlotte Ellett étudie le chant en Angleterre au Royal Northern College of Music et au National Opera Studio. Elle débute sa carrière en interprétant le rôle de Frasquita dans *Carmen* de Bizet au festival de Glyndebourne. Elle se

produit notamment dans des opéras (*Albert Herring* de Britten, *La Flûte enchantée*, *Don Giovanni* et *Così fan tutte* de Mozart et *La Bohème* de Puccini) ainsi que dans des oratorios et des récitals. Son répertoire inclut également *la Passion selon saint Matthieu* de Bach, le *Gloria* de Poulenc et le *Stabat Mater* de Rossini. Elle a enregistré *Das Klagende Lied* de Mahler sous la direction de Kent Nagano et la Deuxième symphonie de Rawsthorne pour le label Naxos ainsi que

Jenufa de Janáček pour le label Chandos sous la direction de Charles Mackerras. Récemment, elle a interprété *Il ritorno d'Ulisse in patria* de Hans Werner Henze, *Barbe Bleue* d'Offenbach au festival de Buxton, *A Chair in Love* de John Metcalf à Montréal et *Country Matters* de Haydn avec l'English Touring Opera. Charlotte Ellett est artiste associée au Welsh National Opera et aussi danseuse.

James Bobby

Nacido en Oxford, James Bobby estudió en la universidad de Cambridge y posteriormente canto en la Guildhall School en Londres. Fue miembro de las Jeunes Voix du Rhin de la Ópera Nacional del Rin en Estrasburgo. En el 2001 cantó *Turandot* de Puccini en el Palacio Real de Ópera en el Covent Garden, en el 2003 *La Traviata* de Verdi en la Ópera Nacional del Rin, en el 2005 *Angels in America* de Peter Eötvös en la Ópera de Hamburgo y en el 2006 *Madame Butterfly* de Puccini en Innsbruck. En el 2003 participó además en el concurso internacional de Genf, donde fue finalista. Desde el 2006 trabaja en el teatro estatal de Oldemburgo, donde interpreta sobre todo obras de Adams, Kagel, Eötvös, Bernstein, Shostakóvich, Rachmaninov, Ravel y Frank Martin. Desde agosto del 2009 colabora asimismo con la Deutsche Oper am Rhein en Düsseldorf-Duisburg. Ha actuado en el Festival MUSICA de Estrasburgo 2005 (*Sometime Voices* de George Benjamin con la orquesta sinfónica de la radio de Stuttgart dirigida por Heinz Holliger) y 2006 (*Wölfl-Lieder* de Wolfgang Rihm y el estreno de los *Liebeslieder* de Robert HP Platz con la orquesta de Luxemburgo dirigida por el propio compositor).



Né à Oxford, James Bobby étudie la musique à l'université de Cambridge, le chant avec Thomas Hemsley à la Guildhall School de Londres. Il a également été membre des Jeunes Voix du Rhin de l'Opéra national du Rhin à Strasbourg. Il interprète notamment *Turandot* de Puccini au Royal Opera House à Covent Garden en 2001, *La Traviata* de Verdi à l'Opéra national du Rhin en 2003, *Angels in America* de Peter Eötvös à l'Opéra d'État de Hambourg en 2005 et *Madame Butterfly* de Puccini à Innsbruck en 2006. En 2003, il est finaliste au Concours international de chant de Genève. Depuis 2006, James Bobby travaille au Oldenburgisches Staatstheater – il interprète notamment des oeuvres d'Adams, Kagel, Eötvös, Bernstein, Shostakovich, Rachmaninov, Ravel et Frank Martin — et, en août 2009, il rejoindra le Deutsche Oper am Rhein à Düsseldorf-Duisburg. Il se produit au festival Musica à Strasbourg en 2005 – où il interprète *Sometime Voices* de George Benjamin avec l'orchestre de la Radio SWR de Stuttgart sous la direction de Heinz Holliger – et en 2006 – où il interprète *Wölfl-Lieder* de Wolfgang Rihm et crée *Liebeslieder* de Robert HP Platz avec l'Orchestre du Luxembourg, sous la direction du compositeur.

Thomas Goepfer

Thomas Goepfer estudió flauta travesera con Philippe Bernold en el Conservatorio Superior de música y danza de Lyon, donde se graduó en el 2004 con una mención especial. De forma paralela estudia investigación aplicada a la electroacústica e informática musical. Desde el 2005 trabaja en el IRCAM como técnico de sonido en colaboración con compositores para obras electrónicas como *Tentatives de réalité* de Hèctor Parra (2007) o *Com que voz* de Stefano Gervasoni con Cristina Branco (estreno en Porto, 2008).

Thomas Goepfer étudie la flûte au Conservatoire national supérieur musique et danse de Lyon, dans la classe de Philippe Bernold. Il obtient son prix mention très bien en 2004, tout en suivant parallèlement le cursus de recherche appliquée à l'électroacoustique et à l'informatique musicale. En 2005, il intègre l'IRCAM comme réalisateur en informatique musicale, et collabore avec des compositeurs pour des œuvres électroniques comme *Tentatives de réalité* d'Hèctor Parra en 2007 ou *Com que voz* de Stefano Gervasoni avec Cristina Branco (création à Porto en 2008).

IRCAM

Institut de recherche et coordination acoustique/musique

El IRCAM fue fundado en 1970 por Pierre Boulez como un departamento autónomo del Centro Pompidou en París, y actualmente está dirigido

por Frank Madlener (desde enero del 2006). Es uno de los institutos más grandes del mundo para la investigación independiente y la producción en el ámbito de la música contemporánea hoy en día. Más de 150 colaboradores participan en las actividades creativas, pedagógicas y científicas del IRCAM (ya sean compositores, investigadores, ingenieros, músicos, técnicos de sonido, etc.).

La divulgación de los resultados provenientes de los grupos de investigación y la difusión de obras creadas en sus estudios son de una importancia fundamental para el instituto. El IRCAM dispone además de un amplio programa pedagógico, en el que se incluyen cursos, talleres y seminarios, dirigidos tanto a músicos y compositores profesionales como a estudiantes y el público en general.

L'IRCAM est l'un des plus grands centres de recherche publique au monde se consacrant à la création musicale et à la recherche scientifique. Lieu unique où convergent la prospective artistique et l'innovation scientifique et technologique, l'institut est dirigé depuis 2006 par Frank Madlener, et réunit plus de cent cinquante collaborateurs. L'IRCAM développe ses trois axes principaux – création, recherche, transmission – au cours d'une saison parisienne, d'un festival fédérateur, Agora, de tournées en France et à l'étranger.

Fondé par Pierre Boulez, l'IRCAM est associé au Centre Pompidou sous la tutelle du ministère de la Culture.

www.ircam.fr



Ensemble intercontemporain

Creado por Pierre Boulez en 1976 con la ayuda de Michel Guy, entonces Secretario de Estado para la Cultura, y la colaboración de Nicholas Snowman, el Ensemble intercontemporain reúne a 31 solistas que comparten una misma pasión por la música de los siglos XX y XXI.

Constituidos en grupo permanente, participan en las labores de difusión, transmisión y creación

fijadas en los estatutos del grupo.

Bajo la dirección musical de Susanna Mälkki colaboran, junto a los compositores, en la exploración de técnicas instrumentales así como en proyectos que conjugan música, danza, teatro, cine, vídeo y artes plásticas.

Cada año el Ensemble encarga e interpreta nuevas obras, que vienen a enriquecer su reperto-

rio y se añaden al corpus de obras maestras del siglo XX.

Los espectáculos musicales para el público juvenil, las actividades de formación de jóvenes instrumentistas, directores de orquesta y compositores así como las numerosas acciones de sensibilización del público, se traducen en un compromiso profundo e internacionalmente reconocido al servicio de la transmisión y de la educación musical.

Con sede en la Cité de la Musique (París) desde 1995, el Ensemble actúa y graba en Francia y en el extranjero, donde es invitado habitual de los más importantes festivales internacionales.

Financiado por el Ministerio de Cultura y Comunicación, el Ensemble recibe igualmente el apoyo del Ayuntamiento de París.

Para sus proyectos de estrenos en 2010, el Ensemble intercontemporain contó con la ayuda de la Fondation d'entreprise Hermès.

Créé par Pierre Boulez en 1976 avec l'appui de Michel Guy (alors secrétaire d'État à la culture) et la collaboration de Nicholas Snowman, l'Ensemble intercontemporain réunit 31 solistes partageant une même passion pour la musique du XX^e siècle à aujourd'hui.

Constitués en groupe permanent, ils participent

aux missions de diffusion, de transmission et de création fixées dans les statuts de l'Ensemble. Placés sous la direction musicale de Susanna Mälkki, ils collaborent, aux côtés des compositeurs, à l'exploration des techniques instrumentales ainsi qu'à des projets associant musique, danse, théâtre, cinéma, vidéo et arts plastiques. Chaque année, l'Ensemble commande et joue de nouvelles oeuvres, qui viennent enrichir son répertoire et s'ajouter aux chefs-d'oeuvre du XX^e siècle.

Les spectacles musicaux pour le jeune public, les activités de formation des jeunes instrumentistes, chefs d'orchestre et compositeurs ainsi que les nombreuses actions de sensibilisation des publics, traduisent un engagement profond et internationalement reconnu au service de la transmission et de l'éducation musicale.

En résidence à la Cité de la musique (Paris) depuis 1995, l'Ensemble se produit et enregistre en France et à l'étranger où il est invité par de grands festivals internationaux. Financé par le ministère de la Culture et de la communication, l'Ensemble reçoit également le soutien de la Ville de Paris.

Pour ses projets de création en 2010, l'Ensemble intercontemporain bénéficie du soutien de la Fondation d'entreprise Hermès.

www.ensembleinter.com

Clement Power

Clement Power (nacido en 1980) cursó estudios en la Universidad de Cambridge y en el Royal College of Music obteniendo la calificación más alta. Completó sus estudios en la International Ensemble Modern Akademie. Kurt Masur le eligió posteriormente para ocupar la plaza de *Junior Fellow in Conducting* de la London Philharmonic Orchestra en la temporada 2005/6. Posteriormente ocupó el cargo de director adjunto de la Ensemble Intercontemporain de Paris.

Con la Ensemble Intercontemporain dirigió recientemente una gira por México, un concierto en el Festival de Vlaams-Brabant, conciertos en el Festival Agora en IRCAM y la creación de una nueva ópera de Héctor Parra.

Durante la pasada temporada, Clement ha mantenido su estrecha colaboración con la London Philharmonic Orchestra. También ha debutado con la BBC Scottish Symphony Orchestra, la NHK Symphony Orchestra de Tokio, La Orchestre de Bretagne y la Philharmonia de Londres.

Clement Power, né en 1980, a étudié à l'université de Cambridge et au Royal College of Music, où il a obtenu un Premier Prix. Il s'est perfectionné ensuite à l'Académie internationale de l'Ensemble Modern avant d'être choisi par Kurt Masur pour être Junior Fellow à la tête du London Philharmonic Orchestra en 2005-06.

Il a été par la suite chef assistant à l'Ensemble Intercontemporain à Paris, avec lequel il a effectué récemment une tournée au Mexique, dirigé un concert au Festival de Vlaams-Brabant, ainsi qu'au Festival Agora à l'IRCAM, avec la création du nouvel opéra d'Héctor Parra *Hypermusic Prologue*.

La saison dernière, Clement Power a poursuivi sa collaboration avec le London Philharmonic Orchestra, mais a également fait ses débuts avec le BBC Scottish Symphony Orchestra, le NHK Symphony Orchestra de Tokyo, l'Orchestre de Bretagne et le Philharmonia de Londres.



Todas las biografías de los artistas en:
Toutes les biographies des artistes à l'adresse suivante:
www.kairos-music.com

Traducción al español: Iñigo Giner Miranda, Maite Bachero
Traduction française : Chantal Niebisch, Stefan Schaub, Martin Kaltenecker

ELENA MENDOZA

Nebelsplitter

ensemble recherche
 Jürgen Ruck · G. Anzorena
 ensemble mosaik · Enno Poppe
 Konrad von Coelin
 Christoph Rabbels
 Duo 10 · Aperto Piano Quartet

0012882KAI**MAURICIO SOTELO**

Wall of Light -
 Music for Sean Scully

musikFabrik
 Stefan Asbury · Brad Luman

0012832KAI**HÉCTOR PARRA**

Knotted Fields · Impromptu
 Wortschatten
 L'Aube assaillie
 Ablme – Antigone IV
 String Trio

ensemble recherche

0012822KAI**JOSÉ M. SÁNCHEZ-VERDÚ**

Orchestral Works

Junge Deutsche Philharmonie
 Banchetto musicale
 Orchestre de la
 Suisse Romande
 Orquesta Nacional de España
 hr-Sinfonieorchester u.a.

0012782KAI**FRANCISCO LÓPEZ**

La Selva
 Belle Confusion 969
 Buildings [New York]
 Qual'at Abd'al-Salam/
 O Parladoiro Desamortuxado
 untitled

0012872KAI 5CD**ALBERTO POSADAS**

Liturgia fractal

Quatuor Diotima

0012932KAI**MICHAEL JARRELL**

Cassandra

Astrid Bas
 Susanna Mälkki
 Ensemble intercontemporain
 IRCAM

0012912KAI SIRÈNES**BRUNO MANTOVANI**

Le Sette Chiese
 Streets
 Eclair de Lune

Susanna Mälkki
 Ensemble intercontemporain
 IRCAM

0012722KAI SIRÈNES**PHILIPPE MANOURY**

Fragments pour un portrait
 Partita I

Christophe Desjardins
 Ensemble intercontemporain
 Susanna Mälkki
 IRCAM

0012922KAI SIRÈNES

CD-Digipac by
 Optimal media production GmbH
 D-17207 Röbel/Müritzt
<http://www.optimal-online.de>

© & P 2010 KAIROS Music Production
www.kairos-music.com
kairos@kairos-music.com

KAIROS