



El papel de las tics en la recuperación de sonidos de instrumentos prehispánicos

El papel de las TICs en la recuperación de sonidos de instrumentos prehispánicos

Generación y apropiación de músicas ancestrales - Fughetta a dos voces [R21][R31]

The rol of tics in recovering sounds of prehispanic instruments
Generation and appropriation of ancestral music - fughetta in two voices
[R2 I][R3 I]

Emiro Reyes Alvarado*

Recibido: julio 22 de 2011 Aprobado: septiembre 23 de 2011

Resumen. Este artículo hace una reflexión en torno a los sonidos y las músicas ancestrales y propone que estos se pueden recuperar con el grado de precisión que la ciencia y la tecnología permitan, mientras que estas solo son generables en la medida en que se hayan recuperado sus sonidos y existan acuerdos tácitos o predeterminados entre ejecutantes y observadores. Al tratar los instrumentos musicales como sistemas formalizables, y la generación de músicas como proyectos interdisciplinarios, el artículo describe el papel que tienen las Tecnologías de la Información y Comunicaciones (TICs) en los procesos involucrados.

Palabras clave. Informática, cálculo digital, simulación, física de la música, sistemas de tiempo real, instrumentos musicales, musicología.

Abstract. This paper performs deep thinking about ancestral sounds and music, stating that ancestral sounds can be restored up, as allowed by the state of the art of science and technology, whereas music is only generable if its sounds are restored, and explicit or implicit agreements between performers and observers exist. Considering musical instruments as formal systems, and generation of music as interdisciplinary projects, the paper describes the role of Information and Communication Technologies in the related process.

Key Words Informatics, digital calculation, simulation, physics of music, real time systems, musical instruments, musicology.

* Reyes Alvarado, Emiro. Investigador Asociado, Universidad de Ibagué. Proyecto Achalai. emiro.reyes@unibague.edu.co



Fig 1. Vaso silbante prehispánico en cerámica con figuras antropomorfas, de doble silbato diatónico. (posible origen Ecuatoriano) Localizado en Payandé, Tolima. Cortesía del Museo Antropológico de la Universidad del Tolima

Exposición

A los 22 años, entré a trabajar en la División de Computación del Dane [NO3]. En aquella época, la institución tenía uno de los computadores más grandes de Latinoamérica, un IBM/370 modelo 145 [E10] que ocupaba algo menos de una cuadra, consumía la energía suficiente para alimentar varias casas y tenía la extraordinaria capacidad de 112K [NO5] bytes de memoria RAM, y varios discos duros de 300MB [NO7]. Nos comunicábamos con el computador usando tarjetas de cartón, que teníamos que “perforar” en una máquina diseñada para tal efecto, una tarjeta por cada línea de texto que debíamos introducir a la máquina [R07]. Para obtener un resultado teníamos que esperar que nos entregaran el listado [NO4]. En mi casa había un teléfono y en la oficina teníamos otro, conectado a un conmutador. Teníamos un televisor a color, un equipo de sonido, una colección de acetatos, casetes, algunos álbumes de fotografías, y veíamos películas en nuestra videgrabadora [R25].

Tan solo 32 años después [NO6], estoy escribiendo este artículo en un computador por-

tátil que es ligeramente más pequeño que una carpeta de tamaño oficio, consume la energía suficiente para encender un bombillo pequeño, tiene una capacidad de 3GB [NO8] de memoria RAM y un disco duro de 300GB [NO8]. Me comunico con el computador a través de un teclado y una pantalla sensible al tacto y apenas tengo que esperar para obtener un resultado. Tengo una línea de teléfono fija virtual en el computador con la que puedo hacer llamadas locales a cualquier teléfono de Bogotá desde donde me encuentre, dos teléfonos móviles. Acceso a televisión digital de alta definición desde el mismo equipo, un reproductor de música y video que, conectado a parlantes amplificados no se diferencia de un equipo de sonido, y mi colección de música, videos y fotos está en el disco duro y en el ciber-espacio. Puedo estar informado minuto a minuto, comunicarme con personas al otro lado del planeta, y trabajar en equipo sin que todos estén presentes en el mismo sitio.

Esta confluencia de datos, imágenes, audio, video, programas aplicativos y comunica-



ciones centrada en el computador, conseguida en gran medida como resultado del acelerado desarrollo de la red mundial de comunicaciones, la informática, los sistemas de información, la micro-electrónica y los sistemas auto-organizados, se conoce con el nombre de Tecnologías de la Información y Comunicaciones TICS [R04][R27][R33] Wikipedia. (2011). *Tecnologías de la información y la comunicación*. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnologías_de_la_información_y_la_comunicación]. [R34].

Contrasujetos

Los sonidos son sucesos físicos discretos dependientes del medio [R22], que se propagan como un desplazamiento de energía, por el simple hecho de su ocurrencia, con independencia del observador [NO1][R16]. Las músicas son el resultado de la interacción entre actividades realizadas por el observador [NO2], necesariamente continuas en el tiempo pero que pueden ocurrir en el futuro, y el resultado de actividades realizadas por el ejecutante, necesariamente continuas en el tiempo pero que pueden ocurrir en el pasado, que se propagan solamente cuando ejecutante y observador acuerdan el propósito de sus actividades y sincronizan sus continuos de tiempo en un mismo punto de partida [R01][R20][R22][R29].

Las actividades realizadas por el observador están encaminadas a la utilización de sus sentidos para sintonizarse con el resultado de las actividades realizadas por el ejecutante, durante el continuo de tiempo que haya elegido [R11][R17][R29]. El ejecutante realiza actividades encaminadas a la producción de sonidos, siguiendo patrones previamente establecidos con

el observador, aplicables al continuo de tiempo que haya elegido [R15][R29]. Todo ejecutante puede ser un observador, todo observador puede ser un ejecutante. Ejecutante y observador pueden ser la misma persona. El ejecutante puede no ser una persona. El observador siempre es una persona. Ejecutante y observador pueden realizar sus respectivas actividades en grupo [R29].

Un instrumento musical es cualquier objeto utilizado por el ejecutante para realizar actividades encaminadas a la producción de sonidos, siguiendo patrones previamente establecidos con el observador, aplicables al continuo de tiempo que haya elegido [R14][R30]. Algunos instrumentos musicales son sistemas compuestos por las partes que los integran (pudiendo ser cualquiera de estas un instrumento musical), más un principio de organización, que les brinda identidad [R14]. De aquí en adelante, “Instrumento musical” hace referencia a esta clase de sistemas.

Un Instrumento musical se puede formalizar [R05], pasando a ser entonces un sistema formal [R13][R32]. Los sistemas formales se pueden modelar, con cierto grado de aproximación [NO9], utilizando TICS. Un instrumento musical así modelado, se convierte en un instrumento virtual, que puede ser incorporado a un computador, o una red de computadores y utilizado por un ejecutante para realizar actividades encaminadas a la producción de sonidos, siguiendo patrones previamente establecidos con el observador, aplicables al continuo de tiempo que haya elegido.

Episodio

Es posible revivir y revalorizar el patrimonio cultural e inmaterial de tradiciones musicales

prehispánicas, recuperando los sonidos de sus instrumentos musicales, y generando nuevamente sus músicas, al interpretar, reinterpretar y difundir los patrones y sistemas musicales reconstruidos [E16].

Recuperación

La recuperación de sonidos de instrumentos musicales prehistóricos o históricos con artefactos arqueológicos, es un proceso interdisciplinario de descripción, reconstrucción y sistematización arqueomusicológica en el que se involucran conocimientos procedentes de disciplinas relacionadas con la Arqueología, la Historia de la Música, la Etnomusicología, la Paleorganología, la Organología, la Física Acústica y la Informática [R08]R10.

Descripción. Durante esta actividad se identifican y describen los instrumentos musicales en sus contextos arqueológicos; se practica en ellos un análisis organológico que comprende su clasificación tipológica, material de construcción, técnica de manufacturación, morfología [N12] y ornamentación; se adelantan estudios sobre la generación de las músicas, los protocolos de uso de sus sonidos, los referentes étnicos de su utilización, las representaciones de instrumentos musicales, de otras manifestaciones musicales, y los textos o testimonios que mencionan las prácticas musicales [R02][R10][R18].

Reconstrucción. Si se encuentran en buen estado y son accesibles, se puede llegar a comprender con cierto grado de certeza [N11] cómo se producen los sonidos en los instrumentos musicales del pasado, sometiéndolos a un detallado análisis acústico tendiente a registrar su capacidad sonora, mediante medidores cromáticos

que permiten examinar los rangos tonales y características del timbre [R02 Capítulo 4, sección 4.3.1], o sonógrafos cuyas gráficas permiten medir con mucha exactitud la frecuencia, duración y evolución de cada nota [R06]. Al experimentar con los instrumentos haciéndolos sonar libremente, efectuando improvisaciones o intentando melodías concordantes con referentes étnicos de utilización, representaciones de instrumentos musicales similares, otras manifestaciones musicales, y textos o testimonios que mencionen las prácticas musicales; se puede llegar a conocer su funcionamiento, la naturaleza y propiedades de los componentes señalados como responsables de la generación y control de los sonidos, y estimar posibles técnicas de ejecución [N10]. Si se trata de aerófonos prehispánicos, es probable que se necesite más de uno en ejecución simultánea para una correcta reconstrucción del sonido pues, a diferencia de los parámetros occidentales según los cuales hay una correspondencia uno a uno entre sonido e instrumento (un instrumento genera su sonido característico), en casi todas las culturas latino americanas hay una correspondencia uno a muchos entre sonido e instrumentos (más de un instrumento ejecutado simultáneamente es necesario para generar “su sonido característico”) [N15].

Si no se encuentran en buen estado, o no son directamente accesibles, existe la posibilidad de elaborar réplicas a partir de modelos basados en radiografías o tomografías axiales computarizadas [N13]. Si se trata de aerófonos, que es el tipo más representativo de instrumento prehispánico [R18], se pueden efectuar los análisis acústicos y las sonorizaciones experimentales [N14], sin perder de vista que el grado de certeza en la determinación de su capacidad sonora, conocimiento de su funcionamiento y



control de sus componentes disminuye notablemente debido a la inevitable incertidumbre introducida por los modelos, actividades y decisiones necesarias para convertirlos en instrumentos funcionales [N17].

Sistematización. Cada disciplina describe desde su esfera de conocimiento, sin embargo, hay coincidencias, si no las hubiera, el trabajo interdisciplinario no tendría sentido. Para el físico, un instrumento musical es un sistema generador de sonidos en el que la interacción de cada uno de sus componentes (incluido el ejecutante) influye sobre los parámetros del sonido generado (frecuencia, intensidad, duración, timbre) y, puesto que la intención del ejecutante es producir sonidos con su instrumento en presencia de un observador, es importante conocer su funcionamiento para saber cómo controlar los distintos parámetros de los sonidos generados en el transcurso de una interpretación [R10][R14]. Para el músico, un instrumento musical es una herramienta que emite sonidos con unas cualidades determinadas en respuesta a la adecuada manipulación de algunos de sus componentes y, puesto que la intención del ejecutante es producir sonidos con su instrumento en presencia de un observador, es importante conocer su funcionamiento para saber como controlar los componentes responsables de la generación de los sonidos en el transcurso de una interpretación [R10].

La sistematización, que debe ser paralela a la descripción y recuperación, identifica, integra, compagina, ordena, almacena, difunde y comparte todos los datos coincidentes provenientes de las diversas áreas de la investigación.

No es tarea fácil por lo que no se dispone de una metodología estandarizada [R10].

Generación

Es posible recuperar los sonidos de aerófonos prehispánicos que no se encuentren en buen estado, o no sean directamente accesibles, tanto como se haya acertado en la determinación de todos sus parámetros morfológicos y acústicos, en la elaboración de las réplicas y reconstrucción virtual; se esté satisfecho con el conocimiento adquirido respecto de su funcionamiento, dispositivos de excitación y control; y no se tome en cuenta el observador ni técnica de ejecución diferente de la mínima necesaria para hacerlos sonar.

Es posible generar músicas ancestrales prehispánicas, tanto como se haya recuperado el sonido de sus aerófonos, profundizado en las técnicas originales de ejecución; se esté satisfecho con el protocolo de uso de los sonidos reconstruidos, y el observador se sintonice con la concepción dada por el ejecutante a los manuales de interpretación y referentes étnicos de uso de los instrumentos [R18] para una sesión determinada, aunque sus continuos de tiempo discurren en fechas distintas [N23], siempre que coincidan en el mismo punto de partida.

Apropiación

Si se entiende la apropiación de las músicas ancestrales como un proceso que intenta la recuperación de las raíces, la preservación de la tradición, y raíces y tradición no son algo estático que simplemente se recibe sino que se debe contar con la participación activa del observador, para que las reconozca como tal y las preserve [R24], entonces todo proyecto de recuperación

de sonidos y generación de músicas ancestrales debe tener un importante componente destinado a la amplia difusión de sus resultados y la capacitación por igual de ejecutante y observador, en sus respectivos contextos [R18].

Divertimento

Es posible revivir y revalorizar el patrimonio cultural e inmaterial de tradiciones musicales prehispánicas, recuperando los sonidos de sus instrumentos musicales, mediante técnicas de modelamiento físico de sonido, y generar nuevamente sus músicas, al interpretar, reinterpretar y difundir los patrones y sistemas musicales reconstruidos, haciendo uso de las tecnologías de la información y comunicaciones TICS [E16].

Recuperación

El proyecto Astra (2006 - 2009) utilizó Modelamiento Físico de Sonido [E17][N16] para reconstruir virtualmente un instrumento de la antigua Grecia llamado Epigonion [E08], y otros como el Barbiton [E03], el Aulos [E02], y el Salpinx [R23]. Se trata de una técnica de síntesis de sonido basada en la elaboración y ejecución computacional de modelos matemáticos que describen las características físicas del instrumento, la manera en que produce el sonido y la forma en que se toca [R28]. En el desarrollo de este proyecto participaron seis investigadores entre músicos, musicólogos, físicos e informáticos provenientes del Conservatorio de Música de Parma [E04], el Conservatorio de Música de Salerno [E05], el Departamento de Matemáticas y Ciencias de la Computación de la Universidad de Salerno [E06] y del Instituto Nacional de Física Nuclear italiano [E11].

El 7 de julio de 2011 en las instalaciones de REUNA [E20], Santiago de Chile, se dio inicio

oficial a la ejecución del proyecto Achalai [E16], que tendrá una duración de tres años. En el desarrollo de este proyecto participan alrededor de treinta investigadores entre músicos, físicos, ingenieros y comunicadores sociales, provenientes de Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, España, México, Perú y Venezuela, organizados en tres comisiones: Comisión de Acústica e Instrumentos Prehispánicos, Comisión de Modelamiento y Tecnología y Comisión de Difusión. Uno de los propósitos del proyecto es construir una red de investigación conformada por instituciones de los países participantes, más las redes académicas REUNA [E20] y RedCLARA [E18], para reconstruir, almacenar y conservar en archivos digitales, muestras de sonido de al menos un instrumento Prehispánico no existente o no accesible, seleccionado por la Comisión de Acústica e Instrumentos Prehispánicos. Las muestras deben generarse mediante técnicas de modelamiento físico, a partir de las características acústicas, mecánicas y de ejecución musical [N10] resultantes del proceso de reconstrucción arqueomusicológico emprendido por esta comisión.

Descripción. Durante esta actividad se genera, en diferentes momentos y lugares, gran cantidad y variedad de datos provenientes de las diferentes fuentes del proyecto, tanto en forma de *datos no estructurados* [R34], representados en textos, audios, videos, fotos, imágenes y diagramas recopilados en las entrevistas, visitas y salidas de campo; como de *datos estructurados* [R12], representados en este contexto, tal vez, por la clasificación tipológica de los instrumentos musicales, para la que existen códigos y definiciones estandarizadas [R02 2007, capítulo 2, p. 26], y su morfología, que puede ser



estandarizada y tabulada [R02 2007, capítulo 5, p. 86].

Esta asimetría en la que los *datos no estructurados* tienden a proliferar sobre los *datos estructurados*, está presente en todas las organizaciones humanas; es un hecho muy importante porque, así como es más fácil producir ruido que generar música en cualquier sistema ejecutante-observador con protocolos y continuos de tiempo sincronizados, es más fácil producir *datos no estructurados* que *datos estructurados* en cualquier sistema de actividad humana, y es más difícil obtener información concreta de los segundos que de los primeros, como podrá comprobar cualquier investigador que deba responder a una hipotética solicitud como esta: “Estimado investigador, necesitamos que determine el porcentaje, con respecto al total, de aerófonos tallados en piedra verde hallados en el recinto sagrado de Tenochtitlan en los últimos 80 años, que deban ser ejecutados ‘mojados’ para que produzcan sonido, y envíe esta información por correo-e a los investigadores del proyecto cuya profesión no sea ingeniero”. Enviar el correo-e le tomará unos segundos a pesar de la cantidad de *datos estructurados* involucrados, pero responder a la primera parte de la solicitud...

Durante la etapa de descripción, los datos llegan al investigador como parte de su día a día, sin orden temporal, lugar, extensión o formato predecibles, por lo que es de mucha ayuda que pueda utilizar herramientas TICS que le permitan, generar, recolectar, almacenar, organizar, manipular y compartir, en el sitio en que se encuentre, toda clase de datos incluyendo audio y video en vivo, sin que tenga que preocuparse mucho por cómo los va a recuperar, cuál es su formato o donde los va a almacenar [N18].

Reconstrucción. Los resultados de los análisis acústicos tabulables (que se consideran *datos estructurados*), como los rangos tonales de los aerófonos [R02 2007, capítulo 5, p. 103], se pueden registrar en hojas de cálculo que luego se convierten en páginas de un libro electrónico utilizando herramientas como HelpNdoc [N19], que se publica en Internet para que los datos sean accesibles a los investigadores del proyecto. Una ventaja que tiene este formato sobre otras posibilidades como importar las tablas de rangos tonales en documentos PDF, es que las tablas se pueden organizar de tal manera que los investigadores tengan acceso directo a los datos de cada instrumento sin necesidad de abrir y navegar documentos de texto. Otra ventaja es que los datos se pueden actualizar y volver a publicar muy rápidamente, porque los procedimientos involucrados se pueden automatizar.

Los resultados de los análisis acústicos que generen gráficas (que se consideran *datos estructurados*), como los espectrogramas [R02 2007, capítulo 5, p 102] o los sonogramas [R06], se pueden almacenar en formato de imagen de alta resolución y subir a una galería de imágenes en Internet utilizando una herramienta sencilla como Minishowcase [N20], desde donde son accesibles a los investigadores del proyecto.

La recuperación de los sonidos de instrumentos musicales que no se encuentran en buen estado, o que no son directamente accesibles, utilizando técnicas de modelamiento físico de sonido es, en esencia, un proceso de desarrollo de software [R26] en el que el modelamiento mismo forma parte de uno de sus ciclos. Este enfoque ya fue utilizado por el proyecto Astra [N21] en la recuperación del Epigonion [E08] y fue propuesto por la Comisión de Modela-

miento y Tecnología para revivir virtualmente los instrumentos que seleccione la Comisión de Acústica e Instrumentos Prehispánicos del proyecto Achalai [E16][R19].

Sistematización. Para identificar, integrar, compaginar, ordenar, almacenar, difundir y compartir los datos coincidentes, provenientes de las diferentes áreas de la investigación es fundamental utilizar una herramienta de manejo y administración de proyectos que admita datos estructurados y no estructurados [N22]. Esta clase de herramientas se instalan en servidores de Internet, y son accesibles a los investigadores a través de la mayoría de navegadores de Internet.

La necesaria interacción entre los investigadores, la gestión y la dinámica de trabajo en grupo son apoyadas con técnicas y herramientas de teletrabajo como las comunidades de Internet y las videoconferencias interactivas en el hiperespacio, aparte de los ya tradicionales programas de conversación (chat) y el correo electrónico. Debido a las altas demandas de ancho de banda de las videoconferencias, este tipo de servicios son prestados en Latinoamérica por redes académicas de alta velocidad como RENATA [E19], REUNA [E20] o RedCLARA [E18] entre otras.

Generación

Para la generación de las músicas ancestrales el proyecto ASTRA [E17] creó la Lost Sounds Orchestra [E14] que utiliza únicamente instrumentos antiguos recuperados y reconstruidos por el proyecto, algunos de los cuales al ser virtuales, como el epigonion, dependen completamente de las Tecnologías de la Información y comunicaciones, debiendo ser interpretados

mediante un computador y un mecanismo de control como un teclado.

El aerófono que sea seleccionado para ser reconstruido por el proyecto Achalai [E16] va a ser interpretado por una orquesta que podría ser organizada desde el proyecto, para ofrecer conciertos presenciales y en línea, a partir de cánones latinoamericanos producto de la investigación [R18], mientras que la Lost Sounds Orchestra lo utilizará para hacer conciertos basados en cánones musicales europeos. Este instrumento también va a ser virtual, y utilizará una sofisticada tecnología que permite al ejecutante soplarlo... como los reales.

Apropiación

Para apoyar el proceso de apropiación de las músicas ancestrales, estos proyectos cuentan con sitios de Internet dinámicos de acceso privado y público, en donde los investigadores podrán almacenar y compartir todos sus datos y experiencias, y el público en general podrá informarse, aprender e interactuar con el instrumento y toda la historia de su recuperación. Adicionalmente, el proyecto Achalai ha estado organizando clases-conferencia virtuales para la comunidad, y no se descarta la organización de cursos abiertos y congresos relacionados con el tema.

Stretto

Me inicié en el mundo de la informática a los 19 años, mientras trabajaba como revisor de documentos en la Oficina de Quejas y Reclamos de la Presidencia de la República de Colombia. En esa época la oficina se encontraba ubicada en un antiguo edificio a espaldas del Palacio de San Carlos, compartiendo sede con el Batallón Guardia Presidencial y la Banda de Guerra del mismo batallón, que ensayaba



El papel de las tics en la recuperación de sonidos de instrumentos prehispánicos

en un salón no muy grande al final de nuestra oficina. Recuerdo la pequeña conmoción que causaba en las personas que se encontraban tramitando alguna queja, la entrada o salida de músicos e instrumentos por el ala derecha de la oficina camino del salón de ensayo (esta banda de guerra tenía, si no recuerdo mal, no menos de 30 integrantes). Recuerdo también como, a pesar de mi casi completo desconocimiento de la ciencia de la computación, algunas veces imaginaba cómo podrían “meterse” todos esos instrumentos en un computador para evitar la romería constante que servía de preludio y finalización a los ensayos de la banda de guerra. Nunca imaginé que en el transcurso de mi vida llegaría a ser parte activa de una aventura cuyo objetivo es precisamente “meter” un instrumento musical en una computadora.

Notas

- [NO1] Por observador nos referimos, en este contexto, a cualquier ser sensible no necesariamente humano, provisto de los órganos sensoriales necesarios para captar e interpretar sonidos.
- [NO2] Por observador nos referimos, en este contexto, a cualquier ser humano apto para captar e interpretar sonidos.
- [NO3] Dane. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
- [http://www.dane.gov.co/daneweb_V09/#twoj_fragment1-4]
- [NO4] La impresión en papel del resultado, que podía tardar desde unos minutos a varias horas, dependiendo de la carga de trabajo de la máquina.
- [NO5] Desde los inicios de la informática, las unidades de almacenamiento se representan como múltiplos de 1,024, porque los ordenadores trabajan en base binaria y no decimal. Un Kilobyte equivale a 1,024 bytes y no a 1,000 como se esperaría.
- [NO6] Algo así como 2 tercios de una vida, de acuerdo con las expectativas actuales de vida.
- [NO7] Desde los inicios de la informática las unidades de almacenamiento se expresan en sistema binario, porque los computadores digitales trabajan en esta base. Un Megabyte equivale a 1.048.576 bytes.
- [NO8] Un Gigabyte equivale a 1.073.741.824 bytes.
- [NO9] Dado por la tecnología y la investigación en el campo, pero que siempre va a ser menor que el 100% debido a la indeterminación y la incompletitud.
- [N10] Hace referencia al tañido del instrumento.
- [N11] Cierta grado de certeza, porque tener acceso a instrumentos antiguos en buen estado no garantiza que se puedan hacer sonar y, si esto se logra, no es seguro que esa sea la forma correcta de hacerlo [RO2 2007, Capítulos 5 a 7, párrafos iniciales de las secciones de análisis acústico]. En ocasiones se obtienen resultados extraños, como le sucedió a José Pérez de Arce con algunas antaras y pifilcas que no sonaban, pero comenzaron a funcionar inesperadamente después de bañarlas en agua para pulir la superficie interior [RO2 2007, Capítulo 5, p. 91, Nota 115].
- [N12] En el caso de los aerófonos, que es el tipo más representativo de instrumento prehispánico [R18], las medidas exactas son muy importantes porque la más pequeña desviación afecta considerablemente las características acústicas de esta clase de instrumentos.
- [N13] Método propuesto y aprobado por la Comisión de Acústica e Instrumentos Prehispánicos del proyecto Achalai en la reunión presencial de Chile celebrada los días 7, 8 y 9 de julio de 2011 en las dependencias de REUNA, Santiago de Chile [R18].
- [N14] Porque en los aerófonos el material de construcción es de menor importancia desde el punto de vista acústico.
- [N15] Esta notable distinción fue señalada por Arnaud Gérard durante una de las sesiones de la Comisión de Acústica e Instrumentos Prehispánicos, en el marco de la reunión presencial del proyecto Achalai, celebrada los días 7, 8 y 9 de julio de 2011

en las dependencias de REUNA, Santiago de Chile [RI8].

Arnd Adje Both [R02 2007, Capítulo 5, p. 95-96] menciona que durante las experimentaciones con flautas de tubo abierto, estudiadas de entre las ofrendas del Recinto Sagrado de Tenochtitlan, al ejecutar más de dos simultáneamente, emerge una serie de efectos psicoacústicos de batimentos que se perciben como un sonido adicional distorsionado, similar a un zumbido ilocalizable que, cuando tiene suficiente intensidad parece girar alrededor de la cabeza y, si las frecuencias son muy altas, también se perciben sensaciones de sonidos graves como los de un timbal de agua. El autor concluye que, al no estar construidas para producir melodías elaboradas, debieron ser diseñadas para tocarse simultáneamente y generar los efectos relatados.

En una reunión virtual con Humberto Galindo, sostenida el 3 de octubre de 2011, en la que estábamos seleccionando el audio para la animación de la página principal del Sitio Internet del proyecto Achalai, Humberto me presentó una grabación del Yapurutú, una flauta prehispánica amazónica que siempre se toca en pareja con otra que difiere solamente en longitud.

[NI6] Video conferencia con Giuseppe la Rocca, en el marco de la reunión presencial del proyecto Achalai; Viernes 8 de Julio de 2011; REUNA, Santiago de Chile.

[NI7] En su artículo “Sonidos pulsantes: Silbatos dobles prehispánicos ¿Una estética ancestral reiterativa?”, Arnaud Gérard [R09 2007, p. 19] relata la siguiente anécdota:

“En mi taller experimental de fabricación de aerófonos, un día construí una tropa de sikus afinados a la escala temperada y precisamente igualados entre sí, a la manera occidental o mestiza, a solicitud de un conjunto folklórico urbano. Pero pasaron los días, las semanas y los meses y los clientes no vinieron a recoger su pedido así que me decidí en poner esta tropa de sikus urbanos a la venta. Un día de estos, se aproximó un grupo de comunarios [*] que parecían ser de algún pueblo cercano a la ciudad de Potosí y solicitaron poder probar dicha tropa de instrumentos. Tocaron y tocaron largo rato, luego

devolvieron los instrumentos sin pedir precio ni nada más y se fueron. Antes de esto les pregunté que les parecían los sikus y me respondieron: están bien, pero están *q'ayma* [**]. Este comentario también me hizo pensar mucho”.

[*] *Comunario* es una deformación regional de la palabra comunero.

[**] *q'ayma* significa desabrido, insípido.

[NI8] Llevo como 15 años trabajando con herramientas de gestión de *datos no estructurados*, abandonándolas cada cierto tiempo por una u otra razón, pero hace 3 años encontré dos que he estado utilizando continuamente desde entonces, porque son sencillas, estables, efectivas y económicas.

La primera es AllMyNotes [EO1] de Vladonai Software. La compañía la presenta como un organizador jerárquico de diversos tipos de información no estructurada. Solamente funciona en plataforma Windows. Se consigue en versión libre gratuita, con algunas limitaciones, y en versión de pago. Yo la utilizo en versión libre para organizar la documentación del código fuente de pequeños proyectos de desarrollo de software.

La segunda es NoteCase [EI2], desarrollada y soportada por Miroslav Rajcic como proyecto de Software Libre entre el 2004 y el 2008, fecha a partir de la cual la convirtió en un producto comercial llamado NoteCase Pro [EI3], con una versión libre (que tiene muchas limitaciones), y una versión de pago. Funciona en Windows, varias distribuciones de Linux y Apple. Su autor la presenta como una herramienta diseñada para capturar, organizar, proteger y acceder a toda clase de información no estructurada que pueda tener en su computador. Yo utilizo la última versión de Software Libre como *cuaderno de proyecto* para gestionar y organizar todos los *datos no estructurados* de mis proyectos. Incluso la he utilizado en la etapa de investigación para recabar, clasificar y organizar toda la información necesaria para escribir este artículo, así como para manejar y mantener la estructura de las notas, enlaces y referencias.

[NI9] HelpNdoc [EO9] es una herramienta de la compañía francesa IBE Software para la creación de documentación en línea en múltiples formatos. Esto



El papel de las tics en la recuperación de sonidos de instrumentos prehispánicos

quiere decir que se puede escribir un documento y generarlo en PDF, html, chm, Word o Iphone simultáneamente. Se consigue en versión libre para uso no comercial, y en versión de pago para uso comercial. Como en el caso de las herramientas de gestión de *datos no estructurados*, llevo años trabajando con generadores de documentación, y esta me parece la mejor hasta el momento.

[N20] Minishowcase [E15] es un proyecto de Software Libre emprendido y soportado por Víctor Zambrano [victor@frwr.net], se trata de un visor de galerías de fotos de alta resolución en Internet, fácil de instalar, operar y mantener, que no necesita recurrir a una base de datos para almacenar y catalogar cientos de fotografías.

[N21] Si bien el sitio de Internet del proyecto Astra no entra en detalles con respecto a la tecnología utilizada para la reconstrucción del sonido del epigonion, ni la video conferencia con Giuseppe la Rocca (Viernes 8 de Julio de 2011, REUNA, Santiago de Chile) arrojó muchas luces al respecto, en un artículo publicado por el diario 'Qué.es' el 10 de Junio de 2009, se revela que, para el modelamiento del Epigonion se desarrolló una aplicación que generó el audio para cada una de las 48 cuerdas del instrumento [R03].

[N22] En lo concerniente a su dinámica y la producción de grandes cantidades de documentos, los proyectos de reconstrucción de sonidos ancestrales se parecen a los de desarrollo de software. En la dinámica, porque ambos persiguen metas definidas, pero no están muy seguros de cómo y cuando las han de alcanzar debido a que las especificaciones pueden cambiar durante la marcha. En la producción de documentos, porque los proyectos de desarrollo de software están compuestos por programas que le indican al computador lo que debe hacer, y en su forma legible por un humano no son más que textos que van acompañados de otros tantos que indican al humano cómo utilizar, mantener y modificar los programas.

Siendo la recuperación y generación de músicas ancestrales un emprendimiento reciente [R10 2008, p. 2], no pude encontrar referencias de herramientas de administración específicas, por lo

que sugiero la utilización de alguna de las destinadas a la gestión y administración de proyectos de desarrollo de software como Endeavour [E07], un proyecto de Software Libre liderado por Ezequiel Cuellar (e-cuellar@users.sourceforge.net) con el soporte de SourceForge.

[N23] Debe recordarse que, de acuerdo con lo expuesto en los contrasujetos, esta asimetría en los continuos de tiempo solo es posible cuando el ejecutante ha hecho su interpretación en el pasado, porque el observador no puede sintonizarse con una interpretación hecha por el ejecutante en el futuro (al menos en lo que respecta al conocimiento actual de la física de sucesos en nuestro universo).

Enlaces

[E01] AllMyNotes. Recuperado el 10 del Octubre de 2011. [<http://www.vladonai.com/>].

[E02] Aulos. (2011). Definición en Wikipedia. Recuperado el 7 de octubre de 2011. [[http://es.wikipedia.org/wiki/Aulos_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Aulos_(instrumento))].

[E03] Barbiton. (2011). Definición en Wikipedia. Recuperado el 7 de octubre de 2011. [<http://en.wikipedia.org/wiki/Barbiton>].

[E04] Conservatorio de Música de Parma. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [<http://www.conservatorio.pr.it/>].

[E05] Conservatorio de Música de Salerno. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [<http://www.consalerno.com/web/index.cfm?box=news&id=B068972E-21F5-4087-8B1F057F21B7846B&azione=home>].

[E06] Departamento de Matemáticas y Ciencias de la Computación de la Universidad de Salerno. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [http://www3.unisa.it/facolta/scienze_mmffnn/international]

[E07] Endeavour. Recuperado el 13 del Octubre de 2011. [<http://endeavour-mgmt.sourceforge.net/index.html>].

[E08] Epigonion. Video en YouTube. Recuperado el 7 de octubre de 2011. [<http://www.youtube.com/watch?v=YZ6JNzD2TM4>].

Epigonion. Definición en Wikipedia. Recuperado

el 7 de octubre de 2011. [<http://en.wikipedia.org/wiki/Epigonion>].

[E09] HelpNdoc. Recuperado el 12 del Octubre de 2011. [<http://www.helpndoc.com/>].

[E10] IBM/370 modelo 145. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://www-03.ibm.com/ibm/history/exhibits/mainframe/mainframe_PP3145.html].

[E11] Instituto Nacional de Física Nuclear. Recuperado el 8 de Octubre 2011. [<http://www.infn.it/indexen.php>].

[E12] Notecase. Recuperado el 10 del Octubre de 2011. [<http://notecase.sourceforge.net/>].

[E13] NoteCase Pro. Recuperado el 10 del Octubre de 2011. [<http://www.virtual-sky.com/index.php>].

[E14] Lost Sounds Orchestra. Recuperado el 7 de octubre de 2011. [<http://www.lostsoundsorchestra.org/>].

[E15] Minishowcase. Recuperado el 12 del Octubre de 2011. [<http://minishowcase.net/?main>].

[E16] Proyecto Achalai/CYTED. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [http://www.cyted.org/cyted_investigacion/detalle_accion.php?un=67d96d458abdef21792e6d8e590244e7&lang=es].

Proyecto Achalai/REUNA. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [<http://www.reuna.cl/index.php/es/proyectos/proyectos-en-ejecucion/achalai>]

Proyecto Achalai/RedCLARA. Recuperado el 7 de Octubre 2011. [http://www.redclara.net/index.php?option=com_content&view=article&id=838&Itemid=682&lang=es].

[E17] Proyecto ASTRA. (2006). Recuperado el 7 de Octubre 2011. [<http://www.astraproject.org/index.html>].

[E18] RedCLARA. Recuperado el 9 de Octubre 2011. [<http://www.redclara.net>].

[E19] RENATA. Recuperado el 12 del Octubre de 2011. [<http://www.renata.edu.co/>].

[E20] REUNA. Recuperado el 8 de Octubre 2011. [<http://www.reuna.cl/>]

Bibliografía

[RO1] Aravena, J.(2004). *Música popular y discurso académico: a propósito de la legitimación culta de las "Anticuecas" de Violeta Parra*. Recuperado el 18 del Septiembre de 2011, desde "Revista musical chilena". [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0716-27902004020200003&script=sci_arttext].

[RO2] Both, A. (2007). *Aerófonos mexicas de las ofrendas del Recinto Sagrado de Tenochtitlan*. Tesis doctoral - Freie Universitat - Berlín. Recuperado el 02 de Octubre de 2011. [http://www.diss.fu-berlin.de/diss/receive/FUDISS_thesis_000000002638?lang=en].

[RO3] Calero, P. (2009). *Recrean el sonido del legendario 'epigonion' mediante un ordenador*. Diario Quéés. Recuperado el 12 del Octubre de 2011. [http://www.que.es/malaga/200906101045-recrean-sonido-del-legendario-epigonion.html?anker_2].

[RO4] *Concepto de Tecnologías de la Información y Comunicaciones*. Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 19 de Septiembre de 2011. [<http://www.gtic.ssr.upm.es/demo/curtic/1t101.htm>].

[RO5] Epistemowikia. (2011). *Introducción a los métodos formales*. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://campusvirtual.unex.es/cala/epistemowikia/index.php?title=Introducción_a_los_Métodos_Formales].

[RO6] Gérard, A. (2011) *El Sonograma. Una representación práctica de los sonidos*. Revista Boliviana de Física Nº 18 pp. 37-49 – abril 2011. ISSN – 1562 – 3823. La Paz.

[RO7] Guanzetti, C.R. *Tarjeta perforada*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2011. [<http://galeon.com/juanmawizner/progbbdd/disp/tarjeta.pdf>].

[RO8] Gudemos, M.(2009) Arqueomusicología Andina. En: Revista Española de Antropología Americana. Recuperado el 8 de Agosto de 2011 de revistas. ucm.es. [<http://revistas.ucm.es/index.php/REAA/article/view/REAA0909110119A/22819>].

[RO9] Gérard A. (2007). *Sonidos pulsantes: Silbatos dobles prehispánicos ¿Una estética ancestral reiterativa?*. Revista Boliviana de Física, vol.13, no.13. Recuperado el 09 de Octubre de 2011. [<http://www.scielo>



El papel de las tics en la recuperación de sonidos de instrumentos prehispánicos

- org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1562-3823200700000003&lng=es&nrm=iso>].
- [R10] Hortelano, L.(2008). *Arqueomusicología. Pautas para la sistematización de los artefactos sonoros*. En: Archivo de prehistoria Levantina Vol. xxvii; Valencia. Recuperado el 8 de Agosto de 2011. [http://www.museuprehistoriavalencia.es/resources/files/APL/APL27/APL27_I5_Hortelano.pdf].
- [R11] Ipsen, D. (2002). *El ruisñor urbano o algunas consideraciones teóricas sobre sonido y ruido*. Escuela Universitaria de Música - Universidad de la República . Uruguay. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/ipsen.html>].
- [R12] J. DeRose, S. (1995). *Structured Information*. Recuperado el 09 del Octubre de 2011. [<http://sunsite.berkeley.edu/FindingAids/EAD/derose.html>].
- [R13] Legris, J. *El concepto de sistema formal. Una primera aproximación*. Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.econ.uba.ar/www/departamentos/humanidades/plan97/lo-gica/Legris/apuntes/sistfor.pdf>].
- [R14] Maggiolo, D. *Instrumentos musicales*. Escuela Universitaria de Música - Universidad de la República. Uruguay. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.eumus.edu.uy/docentes/maggiolo/acuapu/ins.html>].
- [R15] Michi, F. (2001). *Arquitecturas sonoras y diseño acústico*. Escuela Universitaria de Música - Universidad de la República . Uruguay. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/michi.html>].
- [R16] Miyara, F. (2001). *El sonido, la música y el ruido*. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura, Universidad Nacional del Rosario, Argentina. Recuperado el 18 de Septiembre de 2011. [<http://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/sonmurui.pdf>].
- [R17] Neuhaus, M. (1974). *Diseño sonoro*. Escuela Universitaria de Música - Universidad de la República. Uruguay. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.eumus.edu.uy/ps/txt/neuhaus.html>].
- [R18] Barrientos, L. (2011). *Informe reunión presencial días 7, 8 y 9 de julio de 2011 - Comisión Acústica/ Instrumentos Prehispánicos - Proyectos Achalai/ CYTED, Achalay/ComCLARA*. REUNA - Santiago de Chile.
- [R19] Reyes, E. (2011). *Resumen prospectivo de la reunión de la Comisión de Modelamiento y Tecnología en Santiago de Chile. Comisión de Modelamiento y Tecnología - Proyectos Achalai/CYTED, Achalay/ ComCLARA*. REUNA - Santiago de Chile.
- [R20] Rivera, J.A. (2008). *Definición de Música*. Recuperado el 18 de Septiembre de 2011, desde Universidad Interamericana de Puerto Rico. [http://www.br.inter.edu/dirlist/Educacion_CienciasSociales_EstudiosHuman/jose_rivera_esparra/GEPE3020/GEPE3020clase13.pdf].
- [R21] Rodríguez, J.(2008). *Estructura de la fuga*. Recuperado el 18 del Septiembre de 2011. [<http://www.teoria.com/articulos/analysis/kdf/V/esp/01.html>].
- [R22] Russell, B. (1982). *Fundamentos de Filosofía*. Barcelona, España: Plaza & Janes S.A., p. 236-240.
- [R23] Salpinx. (2011). Definición en Wikipedia. Recuperado el 7 de octubre de 2011. [[http://es.wikipedia.org/wiki/Aulos_\(instrumento\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Aulos_(instrumento))].
- [R24] Sánchez, I. (2005).; *Rumbero, ven a la timba! La timba como espacio de apropiaciones múltiples*, en NASSARE: Revista Aragonesa de Musicología / Institución “Fernando el Católico”. - v.xxi, N° 2572 (2005) Zaragoza. Recuperado el 16 del Octubre de 2011. [http://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/24/21/_ebook.pdf].
- [R25] Taringa. “Antes de la VHS la Betamax”. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [<http://www.taringa.net/posts/info/2447280/Antes-de-la-VHS-La-BetaMax.html>].
- [R26] Tzevelekos, P.; Perperis, T.; Kyritsi, V. & Kouroupetroglou, G. (2007). *A Component-Based Framework for the Development of Virtual Musical Instruments Based on Physical Modeling*. Department of Informatics and Telecommunications - National Kapodistrian University of Athens. Recuperado el 4 del Agosto de 2011. [<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.141.851&rep=rep1&type=pdf>].

- [R27] *Una definición de TICs*. Tecnologías de la Información y Comunicaciones. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://tics.org.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=28].
- [R28] Verge, M.P. *Physical modeling - Tech Talk*; Entrevista. Recuperado el 7 de Octubre de 2011. [<http://www.applied-acoustics.com/techtalk/physicalmodeling/>].
- [R29] Watzlawick, P & Krieg, P. (1994). *El ojo del observador: Contribuciones al constructivismo. Homenaje a Heinz Von Foerster*. Barcelona: Editorial Gedisa S.A. [http://www.amazon.com/Ojo-Del-Observador-Contribuciones-constructivismo/dp/8474325129/ref=sr_1_1?s=books&ie=UTF8&qid=1316366163&sr=1-1].
- [R30] Wikipedia. (2011). *Instrumento musical*. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://es.wikipedia.org/wiki/Instrumento_musical].
- [R31] Wikipedia (2011). *La estructura de la fuga*. Recuperado el 18 del Septiembre de 2011. [<http://es.wikipedia.org/wiki/Fuga>].
- [R32] Wikipedia. (2011). *Sistema formal*. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_formal].
- [R33] Wikipedia. (2011). *Tecnologías de la información y la comunicación*. Recuperado el 19 del Septiembre de 2011. [http://es.wikipedia.org/wiki/Tecnologías_de_la_información_y_la_comunicación].
- [R34] Wikipedia. (2011). *Unstructured data*. Recuperado el 09 del Octubre de 2011. [http://en.wikipedia.org/wiki/Unstructured_data].