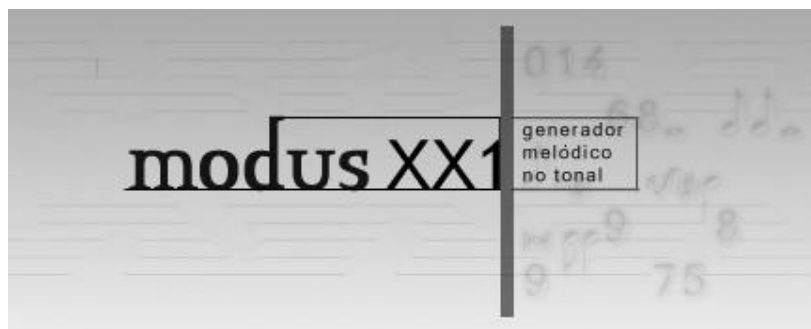


Informe técnico CCADET-UNAM.

1 de junio de 2011.



ModusXXI: Un Generador melódico no tonal, basado en la metodología Modus Novus de Lars Edlund

Mtro. Alfonso Meave Ávila,

<alfonsomeave@gmail.com>

Programa de Maestría y Doctorado en Música,

Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. Felipe Orduña Bustamante,

<felipe.orduna@ccadet.unam.mx>

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico,

Universidad Nacional Autónoma de México.

Proyecto PAPIIME PE-401207, DGAPA-UNAM.

ModusXXI: Un Generador melódico no tonal, basado en la metodología Modus Novus de Lars Edlund.

Mtro. Alfonso Meave Ávila,
<alfonsomeave@gmail.com>
Escuela Nacional de Música,
Universidad Nacional Autónoma de México.

Dr. Felipe Orduña Bustamante,
<felipe.orduna@ccadet.unam.mx>
Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico,
Universidad Nacional Autónoma de México.

Índice.

Resumen.....	2
1. Introducción.....	3
2. El Modus Novus.....	3
3. Desarrollo de la aplicación de cómputo ModusXXI.....	4
4. Resultados.....	9
5. Conclusiones.....	12
Bibliografía.....	12

Palabras clave: Tecnología musical y adiestramiento auditivo.

Resumen:

El presente informe técnico describe la fundamentación, desarrollo, implementación, prueba y resultados de la aplicación de cómputo *ModusXXI*. *ModusXXI* es un generador melódico no tonal basado en la metodología *Modus Novus* de Lars Edlund. *ModusXXI* es capaz de crear de manera aleatoria un número ilimitado de melodías, que sirvan para la realización de dictados o la generación de material de lectura y entonación, de acuerdo a los parámetros establecidos por el usuario y al material interválico propuesto por el *Modus Novus*; posibilitando un estudio exhaustivo de esta metodología de lectura y adiestramiento auditivo no tonal. Este informe técnico deriva de la tesis de Maestría *Creación de una aplicación de cómputo generadora de melodías atonales siguiendo la metodología Modus Novus de Lars Edlund*, desarrollada por el autor dentro del Programa de Maestría y Doctorado en Música de la UNAM, bajo la tutoría del Doctor Felipe Orduña Bustamante.

1. Introducción

El adiestramiento auditivo es una de las asignaturas principales en la formación del músico profesional. Si bien en la actualidad existe una gran variedad de métodos de adiestramiento auditivo, la mayoría de éstos se concentran en el desarrollo de las capacidades auditivas y de lectura musical dentro del sistema armónico-melódico tonal. Esta particularidad en el desarrollo de metodologías didácticas se presenta tanto en los métodos creados en formato de libros de texto, así como en aquellos desarrollados en forma de aplicaciones de cómputo.

Un intento por abordar el adiestramiento auditivo y la lectura de música “no tonal” es el método *Modus Novus* del compositor sueco Lars Edlund. El *Modus Novus* es un libro de texto cuyo objetivo, según el propio Edlund, es «...atacar los problemas relacionados con la lectura de la música del siglo XX que no se encuentra en tonalidad mayor/menor.»¹ El *Modus Novus* basa su metodología en el estudio clasificado del material interválico. Cada capítulo presenta ciertos intervalos, incluidos en el texto de Edlund, para generar a partir de ellos ejercicios melódicos cortos, melodías y series de acordes, los cuales pueden servir como material de entonación o dictados. Un problema durante el estudio del *Modus Novus* es la insuficiencia del material. Los ejercicios preparatorios no son más de cincuenta por capítulo y las melodías (salvo los capítulos que son ejemplos del repertorio musical) no llegan a las diez por capítulo. Esta insuficiencia resulta evidente si se considera que dicho material se usa tanto para la lectura como para los dictados.

En la actualidad las tecnologías de la información son una herramienta indispensable en cualquier campo del conocimiento. La música, y específicamente la pedagogía musical, no es ajena a esto. La informática musical ofrece soluciones de calidad a problemas como el planteado por el *Modus Novus*. En este caso, la insuficiencia de material melódico de estudio es el *problema*. Un generador de material melódico vasto, que siga esta metodología, la *solución*. Es objetivo del presente trabajo describir la fundamentación, desarrollo, implementación, prueba y resultados de la aplicación de cómputo que hemos denominado *ModusXXI*. *ModusXXI* es capaz de crear de manera aleatoria un número ilimitado de melodías, que sirvan para la realización de dictados o la generación de material de lectura y entonación, de acuerdo a los parámetros establecidos por el usuario y al material interválico propuesto por el *Modus Novus*; posibilitando un estudio exhaustivo de esta metodología de lectura y adiestramiento auditivo no tonal. Cabe mencionar que este informe técnico deriva de la tesis de Maestría *Creación de una aplicación de cómputo generadora de melodías atonales siguiendo la metodología Modus Novus de Lars Edlund*, desarrollada por el autor dentro del Programa de Maestría y Doctorado en Música de la UNAM, bajo la tutoría del Doctor Felipe Orduña Bustamante.

2. El *Modus Novus*

El libro *Modus Novus* es el primero de dos textos didácticos enfocados al adiestramiento auditivo y la lectura musical escritos por el compositor sueco Lars Edlund (1922), durante su estancia como profesor de entrenamiento auditivo en la Real Academia de Música de Estocolmo. Publicado por primera vez en 1963 el *Modus Novus* es el primer método de entrenamiento auditivo que sistematiza de cierta forma la enseñanza de la música no tonal. No obstante, el campo de estudio propuesto por Edlund en el *Modus Novus* es limitado y solamente recoge algunas de los estilos desarrollados durante la primera mitad del siglo XX. Este sector abarca el atonalismo de la segunda escuela vienesa, liderado por Arnold Schönberg y la “no tonalidad” menos radical de compositores como Stravinsky, Bartok y Hindemith entre otros. El *Modus Novus* se limita a la música creada dentro de un sistema de doce semitonos cromáticos de temperamento igual que busca romper todas las relaciones tonales posibles. ¿En qué radica entonces la importancia de este método de adiestramiento auditivo, si solamente atiende a un sector musical; el cual además pareciera que ha detenido su desarrollo en el ya iniciado siglo XXI? La importancia del *Modus Novus* radica, a nuestro juicio, en que es el primer método que asume a los intervalos musicales como entidades generadoras de material musical. En el *Modus Novus* las funciones tonales son

1 Edlund Lars, *Modus Novus*, AB Nordiska Musikförlaget/ Edition Wilhelm Hansen Stockholm, Suecia 1963, pag.3

sustituidas por las ‘funciones interválicas’; pues son ahora los intervalos y sus ‘relaciones’ lo que da cohesión al discurso musical. A este estudio de las relaciones no tonales entre los intervalos Edlund le llama «Estudio auditivo de los patrones musicales».²

2.1 Organización del *Modus Novus*

Edlund nos ofrece una rápida y simple descripción de la organización del *Modus Novus*: «las figuras melódicas han sido agrupadas, en relación a los intervalos que contienen, en capítulos cuyo grado de dificultad va en aumento.»³ El *Modus Novus* está organizado en doce capítulos de la siguiente forma:

Capítulo	Material Interválico
I	2a menor, 2ª mayor y 4ª justa
II	5a justa + el material precedente
III	3a menor, 3ª mayor + el material precedente
IV	Ejemplos melódicos de la literatura musical aplicando los materiales de los capítulos I, II y III
V	Tritono (4a aumentada o 5a disminuida) + el material precedente
VI	6a menor + el material precedente
VII	6a mayor + el material precedente
VIII	Ejemplos melódicos de la literatura musical aplicando los materiales de los capítulos V al VII
IX	7a menor + el material precedente
X	7a mayor + el material precedente
XI	Ejemplos melódicos de la literatura musical aplicando los materiales de los capítulos IX y X
XII	Intervalos compuestos “Weitmelodik”

3. Desarrollo de la aplicación de cómputo *ModusXXI*

Para el desarrollo de *ModusXXI* escogimos, dada su simplicidad y eficiencia, un método probabilístico de principios formales de generación melódica. En *ModusXXI* se establecen ciertas reglas, como la selección del material interválico (proveniente de la metodología *Modus Novus*), las figuras rítmicas, la métrica, etc., y se crean subconjuntos del conjunto total de parámetros modificables. Una vez establecidos estos subconjuntos, es aplicado un método aleatorio que lleva a cabo un proceso de selección con una distribución probabilística uniforme. En otras palabras, una vez seleccionados los miembros del subconjunto, van a tener todos la misma probabilidad para ser escogidos.

3.1 Entrada y salida de datos en *ModusXXI*

En *ModusXXI* la entrada de datos es proporcionada por el usuario a través de la definición y selección de parámetros. Con los datos proporcionados por el usuario *ModusXXI* genera una melodía. Los datos de salida son la melodía para su reproducción como audio y un archivo gráfico que muestra la melodía en notación de partitura.

² Edlund Lars, *Modus Novus*, pag.14

³ Edlund Lars, *Modus Novus*, pag.13

Diagrama de entrada y salida de datos en *ModusXXI*

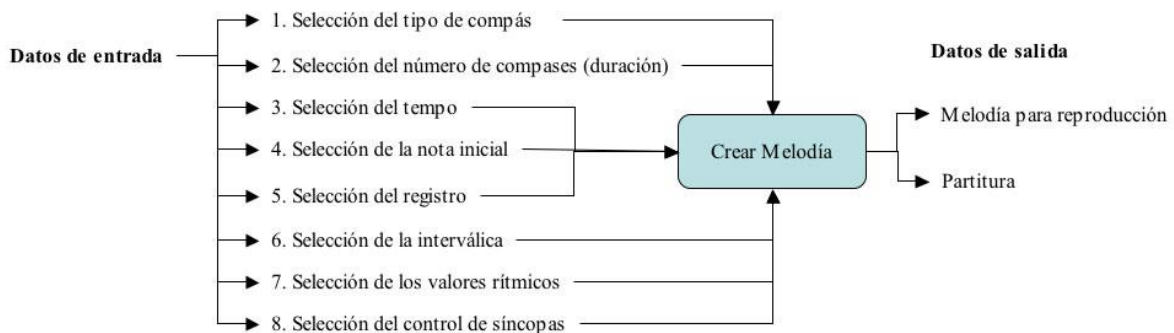


Figura 1: Entrada y salida de datos en *ModusXXI*

3.2 Lenguaje y entorno de programación

Para la programación de *ModusXXI* ha sido escogido el lenguaje Java y el entorno de programación *NetBeans* versión 5. Java está desarrollado por Sun Microsystems y funciona dentro del esquema POO (Programación Orientada Objetos). Java resulta una buena opción para el desarrollo de *ModusXXI* pues ofrece entre otras ventajas:⁴

- *Es un lenguaje de alto nivel.* Las funciones de bajo nivel están ocultas para el programador, lo cual lo hace menos complejo y más fácil de aprender.
- *Orientación a objetos.* Esto permite desarrollar códigos relativamente cortos y reutilizables.
- *Es independiente de la plataforma.* Cualquier sistema operativo que cuente con la máquina virtual de Java puede ejecutar programas escritos en este lenguaje.
- *Cuenta con bibliotecas.* La mayor parte de su funcionalidad la proporcionan piezas de programa que están guardados en bibliotecas.

3.3 Estructura de paquetes y clases en *ModusXXI*

Como ha sido mencionado, *ModusXXI* posee un esquema de programación orientado a objetos basado en clases y paquetes, organizados de la siguiente forma:

⁴ Bell Doubles, *Java for Students*, Essex, Pearson Education Limited, 1999 (3ra. Ed., *Java para estudiantes*, tr. española de Alfonso Vidal Romero; México, Pearson Educación de México, 2003) pag xxii

Paquetes y clases de *ModusXXI*

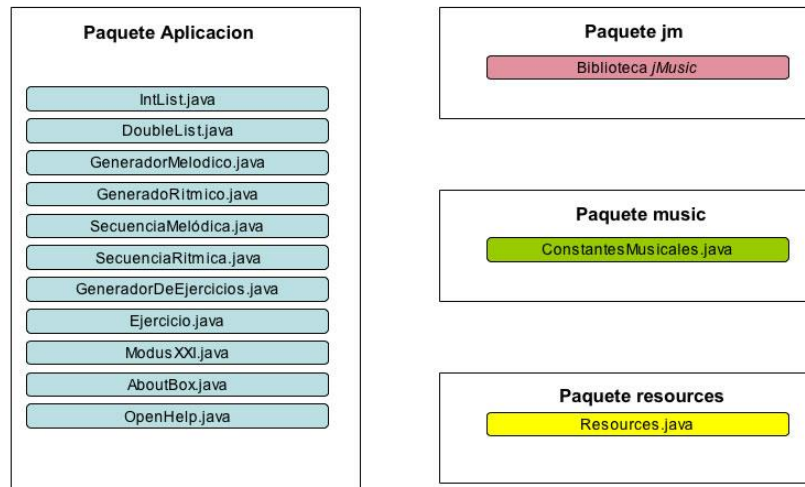


Figura 2: Paquetes y clases de *ModusXXI*

El paquete principal es **Aplicacion**. Éste contiene los archivos que sirven para la generación melódica, para la recopilación de los parámetros seleccionados por el usuario y para la generación de la interfaz gráfica. Las clases generadoras de las melodías, **GeneradorMelodico.java** y **GeneradorRitmico.java**, serán explicadas más adelante.

El paquete **jm** contiene la biblioteca *jMusic*.⁵ *jMusic* es un conjunto de clases externas a *ModusXXI*, desarrolladas como un proyecto de investigación musical de la Universidad Tecnológica de Queensland, Australia. *JMusic* provee herramientas de composición y procesamiento de audio en lenguaje Java. *ModusXXI* utiliza *jMusic* para definir valores rítmicos y notas, establecer el compás, establecer el tempo, generar los archivos gráficos de notación musical, generar el audio así como las funciones de reproducción.

El paquete **music** contiene el archivo **ConstantesMusicales.java**. Éste define los valores numéricos de los intervalos, considerando el número de semitonos que contiene cada intervalo. Por ejemplo: **segundaMenor=1**, **segundaMayor= 2**, **terceraMenor=3**, etc. Se definen en este archivo los intervalos hasta la **dobleOctava=36**. Finalmente, el paquete **resources** contiene los archivos gráficos que requiere el programa.

3.4 Los generación melódico-rítmica en *ModusXXI*

A continuación presentamos una breve descripción sobre los procesos más importantes de generación melódica y rítmica en *ModusXXI*. Si el lector desea conocer más a detalle el funcionamiento de esta aplicación se le recomienda remitirse a la tesis *Creación de una aplicación de cómputo generadora de melodías atonales siguiendo la metodología Modus Novus de Lars Edlund*.⁶

La generación del material melódico en *ModusXXI* se da básicamente a través de dos clases: **GeneradorMelodico.java** y **GeneradorRitmico.java**.

⁵ <http://jmusic.ci.qut.edu.au/>

⁶ Meave Avila Alfonso, *Creación de una aplicación de cómputo generadora de melodías atonales siguiendo la metodología Modus Novus de Lars Edlund*, Tesis de Maestría, UNAM, 2007

GeneradorMelodico.java crea de manera aleatoria las notas (alturas) de la melodía, a partir de la selección de la intervállica, la nota inicial y el registro en el programa principal. Obsérvese el siguiente ejemplo:

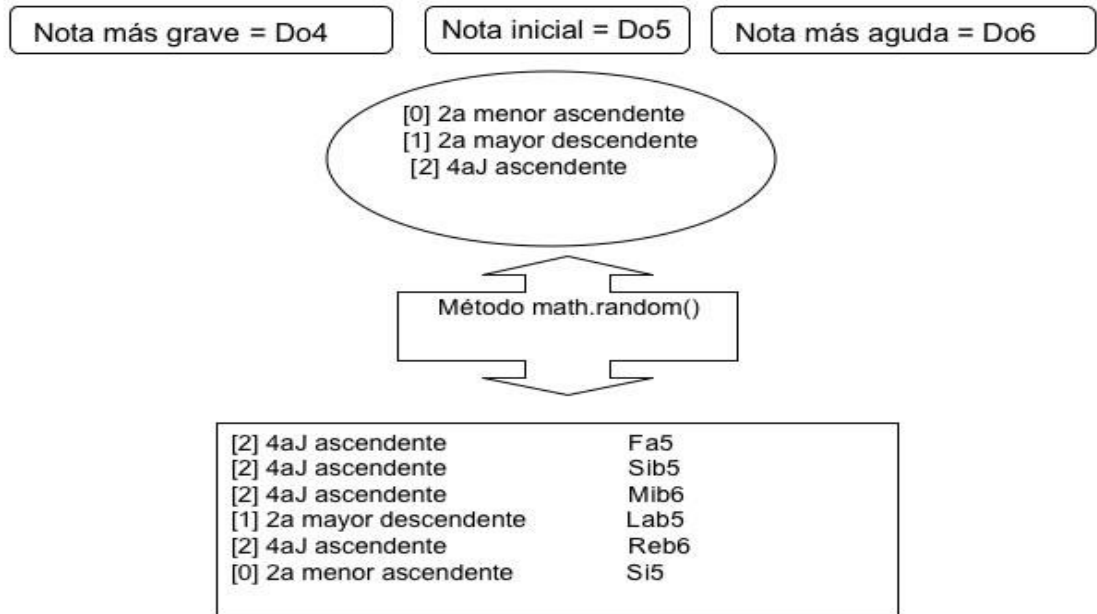


Figura 3. Generación del Material Interválico

Supongamos que el usuario seleccionó como nota inicial al Do5 (Do central del piano) y como registro dos octavas que van de Do4 a Do6. Supongamos asimismo que escoge como material interválico la 2ª menor ascendente, la 2ª mayor descendente y la 4J ascendente; creándose en consecuencia una lista de tres elementos. A continuación *ModusXXI* aplica el método **random()** de la biblioteca **math** de Java. Este método selecciona aleatoriamente los índices de la lista generada por el usuario creando una nueva lista con estos índices. Este es el código que ejecuta esta acción:

```
public static int [] generarNotasConRegistro(int notaInicial,
    int notaMasGrave, int notaMasAguda, int numeroDeNotas){

    int arrayNotas [] = new int [numeroDeNotas];

    arrayNotas [0] = notaInicial;
    for ( int i = 1 ; i < numeroDeNotas ; i++) {

        int iteraciones = 0;
        int indiceAleatorio;
        int nuevaNota;

        do {

            if (iteraciones++ > 1000) {
                return null;
            }

            indiceAleatorio = (int)Math.floor(Math.random()*valoresIntervalicos.length);
            nuevaNota = arrayNotas[i - 1] + valoresIntervalicos [indiceAleatorio];
            } while (nuevaNota > notaMasAguda || nuevaNota < notaMasGrave );

            arrayNotas [i] = nuevaNota;
        }
        return arrayNotas;
    }
```

GeneradorRitmico.java crea de manera aleatoria los ritmos de la melodía, a partir de la selección de las figuras rítmicas y la duración total de la melodía. Obsérvese el siguiente ejemplo:

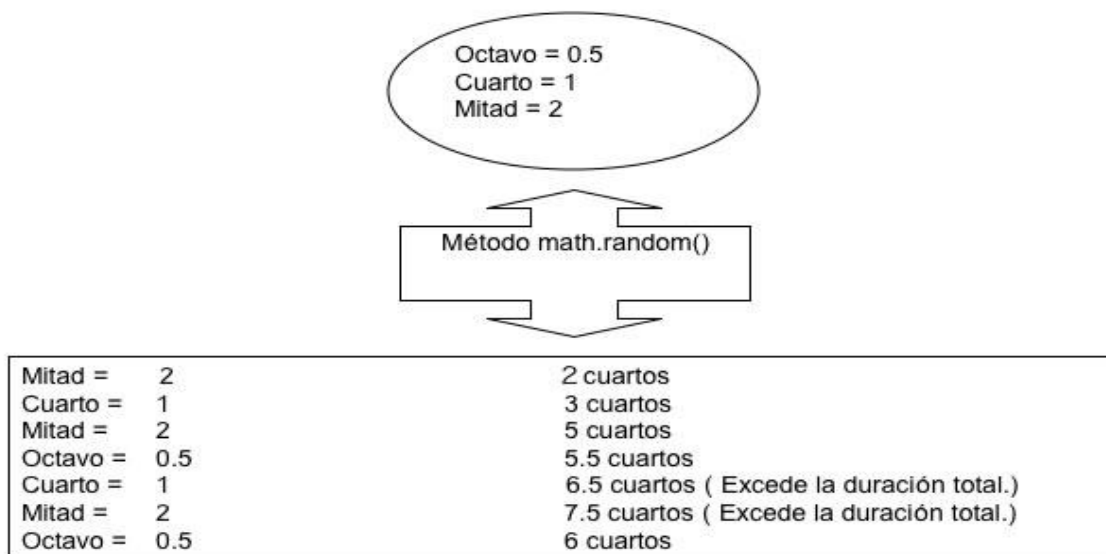


Figura 4. Generación del material rítmico

Supongamos ahora que tenemos una duración total de seis cuartos, o equivalente; por ejemplo: tres compases de dos cuartos. Supongamos asimismo que el usuario crea una lista de tres elementos seleccionando los valores rítmicos de cuarto, octavo y mitad. Al ser aplicado el método **math.random()** se creará una nueva lista con los índices de las figuras rítmicas seleccionadas aleatoriamente, teniendo como límite la duración total de la melodía. Esta forma de generación de material rítmico también se aplica cuando deseamos tener compases téticos. En este caso se considera a la duración del compás en cuartos como una unidad de subdivisión de la duración total. Cabe señalar que, como secuencias de acciones en *ModusXXI*, primero son generadas las figuras rítmicas y después las notas; ya que el número de éstas depende del número de figuras rítmicas que contenga la melodía.

4. Resultados: La ventana principal de *ModusXXI*

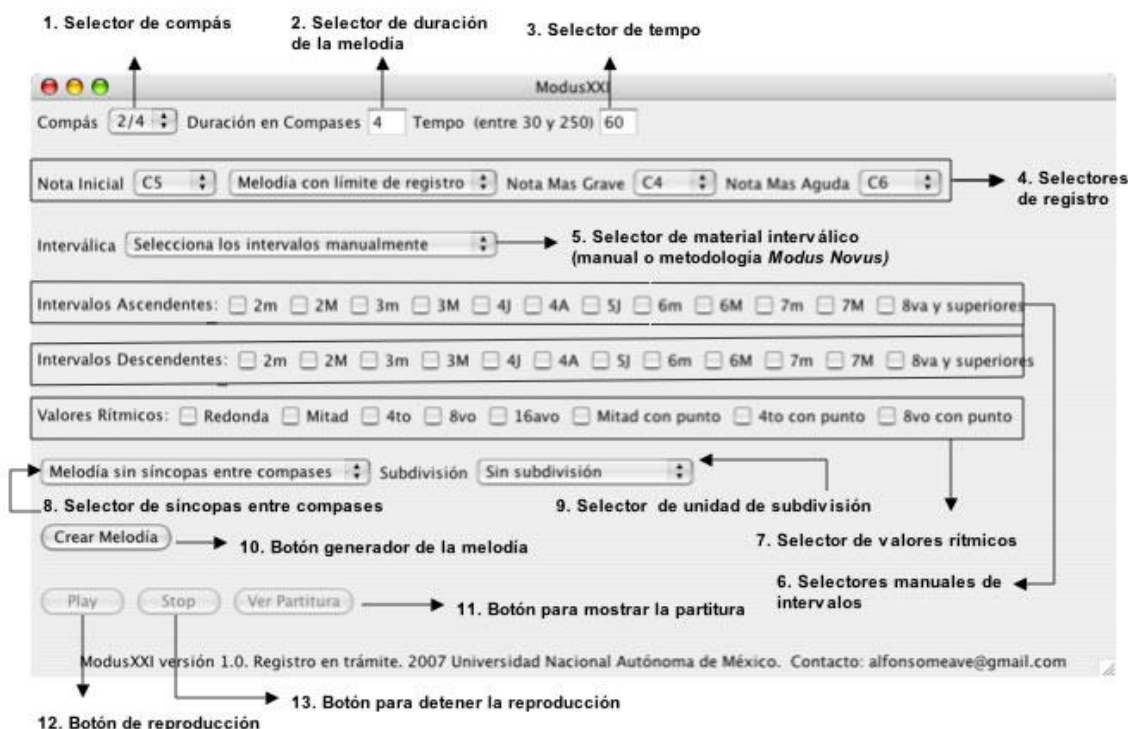


Figura 5: Ventana principal de *ModusXXI*

La ventana principal de *ModusXXI* tiene dos funciones básicas: recopilar los datos de entrada proporcionados por el usuario y realizar acciones. Las acciones que realizan son tres:

- Crear una Melodía (10. Botón generador de la melodía).
- Mostrar la partitura (11. Botón para mostrar la partitura).
- Reproducir o detener la melodía (12. Botón de reproducción y 13. Botón para detener la reproducción).

Los datos de entrada proporcionados por el usuario son los siguientes:

- Compás (1. Selector compás). Se pueden escoger compases que van de 2/4, 3/4, 4/4, etc. hasta los 9/4. *ModusXXI* genera melodías únicamente con denominador en cuartos. Esta es una limitación impuesta por la biblioteca *jMusic*. Compases con denominador mayor a 9 y compases compuestos requieren ser implementados en nuevas versiones de la aplicación.
- Duración (2. Selector de duración de la melodía). En este campo de texto se introduce el número de compases de duración de la melodía a generar. *ModusXXI* es capaz de generar melodías con una duración de hasta 67 cuartos o figuras equivalentes. (Límite impuesto por la biblioteca *jMusic*.)
- Tempo (3. Selector de tempo). En este campo de texto se introduce un valor numérico entero que defina la velocidad de la melodía. Por ejemplo si escribimos el número 60, la velocidad será de un cuarto por segundo.
- Registro (4. Selectores de registro tonal). Comprende cuatro selectores de opción:

- **Nota Inicial.** Escoge la nota que se desea al comienzo de la melodía a generar por *ModusXXI*. La selección va de Do0 a Sol10 (Registro que permite el protocolo MIDI). Do5 está activado por default.
- **Melodía con límite de registro o Melodía sin límite de registro.** **Melodía sin límite de registro** desactiva la **nota más grave** y la **nota más aguda**, permitiendo que los límites de registros sean Do0 y Sol10. **Melodía con límite de registro** activa los selectores de **nota más grave** y de **nota más aguda**.
- **Interválica** (5. Selector de material interválico). Este es el punto de encuentro con la metodología *Modus Novus*. *ModusXXI* posee tres grupos básicos de selección del material interválico,
 - **“Selecciona los intervalos manualmente”.** Al escoger esta opción, el usuario debe activar manualmente las casillas de verificación de los Selectores manuales de intervalos (6). Esta opción permite la selección de la dirección, ascendente o descendente, del intervalo.
 - **“Modus Novus”.** Esta opción selecciona los intervalos del capítulo del *Modus Novus* que se desea practicar. Al pulsar el botón **Crear Melodía**, se activarán automáticamente las casillas de verificación de los intervalos, ascendentes y descendentes, correspondientes al capítulo escogido del *Modus Novus*.
 - **“Sugerencia de estudio”.** Esta opción ofrece un estudio preparatorio para los capítulos del *Modus Novus*. A diferencia del material generado con las opciones de **“Modus Novus”**, las opciones de **“Sugerencia de estudio”** crean melodías únicamente con el material interválico nuevo que contiene cada capítulo del *Modus Novus*; unido a través de intervalos de segunda menor y mayor.
- **Rítmica** (7. Selectores de valores rítmicos). Las figuras rítmicas a seleccionar son: redonda, mitad, cuarto, octavo, dieciseisavo, mitad con punto, cuarto con punto y octavo con punto.
- **Síncopas** (8. Selector para permitir síncopas entre compases ó evitar con síncopas entre compases). Si se selecciona **Permitir síncopas entre compases**, *ModusXXI* escoge los valores rítmicos sin tomar en cuenta a la unidad de compás. La consecuencia de esto es la generación de material melódico posiblemente sincopado. **Permitir síncopas entre compases** va a desactivar el selector de unidad de subdivisión (9).
- **Subdivisión** (9. Selector de unidad de subdivisión). Este selector ofrece tres opciones:
 - **Sin subdivisión.** Activada por default, toma como parámetro de selección del material rítmico a la unidad de compás. Consecuencia de su activación es la generación de material rítmico tético, pero con posibilidad de síncopas internas.
 - **Subdivisión en cuartos.** Toma como parámetro de selección del material rítmico al cuarto. La activación de esta opción genera secuencias rítmicas con valores de cuarto e inferiores.
 - **Subdivisión en octavos.** Toma como parámetro de selección del material rítmico al octavo. La activación de esta opción genera secuencias rítmicas con valores únicamente de octavo y dieciseisavo.

Una vez generada una melodía se obtiene el audio y una representación gráfica en partitura como el siguiente ejemplo:

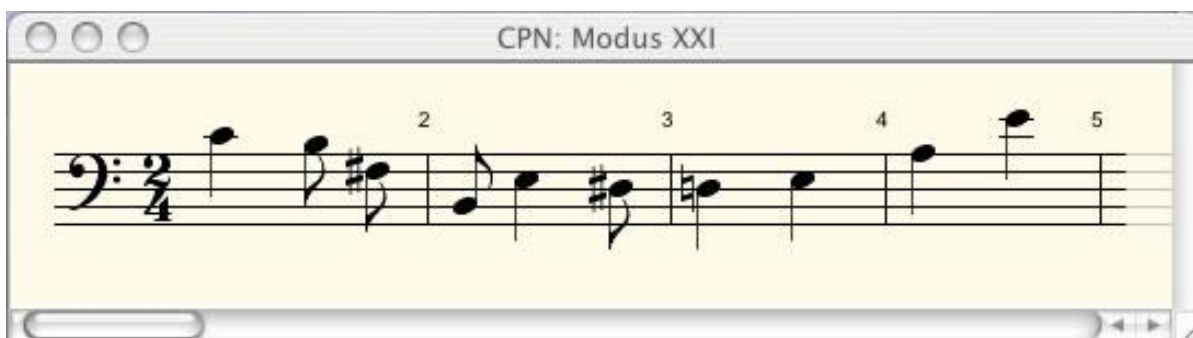


Figura 6: Ventana que contiene la partitura

4.2 Pruebas : Evaluación de uso y calidad de *ModusXXI* versión 1.0

Para comprobar la eficiencia de *ModusXXI* fue realizada una evaluación de uso y calidad utilizando el sistema de evaluación MOS (*Mean Opinion Score*)⁷. Éste emplea un rango numérico de cinco puntos; donde el número menor denota baja calidad y el número mayor alta calidad (5 Excelente, 4 Buena, 3 Satisfactoria, 2 Pobre y 1 Mala). Se elaboró un cuestionario de nueve preguntas; el cual fue aplicado a 39 usuarios. Las preguntas fueron:

1. Consideras la claridad de la interfaz gráfica de *ModusXXI*:
2. Consideras la facilidad de manejo de *ModusXXI*:
3. Consideras la información que ofrece el manual de usuario:
4. En términos de efectividad de uso y eficiencia, consideras el funcionamiento de *ModusXXI*:
5. Consideras la representación de los conceptos musicales (intervalos, valores rítmicos, etc.) a través de los componentes de la interfaz gráfica (botones, casillas de verificación, etc.) de *ModusXXI*:
6. Para el estudio del *Modus Novus* y la música no tonal, *ModusXXI* puede ser una herramienta:
7. Para mejorar tu capacidad auditiva, Consideras que *ModusXXI* puede ser:
8. Como herramienta didáctica para enseñanza en grupo, consideras que *ModusXXI* puede ser:
9. Como ayuda para un estudio independiente del *Modus Novus* y la música no tonal consideras que *ModusXXI* puede ser:

Los resultados de la evaluación fueron los siguientes: el porcentaje de evaluación más alto (93,6%) lo obtuvo la pregunta siete (P7). En su mayoría, los usuarios consideran que *ModusXXI* puede mejorar su capacidad auditiva. El puntaje más bajo lo obtuvo la pregunta ocho (P8) (80,8%). Para un porcentaje considerable de usuarios *ModusXXI* no es la mejor herramienta didáctica en grupo. La facilidad de manejo (P2) y el uso de *ModusXXI* para un estudio de la música no tonal (P6) fueron también evaluados positivamente por los usuarios (92,3% y 90,4% respectivamente); mientras que la representación de los conceptos musicales a través de los componentes de la interfaz (P5) obtuvo una calificación menor (81,4%). Las preguntas uno, tres cuatro y nueve (P1, P3, P4 y P9) se mantuvieron dentro de un rango de evaluación alto (89.1% y 88,5%). Vale la pena señalar que los porcentajes obtenidos superiores al 80%, corresponden a la categoría “excelente” del MOS.

⁷ <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800.1-200607-I/en> (Última visita: 25 de junio de 2007)

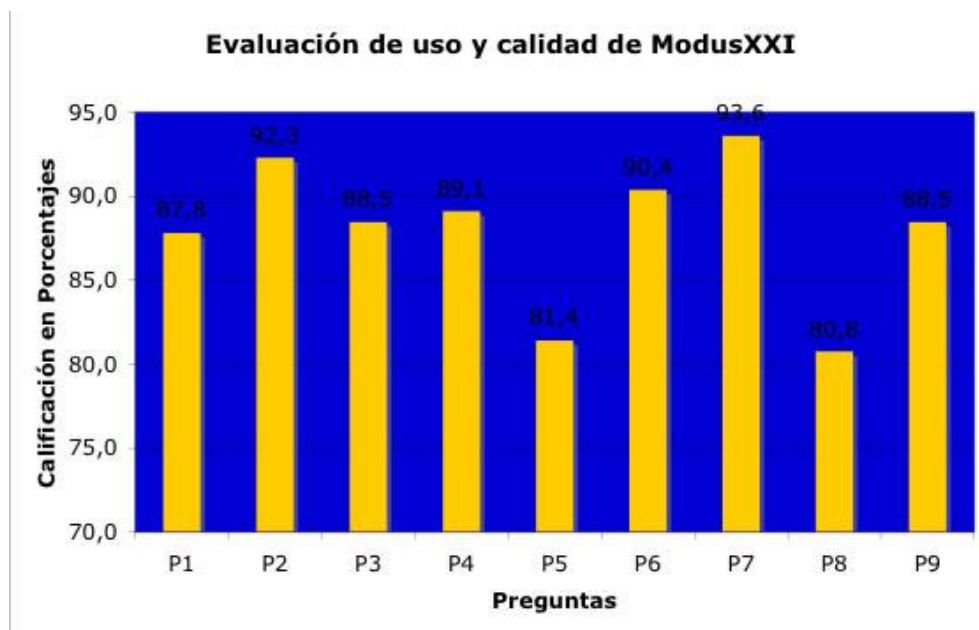


Figura 7: Gráfica: Evaluación de uso y calidad de *ModusXXI*

5. Conclusiones.

La aplicación de cómputo *ModusXXI* cumple con el objetivo planteado en el desarrollo de este proyecto, que es la generación de melodías, de acuerdo a la metodología propuesta por el *Modus Novus*, que sirvan para la realización de dictados o la generación de material de lectura y entonación durante el estudio de este libro.

En la evaluación realizada a *ModusXXI* se obtuvo un porcentaje de aceptación por arriba del 80%, lo cual corresponden a la categoría “excelente” del MOS⁸. Asimismo, *ModusXXI* cumple con la mayoría de los requisitos de calidad exigidos por los criterios de evaluación de software⁹. No obstante, existen algunos aspectos que deben ser mejorados, reelaborados o ampliados en la aplicación. A continuación mencionamos los más importantes:

- Implementar la aplicación como Applet. Esto permitirá correr *ModusXXI* desde Internet, sin necesidad de instalarlo en el disco duro de la computadora.
- Implementar procesos de transformación melódica. La implementación de estos procesos (inversión, retrogresión, transposición, etc.) permitirá a *ModusXXI*, abordar algunos de los aspectos de la metodología de adiestramiento auditivo de Michael Friedmann.¹⁰
- Implementar secuencias polifónicas. Actualmente *ModusXXI* genera únicamente material musical monódico.
- Desarrollar una aplicación de cómputo generadora de secuencias melódico-polifónicas que atienda a los géneros, y sus estilos, tonales, modales y atonales.

Bibliografía

1. Bell Douglas, *Java for Students*, Essex, Pearson Education Limited, 1999 (3ra. Ed., *Java para estudiantes*, tr. española de Alfonso Vidal Romero; México, Pearson Educación de México, 2003).

8 <http://www.itu.int/rec/T-REC-P.800.1-200607-I/en> (Última visita: 25 de junio de 2007)

9 Behrouz A. Forouzan, *Foundations of Computer Science*, Thompson Learning Inc., California 2003, páginas 202-207

10 Friedmann Michael L., *Ear Training for the Twentieth-Century Music*, Yale University Press, USA 1990.

2. Behrouz A. Forouzan, *Foundations of Computer Science*, , Thompson Learning Inc., California 2003.
3. Edlund Lars, *Modus Novus*, AB Nordiska Musikförlaget/Edition Wilhelm Hansen Stockolm 1963.
4. Friedmann Michael L., *Ear Training for the Twentieth-Century Music*, Yale University Press, USA 1990.
5. Meave Avila Alfonso, *Creación de una aplicación de cómputo generadora de melodías atonales siguiendo la metodología Modus Novus de Lars Edlund*, Tesis de Maestría en Música (Tecnología Musical), UNAM, México D.F., 2007.
6. Shneiderman Ben, *Designing the User interface*, Pearson Education, 2006 (4ta. Ed. , *Diseño de interfaces de usuario*, tr. Española Jesús Sánchez Cuadrado; Murcia, Pearson Educación, 2006).

Páginas Web:

1. <http://www.operone.de/> Catálogo de compositores (última visita: 25 de junio de 2007).
2. <http://jmusic.ci.qut.edu.au/> Biblioteca *jMusic* (última visita: 25 de junio de 2007).