

ALEATORIEDAD CONTROLADA APLICADA AL ESTUDIO Y PRÁCTICA DE LA VIOLA

CONTROLLED RANDOMNESS APPLIED TO THE STUDY AND PRACTICE OF THE VIOLA

Juan Ayuso Jiménez

Conservatorio Superior de Música *Rafael Orozco* de Córdoba

RESUMEN

En este artículo se propone una nueva metodología instrumental, basada en la generación de estudios mediante la aleatoriedad controlada, y se indaga acerca de la relación existente entre su uso y el desarrollo técnico en la viola. Partiendo de los conceptos de atención y correlación durante el estudio del violinista y pedagogo Ivan Galamian hemos desarrollado diversas aplicaciones informáticas que generan estudios técnicos no determinísticos. Tanto el diseño de las aplicaciones como su eficacia se ha sometido a una doble valoración mediante cuestionarios a un pequeño grupo de alumnas del grado superior de viola y profesorado experto.

Palabras clave: viola; pedagogía de cuerda; composición algorítmica; composición aleatoria; Kreutzer; Ligeti viola sonata.

ABSTRACT

This paper presents a new instrumental methodology, based on the generation of studies using controlled randomness, and explores the relationship between its use and the technical development in the viola. Starting from the concepts of attention during the study and correlation of mind and body established by the violinist and pedagogue Ivan Galamian, we have developed applications capable of generating non-deterministic technical studies. Both the design of the applications and its efficiency have been subjected to a double assessment through questionnaires to a group of students from the advanced degree of viola and a small group of violin and viola experts.

Keywords: viola; string pedagogy; algorithmic composition; aleatoric composition; Kreutzer; Ligeti viola sonata.

INTRODUCCIÓN

Si bien en etapas tempranas del aprendizaje del violín y la viola tiene gran importancia el aspecto lúdico y social, al avanzar en los estudios instrumentales se hace más necesaria la práctica individual incidiendo en la repetición de fragmentos musicales o ejercicios técnicos.

Por este motivo, pedagogos e instrumentistas como el violinista Ivan Galamian (1998), centran su desarrollo técnico y musical en la combinación y transformación de parámetros rítmicos, de articulación, arcadas e incluso modificando el orden de ejecución de los sonidos. Recomiendan, para que el instrumentista mantenga la máxima atención durante el estudio, trabajar la repetición pero aplicando al menos una variación, ya sea en la articulación, ritmo o sonidos.

No siendo nuestra intención desechar la pedagogía tradicional de la viola, pensamos que el empleo de la probabilidad y la aleatoriedad, a través de herramientas informáticas, puede contribuir al desarrollo técnico instrumental en los niveles superiores. De la misma manera, creemos que puede ser una herramienta que nos ayude a cubrir la escasez de material publicado destinado a preparar al instrumentista de viola para la interpretación de partituras a partir de la segunda mitad del s.XX.

PEDAGOGÍA INSTRUMENTAL Y TÉCNICA CONTEMPORÁNEA DE VIOLIN Y VIOLA

El método de Galamian (1998) parte del concepto de *atención* y de cómo no se debe realizar ninguna actividad sin una implicación mental completa y continua.

Desde su punto de vista, la práctica instrumental comprendería tres periodos: de construcción, de interpretación y de ejecución. Es en el primero donde se realiza todo el trabajo técnico y se fundamenta en el principio de preparación mental junto con lo que denomina *correlación* (anticipar la mente a la acción física y que esta dé la orden para ejecutarla). En este desarrollo de la correlación basa Galamian todo su sistema de construcción técnica violinística para la resolución y mejora de las dificultades en el violín. El procedimiento más básico consistiría en la combinación de los factores rítmicos, de accionamiento de arco y acentuación, partiendo siempre de ejercicios sencillos o patrones básicos y aumentando progresivamente la complejidad, recordando que es inútil repetir un ejercicio cuando está ya superado.

En su *Contemporary violin technique* adaptado para la viola, Galamian (1997), incide en que la perfección instrumental radica más en el control mental que en la simple agilidad de los dedos, y de ahí la importancia de plantear retos mentales a los alumnos más que meros ejercicios físicos. Nos propone en su método de escalas estas variaciones basadas en combinaciones de patrones de ritmos, ligaduras y arcadas combinadas a su vez con el parámetro altura de notas. Galamian sistematiza un método en el que se puede añadir siempre un nuevo reto al estudio para desarrollar la correlación entre la mente y la acción física. Expone Galamian que esta forma de trabajo es efectiva para todo tipo de desarrollo técnico, tanto para escalas, estudios o pasajes de repertorio. Podríamos afirmar que su propuesta es una sistematización de la variación en la práctica instrumental para la adquisición y dominio de destrezas técnicas.

Adentrándonos en el repertorio del siglo XX, Strange & Strange (2003) nos ofrecen un desglose de técnicas del repertorio contemporáneo. Partiendo de las nuevas formas de producción del sonido, como la sobrepresión o la búsqueda de diferentes tipos de contacto del arco sobre la cuerda, hacen un recorrido sobre diversos compositores y las grafías y formas de emisión de sonido que se exigen hoy en día a los instrumentistas de cuerda frotada. Lógicamente, por lo novedoso del repertorio, constatamos una escasez de estudios que faciliten el desarrollo de este tipo de destrezas.

Respecto al repertorio contemporáneo de la viola parece conveniente citar los trabajos de Jensenius (2014), Hart (2015) y Gebrian (2013), citados por Ertz (2016). Todos ellos comparten la idea de que los estudios tradicionales heredados del violín no son suficientes para formar al violista en la interpretación de música contemporánea, y exponen también la necesidad de otra fuente de estudio técnico para afrontar este repertorio. Coinciden además en proponer para esta tarea los estudios *Viola Spaces* para viola de Garth Knox (2009), destinados a extender la técnica básica del instrumentista de viola y prepararlo para la interpretación del nuevo repertorio contemporáneo de los siglos XX y XXI.

CAMIT (COMPUTER-AIDED INSTRUMENT TUTORING)

En el campo de la pedagogía de la teoría musical encontramos aplicaciones como EarMaster¹, Musition², LenMus³, Musictheory⁴ y Teoría.com⁵, que generan ejercicios de dificultad progresiva para el aprendizaje de la teoría, el ritmo o el entrenamiento auditivo. También los editores de partituras habituales como Finale⁶, Sibelius⁷, Musescore⁸ o Frescobaldi⁹ (a través de Lilypond¹⁰) adjuntan y permiten crear plantillas y generadores de ejercicios mediante determinados parámetros proporcionados por el usuario.

Respecto a la pedagogía instrumental, desde finales del s. XX se ha investigado sobre las oportunidades que nos ofrecen los ordenadores (Percival, Wang, & Tzanetakis, 2007). Hablamos en este sentido de CAMIT para referirnos a la Computer-Assisted Musical Instrument Tutoring o enseñanza musical instrumental asistida por ordenador. Percival et al. (2007) exponen que es en la propia práctica individual donde se produce el mayor aprendizaje de un alumno, y en el estudio técnico de breves fragmentos donde más puede beneficiar esta práctica, por la facilidad de computación de los fragmentos analizados y por la rápida respuesta del intérprete.

Un interesante proyecto en esta línea aplicado a la enseñanza de los instrumentos de cuerda es el i-Maestro (Ng & Nesi, 2008), diseñado para facilitar el aprendizaje teórico y práctico del violín a través del reconocimiento gestual en un entorno interactivo. Está basado a su vez en el *Augmented violin project* (Bevilacqua, Rasamimanana, Fléty, Lemouton, & Baschet, 2006), desarrollado en el IRCAM y consistente en un violín acústico modificado con sensores de presión y aceleración en el arco combinados con un procesamiento en tiempo real de la señal de sonido mediante la plataforma Max/MSP¹¹.

Respecto al generador de ejercicios del i-Maestro¹², su funcionamiento parte de dos sistemas principales, los TSL (Training Specification Language) Generation Algorithms, consistentes en plantillas para crear las clases o lecciones y los SMR (Symbolic Music Representation) Generation Algorithms, que nos proveen del material musical a trabajar.

Podríamos decir que los ejercicios generados mediante i-Maestro automatizan los patrones propuestos por metodologías como la de Galamian. Los SMR nos permiten: la generación de patrones básicos que podrían incluirse en el estudio de escalas; la

¹ <https://www.earmaster.com/es/>

² <https://www.risingsoftware.com/musition/>

³ <http://www.lenmus.org/mws/noticias>

⁴ <https://www.musictheory.net/>

⁵ <http://www.teoria.com/>

⁶ <https://www.finalemusic.com/>

⁷ <https://www.avid.com/es/sibelius>

⁸ <https://musescore.org/es>

⁹ <http://frescobaldi.org/>

¹⁰ <http://lilypond.org/index.es.html>

¹¹ <https://cycling74.com/>

¹² El proyecto i-Maestro está aparentemente sin desarrollo desde 2008. La información referente al generador de ejercicios está extraída del siguiente documento sin publicar: DE3.1.1b I-MAESTRO Specification: Architecture Specification. Recuperado de: <http://www.disit.org/drupal/?q=home&axoid=urn:axmedis:00000:obj:e0df6bda-e353-40db-ab03-ce6df3d59a3a> (2 de junio de 2018).

introducción de material musical para la práctica de pasajes de repertorio; y la generación por algoritmos basados en reglas para generar material algo más complejo. Los TSL a su vez, nos proporcionan diferentes patrones de variación para el aprendizaje del material generado.

El desarrollo que hemos realizado en parte de nuestra metodología aleatoria propone la generación de estos patrones por medio de la aleatoriedad, de tal manera que podremos diseñar no uno, sino múltiples ejercicios con las mismas características técnicas. Reforzaremos igualmente los aspectos técnicos de una manera progresiva (favoreciendo la *correlación*), pero pensamos que, al presentarse estos de forma no previsible, promoverán la *atención* y concentración constante en el alumno aumentando la *eficiencia* del estudio.

Estos aspectos, *correlación*, *atención* y *eficiencia* son la base de nuestro sistema de generación de estudios. Además, como veremos en el desarrollo de la investigación, permitirá trabajar rítmicas y articulaciones más complejas, difíciles de generar con la propuesta inicial de i-Maestro. Partiremos así mismo de la pedagogía de Galamian, que diferencia los diferentes apartados a los que se les puede aplicar variación (alturas, ritmos y articulaciones). Este enfoque creemos que no supondrá una ruptura con la enseñanza tradicional, por lo que esperamos conseguir mayor receptividad por parte del profesorado en su inclusión en el aula.

ALEATORIEDAD, PROCESOS ESTOCÁSTICOS Y COMPOSICIÓN ALGORÍTMICA ASISTIDA POR ORDENADOR

La aleatoriedad define aquellos eventos que no son predecibles, esto es que no pueden determinarse hasta el momento mismo de producirse. La probabilidad mide la certeza asociada a un evento futuro, y la definimos como la razón entre los casos favorables de que ocurra un suceso y los casos posibles. La distribución de probabilidad asigna a cada suceso la probabilidad de que este ocurra, siendo 1 la suma de todas ellas. Por último, los sistemas o procesos estocásticos son procesos no deterministas en los que combinamos una parte probabilística o aleatoria y una parte controlada o predecible.

La matemática y la música han ido de la mano a lo largo de la historia. Podemos poner como ejemplo el auge de los juegos de dados y de probabilidad en el siglo XVIII, donde encontramos autores como Johann Philipp Kirnberger (1767), Maximilian Stadler (1781) o el juego de los dados atribuido a Mozart (1793), que nos servirán como modelo para el diseño de una de las ampliaciones.

Ya en el siglo XX son también muchos los autores que, siguiendo una rama reaccionaria al serialismo de la segunda escuela de Viena, buscan en la aleatoriedad un camino en el que expresarse. Encontramos ejemplos en John Cage (Piano concerto, 1951), Roman Haubenstock-Ramati (Komposition, 1974), Morton Feldman (Intersection, 1950), Stockhausen (Klavierstück XI, 1957) o Iannis Xenakis con sus obras Pithoprakta (1955-56) y Achorripsis (1957) donde experimenta con los procesos estocásticos en su composición.

Hablamos de composición algorítmica asistida por ordenador (CAAC en sus siglas en inglés), para definir aquellos sistemas en los que se usa la computadora para automatizar en algún grado estos cálculos tediosos u obtener material que sirva de inspiración en el proceso de composición (Fernández & Vico, 2013). Una de las obras más citadas para ejemplificar esta corriente, junto con las de Xenakis, es la Illiac Suite (Hiller Jr & Isaacson, 1957), en la que cada uno de sus movimientos experimenta con diferentes procesos algorítmicos. Explican también Fernández y Vico cómo en el campo de la CAAC se desarrolla gran cantidad de software comercial. Algunos ejemplos para trabajar con notación tradicional hoy en día pueden ser OpenMusic¹³ desarrollado por el IRCAM o DesigningMusic¹⁴ de Luis Robles, entre otros. Dando un paso más allá, hablaríamos de

¹³ <http://repmus.ircam.fr/openmusic/home>

¹⁴ <http://www.designingmusic.org/>

sistemas en los que el ordenador deja de ser un asistente a la composición para realizar de manera autónoma una composición algorítmica.

En el caso de nuestras aplicaciones, podríamos incluirlas en los sistemas basados en lógica difusa o lógica borrosa, enmarcados también dentro de los sistemas de inteligencia artificial (Morales Luna, 2002).

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de esta investigación nos fundamentamos en la hipótesis de que el uso de estudios no deterministas, diseñados mediante la aleatoriedad controlada, contribuye a desarrollar las capacidades técnicas instrumentales en los estudios superiores de viola, de acuerdo con la autovaloración del alumnado y del profesorado.

Para ello, hemos desarrollado un estudio cuasi experimental a pequeña escala, en el que hemos diseñado tanto las aplicaciones informáticas, como los instrumentos de recogida de información, a través de cuestionarios, que nos permiten valorar la existencia de dicha relación.

Obtendremos, por un lado, una valoración de las aplicaciones implementadas a través de un juicio de expertos a los que les hemos expuesto la metodología creada.

Obtendremos además una valoración longitudinal y subjetiva mediante otro cuestionario, por parte del alumnado que ha empleado la aplicación diseñada para la generación de estudios aleatorios orientados al desarrollo de la técnica de armónicos naturales y artificiales en la viola. Para este propósito hemos generado dos estudios técnicos a cada alumna con la aplicación *Tirada de dados* con un intervalo de dos meses. El primero de los estudios lo han trabajado con ayuda del profesor y el segundo de manera individual.

El análisis de los resultados, por lo pequeño de la muestra, se ha hecho en todos los casos de manera descriptiva.

Participantes

Nuestra población diana es el alumnado de enseñanzas superiores de viola. En el muestreo accidental, se ha optado por abarcar la población accesible, que son cuatro alumnas de enseñanzas superiores de viola en el Conservatorio Superior de Música “Rafael Orozco” de Córdoba. Estas tienen edades comprendidas entre los 18 y los 22 años, tres de ellas cursaban primero de Interpretación de la Viola y la restante cursaba segundo.

Para obtener una valoración de todas las aplicaciones diseñadas y de los estudios generados, hemos contado con cinco docentes de violín y viola, también escogidos de manera accidental. Por un lado, dos profesores del grado superior violín del C.S.M. de Córdoba, y por otro, tres docentes y titulados superiores de violín y viola del C.P.M. “Músico Ziriyab” de Córdoba.

Objetivos generales y específicos

El objetivo principal ha sido indagar en la relación existente entre el empleo de estudios generados mediante funciones aleatorias y el desarrollo técnico en la viola. Su consecución lo concretaremos en tres puntos:

1. Diseñar aplicaciones:
 - a) Que controlen, mediante el empleo de la aleatoriedad, parámetros técnicos instrumentales propuestos por metodologías ya asentadas.
 - b) Para la generación nuevos estudios que, de manera aleatoria, aborden aspectos técnicos específicos y fragmentos de repertorio de viola a partir del siglo XX.
2. Comprobar la versatilidad de las diferentes aplicaciones implementadas.

3. Valorar la relación de los estudios y ejercicios generados con el desarrollo técnico instrumental, desde la perspectiva del alumnado y profesionales del instrumento.

Esquema general y diseño de los programas

En primer lugar, hemos seleccionado diferentes apartados o áreas de estudio que forman parte de la construcción técnica diaria de un intérprete de violín/viola y nos hemos planteado la manera de optimizar los resultados a través del diseño de ejercicios aleatorios. Estos apartados son:

- 1) Estudio diario de escalas en tres octavas.
- 2) Estudios técnicos de diferentes pedagogos.
- 3) Pasajes técnicos de repertorio contemporáneo.
- 4) Desarrollo de una técnica específica.

A continuación, con ayuda del lenguaje de programación Python¹⁵ y la librería de análisis musicológico Music21 (Cuthbert & Ariza, 2010), hemos creado pequeñas interfaces gráficas para cada uno de ellos (Tabla 1). De este modo podremos modificar los parámetros visualmente y mostrar los resultados de una manera rápida y dinámica.

Apartado o área de estudio	Aplicación diseñada
Estudio diario de escalas en tres octavas	Escalas en tres octavas
Estudios técnicos de diferentes pedagogos	Kreutzer nº1
Pasajes técnicos de repertorio	Sonata para viola sola de Ligeti
Desarrollo de una técnica específica.	Estudio para la técnica de armónicos naturales y artificiales en la viola <i>Tirada de dados</i>

Tabla 1: Apartados de estudio tradicional y aplicaciones diseñadas para aplicar aleatoriedad

Para la implementación de las tres primeras hemos realizado un diseño a base de módulos. Estos permiten combinaciones de parámetros técnicos inspirados por los patrones de alturas, ritmos y arcos o articulaciones propuestos por la metodología de la construcción técnica de Galamian (Tabla 2). Cada uno de los módulos está formado a su vez por funciones diseñadas en Python que trabajan con un determinado algoritmo aleatorio o una combinación de ellos. Este diseño modular permite la combinación de los módulos de los diferentes apartados de estudio a la vez que nos facilita la implementación de nuevos algoritmos en un futuro.

¹⁵ <https://www.python.org/>

Galamian	Módulos diseñados para las distintas aplicaciones	Archivos generados por nuestras aplicaciones
Patrones de alturas	Módulo generador de alturas: desde cero o combinaciones a partir de alturas introducidas en el programa.	<i>alturas.xml</i>
Patrones de ritmos	Módulo aleatorio generador de ritmos y silencios.	<i>ritmos.xml</i>
Patrones de arcos y ligaduras	Módulo aleatorio generador de articulaciones, arcadas y ligaduras.	<i>ligaduras.xml</i>

Tabla 2: Patrones según Galamian y su aplicación en el sistema modular del software

Con la última interfaz ejemplificamos la posibilidad de diseñar estudios no determinísticos que contribuyan al desarrollo de una técnica específica del instrumento. En este caso nos hemos inspirado en el juego de los dados atribuido a Mozart para generar un estudio destinado al desarrollo de la técnica de armónicos en la viola.

APLICACIÓN DE ESCALAS EN TRES OCTAVAS:

Esta aplicación está diseñada para el trabajo de escalas en tres octavas dentro de la tesitura de la viola. La interfaz se divide en los módulos de alturas, ritmos y ligaduras (o arcos), al estilo de la pedagogía de Galamian. Cada uno de ellos se ejecuta de manera independiente y genera un archivo con formato *musicxml* que podemos visualizar o modificar en cualquier editor de notación musical. Vamos a describir con algo más de detenimiento cada función, pues el resto de interfaces están diseñadas con los mismos patrones o similares.

The screenshot shows a software interface with the following sections:

- GENERADOR DE ALTURAS/ESCALAS:** Includes fields for 'Escala:' (set to 'C'), 'Tipo:' (set to 'Mayor'), and 'Numero de notas:' (set to 8). Buttons include 'GENERAR ESCALA' and 'MOSTRAR ESCALA'.
- GENERADOR ALEATORIOS DE RITMOS:** Includes checkboxes for 'Semicorchea', 'Corchea', 'Corchea Puntillo', and 'Negra'. A 'Probabilidad/Silencios:' field is set to 0.00. Buttons include 'GENERAR RITMOS ALEATORIOS', 'GENERAR RITMOS PATRONES BINARIOS', and 'MOSTRAR ESCALA + RITMOS'.
- GENERADOR DE ALEATORIO DE LIGADURAS:** Includes fields for 'Ligadura1:' (set to 2), 'Ligadura2:' (set to 2), and 'Detache:' (set to 1). Buttons include 'GENERAR ESCALA + LIGADURAS', 'GENERAR RITMOS + LIGADURAS', and 'MOSTRAR LIGADURAS'.

Modulo generador de alturas: aquí es donde generaremos los sonidos de la escala sobre los que queramos trabajar en los siguientes módulos. De esta forma, seleccionaremos la fundamental de la escala y el tipo entre los preprogramados en Music21. En los ejemplos hemos empleado Do Mayor, pero podremos escoger entre cualquiera de las siguientes: ChromaticScale, CyclicalScale, DiatonicScale, DorianScale, HarmonicMinorScale, HypoaolianScale, HypodorianScale, HypolocrianScale, HypolydianScale, HypomixolydianScale, HypophrygianScale, LocrianScale, LydianScale, MajorScale, MelodicMinorScale, MinorScale, MixolydianScale, OctatonicScale, PhrygianScale, RagAsawari, RagMarwa, SieveScale, WeightedHexatonicBlues o WholeToneScale.

Seleccionaremos también el número de notas a generar, lo que nos permite crear ejercicios más extensos. Pensemos que, aunque las notas se repitan cíclicamente en la tesitura de la viola, los ritmos y ligaduras se generarán de manera aleatoria en los siguientes módulos.

Desde la misma interfaz podremos visualizar los resultados o guardarlos en un archivo con formato *musicxml*.

En el **módulo de generador de ritmos** podremos elegir entre dos opciones. La primera de ellas genera ritmos aleatorios dentro de unos patrones binarios prefijados en el código. La otra posibilidad de generación nos permitirá seleccionar diversas figuras rítmicas, además de la probabilidad (un valor entre 0 y 1) de que se produzca un silencio. Mediante estas selecciones facilitamos la generación de ritmos irregulares que nos pueden ayudar a la práctica de rítmica con valores añadidos. Ambas opciones generan el archivo *ritmos.xml* con los resultados. Igualmente podremos visualizarlos desde la propia aplicación.



Ilustración 2: Generador de ritmos aleatorios con negras, corcheas y semicorcheas

El **modulo generador de ligaduras** nos ofrece combinaciones aleatorias entre los patrones de notas ligadas y sin ligar que le introduzcamos. La interfaz nos permite seleccionar dos posibles opciones de ligaduras, además de una tercera opción para introducir el número mínimo de notas en *detaché* (sin ligar). Este modulo podemos superponerlo a la escala sin ritmos (archivo *alturas.xml*) o a la escala con los ritmos generados (archivo *ritmos.xml*) mediante los botones correspondientes. Ambas opciones se guardarán en el archivo *ligaduras.xml*, o se visualizarán desde la aplicación.



Ilustración 3: Generador de ritmos de negras, corcheas, semicorcheas y 0,30 de probabilidad de silencios



Ilustración 4: Generador de ritmos de negras y corcheas. Generador ligaduras de 5, 3, 1

APLICACIÓN KREUTZER N°1

Esta interfaz está diseñada para profundizar en el trabajo técnico de alturas, ritmos y articulaciones sobre el estudio n°1 de R. Kreutzer (Kreutzer & Pagels, 1996). En la enseñanza tradicional de violín/viola, se aplica al desarrollo de diversos aspectos técnicos como son la entonación, el trabajo de correlación de ambas manos (a base de patrones rítmicos y combinaciones de ligaduras) y las diferentes articulaciones del arco.

Pensamos por lo tanto que nuestro diseño modular puede contribuir al desarrollo de esos mismos parámetros de una manera más eficiente aplicando la aleatoriedad. El diseño modular y aspecto es similar al de la interfaz de escalas.

En el **módulo de alturas** es donde desarrollaremos el trabajo de entonación o escucha interna. En esta ocasión, además de la posibilidad de trabajar con las alturas originales del estudio, hemos implementado dos opciones de aleatoriedad.

La primera de ellas baraja las alturas de cada compás aleatoriamente, intentando encontrar una opción en la que no se repita el mismo sonido de manera consecutiva. La segunda opción mezcla las alturas de todo el estudio. De esta forma estaremos trabajando los mismos sonidos propuestos en el estudio original, pero alterando siempre el orden de aparición y por lo tanto ayudando a mantener la concentración. Desarrollaremos así mismo la calidad de emisión de sonido exigiendo una adaptabilidad constante al intérprete.



Ilustración 5: Fragmento generado con la aplicación Kreutzer n°1, alturas originales



Ilustración 6: Fragmento generado con la aplicación Kreutzer n°1, aleatoriedad por compases

El módulo de ritmos y el módulo de ligaduras se basan en los mismos principios que en la anterior aplicación de escalas. En este caso se han añadido algunas opciones adicionales de ligaduras y articulaciones.



Ilustración 7: Fragmento de Kreutzer n°1. Alturas originales. Ritmos de negra y semicorchea, probabilidad de silencio 0.1



Ilustración 8: Fragmento de Kreutzer n°1. Alturas originales. Articulaciones: ligadas = 2; spiccato = 3; detaché = 4

APLICACIÓN SOBRE LA SONATA PARA VIOLA SOLA DE LIGETI

En este apartado, comprobamos cómo el uso de ejercicios creados mediante aleatoriedad controlada puede ayudar a la resolución de pasajes técnicos concretos que encontramos en el repertorio contemporáneo para viola, en este caso de la sonata para viola sola de Ligeti (2001).

Destacamos además los trabajos de Dwyer (2011), que nos ofrece un análisis global de la pieza y de cada uno de los movimientos, y de Slutz (2012) con su propuesta de generación de la rítmica del segundo de ellos (*Loop*) mediante cadenas de Markov.

Nosotros hemos escogido el fragmento final del primer movimiento (*Hora Lunga*) en el que se hace uso de la escala de armónicos naturales sobre la cuerda Do, la más grave del instrumento, comenzando en su modo principal de vibración Do3 y realizando una melodía ondulante que concluye en un Do7. Partiendo de este análisis, nuestro módulo generador de alturas nos creará un archivo con una escala de armónicos, ascendente en su macroforma, desde el Do3 hasta el Do7.



Ilustración 9: Generación de la escala de armónicos. Todos los valores a 0.0

El módulo generador de alturas nos permite: probabilidad de escala descendente (le daremos una probabilidad entre 0 y 0.4 para generar una escala ondulante y concluir siempre en el sonido más agudo); probabilidad de salto (es la probabilidad entre 0 y 1 de que el sonido no sea el consecutivo en la escala sino el siguiente).

Con tan solo estos dos parámetros aleatorios en el módulo de alturas podemos crear unas combinaciones muy interesantes para facilitar el aprendizaje de la escala de armónicos empleada por Ligeti.

Tanto el módulo generador de ritmos, como el generador de ligaduras están de nuevo basados en los homónimos de las aplicaciones para el trabajo de escalas y de Kreutzer.



Ilustración 10: Generación de alturas con probabilidad descendente = 0.35; salto = 0.1. Generador de ritmos con todas las opciones seleccionadas. Ligaduras aleatorias con los valores 4, 3 y 2

APLICACIÓN TIRADA DE DADOS

Para ejemplificar esta última sección hemos desarrollado un estudio, mediante aleatoriedad controlada, para la práctica de la técnica de los armónicos naturales y artificiales en la viola. La pieza se denomina *Tirada de dados* y está compuesta según el sistema del juego de tirar los dados atribuido a Mozart K.516F. La partitura se puede generar de forma manual con la plantilla propuesta (Ilustración 11), o de forma automatizada, mediante la aplicación que hemos diseñado.

En la pieza, de forma tripartita, se combinan diversos armónicos seleccionados en una y dos cuerdas con diferentes formas de emisión del sonido. El material para la primera y tercera sección se genera con cinco armónicos naturales y uno artificial de las diferentes cuerdas de la viola, que corresponden a las letras A, B, C y D de la plantilla.

En la sección central, letras E, F y G, se emplean combinaciones en doble cuerda de algunos armónicos naturales escogidos por su sonoridad.

En la letra H se encuentran las 6 combinaciones dinámicas y de articulación posibles para cada sonido. Estas son: *cresc.*, *dim.*, *ppp*, *fff*, *stac.*, *trem.*

Se realizan cuatro tiradas en cada sección para seleccionar los sonidos a interpretar, junto con la tirada correspondiente a la dinámica o articulación.

Tirada de dados

The musical score consists of four systems, each with a 'Real sound' staff and a 'Viola' staff. The systems are labeled A, B, C, D, E, F, G, and H. Each system contains a sequence of notes with fingerings indicated above them (2, 3, 4, 5, 6). The score includes dynamic markings 'ppp' and 'fff' and a crescendo/decrescendo hairpin.

Ilustración 11: Plantilla para la aplicación *Tirada de dados*, para el desarrollo de la técnica de armónicos naturales y artificiales en la viola

Una vez obtenida la partitura, el alumno debe buscar una pulsación y fraseo que se adapte a la pieza generada, añadiendo signos de respiración entre los distintos fragmentos que considere. La interpretación se realizará con la indicación *ad-libitum*. En el siguiente enlace se puede consultar una posible generación de la partitura y un audio con su interpretación: <http://juayuji.es/docs/DocDados.php>

VARIABLES MEDIDAS Y DISEÑO DE CUESTIONARIOS

Para evaluar la posible eficacia de las aplicaciones implementadas e indagar en la relación existente entre la práctica de los estudios generados y el desarrollo técnico de la viola, hemos diseñado un modelo de cuestionario para el alumnado y otro para el profesorado. El concepto *desarrollo técnico* lo hemos operativizado a través de las siguientes cuatro variables:

1. Grado de *atención* que exige en el estudio. En el método que proponemos, al igual que en el de Galamian, la atención durante el estudio es un elemento clave. El motivo de generar ejercicios no determinísticos aplicando los mismos aspectos técnicos es precisamente el de promover una atención máxima durante la práctica individual.

2. Mejora de la *técnica* a la que va dirigida. Nos ofrece información sobre la precisión o calidad técnica conseguida durante la interpretación del estudio.

3. Mejora de la *correlación*/coordinación entre mente y acción. Hace referencia a la capacidad de reacción o nivel de correlación entre mente y acción.

4. *Eficiencia* en el estudio/aprender en menos tiempo. Valora en qué grado los estudios generados promueven la economía del tiempo dedicado a la práctica instrumental.

El profesorado, en cada una de las aplicaciones, ha valorado las variables mediante un ítem con una escala Likert de cinco valores. Sin embargo, en el cuestionario destinado al alumnado, dirigido a valorar los estudios generados con la aplicación *Tirada de dados*, hemos desarrollado cada variable en varios ítems, lo que nos permite obtener información acerca de la percepción subjetiva de su desarrollo técnico de manera longitudinal. Ambos cuestionarios han sido validados mediante un juicio de expertos.

Resultados de los cuestionarios

Analizando los resultados, nos encontramos con que las alumnas que han trabajado los dos estudios generados con la aplicación *Tirada de dados*, refieren haber mantenido una atención alta (entre bastante y mucho). Perciben también un aumento de su técnica de ejecución de armónicos naturales y artificiales, así como una disminución de la dificultad del segundo estudio generado, estimando que su correlación ha aumentado. Por último, cuestionadas por el número de sesiones que han necesitado para la interpretación del estudio, dicen haber necesitado menos para controlar el segundo de ellos, aún sin la ayuda del profesor.

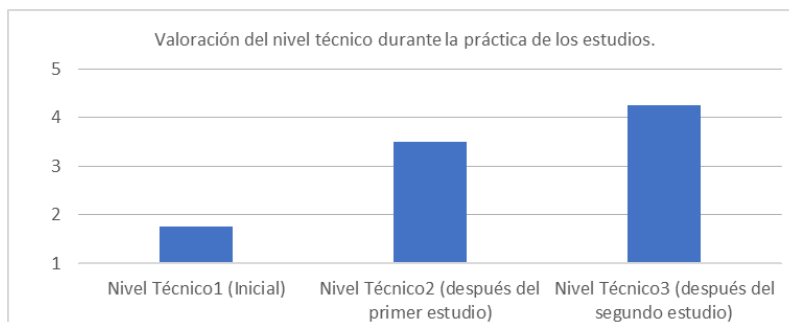


Ilustración 12: Medias de la valoración del nivel técnico percibido durante el estudio por parte del alumnado

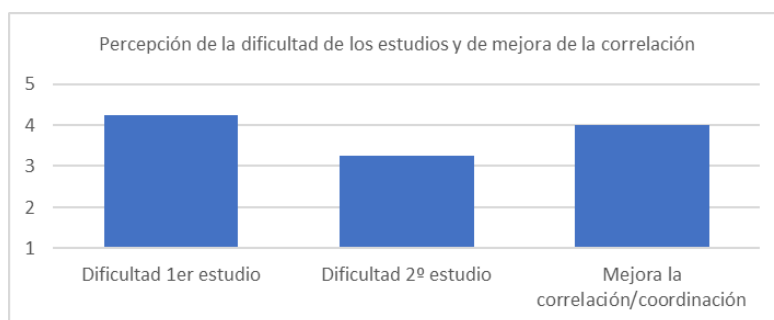


Ilustración 13: Medias de la percepción de la dificultad y del grado de mejora de la correlación por parte del alumnado

En cuanto al profesorado, que ha valorado cada una de las aplicaciones implementadas, las medias nos muestran resultados entre *bastante* y *mucho* en cada uno de los ítems correspondientes a las variables analizadas (Ilustración 14).

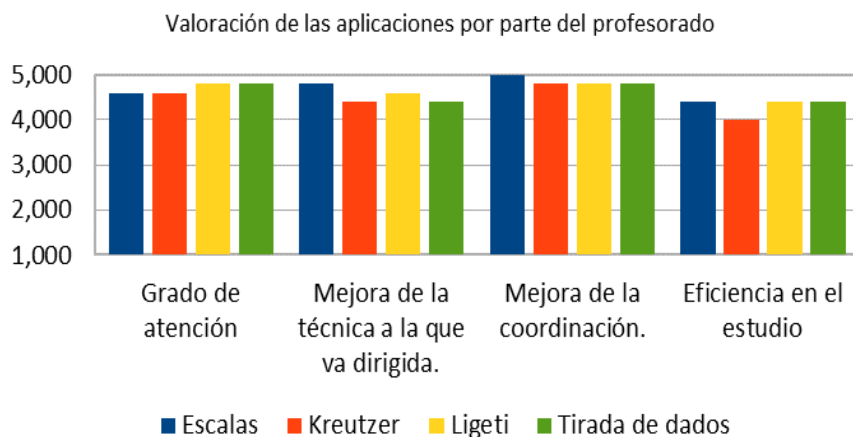


Ilustración 14: Medias de la valoración de las aplicaciones por parte del profesorado

DISCUSIÓN

Llegados a este punto, se hace necesario recordar nuestro objetivo principal de indagar en la relación existente entre el empleo de estudios generados mediante funciones aleatorias y el desarrollo técnico en la viola.

Para su consecución hemos desarrollado las aplicaciones de escalas y Kreutzer¹ que, con un diseño modular según la propuesta de Galamian, permiten generar partituras controlando la complejidad de determinados parámetros técnicos mediante el empleo de la aleatoriedad. Siguiendo el mismo procedimiento, la aplicación sobre la sonata para viola sola de Ligeti, nos genera ejercicios no determinísticos aplicando diferentes formas de aleatoriedad y distribución de probabilidad. Por último, la aplicación *Tirada de dados*, inspirada en el juego de los dados atribuido a Mozart, produce estudios aleatorios interesantes para el desarrollo de la técnica de armónicos naturales y artificiales en la viola.

Estas aplicaciones se han verificado y depurado durante el desarrollo de la investigación, configurando los botones, menús y sliders para ofrecernos los ejercicios técnicos más interesantes. También nos permiten controlar la extensión de los ejercicios generados, así como el grado de complejidad de los parámetros altura, ritmo y arcos-articulaciones.

En cuanto a su valoración por medio de cuestionarios, tanto el alumnado como el profesorado ha estimado que los estudios generados con nuestras aplicaciones contribuyen mantener una *atención* alta, a la mejora de la *técnica* instrumental y favorecen la *correlación*, mientras que promueven la *eficiencia*.

Partiendo de que con una muestra tan pequeña y unos resultados puramente descriptivos hay poca cabida a realizar cualquier tipo de inferencia, estos datos nos animan a continuar con el siguiente paso obligado del que hemos procurado sentar las bases. Este consistiría en embarcarnos en una investigación experimental y longitudinal, con un grupo de control y una muestra lo suficientemente grande y aleatoria que nos permitiera dotar de mayor fiabilidad y validez los resultados.

Para ello creemos necesario integrar las aplicaciones en la práctica docente, a través de su implementación en un servidor en la web, desde donde alumnos y profesores pudieran generar los ejercicios. Otro aspecto a tener en cuenta sería desarrollar nuevas aplicaciones

para el perfeccionamiento de diferentes aspectos técnicos (digitaciones, dinámicas o nuevas formas de emisión) así como su adaptación al violín, violoncello y contrabajo. Este trabajo lo estamos ya llevando a cabo y se pueden consultar los ejemplos en el siguiente enlace web: <http://www.juayuji.es/>.

Pudiera ser también interesante intentar aplicar otro tipo de sistemas de generación para el diseño de este tipo de ejercicios y estudios técnicos. Plantearíamos el uso de gramáticas, sistemas basados en conocimiento, cadenas de Markov, redes neuronales, autómatas celulares o algoritmos genéticos. Y por qué no, la inclusión de la inteligencia artificial creativa, además de valorar la posibilidad de integrar nuestras aplicaciones dentro de sistemas CAMIT como el i-Maestro.

REFERENCIAS

- Bevilacqua, F., Rasamimanana, N., Fléty, E., Lemouton, S., & Baschet, F. (2006). The augmented violin project: research, composition and performance report. En *Proceedings of the 2006 conference on New interfaces for musical expression* (pp. 402-406). París: IRCAM—Centre Pompidou. Recuperado de: https://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1142312&ftid=361314&dwn=1&CFID=102683463&CFTOKEN=d2df5974ade27016-784F826B-E171-BE57-3A3AF7CFE71737ED
- Cuthbert, M. S., & Ariza, C. (2010). Music21: A Toolkit for Computer-Aided Musicology and Symbolic Music Data. En J. S. Downie & R. C. Veltkamp (Eds.), *ISMIR* (pp. 637-642). International Society for Music Information Retrieval. Recuperado de: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/ismir/ismir2010.html#CuthbertA10>
- Dwyer, B. (2011). Transformational Ostinati in Ligeti's Sonatas for Solo Cello and Solo Viola. En L. Duchesneau & W. Marx (Eds.), *György Ligeti: Of Foreign Lands and Strange Sounds* (pp. 19-52). Boydell & Brewer.
- Ertz, S. I. (2016). *Beyond extended techniques: Fundamental techniques in Viola Spaces of Garth Knox* (PhD Thesis). University of North Carolina at Greensboro., North Carolina. Recuperado de: https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/Ertz_uncg_0154D_12094.pdf
- Fernández, J. D., & Vico, F. (2013). AI methods in algorithmic composition: A comprehensive survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 48, 513-582. <https://doi.org/10.1613/jair.3908>
- Galamian, I. (1998). *Interpretación y enseñanza del violín*. Madrid: Pirámide.
- Galamian, I., & Neumann, F. (1997). *The Galamian scale system: adapted for viola*. Boston: Galaxy Music.
- Gebrian, M. (2013). *Rethinking Viola Pedagogy: Preparing Violists for the Challenges of Twentieth-Century Music* (PhD Thesis). Rice University, Houston. Recuperado de: <https://scholarship.rice.edu/handle/1911/71651>
- Hart, S. M. (2015). *The violist as composer* (PhD Thesis). University of Maryland, Maryland. Recuperado de: https://drum.lib.umd.edu/bitstream/handle/1903/16586/Hart_umd_0117E_16024.pdf

- Hiller Jr, L. A., & Isaacson, L. M. (1957). Musical composition with a high speed digital computer. Presentado en Audio Engineering Society Convention 9, Audio Engineering Society.
- Jensenius, E. (2014). *An annotated bibliography of selected viola works for pedagogy of contemporary musical styles and techniques* (PhD Thesis). The Florida State University, Florida. Recuperado de:
<https://diginole.lib.fsu.edu/islandora/object/fsu%3A185270/datastream/PDF/viaw>
- Kirnberger, J. P. (1767). *Der allezeit fertige Polonoisen- und Menuettencomponist*. Berlin: George Ludewig Winter. Recuperado de:
[http://imslp.org/wiki/Der_allezeit_fertige_Polonoisen-_und_Menuettencomponist_\(Kirnberger,_Johann_Philipp\)](http://imslp.org/wiki/Der_allezeit_fertige_Polonoisen-_und_Menuettencomponist_(Kirnberger,_Johann_Philipp))
- Knox, G. (2009). *Viola spaces: contemporary viola studies*. Mainz: Schott.
- Kreutzer, R., & Pagels, L. (1996). *42 studies for viola*. International Music Company.
- Ligeti, G. (2001). *Sonata for Viola Solo*. Mainz: SHOTT.
- Morales Luna, G. (2002). Introducción a la lógica difusa. *Centro de Investigación y Estudios Avanzados. México*.
- Mozart, W. A. (1793). *Musikalisches Würfelspiel, K.516f*. Bonn: N. Simrock. Recuperado de:
[http://imslp.org/wiki/Musikalisches_W%C3%BCrfelspiel,_K.516f_\(Mozart,_Wolfgang_Amadeus\)](http://imslp.org/wiki/Musikalisches_W%C3%BCrfelspiel,_K.516f_(Mozart,_Wolfgang_Amadeus))
- Ng, K., & Nesi, P. (2008). i-Maestro: Technology-Enhanced Learning and Teaching for Music. En *8 th International Conference on New Interfaces for Musical Expression NIME08* (pp. 225-228). Recuperado de:
www.academia.edu/download/30512237/10.1.1.140.3830.pdf#page=243
- Percival, G., Wang, Y., & Tzanetakis, G. (2007). Effective use of multimedia for computer-assisted musical instrument tutoring. En *Proceedings of the international workshop on Educational multimedia and multimedia education* (pp. 67-76). ACM. Recuperado de:
webhome.cs.uvic.ca/~gtzan/work/pubs/acmm-emme07gtzan.pdf
- Stadler, M. (1781). *Table pour composer des Minuets et des Trios à la infinie*. Viena: Artaria Kompagnie. Recuperado de:
[http://imslp.org/wiki/Table_pour_composer_des_Minuets_et_des_Trios_%C3%A0_la_infinie_\(Stadler,_Maximilian\)](http://imslp.org/wiki/Table_pour_composer_des_Minuets_et_des_Trios_%C3%A0_la_infinie_(Stadler,_Maximilian))
- Strange, P., & Strange, A. (2003). *The Contemporary Violin: extended performance techniques* (Vol. 7). Scarecrow Press.
- Stulz, J. (2012). *Cool Memories: Notes on the Ligeti Viola Sonata*. Material no publicado. Recuperado de: <http://www.johnstulz.com/photos/ligetinotes.pdf>