

# Jesús Jara López

MINIATURAS ALGORÍTMICAS

**Madrid, mayo 2022**

Del mismo modo que el compositor Johann Sebastian Bach utilizó las letras de su apellido para crear un motivo musical (en alemán, la *b* es si bemol, la *a* es la, la *c* es do y la *h* es si natural), en muchas otras ocasiones las personas que se dedican a crear música han usado conceptos abstractos como herramienta para componer. El uso de la lógica, la matemática, la geometría o el azar ha estado presente desde siempre en el arte, la artesanía y el folclore.

Representadas en forma de algoritmos, hoy en día también la lógica, la matemática y la probabilidad están presentes en todas las facetas de nuestra vida. Más que nunca, nuestra sociedad globalizada actual delega en algoritmos la toma de muchas decisiones diarias. La cantidad de información que generamos nos obliga a depender de sistemas de computación complejos cuyo funcionamiento, sin embargo, no llegamos a comprender socialmente.

Con estas cinco miniaturas propongo introducirnos en el universo abstracto de los algoritmos, para materializarlos en forma de música y lanzarlos al mundo con el objetivo de ayudar a tomar conciencia de esta realidad.

Estas miniaturas no son piezas cerradas, son textos que indican los pasos a seguir para crear tu propia pieza. Para ello necesitarás una caja de música que permita introducir una partitura creada por ti en forma de rollo de pianola, en la que cada agujero representa una nota musical.

Toma tu partitura para la caja de música, la llamaremos *pentagrama*. Cada línea horizontal se llamará *nota*, y a cada línea vertical la llamaremos *posición*. Cuenta cuántas *notas* y *posiciones* tienes en tu *pentagrama*.

1) posiciones ->

2)

TRES TRISTES TIGRES COMEN TRIGO EN UN TRIGAL

### PRIMERA MINIATURA: Primo y Fibonacci

A muchas personas les fascinan las series numéricas porque tienen propiedades que se cumplen invariablemente y, en ocasiones, aún no se sabe muy bien por qué. La serie de Fibonacci, por ejemplo, ha formado parte de películas de intriga como medio para esconder mensajes secretos. Otras series, al reflejar un patrón repetitivo, nos ayudan a comprender algún suceso de la naturaleza y por ello, también, a predecirlo.

Si observamos algunas de estas series, nos damos cuenta de que podemos usarlas para componer música. En esta miniatura se propone escribir un contrapunto basado en dos series de números enteros: la serie de Fibonacci y la serie de números primos.

1. Empieza por la *nota* más grave que te permita el *pentagrama* y marca un agujero en la *posición* correspondiente al primer valor de la serie numérica Fibonacci. (Ej.: el primer valor es uno, por eso la marca debe estar en la primera *posición* de la *nota* más grave).
2. Continúa con cada una de las siguientes *notas*, marcando los agujeros en las *posiciones* correspondientes a los números de la serie de Fibonacci.
3. Ahora comienza de nuevo y repite los pasos 2 y 3, pero con la serie de números primos.
4. Si has marcado todas las *notas*, pero no has llegado a valores numéricos de la serie que se acerquen a las últimas posiciones de tu *pentagrama*, continúa la serie de nuevo desde la primera *nota* hasta que alcances un valor superior al número de posiciones de tu *pentagrama*.
5. Repasa las marcas y, si son correctas, haz los agujeros.
6. Pasa tu partitura por la caja de música y escucha cómo las *notas* se van distanciando en el tiempo conforme las series crecen.

### SEGUNDA MINIATURA: Traba-trabalenguas

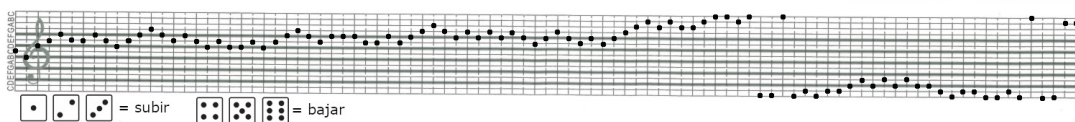
Los trabalenguas son juegos maravillosos que encierran dificultades de pronunciación con un objetivo pedagógico. Si nos fijamos, muchos de ellos repiten las mismas letras e incluso las mismas sílabas o conjuntos de letras, haciendo su traducción a música fácil e interesante.

Selecciona para esta miniatura, un trabalenguas que recuerdes y te guste.

Para asignar una letra a cada *nota*, vamos a usar un algoritmo creado en los años 70 del siglo XX por el genial compositor Clarence Barlow. Este algoritmo forma parte de la pieza *Textmusik* (1973).

1. Selecciona la primera letra de tu frase y escríbela al lado de la *nota* central de tu *pentagrama*.
2. Selecciona la segunda letra de tu frase y escríbela al lado de la *nota* inmediatamente superior a la anterior.
3. Selecciona la tercera letra de tu frase y escríbela al lado de la *nota* inmediatamente inferior a la primera.
4. Continúa con cada nueva letra de tu frase asignando cada una de ellas a una nueva *nota* alternativamente superior e inferior a las anteriores, sin repetir, hasta tener repartidas todas las letras utilizadas en tu trabalenguas por las *notas* de tu *pentagrama*. (Si te faltan *notas*, decide tú cómo continuar asignando las letras que falten. Una posible manera sería que las letras que falten por asignar compartan *nota* con letras poco usadas).
5. Ahora escribe tu trabalenguas en la parte inferior del *pentagrama*, colocando cada letra en una *posición* y dejando una *posición* libre para los espacios entre palabras. Si terminas el trabalenguas y aún te quedan *posiciones* por asignar, repite el trabalenguas con alguna modificación. (Ej.: puedes sustituir alguna letra por otra presente en el propio trabalenguas o repetirlo en forma de espejo).
6. Marca un agujero en cada *posición*, en la *nota* correspondiente a cada letra asignada. A los espacios entre palabras no se les asigna ninguna *nota*, serán silencios.
7. Repasa las marcas y, si son correctas, haz los agujeros.
8. Pasa tu partitura por la caja de música y escucha cómo la repetición de agrupaciones de letras se convierten en motivos musicales.

3)



### TERCERA MINIATURA: Paseos aleatorios

Los paseos aleatorios (o caminos aleatorios, del inglés *random walks*) son una representación de la sucesión de una serie de pasos aleatorios. Se han utilizado en ámbitos científicos como la física, la química, la biología o la economía.

La aleatoriedad y el azar se han utilizado también mucho como recurso compositivo en la música. El compositor Iannis Xenakis (1922-2001) fue un pionero de esto, concibiendo el uso de la aleatoriedad controlada o estocástica como herramienta para componer.

En esta miniatura vamos a usar un elemento de aleatoriedad y un algoritmo básico para crear una melodía errática que luego podamos escuchar. Para ello, vas a necesitar una moneda o un dado o, si no, puedes buscar alguna aplicación que genere números aleatorios. Cuando tengas alguna de estas herramientas, comienza a generar notas siguiendo este algoritmo.

Independientemente del método que uses, tienes que agrupar los posibles valores en *dos opciones*, a las que vamos a llamar *primer valor* y *segundo valor*. En el caso de la moneda, tienes la cara, que puedes considerarla como *primer valor*, y la cruz, que la puedes considerar tu *segundo valor*. En el caso del dado puedes decidir que los resultados uno, dos y tres corresponden al primer valor, mientras que los resultados cuatro, cinco y seis corresponden al *segundo valor*. Si utilizas una aplicación que genera valores aleatorios entre cero y cinco, ambos valores incluidos, por ejemplo, puedes decidir que cero, uno y dos sean el primer valor, mientras que tres, cuatro y cinco sean el segundo valor.

Si la probabilidad total de que apareciera cualquiera de los valores no estuviera equilibrada, el resultado del paseo aleatorio se desplazaría hacia la opción con mayor probabilidad. Es tu decisión gestionar tus valores aleatorios para crear una melodía equilibrada o desplazada ascendente o descendentemente.

1. Colócate en la primera posición de tu *pentagrama*, en la *nota* central. Marca un agujero.
2. Avanza a la siguiente *posición* y lanza la moneda o el dado, o dile a la aplicación que genere un número aleatorio, y decide si el resultado corresponde al *primer valor* o al *segundo valor*.
3. Si has obtenido un resultado correspondiente al *primer valor*, marca un agujero en la *nota* inmediatamente superior a la anterior. Si, por el contrario, has obtenido un resultado correspondiente al *segundo valor*, marca un agujero en la *nota* inmediatamente inferior a la anterior. Sin embargo, si el resultado es igual al anterior, repite la misma *nota*.
4. Repite el paso 2 y el paso 3 hasta que termines todas las *posiciones* de la partitura o hasta que llegues a una *nota* en el extremo del *pentagrama*. En ese caso, si el azar te obliga a salirte de la *partitura*, continúa en el otro extremo.
5. Repasa las marcas y, si son correctas, haz los agujeros.
6. Pasa tu partitura por la caja de música y escucha cómo el paseo aleatorio que has creado representa las decisiones tomadas a la hora de asignar tus valores aleatorios.

#### CUARTA MINIATURA: La música de las estrellas

Las constelaciones son esos conjuntos de estrellas que podemos ver en el cielo en una noche sin nubes y desde lugares sin contaminación lumínica.

En una noche clara en medio del mar, por ejemplo, las constelaciones son muy visibles. De hecho, las estrellas han sido siempre un sistema eficaz de orientación de los barcos antes de la aparición de los satélites y la tecnología GPS.

El cielo y sus constelaciones, vistos desde la Tierra, hace mucho tiempo que se dibujaron en mapas. A estos mapas se les llama *planisferios celestes*. En internet pueden encontrarse para descargar estos mapas para diferentes latitudes. En estos planisferios podemos encontrar las constelaciones que se pueden ver a una determinada latitud y podemos filtrar por meses, días e incluso horas.

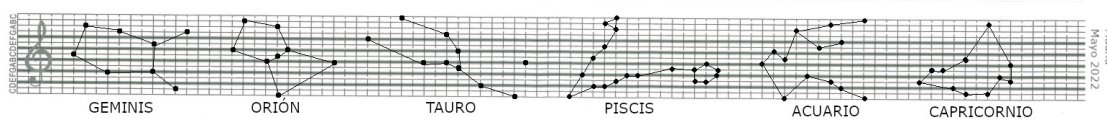
Las constelaciones son muy interesantes musicalmente porque están compuestas de puntos, igual que las notas musicales son puntos en un pentagrama; de esta forma, son ideales para esta miniatura, pues nos ofrecen combinaciones de notas alternativas a las estructuras melódico-armónicas de la música tradicional.

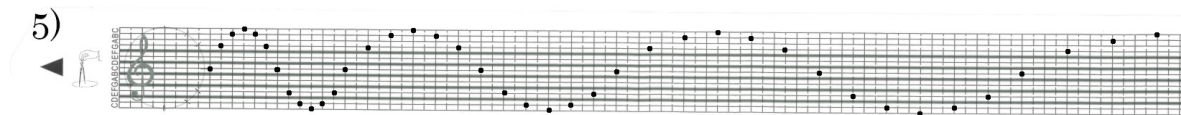
Hazte con un planisferio terrestre correspondiente al hemisferio norte o sur, en función de la latitud donde vivas, o busca en internet qué constelaciones pueden verse en tu región en una fecha lo más aproximada posible al día en que estás realizando esta miniatura. Cuando lo tengas, realiza los siguientes pasos.

1. Ubica el mes, día y hora en la que estás realizando la partitura en tu *planisferio celeste*.
2. Ubica la posición intermedia de tu *pentagrama*, en la *nota* central. Marca ahí el agujero que representará la estrella polar, que es la posición central del planisferio a partir de la cual giran todas las demás constelaciones.
3. Selecciona cinco constelaciones situadas al sureste (SE) y cinco constelaciones al suroeste (SO) de esta posición central.
4. Dibuja aproximadamente estas constelaciones seleccionadas de sureste a suroeste haciendo coincidir cada estrella en una posición y una *nota* válidas del *pentagrama*.
5. Repasa las marcas y, si son correctas, haz los agujeros. Cuando compruebes que todo es correcto escribe la fecha (año, mes) y la ciudad en la que has terminado la pieza.
6. Pasa tu partitura por la caja de música y escucha cómo suena la representación musical del cielo que tienes sobre tu cabeza en ese instante.

19

4)





## QUINTA MINIATURA: Dibuja una oscilación

En matemáticas, ocasionalmente, se pueden resolver problemas gráficamente. De hecho, la historia de las matemáticas recoge bastantes representaciones gráficas de conceptos abstractos.

Una de las más famosas es la representación gráfica del número pi. El número pi es el resultado de dividir cualquier perímetro de una circunferencia entre su diámetro. Si usas una cuerda para medir la circunferencia de un objeto, te darás cuenta de que puedes usar esa cuerda tres veces para medir el diámetro y te sobrará un pequeño trozo de cuerda, porque el número pi es algo mayor que tres, independientemente del tamaño de la circunferencia.

Otro ejemplo de esto es la función seno. La función seno, aplicada a cualquier número, nos devuelve un valor entre cero y uno con una gráfica redondeada muy particular. Esta gráfica se puede dibujar con ayuda de una circunferencia.

Para elaborar esta miniatura, necesitarás un compás. Cuando lo tengas, comienza a seguir los pasos.

1. Sitúate en la primera *posición* de tu partitura, en la *nota* central. Coloca ahí la aguja del compás y mide la distancia entre esa *nota* y el extremo superior del *pentagrama* o *nota* más aguda.
2. Comprueba que esta distancia corresponde también a la que hay entre la *nota* central y el extremo inferior del *pentagrama* o *nota* más grave.

3. Dibuja una circunferencia usando el compás en este punto y con ese radio.

4. Verás que la circunferencia que has dibujado corta al *pentagrama* en tres puntos, la *nota* superior en la *primera posición*, la *nota* central en una *posición* igual al radio y la *nota* inferior, también, en la primera *posición*.

5. Sitúa el compás en estos tres puntos cardinales detectados en el paso anterior y usando la distancia del radio, corta la circunferencia en nuevos puntos.

6. Verás que estos puntos de corte corresponden aproximadamente a nuevas *notas* en el *pentagrama*.

7. Apunta las *notas* de corte de la circunferencia con el radio del paso anterior, estas serán las *notas* de tu función seno.

8. Ahora vas a ir avanzando las *posiciones* marcando sucesivamente cada *nota* comenzando por la central, oscilando paso a paso por cada una de las *notas* en orden primero ascendente y luego descendente, hasta completar una oscilación completa.

9. A partir de ahí, cada nueva oscilación va a realizarse ampliando en un valor cada paso, es decir, la primera oscilación se produce a cada una *posición*, la segunda oscilación a cada dos *posiciones*, la tercera oscilación a cada tres *posiciones*, etc., hasta llegar al final del *pentagrama*.

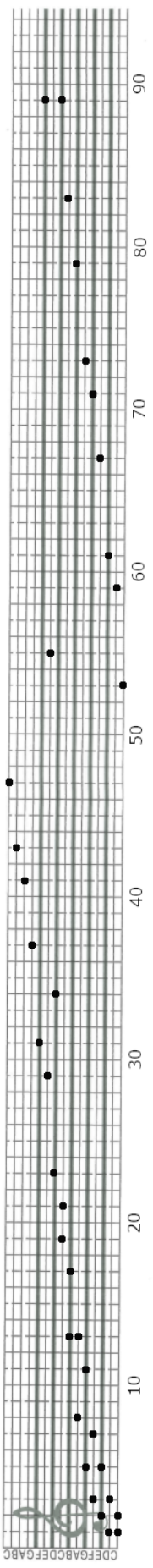
10. Repasa las marcas y, si son correctas, haz los agujeros.

11. Pasa tu partitura por la caja de música y escucha cómo suena la función seno cada vez más lentamente en un *ritardando* que podría llegar a ser infinito.

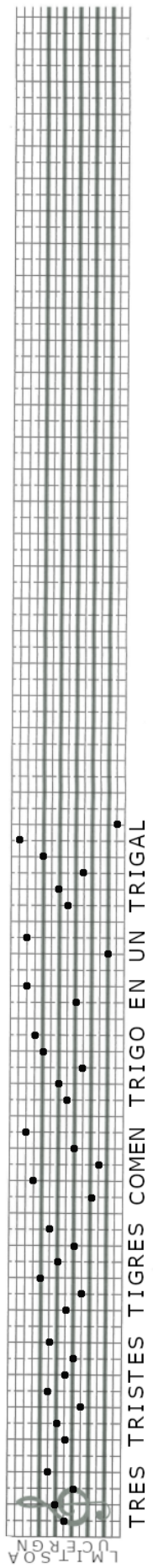


posiciones ->

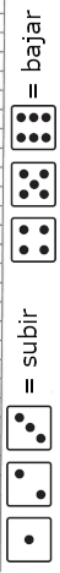
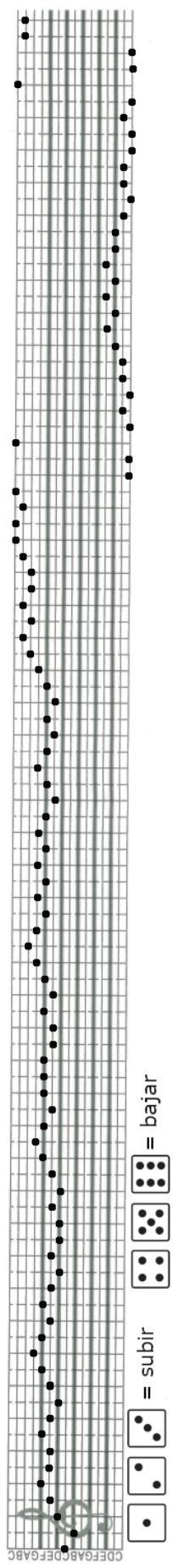
1)



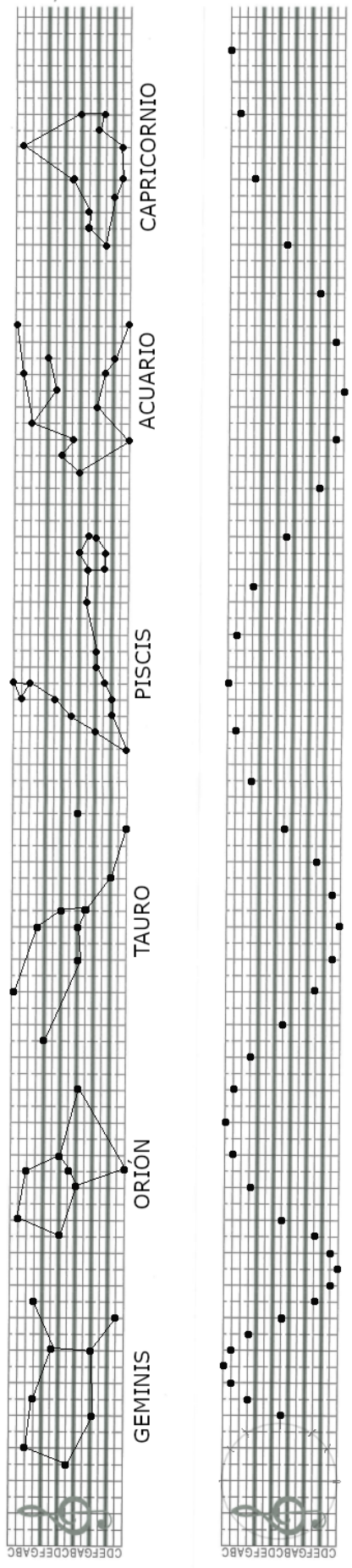
2)



3)



4)



5)

