

# MANUAL DE JUEGOS PARA EL TALLER:

---

***Juga amb dades: descobreix l'Estadística i la Bioinformàtica! (Juega con datos: descubre la Estadística y la Bioinformática)***

---



Toni Monleón-Getino, Albert Martín, Alejandro Rodríguez, María De LaHoz

10/5/2024

<https://www.ub.edu/laubdivulga/festacienciaub/festacienciaX/escoles-dades.html>

Dirección de contacto en: [amonleong@ub.edu](mailto:amonleong@ub.edu) Secció d' Estadística. Facultat de Biologia. Universitat de Barcelona

---

## **RESUMEN INTRODUCTORIO**

---

**Público objetivo:** Secundaria y Bachillerato **Duración:** 5 a 10 minutos por juego  
**Materiales:**

- Dados trucados
- Bolas de colores
- Bingo
- Ordenador portátil
- Altavoces
- Cartulinas de identificación de animales

### **Descripción:**

Este manual presenta una colección de juegos educativos diseñados para que estudiantes de secundaria y bachillerato aprendan sobre conceptos de estadística y bioinformática de una manera divertida y atractiva. Los juegos se basan en actividades prácticas y simulaciones que permiten a los estudiantes explorar conceptos como la ley de los grandes números, la media, la propagación de enfermedades, la estructura del ADN y la generación de arte aleatorio.

### **Algunos de los juegos incluidos en el manual son:**

- **El baile de las probabilidades:** Este juego utiliza dados trucados para demostrar la ley de los grandes números y hacer experimentos con probabilidad.
- **La media trucada:** Este juego enseña a los estudiantes sobre la media y cómo se puede manipular utilizando dados trucados.
- **El brote:** Este juego simula la propagación de enfermedades para que los estudiantes comprendan la epidemiología.
- **El ADN en tus manos:** Este juego permite a los estudiantes construir una secuencia de ADN y aprender sobre su estructura, pudiendo hacer de detective y averiguando de una manera sencilla si un ADN es inventado o pertenece a algún organismo conocido.
- **¡Misión Microbioma!** Este juego enseña a los estudiantes sobre la importancia del microbioma para la salud y sobre conceptos de la biodiversidad.
- **StrangeR things** Con este método podas crear arte aleatorio. El arte aleatorio, también conocido como arte procesual o arte probabilístico, es una corriente artística que se caracteriza por la incorporación del azar y la indeterminación en el proceso creativo.
- **Inteligencia artificial: identificando ballenas:** Este juego utiliza el reconocimiento de imágenes para identificar ballenas en fotografías.
- **QUINCUNX o PIZARRA DE GALTON:** Este juego demuestra el principio de aleatoriedad y la ley de los grandes números.
- **INTELIGENCIA ARTIFICIAL (¿COMO ESTOY HOY? CONTENTO O ENFADADO? Y MIS COMPAÑEROS?):** Este juego explora las emociones humanas y su reconocimiento por parte de la inteligencia artificial.
- **Phylo el juego de los alineamientos (bioinformática):** podrás jugar a ser un bioinformático mediante este juego. El objetivo del juego es optimizar la alineación de múltiples secuencias, lo que significa organizar y comparar secuencias de ADN o ARN de diferentes organismos para identificar similitudes y diferencias evolutivas.

### **El manual también incluye:**

- Explicaciones detalladas de los conceptos estadísticos y bioinformáticos que se abordan en cada juego.
- Variaciones y extensiones de los juegos para adaptarlas a diferentes niveles de aprendizaje.
- Enlaces a recursos adicionales en línea.

**En general, "Manual de Juegos para el Taller: Joga amb dades: descobreix l'Estadística i la Bioinformàtica!( Juega con datos: descubre la Estadística y la Bioinformática) es una herramienta valiosa para educadores que buscan involucrar a sus estudiantes en el aprendizaje de la estadística y la bioinformática de una manera divertida y significativa.**

### **Aquí hay algunos puntos adicionales a destacar:**

- El manual está escrito en un lenguaje claro y conciso que es fácil de entender para los estudiantes.
- Los juegos están bien diseñados y son fáciles de implementar.
- El manual incluye una variedad de actividades que se adaptan a diferentes estilos de aprendizaje.
- Los juegos se pueden utilizar como actividades independientes o como parte de una unidad de estudio más amplia.

**En general, este es un recurso valioso para cualquier educador que quiera enseñar estadística y bioinformática a estudiantes de secundaria y bachillerato de una manera divertida y atractiva.**



**NOTA: Libro con propósito docente, se ha utilizado material libre de internet o citado, también herramientas de generación de contenido mediante inteligencia artificial como Gemini o Artguru.**

---

## 1. El baile de las probabilidades

---

Juego con dados trucados para demostrar empíricamente la Ley de los Grandes Números

La ley de los grandes números establece que si se repite muchas veces (tendiendo al infinito) un mismo experimento, la frecuencia de que suceda un cierto evento tiende a ser una constante.

### Materiales:

- Un dado trucado (que tenga mayor probabilidad de salir un número determinado)
- Hoja de papel y lápiz o hoja Excel
- Calculadora (opcional)

### Procedimiento:

1. **Define el número "favorecido":** Determina qué número del dado tiene mayor probabilidad de salir debido al truco. Por ejemplo, supongamos que el 6 es el número favorecido.
2. **Establece el número de lanzamientos:** Decide cuántas veces vas a lanzar el dado. Cuantos más lanzamientos, más precisa será la aproximación a la probabilidad real. Para empezar, puedes realizar 10 lanzamientos.
3. **Lanza el dado y registra los resultados:** Lanza el dado la cantidad de veces establecida (en este caso, 10) y anota cada resultado en la hoja de papel.
4. **Calcula la frecuencia relativa:** Una vez finalizados los lanzamientos, cuenta cuántas veces salió el número "favorecido" (en este caso, el 6) y divide esa cantidad por el número total de lanzamientos. Este resultado te dará la frecuencia relativa del número favorecido.
5. **Compara con la probabilidad teórica:** La probabilidad teórica de obtener el número favorecido con un dado normal es de  $1/6$ . Compara la frecuencia relativa obtenida con este valor teórico.
6. **Repite el experimento:** Para obtener una aproximación más precisa, puedes repetir el experimento varias veces (por ejemplo, 3 veces más) con la misma cantidad de lanzamientos cada vez. Calcula la frecuencia relativa para cada repetición y observa cómo se acerca a la probabilidad teórica a medida que aumenta el número total de lanzamientos.

### Explicación:

La ley de los grandes números señala que si se lleva a cabo repetidas veces un mismo experimento (por ejemplo lanzar una moneda, hacer girar una ruleta, etc.), la frecuencia con la que se repetirá un determinado suceso (que salga águila o sol, que salga el número 7 rojo, etc.) se acercará a una constante. Dicha constante será a su vez la probabilidad de que ocurra este evento.

**Ejemplo.** Sea el siguiente experimento: lanzar un dado común. Ahora considérese el evento de que caiga el 2. Como es fácil deducir, la probabilidad de que caiga 2 es de  $1/6$  (el dado tiene seis caras y una de ellas es el dos).

La ley de los grandes números dice que a medida que se aumenta el número de repeticiones del experimento (se hacen más lanzamientos del dado), la frecuencia con la que se repetirá el evento (que caiga 2) se acercará cada más a una constante, que tendrá un valor igual a su probabilidad ( o ).

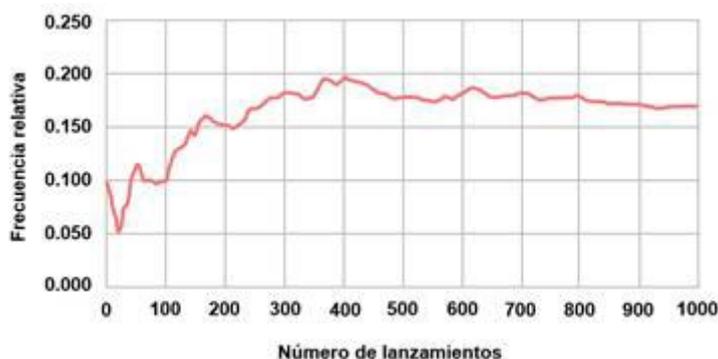
Quizá a los primeros diez o veinte lanzamientos, la frecuencia con que caiga el 2 no será del  $1/6$  sino que sea otro número mayor o menor. Pero a medida que se efectúen muchos más lanzamientos (por ejemplo, 1,000), la frecuencia en que caiga el 2 será muy cercana al  $1/6$ . En la siguiente gráfica se puede ver cómo se va modificando la frecuencia relativa de que caiga el 2

Para el dado truco: La Ley de los Grandes Números establece que, a medida que aumenta el número de eventos aleatorios independientes, la frecuencia relativa de un evento específico se acerca cada vez más a su probabilidad teórica. En este caso, el evento específico es obtener el número "favorecido" con el dado truco.

Se podría averiguar cual es la probabilidad de obtener un 6

### Simulador:

[http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/matematicas/paginacolmate/applets/evp/Applets\\_Geogebra/dado.html](http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/matematicas/paginacolmate/applets/evp/Applets_Geogebra/dado.html)



### Observaciones:

- Si el dado está **muy** truco, es posible que la frecuencia relativa se acerque rápidamente a la probabilidad teórica incluso con un número pequeño de lanzamientos.
- Si el dado está **poco** truco, se necesitarán más lanzamientos para observar una aproximación cercana a la probabilidad teórica.
- Es importante recordar que, aunque la Ley de los Grandes Números nos dice que la frecuencia relativa se acerca a la probabilidad teórica a medida que aumenta el número de lanzamientos, **no garantiza** que se alcance exactamente la probabilidad teórica en un número específico de lanzamientos.
- Puede hacerse una comparativa entre un dado truco y un dado normal.

---

## 2. La media trucada:

---

La probabilidad de que un individuo gane la lotería es bastante baja; sin embargo, la probabilidad de que *alguien* gane la lotería es bastante alta, suponiendo que suficientes personas comprasen boletos de lotería. Es también una consecuencia de la ley de los grandes números.

- **Objetivo:** Aprender sobre la media y cómo se puede manipular.
- **Materiales:** Dados trucados, papel y lápiz.
- **Desarrollo:**
  - Dividir la clase en grupos de 3-4 estudiantes.
  - Cada grupo recibe un dado trucado y una hoja de papel.
  - Los estudiantes lanzan el dado 10 veces y anotan los resultados.
  - Luego, calculan la media de los resultados.
  - El grupo que obtiene la media más alta gana.
  - **Variación:** Se puede repetir el juego con dados normales y comparar los resultados.

[https://es.wikipedia.org/wiki/Ley\\_de\\_los\\_grandes\\_n%C3%BAmeros](https://es.wikipedia.org/wiki/Ley_de_los_grandes_n%C3%BAmeros)

SIMULACION:

<http://prepa8.unam.mx/academia/colegios/matematicas/paginacolmate/applets/applets.html>

### Explicación:

En la [teoría de la probabilidad](#), bajo el término genérico de **ley de los grandes números** se engloban varios [teoremas](#) que describen el comportamiento del [promedio](#) de una [sucesión](#) de [variables aleatorias](#) conforme aumenta su número de ensayos.

Estos teoremas prescriben condiciones suficientes para garantizar que dicho promedio [converja](#) (en los sentidos explicados abajo) al promedio de las [esperanzas](#) de las variables aleatorias involucradas. Las distintas formulaciones de la ley de los grandes números (y sus condiciones asociadas) especifican la convergencia de formas distintas.

Las leyes de los grandes números explican por qué el promedio de una muestra al azar de una [población](#) de gran tamaño tenderá a estar cerca de la media de la población completa.

Cuando las variables aleatorias tienen una [varianza](#) finita, el [teorema central del límite](#) extiende nuestro entendimiento de la convergencia de su promedio describiendo la distribución de diferencias estandarizadas entre la suma de variables aleatorias y el valor esperado de esta suma: sin importar la distribución subyacente de las variables aleatorias, esta diferencia estandarizada converge a una [variable aleatoria normal](#) estándar.

La frase "ley de los grandes números" es también usada ocasionalmente para referirse al principio de que la probabilidad de que cualquier evento posible (incluso uno improbable) ocurra *al menos una vez* en una serie aumenta con el número de eventos en la serie. Por ejemplo, la probabilidad de que un individuo gane la lotería es bastante baja; sin embargo, la probabilidad de que *alguien* gane la lotería es bastante alta, suponiendo que suficientes personas comprasen boletos de lotería.

## Simulador:

VARIANTE: SUMA DE DOS DADOS, ver simulación en:  
<https://mathigon.org/step/probability/dice-simulation>

predicted probabilities:



Notice how, as we roll more and more dice, the observed frequencies become closer and closer to the frequencies we predicted using probability theory. This principle applies to all probability experiments and is called the **law of large numbers**.

Similarly, as we increase the number of dice rolled at once, you can also see that the probabilities change from a straight line (one die) to a triangle (two dice) and then to a "bell-shaped" curve. This

	1	2	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6	7
2	3	4	5	6	7	8
3	4	5	6	7	8	9
4	5	6	7	8	9	10
5	6	7	8	9	10	11
6	7	8	9	10	11	12

Todas las combinaciones son 36 posibles:

---

### 3. El brote:

---

- **Objetivo:** Aprender sobre la propagación de enfermedades y los modelos epidemiológicos.
- **Materiales:**
  - Un recipiente grande (como un tazón o una caja)
  - Bolas de dos colores diferentes (por ejemplo, rojas para representar a las personas enfermas y azules para representar a las personas sanas)
  - Una cuchara o similar para mezclar las bolas
- **Pasos:**
  - Preparar el recipiente: Coloca una cantidad inicial de bolas rojas (enfermas) en el recipiente. Puedes elegir la cantidad inicial en función del tamaño del recipiente y del número de jugadores.
  - Establecer las reglas: Decide cuántas bolas se extraerán y mezclarán en cada ronda. También puedes establecer reglas para la transmisión de la enfermedad, como, por ejemplo:
    - Si una bola azul se mezcla con al menos una bola roja, se vuelve roja (enferma) en la siguiente ronda.
    - Si una bola roja se mezcla con dos o más bolas azules, se vuelve azul (sana) en la siguiente ronda.
    - Puedes ajustar estas reglas para simular diferentes escenarios de transmisión de la enfermedad.
    - Comenzar la simulación: Mezcla las bolas en el recipiente y luego extrae la cantidad establecida de bolas. Observa el color de las bolas extraídas y registra el número de bolas rojas y azules.
  - Repetir las rondas: Repite el paso 3 varias veces, registrando el número de bolas rojas y azules en cada ronda. A medida que avanza la simulación, deberías observar cómo la enfermedad se propaga entre las bolas.
- **Análisis de los resultados:**
  - Una vez que hayas completado la simulación, puedes analizar los resultados para comprender mejor cómo se propaga la enfermedad.

#### Algunas preguntas que puedes hacerte incluyen:

- ¿Qué efecto tiene el número inicial de bolas rojas en la propagación de la enfermedad?
- ¿Cómo afectan las diferentes reglas de transmisión de la enfermedad a los resultados?
- ¿Qué se puede aprender de esta simulación sobre la importancia de las medidas de control de enfermedades, como la vacunación y el distanciamiento social?
- **Consideraciones adicionales:**
  - Puedes utilizar diferentes colores de bolas para representar diferentes estados de la enfermedad, como por ejemplo:
    - Rojo: enfermo
    - Azul: sano
    - Amarillo: portador asintomático
    - Verde: recuperado
  - Puedes agregar variables adicionales a la simulación, como por ejemplo:
    - Tasas de vacunación
    - Tasas de contacto

- Eficacia de las medidas de control de enfermedades
- Puedes utilizar una hoja de cálculo o un software de simulación para automatizar el proceso y obtener resultados más precisos.
- Esta simulación es una herramienta educativa que puede ayudar a comprender los principios básicos de la epidemiología y la propagación de enfermedades.
- **Desarrollo 2:**
  - Dividir la clase en dos grupos: infectados y no infectados (por ejemplo utilizando unas bolas de bingo)
  - Cada grupo recibe un color de bola diferente.
  - Los estudiantes infectados se colocan en el centro del aula.
  - Los estudiantes no infectados se colocan alrededor de los infectados.
  - Se simula la propagación de la enfermedad durante un número determinado de rondas.
  - Al final de la simulación, se cuentan los estudiantes infectados y no infectados.
  - El grupo con menos estudiantes infectados gana.
  - **Variación:** Se puede utilizar un software de simulación para realizar la simulación de forma más precisa.

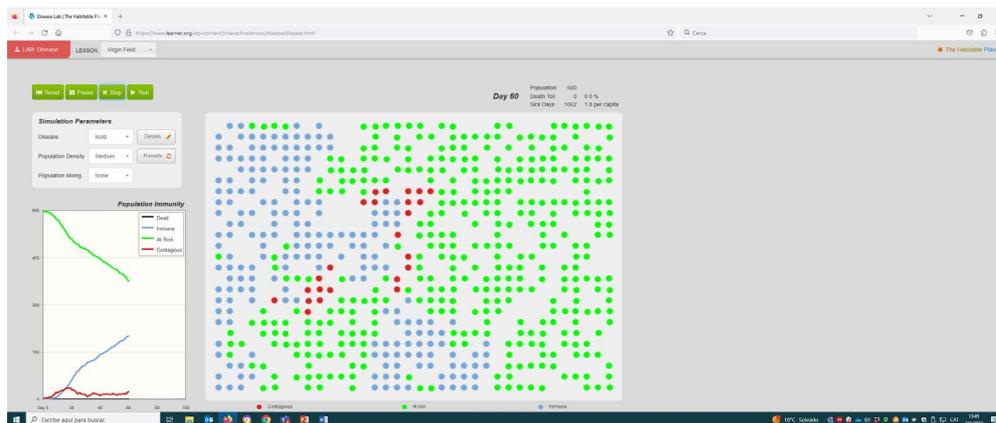
### VISUALIZACION:

<https://camo.githubusercontent.com/6ba435849082e122ffc82867e539cca0e3c5a368c49678dfeda42470bce57a31/68747470733a2f2f6d656469612e67697068792e636f6d2f6d656469612f6a326a726862544c5166646433776a4a47472f67697068792e676966>

### SIMULADOR:

[https://www.teachengineering.org/activities/view/jhu\\_cnetworks\\_lesson02\\_activity1](https://www.teachengineering.org/activities/view/jhu_cnetworks_lesson02_activity1)

<https://www.learner.org/wp-content/interactive/envsci/disease/disease.html>



Simulador de epidemia

---

## 4. El ADN en tus manos:

---

- **Objetivo:** Aprender sobre la estructura del ADN y la biología molecular.
- **Materiales:** Cuentas de colores, papel y lápiz.
- **Desarrollo:**
  - Dividir la clase en grupos de 3-4 estudiantes.
  - Cada grupo recibe una hoja de papel y diferentes colores de cuentas para representar las bases nitrogenadas del ADN (adenina, guanina, citosina y timina).
  - Los estudiantes construyen una secuencia de ADN siguiendo las reglas de la complementariedad de bases.
  - Luego, analizan la secuencia de ADN para determinar sus características (por ejemplo, sentido de la lectura, aminoácidos codificados).
  - El grupo que construye la secuencia de ADN más larga y precisa gana.
  - **Variación:** Se puede utilizar un modelo de ADN en 3D para realizar la actividad.
  - **Averiguar si estas secuencias son al azar o corresponden con un organismo existente.** Compararlo con unos collares que tienen un determinado patrón de colores:
    - A = GROC
    - G = ROIG
    - T = BLAU
    - C = VERD o de manera más simple:
      - A = G
      - G = R
      - T = B
      - C = V

Veamos unos ejemplos de secuencias de DNA humano y bacteriano

```
>chromosome:GRCh38:17:43043695:43170845:-  
AATCTATCCAAGTGGATTTCCTGAGAAATTGTGCCCGCTT
```

CON CODIGO DE COLORES:

```
GGBVBGBVVGVBRRGBBBVVRBRGRGGBBRBRVVVRVBBB
```

```
1) HUMANO  
>chromosome:GRCh38:17:43043695:43170845:-1  
AGATAGGAGAACATAACAACACTCCAATCCATTACTGTTGACATGTATAAGCC  
CGCGGAG  
GTCTCCAATCTATCCAAGTGGATTTCCTGAGAAATTGTGCCCGCTTGGTATTGG  
ATGTTC  
CTCTCCATAAGACTACAGTTTCCAAGGAACAGTGTGGCCAAGGCCTTTCGTT  
CCGCAATG  
CATGTTGGAAATAGTAGTTCTTTCCCTCCACCTCCCAACAATCCTTTTATTACC  
TAAAC  
TGGAGACCTCATTAGGGCGGAAAGAGTGGGGTAATGGGACCTCTTCTTAA  
GACTGCTTT
```

GGACACTATCTTACGCTGATATTCAGGCCTCAGGTGGCGATTCTGACCTTGGT  
ACAGCAA  
TTACTGTGACGTAATAAGCCGCAACTGGAAGCGTAGAGGGCGAGAGGGCGG  
GCGCTTTACG  
GCGAACTCAGGTAGAATTCTTCCTTTTCCGTCTCTTTCTTTTTATGTCACCAGG  
GGAGGA  
CTGGGTGGCCAACCCAGAGCCCCGAGAGATGCTAGGCTCTTTCTGTCCCGCC  
CTTCCTCT  
GACTGTGTCTTGATTTCTATTCTGAGAGGCTATTGCTCAGCGGTTTCCGTGG  
CAACAGT  
AAAGCGTGGGAATTACAGATAAATTAATAACTGTGGAACCCCTTTCTCGGCT  
GCCGCCAA  
GGTGTTCGGTCCTTCCGAGGAAGCTAAGGCCGCGTTGGGGTGAGACCCTCA  
CTTCATCCG  
GTGAGTAGCACCGCGTCCGGCAGCCCCAGCCCCACACTCGCCCCGCGCTATG  
GCCTCCGTC  
TCCCAGCTTGCTGCATCTACTCTGCCCTCATTCTGCAGGACTATGAGGTGAC  
CTTTACG  
GAGGATAAGATCAATGCCCTTATTAAGCAGCCAGTGAAATATTGAAACTTT  
TTGGCCT  
GGCTTGTGTTGCAAAGGTCTGGCCAACGTCAACATTGGGAGCCACATCTGCA  
GTGTAGAG  
GGGGGGAAAAAACGTGACTGCGCGTCGTGAGCTCGCTGAGACGTTCTGG  
ACGGGGGACA  
GGCCGTGGGGTTTCTCAGATAACTGGGCCCTGGGCTCAGGAGGCCTGCAC  
CCTCTGCTC  
TGGGTTAAGGTAGAAGAGCCCCGGGAAAGGGACAGGGGCCAAGGGATG  
CTCCGGGGGAC  
GGGCGGGGGAAAGTGAATTTCCGAAGCTAGGCAGATGGGTATTCTTATGCG  
AGGGGCGGG  
GGCGGAACCTGAGAGGCATAAGGC

### **BACTERIA**

>Chromosome dna:chromosome  
chromosome:ASM788v1:Chromosome:1:4595065:1 REF  
TCGCGCGATCTTTGAGCTAATTAGAGTAAATTAATCCAATCTTTGACCCAAATC  
TCTGCT  
GGATCCTCTGGTATTTTCATGTTGGATGACGTCAATTTCTAATATTTACCCAAC  
CGTTGA  
GCACCTTGTGCGATCAATTGTTGATCCAGTTTTATGATTGCACCGCAGAAAGT  
GTCATAT  
TCTGAGCTGCCTAAACCAACCGCCCCAAAGCGTACTTGGGATAAATCAGGCT  
TTTGTGTTG  
TCGATCTGTTCTAATAATGGCTGCAAGTTATCAGGTAGATCCCCGGCACCATG  
AGTGGAT  
GTCACGATT**AACCACAGGCCATTCAGCGTAAGTTCGT**CCAACCTGGGCCAT  
GAAGTATT  
TCTGTAGAAAACCCAGCTTCTTCTAATTTATCCGCTAAATGTTTCAGCAACATAT  
TCAGCA  
CTACCAAGCGTACTGCCACTTATCAACGTTATGTCAGCCATTCAAGAACCCAA

CTGAAGT  
AAAGAGCTGGCATTGTACTCTGTGAATCAGCTGGGATCTAGCTGTGGATAAT  
GTGGGTAT  
AGTTATTTTAGGGTTAAGGAACGATCGTACGCATGATAGGGTTTTGCAGTGAT  
ATTAGTG  
TCTCGGTTGACTGGATCTCATCAATAGTCTGGATTTTGTGATAAGTACCTGCT  
GCAATG  
CATCAATGGATTTACACATCACTTTAATAAATATGCTGTAGTGGCCAGTGGTGT  
AATAGG  
CCTCAACCACTTCTTCTAAGCTTTCCAATTTTTTCAAGGCGGAAGGGTAATCT  
TTGGCAC  
TTTTCAAGATTATGCCAATAAAGCAGCAAACGTCGTAACCCAGTTGTTTTGGG  
TTAACGT  
GTACACAAGCTGCGGTAATGATCCCTGCTTGCCGCATTTTTCTACTCTTACAT  
GAATAG  
TTCCGGGGCTAACAGCGAGGTTTTTGGCTAATTCAGCATAGGGTGTGCGTGC  
ATTTTCCA  
TTAATGCTTTCAGGATGCTGCGATCGAGATTATCGATCTGATAAATTTCACTCA  
TATTTC  
CCCCGTTTTTTTATCGATATCTCAATTATAGTGCCATATAAATTCATTATTA AAC  
CATA  
ATGGCTATATTTG

>Chromosome dna:chromosome  
**AACCACAGGCCATT CAGCGTAAGTTCGT**  
**CON CODIGO DE COLORES:**  
**GGVVGVRVVGBBVGRVRBGRBBVBRB**

Se puede disponer Tambien de DNA inventado a partir del Código de colores creado para comparar y observar las diferencias entre un DNA real y uno simulado o inventado.

- UNA VEZ SE TIENE LA SECUENCIA PARA CONFIRMAR SI EL ADN PERTENECE A UN HUMANO O A UNA BACTERIA: PRIMERO BLAST:

[https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE\\_TYPE=BlastSearch&LINK\\_LOC=blasthome](https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi?PROGRAM=blastn&PAGE_TYPE=BlastSearch&LINK_LOC=blasthome)

- Y DESPUES UTILIZAR ALIGNEMENT PARA AVERIGUAR CUAL ES CUAL:

[https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/psa/emboss\\_water](https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/psa/emboss_water)

---

## 5. ¡Misión Microbioma!: Biodiversidad y el microbioma humano.

---

La cuantificación del microbioma mediante bioinformática y secuenciación implica dos pasos principales:

1. **Secuenciación:** Se obtiene ADN de las muestras de la microbiota y se secuencian los genes de los microorganismos presentes.
2. **Análisis bioinformático:** Se utilizan herramientas informáticas para analizar las secuencias de ADN e identificar y cuantificar los diferentes tipos de microorganismos presentes en la muestra.

Esto permite obtener información detallada sobre la composición y diversidad del microbioma, lo que es fundamental para comprender su papel en la salud y la enfermedad. Pero, ¿qué nos dice el microbioma?

### Objetivo:

Convertirse en un experto en microbioma contando y clasificando las diversas "bacterias" coloridas que habitan en nuestro intestino. ¡Tu salud depende de ello!

### Materiales:

- Ordenador portátil con software de cálculo y edición de imágenes (opcional).
- Fichas o imágenes de colores que representen las diferentes bacterias del microbioma (puedes crearlas tú mismo o descargarlas de internet).
- Bolsas pequeñas o recipientes para clasificar las bacterias.

### Desarrollo del juego:

1. **Preparación:**
  - **Crea las "bacterias":** Busca o crea imágenes o fichas de colores que representen las diferentes bacterias del microbioma. Puedes usar colores específicos para cada tipo de bacteria o crear tu propia clasificación.
  - **Clasifica las bacterias:** Divide las "bacterias" en bolsas o recipientes según su tipo. Puedes usar más de un recipiente para cada tipo si hay muchas.
  - **Configura el software:** Abre tu programa de cálculo o edición de imágenes. Crea una tabla para registrar los resultados del juego, con columnas para el tipo de bacteria, la cantidad contada y el porcentaje del total.
2. **¡A contar bacterias!**
  - **Saca una bolsa:** Elige una bolsa de "bacterias" al azar.
  - **Cuenta y clasifica:** Vierte las "bacterias" de la bolsa sobre una superficie plana y cuenta la cantidad de cada color (tipo de bacteria).
  - **Registra los datos:** Anota en tu tabla la cantidad de cada tipo de bacteria contada y calcula el porcentaje que representa del total.

- **Analiza:** Observa si la diversidad de bacterias es alta o baja utilizando un método como el índice de diversidad de Shannon o la riqueza. Recuerda: ¡un microbioma sano es diverso!
  - **Repite:** Repite los pasos 2.1 a 2.4 con las demás bolsas de "bacterias".
- 3. ¡Gana puntos por tu salud!**
- **Completa la misión:** Cuenta y clasifica todas las "bacterias" de todas las bolsas.
  - **Calcula tu puntaje:** Suma los porcentajes de cada tipo de bacteria. ¡Un puntaje alto indica un microbioma diverso y saludable!
  - **Analiza tus resultados:** ¿Qué tan diverso es tu microbioma? ¿Qué puedes hacer para mantenerlo saludable?

Para medir la diversidad de las bolsas con "bacterias" puedes utilizar el índice de Shannon, mediante un calculador como:

- Sistema calculador de bacterias para los diferentes tipos de colores (representan especies diferentes) : [Shannon Diversity Index Calculator \(omnicalculator.com\)](https://omnicalculator.com/shannon-diversity-index)

Population	Count
Population 1	2
Population 2	4
Population 3	1
Population 4	1
Population 5	12
Population 6	

Results

Shannon diversity index = 1.16

Explicaciones: El **microbioma** es un conjunto de billones de microorganismos, principalmente bacterias, que viven en nuestro cuerpo, especialmente en el intestino. Estos microorganismos no son dañinos, sino que son **esenciales para nuestra salud**.

### ¿Cómo nos afecta el microbioma?

- **Digestión:** Ayuda a digerir los alimentos y absorber los nutrientes.
- **Sistema inmunológico:** Fortalece el sistema inmunológico y nos protege de enfermedades.
- **Peso corporal:** Influye en el peso corporal y el metabolismo.
- **Salud mental:** Puede estar relacionado con la salud mental, como la ansiedad y la depresión.

### ¿Qué factores afectan al microbioma?

- **Dieta:** Lo que comemos tiene un gran impacto en la composición del microbioma.
- **Antibióticos:** El uso excesivo de antibióticos puede dañar el microbioma.
- **Estrés:** El estrés puede afectar negativamente al microbioma.

- **Edad:** El microbioma cambia con la edad.

### ¿Cómo podemos cuidar nuestro microbioma?

- **Comer una dieta saludable:** Rica en frutas, verduras, legumbres y cereales integrales.
- **Limitar el consumo de alimentos procesados y azucarados.**
- **Tomar probióticos y prebióticos:** Estos suplementos pueden ayudar a mantener un microbioma saludable.
- **Reducir el estrés:** Practicar yoga, meditación o pasar tiempo en la naturaleza.
- **Evitar el uso excesivo de antibióticos:** Solo tomarlos cuando sean realmente necesarios.

### Cuidar nuestro microbioma es esencial para mantener una buena salud en general.

El **índice de Shannon de diversidad**, también conocido como **índice de Shannon-Weaver** o **índice de Shannon-Wiener**, es una medida matemática utilizada para cuantificar la diversidad de especies en un ecosistema. Este índice fue desarrollado por el matemático Claude Shannon en 1948 y se basa en la teoría de la información.

### ¿Cómo funciona?

El índice de Shannon se calcula teniendo en cuenta la abundancia relativa de cada especie en el ecosistema. Se expresa mediante una fórmula matemática que asigna un valor numérico a la diversidad del ecosistema. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor será la diversidad de especies presentes.

### ¿Qué nos indica?

El índice de Shannon nos proporciona información valiosa sobre la riqueza de especies y la distribución equitativa de las mismas en un ecosistema. Un ecosistema con un alto índice de Shannon indica una gran variedad de especies, con ninguna especie dominante y una distribución relativamente uniforme de individuos entre las diferentes especies.

---

## 6. *StrangeR things (Arte aleatorio): Creating Generative Art with R*

---

El arte aleatorio, también conocido como arte procesual o arte probabilístico, es una corriente artística que se caracteriza por la incorporación del azar y la indeterminación en el proceso creativo. A diferencia del arte tradicional, donde el artista tiene un control total sobre la obra final, en el arte aleatorio se introduce un elemento de sorpresa e imprevisibilidad, permitiendo que el azar intervenga y genere resultados únicos e inesperados.



- **Objetivo:** Aprender sobre la generación de arte a partir de datos aleatorios.
- **Materiales:** Ordenador portátil con software de generación de arte aleatorio.
- **Desarrollo:**
  - Dividir la clase en grupos de 3-4 estudiantes.
  - Cada grupo recibe un ordenador portátil con software de generación de arte aleatorio.
  - Los estudiantes seleccionan diferentes parámetros para la generación de arte (por ejemplo, colores, formas, patrones).
  - Luego, el software genera una obra de arte única para cada grupo.
  - Los estudiantes presentan sus obras de arte al resto de la clase y explican los parámetros que utilizaron.
  - Utilizar RStudio y la library(aRtsy)
  - **Variación:** Se pueden utilizar diferentes herramientas de generación de arte aleatorio online.
- **Uso de scripts:** Es necesario disponer del programa R y Rstudio para poder realizar este juego, y utilizar los scrips que se proporcionan en el material adicional.
  - Ver script adjunto de R que permite la generación de arte aleatorio y cambiar los valores de las semillas aleatorias:
- **Explicaciones sobre el arte aleatorio:**

### **Orígenes y evolución:**

Las raíces del arte aleatorio se remontan a principios del siglo XX, con movimientos como el dadaísmo y el surrealismo que buscaban romper con las normas establecidas y explorar

nuevas formas de expresión artística. Artistas como Marcel Duchamp, Man Ray y Max Ernst experimentaron con técnicas como el collage, el frottage y el ready-made, incorporando elementos aleatorios y objetos encontrados en sus obras.

A lo largo del siglo XX, el arte aleatorio continuó evolucionando, incorporando nuevas tecnologías y metodologías. Artistas como John Cage, Jackson Pollock y Yves Klein exploraron el uso de la aleatoriedad en la música, la pintura y la escultura, respectivamente. Con la llegada de la informática y las nuevas tecnologías digitales, el arte aleatorio ha encontrado nuevas herramientas para expresarse, permitiendo la creación de obras dinámicas e interactivas.

### **Características del arte aleatorio:**

- **Azar e indeterminación:** El azar juega un papel crucial en el proceso creativo, introduciendo un elemento de sorpresa e imprevisibilidad en la obra final.
- **Procesos y sistemas:** El artista suele establecer un conjunto de reglas o sistemas que guían la incorporación del azar, creando una estructura para la experimentación.
- **Variedad de técnicas:** El arte aleatorio abarca una amplia gama de técnicas y expresiones, desde la pintura y la escultura hasta la música, la performance y la literatura.
- **Enfoque en el proceso:** En el arte aleatorio, el énfasis se pone en el proceso creativo en sí mismo, valorando la experimentación, la exploración y el descubrimiento.
- **Resultados únicos e inesperados:** La naturaleza aleatoria del proceso creativo genera obras únicas e irrepetibles, desafiando las expectativas del espectador y abriendo nuevas posibilidades de interpretación.

---

## **7. Inteligencia artificial: identificando ballenas:**

---

### **Materiales**

- Cartulinas de seis especies no identificadas de ballenas , obtenidas a partir de videos en el mar
- Cartulinas de las ballenas identificadas, indicando sus características morfológicas. Las especies son: ballena de aleta, cachalote, zifido, ballena piloto, delfín listado, delfín de Risso.
- Material digital de fotogramas de las ballenas obtenidos a partir de los videos.
- Material digital de videos de varias de las ballenas tomados con dron sobre la superficie del mar.

### **Procedimiento**

- Prueba 1: fotos sin identificar: qué tipo de objetos ves?  
Comenta diferencias y similitudes entre ellos, clasifica las carteleras por grupos.  
Qué características consideras importantes?  
Cuánto tiempo te toma clasificarlas? Comenta la facilidad o dificultad.
- Prueba 2: Con las carteleras señalizadas, confirmamos rasgos particulares de cada la clase de ballena.
  - Observa las diferencias o similitudes entre especies.
- Prueba 3: Prepara la información para el aprendizaje automático.
  - En el ordenador, realiza el etiquetado de las clases en la plataforma make sense, Siempre recuerda los rasgos que permiten distinguir las especies. Encierra todos los objetos que veas en la imagen y asigna la clase a la que pertenecen (nombres de las seis especies corresponden a números de 0 a 5).
- Prueba 4: Práctica de deep learning (YOLO)
  - Ejecuta el YOLO: algoritmo que ha sido alimentado con la información de clases de objetos que le hemos ingresado para entrenarse.
  - Observa con qué velocidad reconoce los animales.
  - Compara la efectividad entre las identificaciones en material digital y sobre las cartulinas, lo hace correctamente ?, qué tanto falla?.

### **Explicación:**

La diagnosis son los rasgos únicos para identificar cada especie. Los cetáceos son mamíferos marinos que se agrupan en muchas especies de delfines y ballenas, sus características son distinguibles a la vista, pero difíciles de detectar por el ojo humano directamente en el mar, ya

que son animales huidizos, escapando a nuestra vista. La inteligencia artificial ayuda a detectar estos animales de forma más eficiente.

Las imágenes digitales son percibidas por el software como simples números o píxeles, con los que el ordenador asigna pesos por importancia, así asimila, realiza cálculos de derivadas y aprende a reconocer y clasificar objetos con base en rasgos destacados (equivalente a intensidad de los píxeles).

**YOLO:** Es un modelo Deep Learning, llamado así porque consiste en un aprendizaje por capas, generalmente muchas, de datos numéricos. Los cálculos a través de ellas obtienen un resultado numérico que equivale a la representación de los rasgos distintivos o predominantes de los animales. El algoritmo alimentado con la información correcta aprende a reconocer formas, de más simples (rayas, bordes, texturas) a más complejas (figuras de objetos como animales, plantas, artefactos...). Es similar a nuestro sistema visual porque aprende paso a paso desde lo más básico o sencillo hasta lo complicado, y si alimentamos el modelo con más información, podemos entrenarlo a identificaciones de objetos más complejas.

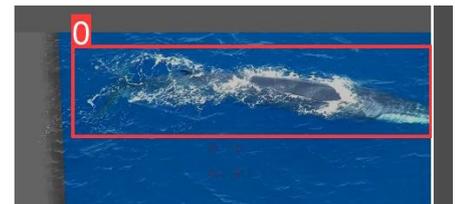
El resultado o output incluye la clase de ballena (especie) y el grado de seguridad con el que la identificó el programa. Se expresa como valor de probabilidad, de 0 a 1. Esto indica la efectividad del modelo (accuracy).

### Ejemplo:

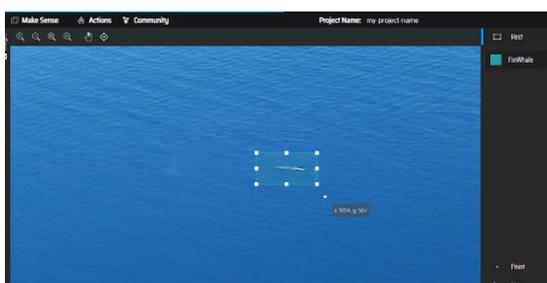
Queremos identificar esta ballena en video:



Video → YOLO → detecta el objeto en cada fracción de segundo → va asignando clase : 0 en este caso, que corresponde a la ballena de aleta. Especie correctamente identificada.



Si es una imagen o fotograma, la ingresamos a la plataforma de etiquetado:



coordenadas → YOLO → detecta el objeto → asigna clase : 0:  
→ ballena de aleta

---

## 8. QUINCUX o PIZARRA DE GALTON:

---

La pizarra de Galton, también conocida como la máquina de Galton o el dispositivo de Galton, es un dispositivo mecánico que demuestra el principio de la aleatoriedad y la ley de los grandes números.

### Descripción:

La pizarra de Galton consiste en una rejilla de clavijas inclinadas, con una fila superior de orificios. Se dejan caer bolas por uno de los orificios superiores, y estas rebotan hacia la izquierda y la derecha, cayendo finalmente en uno de los compartimentos ubicados en la parte inferior de la rejilla.

### Principio de funcionamiento:

A medida que las bolas caen por la rejilla, cambian de dirección cada vez que chocan con una clavija. La probabilidad de que una bola caiga en un compartimento determinado depende de la distancia horizontal entre el orificio superior y el compartimento.

- **Objetivo:** Entender el principio de aleatoriedad y la ley de los grandes números.
- **Materiales:** Pizarra de Galton mecánica y su simulador
- **Desarrollo:**
  - Realizar diferentes tiradas con una pizarra de Galton real y con el simulador, empezando con pocas celdas y acabando en una distribución quasi-normal.

### Ley de los grandes números:

Si se deja caer un gran número de bolas, la distribución final de las bolas en los compartimentos se aproxima a una **distribución binomial**. Esto significa que los compartimentos centrales tendrán más bolas que los compartimentos extremos.

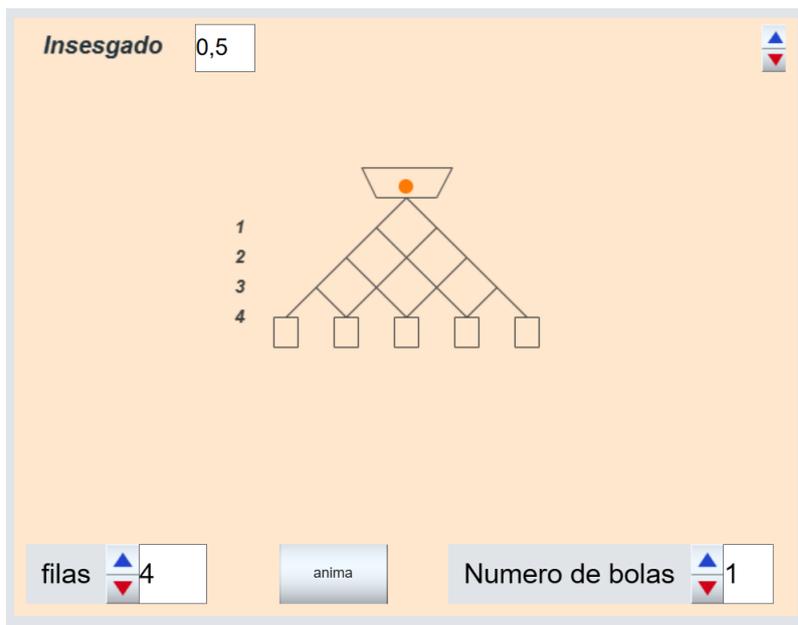
### Aplicaciones:

La pizarra de Galton se utiliza para ilustrar varios conceptos importantes en matemáticas, física y estadística. Algunos ejemplos incluyen:

- **Aleatoriedad:** La pizarra de Galton demuestra que incluso eventos aleatorios, como el rebote de una bola, pueden tener resultados predecibles a largo plazo.
- **Ley de los grandes números:** La pizarra de Galton muestra cómo la distribución de resultados aleatorios se vuelve más predecible a medida que aumenta el número de eventos.
- **Regresión a la media:** La pizarra de Galton también ilustra el concepto de regresión a la media, que establece que los valores extremos tienden a ser seguidos por valores más cercanos al promedio.

## LINK PARA SIMULAR EL JUEGO

- [https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/materiales\\_didacticos/EstadisticaPr obabilidadInferencia/VAdiscreta/3DistribucionBinomial/index.html](https://proyectodescartes.org/iCartesiLibri/materiales_didacticos/EstadisticaPr obabilidadInferencia/VAdiscreta/3DistribucionBinomial/index.html)
- <https://www.mathsisfun.com/data/quincunx.html>
- LINK JUEGO ALTERNATIVO 1:  
<https://www.maths.otago.ac.nz/~gregt/scifest/cascade.html>



Escena desarrollada por Juan Jesús Cañas Escamilla (RED Descartes)

EXPLICACIONES EN: [https://en.wikipedia.org/wiki/Galton\\_board](https://en.wikipedia.org/wiki/Galton_board) O EN <https://www.madrimasd.org/blogs/maticas/2021/01/16/148766>

En su estudio de la distribución normal, Galton inventó una máquina que se llamó la Máquina (o Tablero) de Galton. Su objetivo era demostrar el teorema del límite central, en particular que, con una muestra lo suficientemente grande, la distribución binomial (SI o NO en varias tiradas) se aproxima a la distribución normal. Como comentamos, su curiosidad era conocer por qué ciertas características humanas, como la altura, en lugar de variar aleatoriamente dentro de una población, parecían variar dentro de una cierta estructura, una distribución normal. Galton quería precisamente era proporcionar una demostración práctica de por qué ocurre este hecho (aparte, por supuesto, de la demostración matemática, basada en el Teorema Central del Límite).

### **TEOREMA CENTRAL DEL LIMITE**

Que sucede si se aumenta el número de tiradas (número de bolas): Conversión de una distribución binomial a una normal (Teorema central del límite)

### Explicación sencilla:

El **teorema central del límite** (TCL) establece que la suma de un gran número de variables aleatorias **independientes e idénticamente distribuidas** (i.i.d.) tiende a seguir una **distribución normal**, independientemente de la distribución original de las variables.

En el caso de una **distribución binomial**, donde la variable aleatoria representa el número de éxitos en una serie de **n** ensayos independientes con probabilidad de éxito **p**, el TCL nos dice que si **n** es suficientemente grande, la distribución de la suma de éxitos (**X**) se aproxima a una distribución normal con media  $\mu = np$  y desviación estándar  $\sigma = \sqrt{np(1-p)}$ .

### En otras palabras:

- A medida que aumenta el número de ensayos (**n**), la distribución de la suma de éxitos se vuelve más y más similar a una campana.
- La media de la distribución normal ( $\mu$ ) es igual al número esperado de éxitos ( $np$ ).
- La desviación estándar de la distribución normal ( $\sigma$ ) es igual a la raíz cuadrada de la varianza de la distribución binomial ( $np(1-p)$ ).

### Ejemplo:

Imaginemos que lanzamos una moneda 100 veces y queremos saber la probabilidad de obtener 60 o más caras.

- La variable aleatoria **X** representa el número de caras obtenidas.
- **X** sigue una distribución binomial con  $n = 100$ ,  $p = 0.5$  (probabilidad de cara).
- La media de la distribución binomial es  $\mu = np = 100 * 0.5 = 50$ .
- La desviación estándar de la distribución binomial es  $\sigma = \sqrt{np(1-p)} = \sqrt{100 * 0.5 * 0.5} = 5$ .

Según el TCL, si lanzamos la moneda 100 veces, la probabilidad de obtener 60 o más caras se aproxima a la probabilidad de encontrar un valor mayor o igual a 60 en una distribución normal con media 50 y desviación estándar 5.

**Utilizando una tabla de la distribución normal o una calculadora estadística, podemos calcular esta probabilidad:**

$$P(X \geq 60) \approx 0.8413$$

---

## **9. INTELIGENCIA ARTIFICIAL (¿COMO ESTOY HOY? CONTENTO O ENFADADO? Y MIS COMPAÑEROS?)**

---

### **Objetivo:**

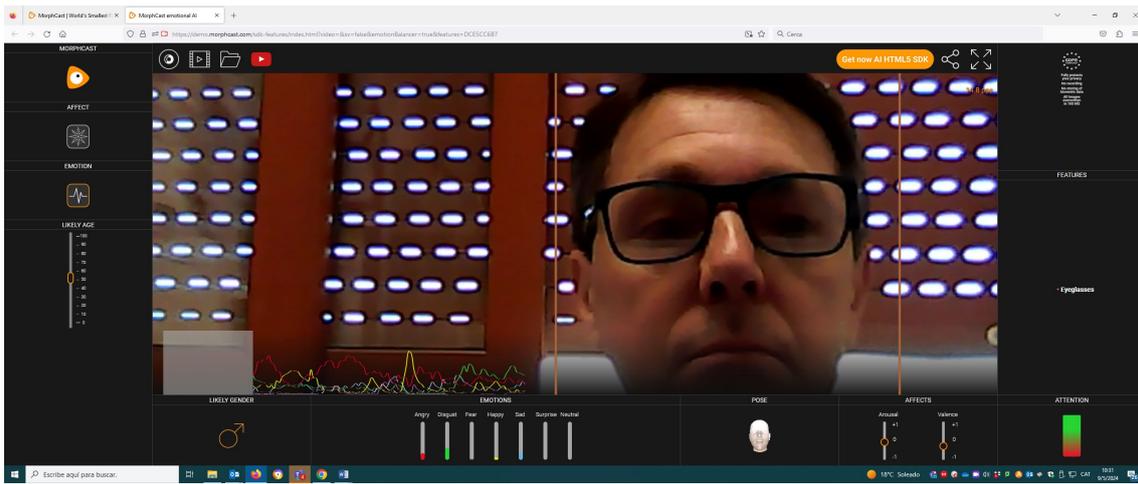
El objetivo del juego es explorar las emociones humanas y su reconocimiento por parte de la inteligencia artificial (IA) utilizando herramientas tecnológicas como Morpcast, Vision AI y Spectrum Analyzer.

### **Descripción:**

- 1. Expresión de Emociones con Morpcast:** <https://www.morphcast.com/>
  - Se muestra un video de "miedo inquietante" a los estudiantes.
  - Se utiliza la cámara para capturar las expresiones faciales de los estudiantes mientras miran el video.
  - Las expresiones faciales se analizan con Morpcast para identificar emociones como miedo, tristeza, alegría o sorpresa.
- 2. Análisis de Emociones con Vision AI:** <https://cloud.google.com/vision?hl=es>
  - Se toman fotografías de los estudiantes.
  - Las fotografías se analizan con Vision AI para identificar emociones en sus rostros.
  - Se discuten los resultados del análisis y se reflexiona sobre la capacidad de la IA para reconocer emociones humanas.
- 3. Análisis de Sonido con Spectrum Analyzer:** <https://academo.org/demos/spectrum-analyzer/>
  - Se reproducen diferentes sonidos para los estudiantes.
  - Los estudiantes analizan los sonidos y describen sus emociones o sentimientos asociados con ellos.
  - Los estudiantes graban su voz y la pasan a un ordenador para analizarla con Spectrum Analyzer.
  - Se discuten los patrones y espectros de sonido y su relación con las emociones.

### **Habilidades Desarrolladas:**

- Reconocimiento de emociones
- Análisis de expresiones faciales
- Interpretación de espectros de sonido
- Reflexión sobre la IA y las emociones
- Trabajo en equipo
- Comunicación



## Expresión de Emociones con Morphecast

---

## **10. BIOINFORMATICA – PHYLO, EL JUEGO DE LOS ALINEAMIENTOS**

---

### Phylo: Definición y Resumen

**Phylo** es un juego experimental de ciencia ciudadana desarrollado por el Centro de Bioinformática McGill. El objetivo del juego es optimizar la alineación de múltiples secuencias, lo que significa organizar y comparar secuencias de ADN o ARN de diferentes organismos para identificar similitudes y diferencias evolutivas.

Acceso: <https://phylo.cs.mcgill.ca/play.php>

Play Phylo: <https://phylo.cs.mcgill.ca/>

### **Jugabilidad:**

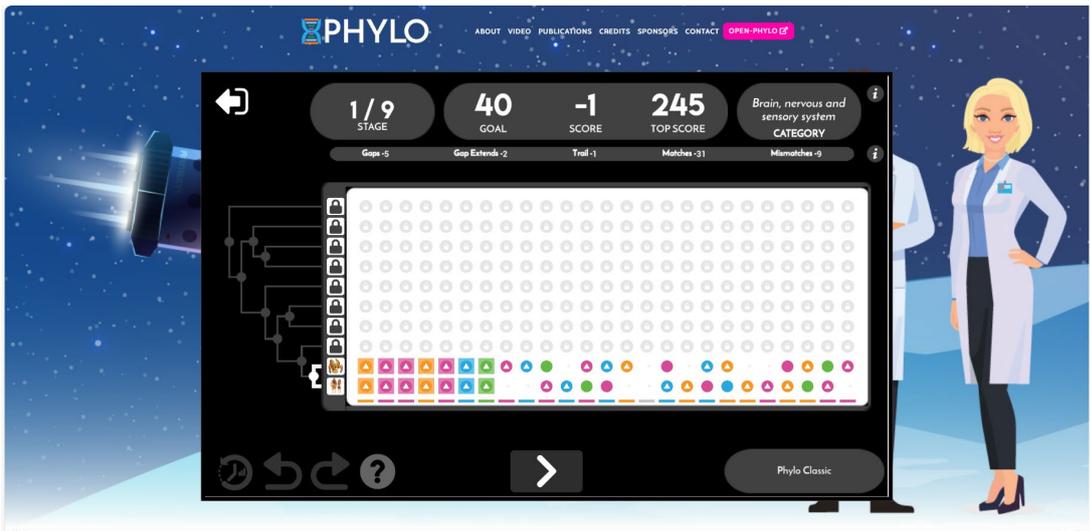
- Los jugadores resuelven rompecabezas de coincidencia de patrones que representan secuencias de nucleótidos (unidades básicas que componen el ADN y el ARN) de diferentes taxones filogenéticos (grupos de organismos relacionados evolutivamente).
- El objetivo es optimizar las alineaciones sobre un algoritmo informático, maximizando la coincidencia de colores y minimizando los espacios vacíos.
- Los jugadores reciben una puntuación por cada conjunto de secuencias, y el objetivo es obtener la puntuación más alta posible.

### **Aspectos educativos:**

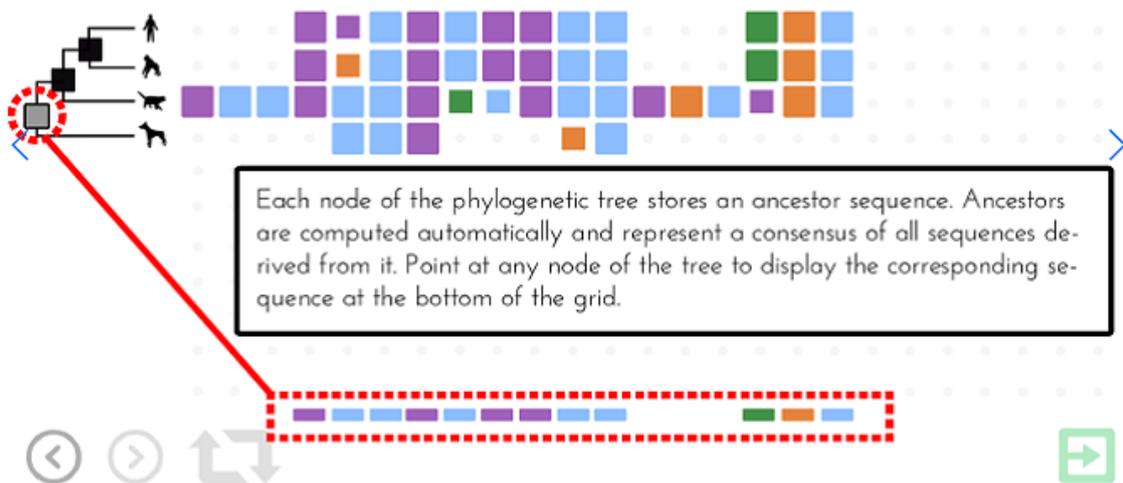
- Phylo ayuda a los jugadores a comprender los conceptos básicos de la alineación de secuencias y la filogenética.
- Permite a los jugadores experimentar con diferentes algoritmos de alineación y ver cómo afectan los resultados.
- Fomenta el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

### **Impacto:**

- Phylo ha sido utilizado por investigadores para estudiar la colaboración en línea y la ciencia ciudadana.
- El juego ha sido elogiado por su capacidad para hacer que la ciencia sea accesible y atractiva para un público amplio.



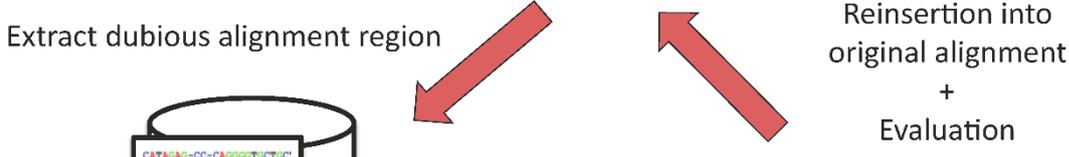
**EXPLICACIONES:** Phylo es un juego experimental de ciencia ciudadana que te permite explorar la optimización de la alineación de múltiples secuencias. En este juego, resolverás rompecabezas de emparejamiento de patrones que representan secuencias de nucleótidos de diferentes taxones filogenéticos. Tu objetivo es optimizar las alineaciones utilizando un algoritmo informático, buscando crear la puntuación más alta para cada conjunto de secuencias. Para lograrlo, deberás emparejar tantos colores como sea posible y minimizar los espacios vacíos.



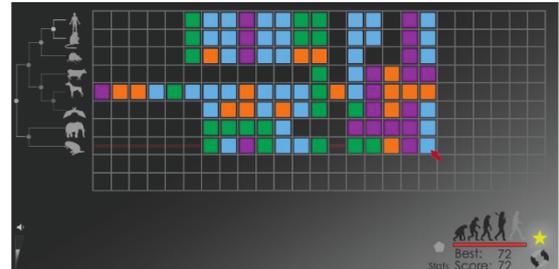
# Whole-genome multiple alignment (UCSC 44-way Multiz MSA)

```

ARMADILLO -----TGTACTAATAT-----T-CAGTA-CAGAG-CC-CAGGGTCCGCTGAAA-----ATCTTAAATGCAAGTGT-----ACAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--A-CGAA
COW      GCTCTGCTTT-----CTGGCTGAGGC-TAGAA-TGTATCA-CT-CAGATGTCAAA-----ATCCGAAAGTGTGAG-----GCATTCGACAGCC-----AGGAGTA-GAAATGTGGGTCGAGTA-----GT--GCGGAA
HORSE    GTCACAATTTAGAAATGTCAGTGGCT-----C-CAGAG-GGTAGAA-GA-CAGGATGCTAAATATATGCAAG-----ATCCGAAAGTGTGAG-----GCATTCGACAGCC-----AGGAGTA-GAAATGTGGGTCGAGTA-----GT--GCGGAA
CAT      GTACAGATTTGAGGATATGACTGGCAT-----C-DATG-GGTGGAG-GA-DAGGATACCTGAAATC-----ATTTGAGATGTCAGAGG-----GTGGCCGCAITTCAGCCGACAA-CAAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
DOG      GTACAATTTGGGGATATGACTGGCAT-----C-DATG-GGTGGAG-GA-CAGGATACCTGAAATC-----ATTTGAGATGTCAGAGG-----GTGGCCGCAITTCAGCCGACAA-CAAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
REDNEBOS GTACAGATTT-----GATTAATGAGGCTT-----CTTAATA-GACAAGAAA-AAAGATGCTGGGATG-----ATTTGAGATGTCAGAGG-----GTGGCCGCAITTCAGCCGACAA-CAAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
MOUSE    GTACAGATTTGAGGATATGACTGGCAT-----C-DAGAG-AGTAGAG-TT-DAAAGATACCTGAAATC-----ATGGCATTTGTCAG-----GTGGCCGCAITTCAGCCGACAA-CAAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
RAT      GTACAATTTGGAGATGTTCTGGCAT-----C-TAGAG-AGTAG-TT-DAAAGACTGTAATC-----ATACATGCTGGC-----GTGGAGAAATAGGCTGCTGTAACCTAATACCAATGCTGGATTA-----ATGAGG
RABBIT   ATCAAAATTTGGGAGACACTGGCAT-----C-TGGGTAAGAGCC-----CAGGACTGCTGAAATC-----ATACATGACTGACAGTAC-----GTGGCCGCAITTCAGCCGACAA-CAAAAGATTAAGTACCCGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
LEMR     ATCAAA-TTGGGGG-TGCCAGCTGCT-----C-CAGT-GGTAGG-AA-CAGGAGGCTGAAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CGACTGCGACAGCAATGAGAAATTTGGCCGCAATGCGAGG-----GT--GCGGAG
MOUSELEMR ATCAAA-TTGGGGATGCTGCTGGCAT-----C-AAAT-GGTAGG-AA-CAGGAGGCTGAAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-TTGGAGACTGAGAGAGGAAATTTGGCCGCAATGCGAGG-----GT--GCGGAG
VERVEY   GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----T-AGT-GGTAGG-AAACAGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
MACAQUE  GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----T-AGT-GGTAGG-AAACAGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
BABOON   GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----T-AGT-GGTAGG-AAACAGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
GRABBIEM GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----G-AGT-GGTAGG-AAAGCGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
GORILLA  GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----A-AGT-GGTAGG-AAAGCGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
CHIMP    GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----A-AGT-GGTAGG-AAAGCGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
HUMAN    GTACAATTTGGGGATGTTCTGGCAT-----A-AGT-GGTAGG-AAAGCGGAACTGTAATC-----ATCCGCAATGTCAGAGG-----GTGGC-CCGACACTGAGTGTGAAAGCAATTTGAAATGCGAGG-----GT--GTGAGG
    
```



- Video game:**
- Computers
  - Tablets
  - Cell phones



Database of interesting puzzles

<http://phylo.cs.mcgill.ca>

Otros juegos interesantes parecidos en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4888823/>

Genome detectives in bacterial DNA: <https://www.zooniverse.org/projects/charrod/genome-detectives> AJUDAR A IDENTIFICAR GENS BACTERIANS, VEIENT SI ESTA EL PRINCIPI I EL FINAL DEL GEN

Nòduls limfàtics, marcar on es troben aquest nòduls limfatics en una fotografia: <https://www.zooniverse.org/projects/effeli/node-code-breakers-looking-for-patterns-in-lymph-nodes>

---

## 11. Otros juegos de estadística y bioinformática diversos

---

### Distribuciones empíricas:

- **Agarrar caramelos y estimar su distribución de probabilidades:** Este juego online te permite coger caramelos de una máquina y estimar su distribución de probabilidades. ¿Tiene una forma conocida? <https://mrnussbaum.com/the-jellybean-tree-online-game>

### Probabilidad:

- **Ruleta de la suerte: mayor o menor:** Este juego te ayuda a entender el concepto de probabilidad condicionada. <https://www.coolmathgames.com/0-push-your-luck>
- **Simulación de lanzamiento de monedas con Rstudio:** Explora diferentes juegos de probabilidad con R: <https://github.com/bob-carpenter/prob-stats>

### Precisión y exactitud:

- **Juego de dardos:** Este juego te permite demostrar los conceptos de exactitud y precisión (media y variabilidad). <https://www.minigames.com/tags/dart>

### Otros recursos:

- **Más juegos de estadística:** <https://www.omnicalculator.com/>
- **Paradoja del cumpleaños:** <https://www.omnicalculator.com/statistics/birthday-paradox>
- **Monedas:** <https://www.omnicalculator.com/statistics/coin-flip-probability>
- **Matriz de confusión binaria:** <https://www.omnicalculator.com/>

### Notas adicionales:

- Estos son solo algunos ejemplos de juegos de estadística que puedes usar para enseñar diversos conceptos.
- Hay muchos otros recursos disponibles en línea y en bibliotecas.
- Es importante elegir juegos que sean apropiados para el nivel de tus estudiantes y sus intereses.
- Los juegos pueden ser una forma divertida y atractiva de aprender estadística, pero es importante asegurarse de que los estudiantes también comprendan los conceptos subyacentes.

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

---

- **Monleón-Getino, T; Casado, CR.** (2015). Probabilitat i estadística per a ciències II. Edicions Universitat Barcelona
- **Monleón-Getino, T; Casado, CR.** (2017). Probabilitat i estadística per a ciències II. Edicions Universitat Barcelona
- **Monleón-Getino, T.** (2005). Optimización de los ensayos clínicos de fármacos mediante simulación de eventos discretos, su modelización, validación, verificación y la mejora de la calidad de sus datos. Universitat de Barcelona
- **Monleón-Getino, T.** (2010). El tratamiento numérico de la realidad. Reflexiones sobre la importancia actual de la estadística en la Sociedad de la Información. Arbor, 186 (743), 489-497
- **Monleón-Getino, T.** (2010). Importancia de Darwin en el desarrollo de la estadística moderna. Revista Estadística Española, 52 (175), 371-391.
- **Monleón-Getino, T.** (2016). Reflexiones sobre la importancia de la enseñanza de las matemáticas y la estadística. Recopilación. Lulu press inc, USA.
- **Monleón-Getino, T.** (2017). “Diseño y planificación de estudios científicos: Calidad de datos (data management) y principios de diseño experimental)” (Monleón-Getino, 2017. Lulu press inc, USA.
- **Monleón-Getino, T.** (2019). “Diseño de experimentos en biociencias. Análisis estadístico y su diagnóstico con R” (Monleón-Getino. Lulu press inc, USA.
- **Monleón-Getino, T; Crespo-Palomo, C.** (2010). WIN-BUGS: un software para el análisis de modelos bayesianos usando MCMC. Lulu press.
- **Monleón-Getino, T; Vegas, E., Reverter, F.** (2017). Big Data. Hacia la cuarta revolución industrial. Edicions Universitat Barcelona

---

*Dicen que un estadístico mete los pies en un horno y la cabeza en hielo.  
Alguien le pregunta: "¿Qué estás haciendo?". El estadístico responde: "De  
media, ¡me siento genial!".*

