



PONTIFICIA  
UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CHILE

DISEÑO | UC  
Pontificia Universidad Católica de Chile  
Escuela de Diseño

FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS  
ESCUELA DE DISEÑO

# Azar & Armar

**Juego digital interactivo para el aprendizaje de  
las probabilidades**

Autor: Asunción Schwarzenberg Pinochet

Profesor guía: José Neira Délano

*Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la  
Pontificia Universidad Católica de Chile para  
optar al Título Profesional de Diseñador*

*Enero de 2021  
Santiago, Chile*

## **Agradecimientos**

*Gracias a mis amigos, hermanos y a Francisco por el apoyo y energía que me brindaron a lo largo del desarrollo de este proyecto. A las personas que de una u otra manera contribuyeron desde sus conocimientos y habilidades, especialmente Sofia quien fue fundamental para el desarrollo de este título. Finalmente, a José por su entusiasmo, motivación y apoyo.*

# Índice

- Motivación personal ..... 05
- Introducción ..... 06
- Formulación ..... 07
  
- Levantamiento de información ..... 08
  - Teoría de la probabilidad ..... 09
  - Estudio de las probabilidades ..... 11
  - Visualización de datos ..... 12
  - Relación entre arte y ciencia ..... 14
  - Aplicaciones digitales ..... 16
  
- Oportunidad de diseño ..... 19
  
- Contexto de implementación ..... 21
  - Tecnologías a nivel educacional ..... 21
  - Juegos educativos chilenos ..... 22
  - Programa educacional Chileno ..... 23
  - Pandemia ..... 24
  
- Usuario ..... 25
  
- Antecedentes y referentes ..... 26

Proceso de diseño .....	34
Etapa 1 : Concepto de la probabilidad aditiva .....	35
Etapa 2 : Prototipado .....	39
Etapa 3 : De analogo a digital .....	50
Descripcion del juego .....	58
Implementación de la propuesta .....	71
Reflexiones finales .....	74
Bibliografía .....	75
Anexos .....	82

# Motivación Personal

---

En toda mi vida escolar nunca consideré ser alguien con facilidad en matemáticas, en esta asignatura mi promedio anual nunca logró sobrepasar la nota 5. Mi mayor problema radica en que los métodos de enseñanza convencionales son abstractos y poco didácticos. Durante la enseñanza básica este problema nunca lo pude sortear ya que no existían recursos externos al colegio para lograrlo. Posteriormente, al comenzar la enseñanza media, adquirí mi primer computador portátil con acceso a internet. Fue gracias a este y a la popularización de plataformas como YouTube, que logre tener acceso a metodologías de enseñanza matemática más didácticas y visuales, donde se explicaban los conceptos con colores, formas y ejemplos entretenidos. Una de estas plataformas es la página web “khan academy” (khanacademy.org), en ese entonces contaba con cursos de matemática y ciencias, hoy en día sus cursos abarcan una gran variedad de disciplinas. Desde ese entonces y hasta ahora el acceso a la tecnología e internet se ha hecho alcanzable para una gran parte de la población, es en el caso de

los niños donde más se refleja este fenómeno. En la actualidad, casi nueve de cada diez (86%) niños chilenos de entre 10 y 13 años tiene un celular, herramienta que les permite -además de hablar por teléfono- ingresar a internet, jugar online, ver videos en muchas plataformas y conectarse con distintas personas (24horas.cl, 2020).

Mi experiencia con las matemáticas me ha motivado a crear un proyecto que ayude a niños y niñas con las mismas dificultades que enfrenté en mi educación escolar. Ya que no todos poseen la facilidad de comprender conceptos abstractos rápidamente, por lo que es necesario utilizar más de un método para enseñar este tipo de materias.

# Introducción

---

La teoría de las probabilidades se presenta en la vida cotidiana de toda persona, sin importar el valor de un evento, las probabilidades siempre tomarán un rol significativo en su desenlace. Esta teoría se encuentra en un marco matemático que nos permite analizar los eventos fortuitos de manera lógica. La probabilidad de un evento es un número que indica qué tan probable es que ese evento ocurra. Este número siempre está entre 0 y 1, donde 0 indica imposibilidad y 1 indica certeza (Basic Probability, 2018).

Materias de este tipo son muchas veces complejas de comprender, cuentan con contenido abstracto y poco didáctico lo que genera muchas veces una confusión en el individuo. Sin embargo, relacionar materias de un mayor grado de complejidad con un modelo visual determinado crea una nueva forma de aproximarse a ella y comprenderla. De este modo la visualización de estas materias aporta en el entendimiento de su estructura y fondo.

Al utilizar la visualización de los datos se pueden mostrar los datos rígidos y tediosos con elegancia mediante el uso de características de representación visual y revelar la poderosa realidad de los datos. Al analizar la función de representación visual y presentar los métodos para usar las funciones de representación visual y optimizar el programa de visualización correctamente, las personas pueden usar con mayor precisión el lenguaje visual para transmitir contenido de datos y se puede ayudar al usuario a comprender la información y el contenido de visualización de manera más eficiente y profunda (Zhu & Sun, 2012).

En los últimos años ha crecido de forma veloz y exponencial la conectividad a internet, las nuevas tecnologías y el acceso a estas, sin embargo siguen existiendo algunos aspectos de nuestras vidas (tales como la educación) que parecen estar adecuándose a estos cambios de manera lenta. En el siguiente proyecto se quiere aprovechar esta tecnología y su amplia accesibilidad al público para generar un sistema que esté al alcance de quien lo desee.

# Formulación del proyecto

---

## Que

Juego web interactivo de libre acceso que funciona por medio de operaciones simples, basadas en la regla de adición de las probabilidades. Dirigido a niños en proceso de aprendizaje, de 7 a 11 años.

## Porque

Los juegos web captan más atención por parte de los niños, ya que estos cuentan con un gran acceso y manejo sobre dispositivos tecnológicos. A su vez difunden de manera rápida y efectiva la información ofrecida en ellos.

## Para que

Para difundir conocimientos relacionados a las probabilidades los cuales son fundamentales para el desarrollo y toma de decisiones en niños y niñas.

## Objetivos específicos

1. Con el apoyo de expertos en matemáticas y su enseñanza, estudiar y comprender cabalmente el principio matemático de las probabilidades para acotar y definir las leyes esenciales que le subyacen.

*I.O.V.: con el apoyo de los expertos mencionados, confirmar el potencial de la materia sintetizada (conceptos y leyes) a partir de sistemas simples y pruebas tempranas.*

2. Traducir la materia seleccionada anteriormente en un sistema que integra reglas, operaciones y mecanismos (digitales y/o análogos) que den como resultado imágenes y/o modelos análogos a la materia en cuestión.

*I.O.V.: validar los resultados con los expertos en matemáticas y adicionalmente obtener la opinión de expertos en arte y ciencia.*

3. Con un primer prototipo funcional, analizar, reflexionar e iterar.

*I.O.V.: con el mismo equipo de colaboradores validar los resultados para depurar el sistema (principalmente, usabilidad y visualizaciones).*

4. A partir de un prototipo análogo, diseñar una plataforma web que albergue todos los conocimientos recopilados en las etapas anteriores.

*I.O.V.: por medio de testeos realizados de manera personal y junto a una programadora, registrando.*

# Levantamiento de información

---



# Teoría de la Probabilidad

El azar es un asunto que nos rodea diariamente, este es estudiado mediante el modelo matemático de la teoría de la probabilidad. Los fenómenos aleatorios o el azar *“son aquellos en los que la verificación de un cierto conjunto de condiciones determinadas, conduce a un resultado de una serie de resultados posibles”* (Petrov & Ernesto, 2008).

Se puede encontrar situaciones de aleatoriedad frecuentemente en nuestra vida cotidiana cuando nos encontramos en una posición de incertidumbre, riesgo y probabilidad. por ejemplo, en los pronósticos del tiempo, diagnósticos médicos, evaluación de un seguro, etc. Tal como lo plantea Gigerenzer, *“No sólo los profesionales responden a estos casos, sino cualquier persona ha de reaccionar a mensajes en que aparecen estos elementos, tomar decisiones en que le pueden afectar , emitir juicios sobre relación entre sucesos o incluso efectuar inferencias y predicciones”* (Gigerenzer, 2002).

Las probabilidades nos dan a lo más una noción de verosimilitud. No nos entregan certeza, a menos que cierta probabilidad sea igual a 0 o a 1, casos en los que, con certeza, podemos asegurar que algo no

ocurrirá u ocurrirá, respectivamente. Por ejemplo, si hay una posibilidad de 50% de lluvia, no podemos asegurar que lloverá. Si bien no tenemos certezas, nuestra decisión se verá afectada por este tipo de información y lo más prudente sería elegir un día diferente para nuestra actividad. Una Probabilidad de 5% de lluvia quizás no afecte nuestra planificación, puesto que indica una baja probabilidad de precipitaciones. El caso opuesto, 95% de probabilidad de lluvia, representa casi certeza y lo más conveniente será salir con paraguas (Moreno, 2019).











	Hoy 22 Nov	Mañ 23 Nov	Jue 24 Nov	Vie 25 Nov	Sáb 26 Nov
Prob. de lluvia	 90%	 100%	 30%	 20%	 70%
Nubes	 100%	 100%	 70%	 20%	 100%

Imagen rescatada de eltiempo.es

Uno de los autores que comprendió de mejor manera este concepto es Santaló (Santaló, 1999), quien considera que este tipo de matemática, que es menos precisa y referida a casos concretos, es más útil que las exactas para tratar las ciencias no exactas. Está convencido también de que es imperativo incluirla en la educación matemática de todo individuo. Después de todo se necesita también una matemática para nuestro mundo, el mundo en el que vivimos lleno de toda clase de imperfecciones.

La probabilidad juega un gran rol en la enseñanza escolar y superior, sin embargo se ha dejado de lado en su educación primaria, tal como anuncia batanero, *“Aunque esta ha estado presente en los currículos no universitarios en los últimos 20 años, encontramos una tendencia reciente a renovar su enseñanza, haciéndola más experimental, en forma que se pueda proporcionar a los alumnos una experiencia estocástica desde su infancia”* (Batanero, 2006).

### **Considera que las probabilidades:**

- 1. Ejercita el razonamiento y los cálculos matemáticos tradicionales (combinatoria).*
- 2. Muestran cómo pueden tratarse situaciones inciertas, llegando a resultados no exactos pero representativos para las necesidades prácticas.*
- 3. Ayudan a comprender el grado de equitatividad en los juegos de azar y en los seguros.*
- 4. Introduce la idea de correlación de variables.*

(Núñez et al., 2004)

## Estudio de las probabilidades

La probabilidad juega un gran rol en la enseñanza escolar y superior, sin embargo se ha dejado de lado en su educación primaria, tal como anuncia batanero, *“Aunque esta ha estado presente en los currículos no universitarios en los últimos 20 años, encontramos una tendencia reciente a renovar su enseñanza, haciéndola más experimental, en forma que se pueda proporcionar a los alumnos una experiencia estocástica desde su infancia”* (Batanero, 2006).

Tal como mencionamos anteriormente a menudo nos encontramos con situaciones imprevistas y aleatorias las cuales se sitúan en contextos reales que forman parte nuestras vidas. EL estudio de la probabilidad puede ser facilitada por el profesor en situaciones didácticas mediante la generación de actividades adecuadas en el aula, y para el cual son pertinentes el análisis de la noción de azar y probabilidades, así creando una metodología simple para el entendimiento del alumno en la materia en cuestión. En la actualidad la importancia de la probabilidad en el currículo escolar es una tendencia internacional, reconocida por contribuir en los aspectos de la toma de decisión a partir de la información, desarrollo del pensamiento crítico y como conocimiento

base de las ciencias. Investigadores en educación estadística indican que el desarrollo del pensamiento probabilístico puede ubicarse en cualquier nivel escolar, sólo variando en el tipo y nivel de complejidad de los problemas que se estudian (Alvarado, Andaur, & Estrada, 2018).

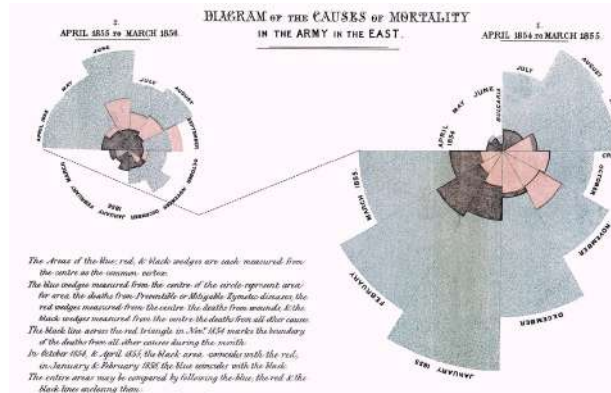
Es de gran importancia la enseñanza de la probabilidad, esta sirve para educar el razonamiento probabilístico necesario para enfrentarse al azar en la vida cotidiana y mejorar las intuiciones de los estudiantes. Al encontrarnos en una época donde las tecnologías se encuentran inmersas en las salas de clases, su aporte en la temática en cuestión genera una gran contribución, sobre este tema batanero explica que *“el estado actual de la tecnología permite las simulaciones y los experimentos, que ayudan a los estudiantes a resolver las paradojas que se presentan incluso en problemas de probabilidad aparentemente sencillos y podrían servir para explorar situaciones probabilísticas de la vida real, sin necesidad de un gran nivel de formalización”* (Batanero, 2006).

# Visualización de datos

La visualización se define como la comunicación de información mediante gráficos y representaciones. A lo largo de la historia se han utilizado las imágenes como mecanismo de comunicación, incluso se ocupaban desde antes de la formalización del lenguaje escrito. Las imágenes pueden, de forma individual, contar con una gran cantidad de información, incluso estas se pueden interpretar de manera más eficiente que el contenido escrito. Según Ward, Grinstein & Keim, Esto se debe a que la interpretación de imágenes se realiza en paralelo dentro del sistema perceptivo humano, mientras que la velocidad del análisis de texto está limitado por el proceso secuencial de lectura. Las imágenes también pueden ser independientes del idioma local, ya que un gráfico o un mapa pueden ser entendido por un grupo de personas sin lengua común (Ward, Grinstein, & Keim, 2010).

Hay muchas razones por las que la visualización es importante. Quizás la razón más obvia es que somos seres visuales que usamos la vista como uno de nuestros sentidos claves para la comprensión de la información.

Al visualizar datos no solo se logra crear una imagen visualmente atractiva, sino que facilita una mejor comprensión de la información. Un enfoque estético para la visualización de datos contiene diferentes valores de otros enfoques, como la usabilidad o la funcionalidad, especialmente en los dominios de la ciencia o la ingeniería. En la visualización de datos, un enfoque estético se refiere a una investigación del juicio que examina el valor del trabajo de visualización de acuerdo con la sensación que produce (Sack, 2011).



Visualización de datos funcional creada por Florence Nightingale (1850).

La representación visual simple juega un gran rol en la comprensión de materias. Tufte argumenta que el diseño exitoso de la visualización de datos debe ser el siguiente: *“la elegancia gráfica a menudo se encuentra en la simplicidad del diseño y la complejidad de los datos”* (Tufte, 2006). Tufte enfatiza la representación minimalista de datos, en la cual los elementos visuales que son innecesarios, inútiles y no informativos para la comunicación de información deben ser evitados (Tufte, 1997).

La visualización de datos es un arte, puede mostrar los datos rígidos y tediosos con elegancia mediante el uso de características de representación visual y revelar la poderosa realidad de los datos. Al analizar la función de representación visual y presentar los métodos para usar las funciones de representación visual y optimizar el programa de visualización correctamente, las personas pueden usar con mayor precisión el lenguaje visual para transmitir contenido de datos y se puede ayudar al usuario a comprender la información y el contenido de visualización de manera más eficiente y profunda (Zhu & Sun, 2012).

Gran parte del tiempo y la atención que ahora se dedica a la preparación y presentación de lecciones puede ser ampliado de forma más inteligente y rentable. De este modo la formación de un estudiante posee contenidos que fácilmente pueden ser traducidos a imágenes. Estas representaciones aportan en la creatividad y comprensión de materias abstractas. Según Zimmer, *“Los estudiantes aprenderán más y comprenderán mejor a través de ayudas visuales como imágenes, videos y películas”*, también expresa que la presentación multimedia mantiene al estudiante alerta y concentrado Zimmer (2003). Por otro lado, los estudiantes necesitan habilidades propias para analizar e interpretar información, como lo que Lambert & Cuper dice *“gran parte de los medios de comunicación actuales están en forma, los estudiantes necesitan habilidades de alfabetización visual para comprender información que integra imágenes, video, secuencias, diseño, forma, símbolos, color, 3D y representaciones gráficas. Ellos Necesitan saber interpretar los mensajes visuales y mirar más allá de la superficie para determinar un significado más profundo de lo que ellos ven”* (Lambert & Cuper 2008).

# Relación entre arte y ciencia

---

En la mayoría de las veces las materias se encuentran divididas en diversas categorías, tales como las humanidades, la ciencia, las matemáticas o las artes. Se dice que estas son autocontenidas e independientes entre sí, con reglas, metodologías y visiones distintas. Este pensamiento separa las disciplinas y aparta la posibilidad de converger los pensamientos de cada materia para imaginar y crear nuevas, o distintas maneras de comprenderlas. Un ejemplo bien conocido es la separación entre artes visuales y ciencias. Por un lado, el arte a menudo desafía el pensamiento convencional. Su dimensión estética permite experimentar, explorar y conocer el mundo de manera diferente (Tadajewski & Brownlie, 2009). Sin embargo, hace muchos años existe una aproximación al complemento de estas dos materias (arte y ciencia, por ejemplo antes de la Ilustración, muchas personas (por ejemplo, Leonardo Da Vinci) trabajaron como artistas y científicos (Gerber, 2006). Según Stettler algunas de las posibles contribuciones del arte a la ciencia incluyen descubrir lo inexplicable, desarrollar nuevos ángulos de percepción y crear metáforas innovadoras (Stettler, 2006).

En la ocasión de la separación entre el arte y la educación científica, una de sus consecuencias fue el descuido en nuestro propio campo del lugar que ocupa el arte en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Según describe Eisner y Powell, aparte del Proyecto Harvard de Física, no conocemos ningún trabajo que esté dirigido a desarrollar planes de estudio que incorporen el arte a la conversación sobre la conducción de la ciencia. (Eisner & Powell, 2002, p. 156). Esto da a cuenta la poca preocupación por complementar materias como el arte y la ciencia, donde el aporte de una podría ser la solución al entendimiento de la otra.

Los modos artísticos de pensamiento y las formas estéticas de experiencia desempeñan una función importante en la investigación científica. En este sentido las formas visuales y su perspectiva juegan un rol fundamental en la emisión de juicios que deben tomar los científicos, de esta manera la incorporación de visualizaciones pueden llegar a crear cursos de acción alternativas o distintas direcciones a seguir en una investigación.

Dicho de otra manera, al estudiar lo que los científicos tienen que decirnos sobre su experiencia haciendo ciencia, podríamos estar en mejores condiciones de determinar si las formas estéticas de experiencia contribuyen a una empresa que normalmente se contrasta con las artes. (Eisner & Powell, 2002, p. 156)

Existe una conexión dinámica entre las artes visuales y las ciencias naturales. Por ejemplo, la ciencia depende en gran medida de las personas con habilidades de arte visual para representar ilustraciones detalladas, que representan todo, desde átomos hasta cebras. Del mismo modo, los artistas aplican el pensamiento analítico, lineal y lógico para componer y escalar su obra de arte. Estos espacios paralelos de ciencia y arte son atraídos entre sí por las necesidades educativas del siglo XXI (Chandler 1999). Al difuminar los límites entre el arte y la ciencia, surgen estrategias específicas que permiten a los estudiantes de secundaria practicar con estas habilidades del siglo XXI mientras manipulan imágenes y materiales en el proceso de capturar contenido de ciencias (Buczynski et al., 2012).

# Aplicaciones digitales

En los últimos años se ha masificado el alcance de nuevas tecnologías junto con un mundo cada vez más globalizado. En la actualidad, producto de la pandemia de covid 19 se debió llevar el aula de clases a los hogares de los estudiantes. Esta transición ha sido posible gracias a que las conexiones a internet están al alcance de la mayoría de los hogares en nuestro país. La información se presenta en línea a través de Internet donde los estudiantes de diferentes lugares pueden acceder a la misma información al mismo tiempo. En este modo la instrucción tiene lugar al mismo tiempo, pero los alumnos pueden estar en diferentes lugares (Smaldino et al., 2008). Esto es especialmente beneficioso para la educación a distancia o el aprendizaje virtual donde el estudiante tenga la flexibilidad de acceder a la información en su propio tiempo (Mantiri, 2014).

Los estudiantes de la actualidad, desafortunadamente, son educados bajo una metodología tradicional y poco innovadora, de este modo no se aprovechan la gran variedad de recursos tecnológicos disponibles.

Probablemente sea seguro decir que los maestros, capacitadores y educadores de hoy rara vez son tan eficaces como podrían ser en el departamento de motivación, y esto a menudo causa problemas reales para lograr que nuestros estudiantes, sean altamente estimulados, y así logren aprender (Prensky, 2003, p. 21).

Hace solo unos años (y aún hoy) a los estudiantes no se les permitía traer computadoras portátiles o teléfonos móviles desde casa porque se consideraban una distracción (Lenhart, 2010).



*Segmento de infografía LA TERCERA por Heglár Fleming. Elaboración propia.*



En las salas de clases es común que al principio de cada jornada los educadores requisen los teléfonos móviles para evitar distracciones en los estudiantes, esto muchas veces se implementa como una solución a la falta de atención. Sin embargo, como explica Thomas, muchos profesores están reevaluando esta política y permiten que los estudiantes utilicen sus teléfonos móviles para trabajos relacionados con la escuela (Thomas et al., 2013). Los dispositivos móviles y las aplicaciones se ven cada vez más como herramientas de aprendizaje valiosas y el modelo “trae tu propio dispositivo”, o BYOD, se está volviendo cada vez más aceptable (Johnson et al., 2012, 2013; Parsons y Adhikar, 2016). Estos nuevos dispositivos (tales como teléfonos celulares, tablets y computadoras portátiles) si son utilizados de manera correcta, el aprendizaje se podría ver favorecido. Otro aspecto que aporta a esta hipótesis es el amplio manejo por parte de los estudiantes sobre este tipo de dispositivos, lo que en un futuro podría acelerar el proceso de aprendizaje.

Las “herramientas” como la tecnología no solo nos ayudan a lograr determinados propósitos, sino que también pueden crear nuevos propósitos y nuevos fines que anteriormente no se consideraban posibles. Estas herramientas no son sólo instrumentales, sino que forman parte de un entorno social, un espacio en el que se produce la interacción o transacción humana (Burbules y Callister, 2000).

La tecnología como herramienta educacional no solo se refiere a dispositivos tecnológicos, sino que también se relaciona con el sentido en que usamos estos dispositivos, entre ellos utilización de material auditivo, visual, audiovisual e incluso lúdico. Según Joan Ganz Cooney, “*Los juegos digitales ofrecen una oportunidad prometedora y sin explotar para apalancar el entusiasmo de los niños y ayudar a transformar el aprendizaje*”. El verdadero atractivo de los videojuegos, más allá de su capacidad de transformar e inculcar habilidades de pensamiento analítico, es que están fácilmente disponibles a bajo costo. Muchos son gratis y se han utilizado en entornos educativos durante años. Los videojuegos son un costo cantidad efectiva y conocida con un fuerte respaldo de investigación y promocionada por casi cada organización educativa como un poderoso recurso educativo (Ph.D., 2010).



*Foto por el publimetro*

# Contexto

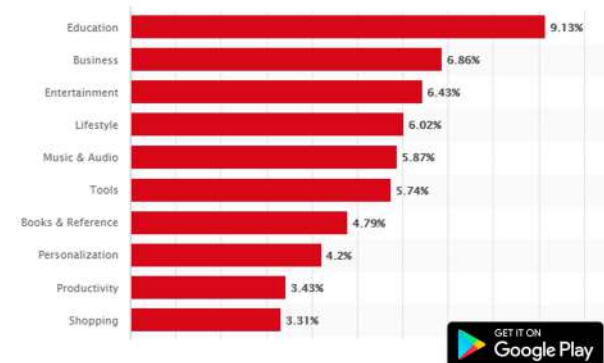
---

# Oportunidad de diseño

Con la masificación del internet y de dispositivos electrónicos, la nueva generación alpha (nacidos entre 2010-2020) y la anterior generación z, se han criado en un mundo donde la información está literalmente al alcance de sus manos, ya que está en sus celulares y computadoras. Para cualquier situación o problema en el que uno se encuentre inmerso y necesite encontrar una solución, existe un buscador que la encontrara por nosotros. De hecho el 40% de los niños entre 8 y 14 años pasa conectado más de tres horas al día, y el 70% de los niños de 9 años ya tiene un celular propio (Corvalan, 2020).

El auge de la tecnología de pantalla táctil ha transformado el uso de los medios por parte de los niños, haciéndolo más flexible e interactivo a través de aplicaciones (apps) que responden de manera contingente, en comparación con los medios tradicionales como la televisión (Christakis, 2014). En consecuencia, muchas aplicaciones están diseñadas para enseñar a los niños: más del 80% de las aplicaciones más vendidas en la categoría

Educación de la App Store de Apple están dirigidas a los niños (Shuler, 2012). Las aplicaciones matemáticas educativas entregadas en tabletas con pantalla táctil ofrecen una oportunidad para la práctica matemática individualizada, dirigida a las necesidades de los niños. Las aplicaciones que se basan en la teoría de la ciencia del aprendizaje (Hirsh-Pasek et al., 2015) e incorporan los principios del diseño y juegos universales pueden proporcionar un enfoque de aprendizaje combinado (Naismith, Lonsdale, Vavoula y Sharples, 2004).



*Gráfico creado por Statista para representar las aplicaciones más populares en el play store. La categoría con más descargas corresponde a las aplicaciones de educación.*

A partir de este proyecto se busca explicar a estudiantes de enseñanza básica por medio de una plataforma digital la asignatura matemática de probabilidades. La comprensión de las probabilidades por parte de los niños ha producido muchas conclusiones educativas valiosas, como la comprensión por parte de los niños de la aleatoriedad en el contexto de equidad y las dificultades que tienen para razonar proporcionalmente en el contexto de probabilidad. Sin embargo, algunos aspectos del razonamiento de los niños sobre las probabilidades se han relativamente descuidado, como la base cognitiva para construir el espacio del problema y la efectividad relativa de presentar y calcular proporciones como razones o fracciones (Bryant, Nunes, & Nuffield Foundation Staff, 2012).

La necesidad de educar a niños pequeños en esta temática se hace cada vez más necesaria. Ellos dependen de la aleatoriedad en los juegos formales e informales, y a menudo tienen que lidiar con la incertidumbre que estos conllevan. Es esencial comprender la probabilidad en nuestra vida diaria y como parte de nuestra comprensión intelectual del mundo que nos rodea. De este modo las plataformas

digitales pueden aportar en la difusión y alcance de un sistema como el que se propone a continuación, generando una plataforma donde cualquier niño pueda acceder al aprendizaje de la materia, de una manera visual y lúdica.

# Contexto de implementación

---

## Tecnologías a nivel educacional

En Chile desde el año 1992 se han implementado las TIC en el sistema educacional chileno, estas son un conjunto de tecnologías desarrolladas en la actualidad para una información y comunicación más eficiente (Chen, 2019). Durante estos mismos años se implementó “Enlaces”, Centro de Educación y Tecnología del Ministerio de Educación, este nace con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de la educación mediante la informática educativa y el desarrollo de una cultura digital. Trabaja con todos los colegios subvencionados de Chile, entregando estrategias de enseñanza con el uso de tecnología, capacitando profesores, ofreciendo talleres para estudiantes y disponibilizado recursos educativos digitales e infraestructura («Quiénes Somos», 2015).

Estas iniciativas por parte del gobierno aportan a la idea de contribuir con más herramientas tecnológicas, en este caso sistemas lúdicos para ayudar a educar a los estudiantes de colegios municipales y subvencionados.



*Foto rescada de inovacion mineduc*

## Juegos educativos chilenos

En Chile ya se han implementado juegos educativos para la enseñanza escolar, impulsados por iniciativas del gobierno. Algunos ejemplos se encuentran en el mundo de los videojuegos educativos. El primero corresponde al proyecto de un alumno de la universidad católica que creó el juego “MASTICA ASTROS”, posteriormente a su creación fue promocionado por la iniciativa milenio (La Iniciativa Científica Milenio financia y apoya a centros de investigación de excelencia, en las áreas de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales )(Hevia, 2019). Este es un videojuego científico que pretende acercar materias como la física y la astronomía al público escolar, de modo que los jugadores puedan abordar los contenidos a partir de la misma experiencia del juego (Mastica Astros, 2016).

### MASTICA ASTROS



Visualización de video juego Mastica Astros, creado por Antonio Villamandos

Otro ejemplo se ve en el juego histórico “La Última Frontera”, un juego educativo acerca del intercambio cultural, comercial y político entre el mundo colonial español y el mundo mapuche, a partir de la zona fronteriza delimitada por el río Bío Bío, durante el siglo XVIII, esta aporta de una forma lúdica e interactiva el aprendizaje de la historia de nuestro país (La Última Frontera, 2017).



Visualización de video juego La Última Frontera, ilustrado por Sandra Caloguera

## Programa educacional

El programa educacional chileno creado por el MINEDUC (ministerio de educación) no considera la unidad de las probabilidades en su programa de educación básica, sino que es impartida por primera vez en el primer año de enseñanza media. Durante la educación básica se presentan temáticas que permiten el posterior entendimiento de las probabilidades. Por ejemplo en tercero básico se instruye la unidad de FRACCIONES, una materia vinculada a la representación de las probabilidades. Mientras que en quinto básico se enseña la unidad de AZAR Y ESTADÍSTICAS, la que está estrechamente relacionada con las probabilidades. Según un estudio realizado por la universidad de Oxford, titulado Children's understanding of probability, que considera un espacio muestral de niños de 7 a 12 años. Arrojó como resultado que los niños y niñas menores de 11 años no logran comprender conceptos básicos de las probabilidades, sin embargo, necesitaban esta materia para poder tomar ciertas decisiones en su día a día.



*Programa de estudio de cuarto y quinto básico en la asignatura de matemáticas, elaborada por el mineduc.*

## Pandemia

El año 2020 se definió por la pandemia mundial producida por el SARS-COV-2, la que debido a su gravedad obligó a muchos gobiernos a decretar cuarentenas obligatorias en todo el mundo. Lo que trajo como consecuencia el cierre del comercio, cierre de fronteras y una paralización global de actividades. Dentro de estas se encuentra el cierre de las escuelas, en consecuencia se habilitaron plataformas web como canal de información para el aprendizaje de los estudiantes. A pesar de la tragedia que ha traído el año 2020, desde el punto de vista educacional, aportó en el aceleramiento de la implementación de nuevas tecnologías en la sala de clases. Las plataformas online de videoconferencias como “zoom” o “google meet” se hicieron parte de la vida cotidiana de los estudiantes, tanto a nivel escolar como universitario. Por lo que surgieron nuevos métodos de enseñanza que se apoyaban con actividades online y aportan en el aprendizaje de los jóvenes en tiempos tan complejos como estos. La escuela online, tuvo grandes impactos en la enseñanza de los estudiantes, muchos no contaban con los implementos necesarios ni los espacios para realizar sus deberes escolares, por lo que perdieron hasta un 88% de su aprendizaje en la mayoría de los casos (alumnos en Chile) («Impacto del COVID-19 en los resultados de aprendizaje en Chile», 2020).

Existieron grandes dificultades durante esta transición pero fue a partir de estas, que surgieron soluciones innovadoras para un futuro en la educación, donde la tecnología jugará un rol fundamental y estará siempre presente en la enseñanza de los estudiantes. Este contexto adverso crea un estímulo en la generación de aportes tecnológicos para la educación, especialmente en la de los más pequeños (educación básica), ya que ellos están aprendiendo la base de toda su futura enseñanza.



Google Meet

*Plataforma de video conferencia impartida por google.*



*Aplicación de video conferencia que gana gran popularidad en este año de pandemia.*

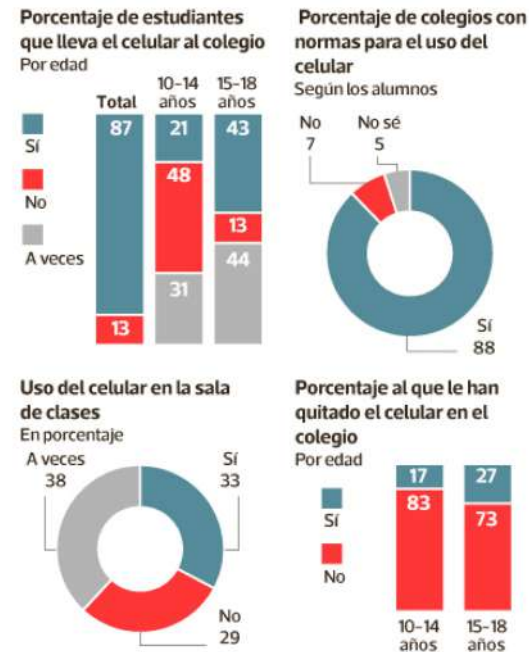


## Usuario

El segmento de la población que necesita un mejor entendimiento de conceptos básicos de probabilidades, como se mencionó anteriormente, son los niños y niñas de entre 7 a 11 años. Estos entienden la base de agrupar elementos por colores y formas pero decaen al momento de predecir qué probabilidad tiene cada uno de ser “elegido”. Por esta razón se pretende crear un sistema que cuente con la agrupación de elementos según formas y colores para poder explicar las proporciones entre ellos y el porqué un elemento tendrá más probabilidad de ser elegido que otro.

Por otro lado, esta nueva generación cuenta con un gran alcance a la tecnología, niños de este rango etario ya poseen aparatos electrónicos propios (como celulares) con los que pueden acceder al internet. Han crecido con la tecnología a su lado, sin embargo en las salas de clase esta tecnología no es incorporada, como menciona el profesor Eduardo Hamuy en una entrevista de Radio UC, “Ahora, el aprendizaje de la alfabetización digital en los jóvenes, tiene que ir involucrando —gradualmente— distintos objetivos de aprendizaje” (Hamuy, 2019).

Un niño o niña de esta edad toma decisiones todo el día, al igual que un adulto. Desde escoger opciones en el ámbito académico, hasta tomar decisiones en su hogar al participar de eventos recreativos. Este usuario tiene una capacidad increíble para entender nuevas aplicaciones digitales, debido al tiempo de consumo que le otorgan a los videojuegos y aplicaciones en sus diferentes dispositivos.



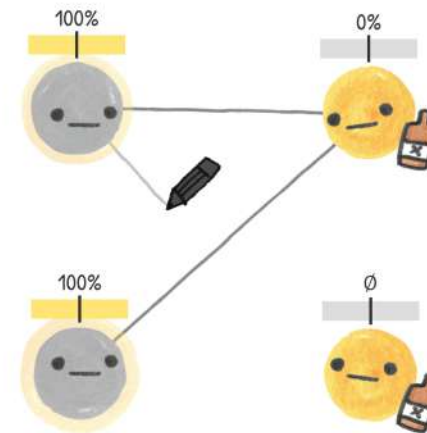
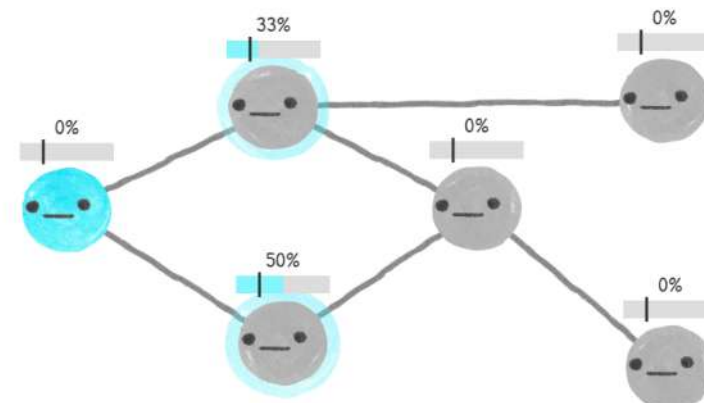
*Infografía sobre los telefonos movil en las salas de clases en chile, creado por Francisco Solorio para LaTercera.*

# **Referentes y Antecedentes**

---

## THE WISDOM AND MADNESS OF CROWDS

Es un juego interactivo que nos explica y ayuda a entender la sabiduría de las masas. En este juego uno debe dibujar redes y ejecutar simulaciones para finalmente entender el proceso por el que uno se ve manipulado por las masas. Utiliza la visualización de datos y la capacidad de interactuar con los objetos presentes en la pantalla, para explicar de mejor manera cómo las personas se ven influenciados por otros según las conexiones que existan entre ellos. El juego es de carácter open source (código abierto), por lo que cualquiera puede inspeccionar su código y si lo desea, ocuparlo en algún proyecto. Este aspecto del programa aporta y le entrega valor a la cantidad de proyectos que se pueden crear o ser beneficiados por el código de este.

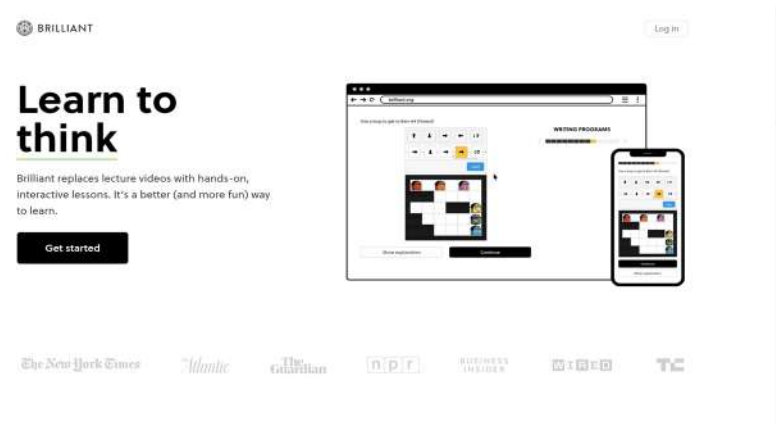


Visualizaciones de juego web creado por Nicky Case. Este juego funciona creando conexiones entre los objetos (personas) para evidenciar las influencias que se crean entre ellos.

## BRILLIANT.ORG

Es una página web enfocada en la enseñanza de matemáticas y ciencia, hasta ahora contiene más de 4 millones de miembros registrados. Esta plataforma se conforma de problemas matemáticos y científicos, además, cuenta con sus respectivas explicaciones, su diseño web es sumamente minimalista y colorido. Se consideran una plataforma sumamente vinculada al STEM (science, technology, engineering and math) y su página web está dirigida a cualquier persona que tenga la motivación por aprender sobre estas temáticas sin importar su edad ni nivel educacional.

Esta referencia es relevante en el siguiente proyecto tanto por su aspecto visual como su misión por llegar a una gran cantidad de individuos, así, impulsando el aprendizaje de materias como las matemáticas y ciencias. La diferencia entre ambas plataformas recae en los costos monetarios para utilizarlos. Ya que el proyecto propuesto en este documento será de acceso gratuito para todos, mientras que en brilliant se requiere de una suscripción pagada para ingresar a todo su material.



Mathematical Fundamentals



Scientific Thinking



Logic



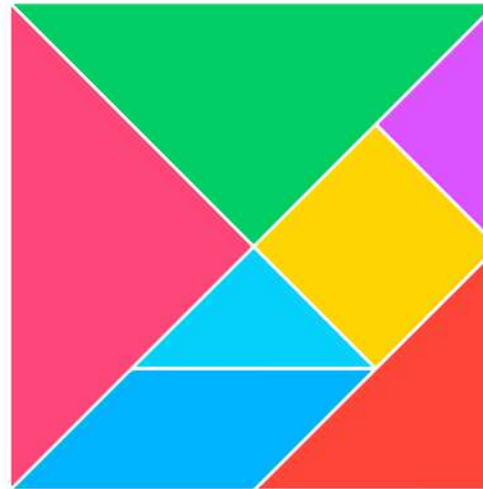
Introduction to Neural Networks

*Plataforma web educativa, imágenes de brilliant.org.*

## TANGRAMA

El tangram es un rompecabezas de origen chino del que se tienen noticias escritas desde 1800 aproximadamente. Parece ser que cuando aparecieron las primeras publicaciones sobre él, simultáneamente en EE.UU., Alemania, Francia, Italia e Inglaterra, se produjo un boom semejante al que produjo el cubo de Rubik no hace muchos años. Desde entonces su utilización en la enseñanza de las matemáticas ha contado con muchos adeptos, pero también con detractores.

Este juego contribuye sin duda alguna al desarrollo del sentido espacial y para enriquecer la imaginación y la fantasía. Igualmente tiene un alto valor educativo como ejercicio de concentración (Torres, 2016).



*Piezas del juego TANGRAMA, res-cadas de Etapa infantil*



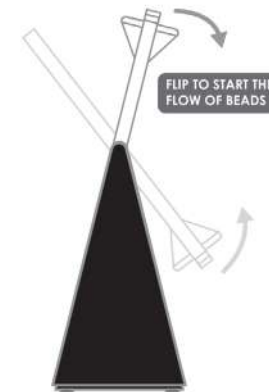
*Creaciones de formas segun las piezas de juego, elaborados por Etapa infantil*

## **GALTON BOARD**

La placa Galton es una máquina de probabilidad de escritorio de 7.5 "por 4.5" pulgada. Este pequeño dispositivo da vida al concepto estadístico de distribución normal. A medida que gira el tablero Galton sobre su eje, pone en movimiento un flujo de perlas de acero que rebotan con igual probabilidad hacia la izquierda o hacia la derecha a través de varias filas de clavijas. A medida que las cuentas se acumulan en los contenedores, se aproximan a la curva de la campana, como lo muestra la línea amarilla en el frente del tablero de Galton. Este tablero de Galton práctico le permite visualizar el orden incrustado en el caos de la aleatoriedad («Galton Board», 2019).



*Imágenes de la tabla de galton, fig 1. expone cómo funciona el juego al dar vueltas.*



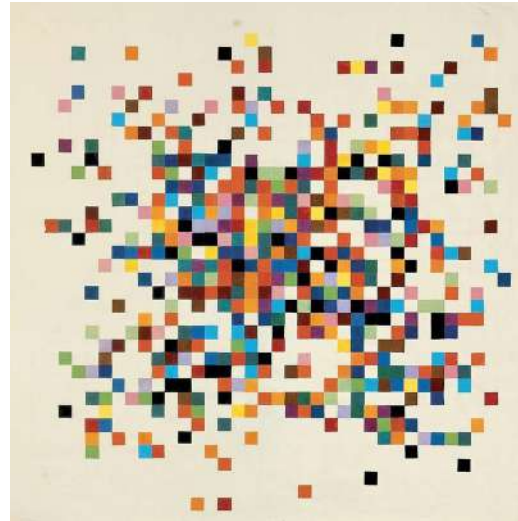
*Fig.1 por Galtonboard.com*

## **SPECTRUM COLORS ARRANGED BY CHANCE**

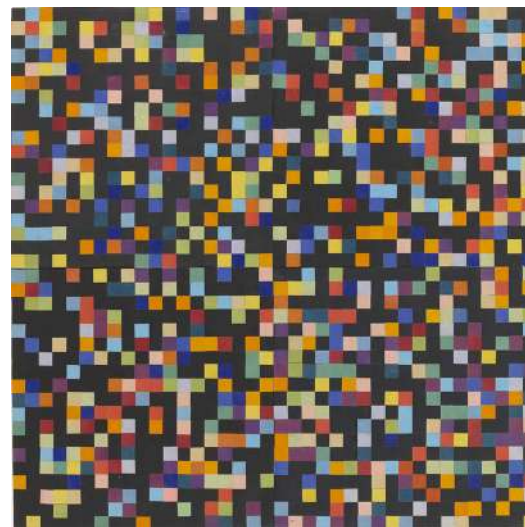
---

“Spectrum Colors Arranged by Chance” de Ellsworth Kelly es una de las primeras obras abstractas que el artista produjo después de abandonar la pintura de figuras. Una serie de ocho collages formados por cientos de cuadrados de color colocados aleatoriamente sobre un fondo blanco o negro, “Spectrum Colors Arranged by Chance” fue el producto de un sistema matemático: tiras de papel numeradas referidas cada una a una de dieciocho diferentes tonos para colocar en una cuadrícula de 40 pulgadas por 40 pulgadas. Para cada uno de los ocho collages, Kelly utilizó un proceso diferente, trabajando un color a la vez y siempre sin darse cuenta de los resultados.

Esta obra de arte se apoya en el fenómeno de la aleatoriedad, lo que aporta como referente en las primeras etapas de prototipado del siguiente proyecto (Lucarelli, 2015)



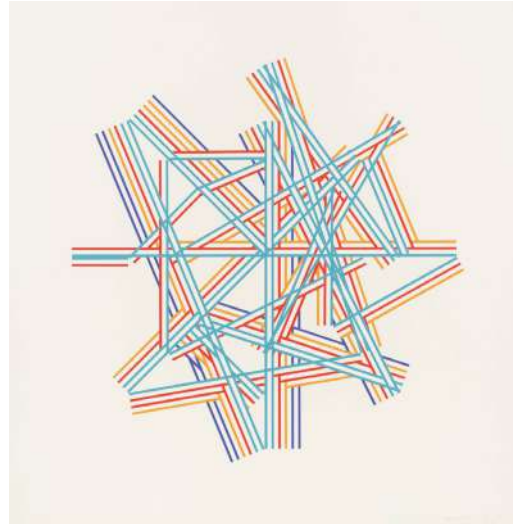
*Ellsworth Kelly*  
**Spectrum Colors Arranged by  
Chance II**  
1951



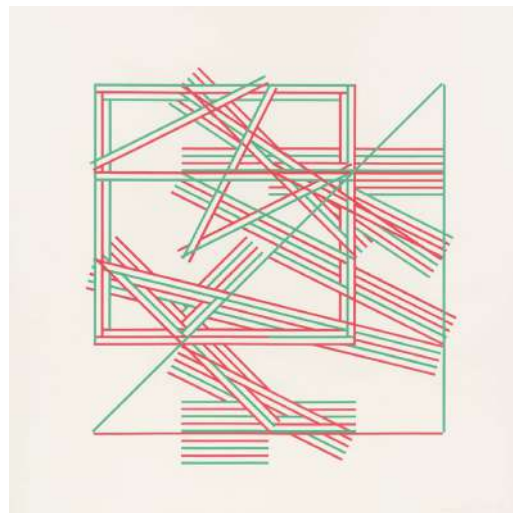
*Ellsworth Kelly*  
**Spectrum Colors Arranged by  
Chance VI**  
1951

## **“CHANCE AND ORDER” KENNETH MARTIN**

Serie de dibujos y pinturas de ‘azar y orden’ de Kenneth Martin. El azar es un componente esencial de la serie, el artista hizo estos trabajos tomando una cuadrícula cuadrada, numerada alrededor de los bordes donde las líneas interceptaban el límite. Estos números se escribieron en pequeños trozos de papel, se pusieron en un sobre y se seleccionaron al azar. Cada par de números se unió en la cuadrícula para formar una línea, permitiendo así que evolucione a un ritmo complejo (Tate, s. f.).



*Kenneth Martin*  
**Chance and Order V**  
1971-2



*Kenneth Martin*  
**Chance and Order III**  
1971-2

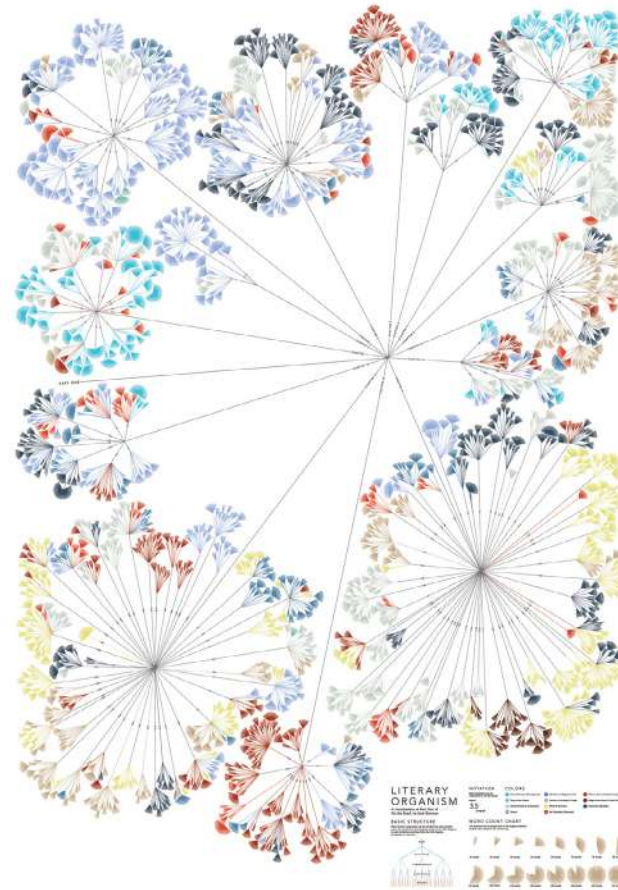


## WRITING WITHOUT WORDS

Escribir sin palabras fue un proyecto completado durante el último año de la maestría de Stefanie Provosec en sus estudios de diseño de comunicación.

La intención del proyecto es explorar métodos de representación visual del texto para resaltar las similitudes y diferencias en los estilos de escritura al comparar diferentes autores. Si bien se centró en los autores de lengua inglesa del siglo XX, el texto principal con el que se eligió trabajar fue *On the Road*, de Jack Kerouac. La longitud de la oración, los temas, las partes del discurso, el ritmo de la oración, la puntuación y la estructura subyacente del texto formaron los datos que luego se visualizaron.

Si bien la intención inicial de este proyecto era crear una visualización de datos sencilla, al final, el proyecto también se convirtió en una exploración de cómo el proceso de recopilación y visualización de datos permite conocer más de cerca un tema con el que uno tiene una conexión emocional (Posavec, 2008).



*Writing without words por Stefanie Posavec*



*Proceso de visualización de datos de Writing without words.*

# Proceso de diseño

---

# Proceso de diseño

## Etapa 1: Concepto de la probabilidad aditiva

Esta primera etapa consistió en la selección de una temática dentro de las probabilidades, esta debía ser lo suficientemente amplia como para generar un aporte en el aprendizaje del individuo. Además, esta temática no debía poseer una alta complejidad ya que posteriormente se creará un sistema para un usuario sin amplios conocimientos sobre el tema. Para la elección de la temática se respondió a una serie de preguntas con la ayuda de un profesor de la facultad de matemáticas de la universidad de Chile, además, de un estudiante egresado de la facultad de matemáticas de la universidad católica.

A partir de estas repuestas se diseñó una pauta para la selección de la temática. En esta se consideraron los siguientes aspectos:

*-Buscar un tipo de probabilidad que contenga más de un evento.*

*-Poseer una base teórica que no requiera un mayor conocimiento sobre el tema.*

*-Contar con un proceso corto pero con más de 3 pasos, para así tener un desafío presente.*

Dicha pauta fue pensada para que en una etapa posterior el sistema en cuestión funcionará sin inconvenientes, por lo que durante todo este primer proceso se tuvo en cuenta el futuro del proyecto.

### Colaboradores



**Matias Altamirano**

*Ingeniero Matematico de la universidad de Chile.*



**Ricardo Rodriguez**

*Licenciado en Matematica de la universidad catolica.*

## Reflexiones de matemáticos

Antes de realizar conversaciones con los colaboradores matemáticos de esta investigación se esperaban respuestas concretas y exactas, sin embargo se obtuvieron respuestas inesperadas e imprecisas. A partir de las conversaciones se rescataron varios temas, entre ellos la importancia de las probabilidades en nuestra vida cotidiana, la que normalmente cae en las expectativas que uno tiene que algo ocurra, esto quiere decir que donde más utilizamos nuestra perspectiva de lo que “pasara”. Algunos de los aspectos básicos, quiere decir las bases que uno necesita para entender de manera adecuada las probabilidades, son las fracciones, proporciones, espacio muestral o casos posibles (todas las opciones que tengo a la hora de elegir) y los Casos favorables versus Casos posibles.

Ricardo nos explica que “El mundo matemático/ estadístico se divide en dos escuelas de pensamiento, una es la escuela “clásica” o “frecuentista”, para ellos la probabilidad es algo objetivo. Es la frecuencia relativa a la que se va acercando un experimento al repetirlo muchas veces. Clásico ejemplo lanzar La Moneda no cargada muchas veces y que saldrá cara la mitad de las veces después de muchos lanzamientos. La otra es la escuela bayesiana, para esa escuela la probabilidad es subjetiva en el sentido de que es el

grado de creencia que yo tengo en algo. Ahora bien, ¿en qué afecta si pienso de acuerdo a una escuela u otra?

Para los frecuentistas, la probabilidad viene ligada a un experimento determinado, algo físico entonces para ellos la pregunta “¿Cual es la probabilidad que el sol salga mañana?” no tiene sentido, pues no puedes hacer un experimento”.

### *Reflexiones*

*Para crear un sistema lúdico más adelante necesito escoger la libertad que tendrá el usuario al interactuar con el mecanismo. Por ejemplo, quiero que el usuario tenga absoluta libertad o quiero que existan restricciones para el usuario, por un lado la libertad da a pie para la creatividad pero al mismo tiempo el usuario se encuentra en un dilema de cómo empezar el juego al no contar con restricciones. Mientras que las restricciones pueden llegar a cortar con la creatividad del usuario y limitar el desafío.*

## Base de la probabilidad

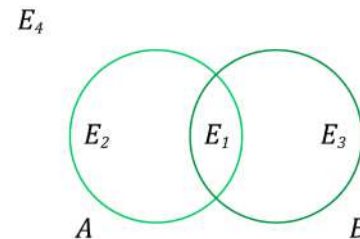
Las probabilidades se categorizan en una clase de matemáticas llamada TEORÍA DE LAS PROBABILIDADES, esta teoría contiene tipos de probabilidades, leyes y teoremas. Por el lado de las leyes, existen tres principalmente, en primer lugar está la LEY DE LOS GRANDES NÚMEROS, luego la LEY DE ADICIÓN y finalmente la LEY DE MULTIPLICACIÓN. Todas estas se consideran de algún modo reglas dentro de las probabilidades, las que uno debe seguir al momento de resolver algún problema matemático que las amerite. En el caso de los TEOREMAS, un teorema es una proposición matemática demostrable a partir de axiomas o de proposiciones ya demostradas (Oxford University Press (OUP), 2020). En las probabilidades, los principales tres teoremas son, el TEOREMA DEL PRODUCTO, el TEOREMA DE LA PROBABILIDAD TOTAL y el TEOREMA DE BAYES. Además, existen los tipos de probabilidades, entre ellos está la probabilidad Frecuencial, Matemática, Binomial, Objetiva, Subjetiva, Hipergeométrica, Lógica y Condicionada. A partir de esta gran variedad de submaterias dentro de la teoría de las probabilidades, se seleccionaron 3 fundamentales, las que contaban con la mayoría de las cualidades que se describieron como necesarias para poder crear un sistema efectivo en la etapa posterior:

Las primeras opciones para un posible sistema fueron las siguientes:

- Regla de adición de las probabilidades (ley de morgan)
- Teorema de Bayes
- Probabilidad condicional
- Azar

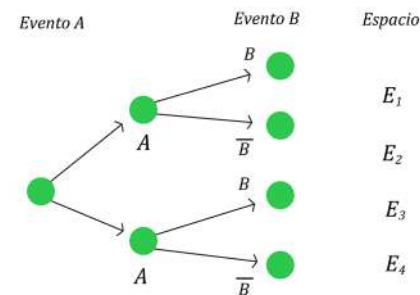
## La ley de adición

Las leyes simplifican el cálculo de probabilidades, la denominada regla aditiva, se aplica a uniones de 2 ó más eventos. La ley aditiva o regla de la suma para eventos mutuamente excluyentes o desarticulados, es decir, que no pueden suceder al mismo tiempo y que no tienen puntos en común, se aplica sumando las probabilidades de los eventos considerados. Cuando los eventos tienen puntos en común, es decir pueden suceder al mismo tiempo y tienen intercepto, se pueden descomponer en eventos mutuamente excluyentes para aplicar la ley aditiva, sumando las probabilidades de estos (RODAS, OSPINA, & OSPINA, 2009, p. 130).



**Diagrama de Venn**, que muestra la unión de dos eventos A y B.

Elaboración propia



**Diagrama de árbol**, que muestra el espacio muestral para dos eventos A y B

Elaboración propia

**Unión de dos eventos.**

Si  $A$  y  $B$  son dos eventos, entonces:

$$P(A \cup B) = P(A) + P(B) - P(AB)$$

Eventos	Probabilidad de la Unión
$A, B$	$P(A \cup B) = P(A) + P(B)$
$A, B, C$	$P(A \cup B \cup C) = P(A) + P(B) + P(C)$
$A, B, C, D$	$P(A \cup B \cup C \cup D) =$ $P(A) + P(B) + P(C) + P(D)$

Elaboración propia

**¿Por qué esta ley?**

Para poder elegir una temática en un campo tan amplio como el de la teoría de las probabilidades, se crearon parámetros que podían hacer más fácil la confección de un sistema posteriormente. De este modo se creó un listado de características básicas las que ayudaron a reducir la cantidad de opciones posibles para la creación del sistema. Luego de investigar las leyes, teoremas y tipos de probabilidades más básicas se escogió la que mejor se adapta y cuenta con más potencial para crear dicho sistema lúdico. En este caso, la que cumple con todos aquellos parámetros fue la ley aditiva. Cabe mencionar que solo se utilizarán los recursos básicos de esta ley, ya que esta puede llegar a crear complejos problemas matemáticos, los cuales no son de interés para este proyecto .

La probabilidad aditiva es un tipo de materia que puede ser fácilmente demostrada gráficamente (diagramas visuales) como se pudo apreciar en la descripción anterior. A partir del diagrama de Venn y el diagrama del árbol se puede ejemplificar como funciona este tipo de probabilidad, de esta manera, el futuro desarrollo de un sistema no resultará complejo ya que existe una representación visual para dicha probabilidad.

*Reflexiones*

*Al pensar en posibles desarrollos cuesta entregar un resultado que cuente con libertades para los usuarios y que al mismo tiempo contenga una "respuesta" concreta. Mientras más se quiere entregar libertad en la creatividad y el desenlace visual del sistema, más difícil es encontrar la forma concreta de afrontar el desafío. Debe existir una respuesta al problema, en esta caso una solución al juego, sin este elemento el sistema no cuenta con un desafío (algo elemental para crear un sistema lúdico).*

## Etapa 2: Prototipado

En esta segunda etapa, la creación de prototipos rápidos y eventualmente un sistema lúdico fueron el centro del proceso.

### Bases del sistema según la probabilidad aditiva

En primer lugar, se tuvo que pensar un sistema, al escoger la probabilidad aditiva como la temática de nuestro sistema lúdico se tuvieron que seguir los mismos pasos con los que cuenta esta materia. Para partir se necesitan datos, estos datos deben tener dos tipos de eventos distintos y además, en la “creación” de estos datos debe estar presente el azar. Luego de contar con una base de datos, estos se deben unir según sus eventos. De esta manera ya se estaría evidenciando la ley aditiva. Finalmente, se deben representar las proporciones de cada unión según sus eventos, lo que visualizará la probabilidad de que un evento ocurra o sea “escogido”.

### Datos

Para crear una base de datos se necesita un sistema de selección de datos, en este caso se escogen según sus eventos. Como se mencionó en el proceso anterior se utilizará la versión de la ley aditiva que cuenta con solo dos eventos (ya que más de dos crearía un sistema muy complejo). Estos eventos se denominan como “**evento 1 = color**” y “**evento 2 = forma**”, y además, existen 6 tipos de colores y 6 tipos de formas los cuales pueden tener un número muestral de mínimo 1 y máximo 6.

*Por ejemplo:*

**Colores:** azul, verde, amarillo, rojo, morado, naranjo.

**Formas:** Círculo, cuadrado, triángulo, corazón, pentágono, estrella.



*De manera análoga corresponde cada número a un determinado color y forma, además, del número del elemento con estas características.*

**Por ejemplo:**

**Primera tirada de dado corresponde a su colores:** azul (1), verde (2), amarillo (3), rojo (4), morado (5), naranjo (6).

**Segunda tirada de dados corresponde a su forma:** círculo (1), cuadrado (2), triángulo (3), corazón (4), pentágono (5), estrella (6).

Y la tercera tirada de dados corresponde al espacio muestral del elemento con las características de color y formas (1-6).

## Sistema

El sistema consta en un set de operaciones las que se dividen en 3 partes, en primer lugar, los datos (base del juego) que se explicó anteriormente. Luego, el “orden” de aquellos, y finalmente, la representación visual de este orden a partir de los requerimientos pedidos por el sistema.

Además, se deben generar parámetros y decisiones de cómo quiero que funcione este sistema, *¿Qué tan libre debe ser la disposición al usuario en el momento de representar visualmente, podrán crear representación propias o se aburrirá en el momento de pensar demasiado en un resultado tan libre?.* De este modo, al pensar en nuestro usuario se deberá crear una clara imagen y reglas de cómo funciona el juego, para que llegue a ser interactivo y educativo pero no al punto en que el individuo no comprenda cómo llegar al resultado, debido a lo confuso y complejo que pueden llegar a ser las etapas a seguir.

### Características con las que el sistema contará:

1. El sistema se basará en datos, estos datos contarán con 3 características, la forma, el color y el número de los elementos.
2. Habrá un número de elementos que contengan estas características, se deben prototipar distintos números de elementos para comprobar cual resulta más efectivo.

3. Existirá una grilla o tipo de forma para el orden de los elementos, la forma en que se ordenara es sumamente importante para la comprensión del problema propuesto (en este caso la probabilidad básica y aditiva).

4. Existirá más de una forma de ordenar los datos ya que al contar con varios elementos que tienen cada uno sus propias características, las proporciones según las características varían entre forma y color.

### Reflexión

*Al contar con los datos y el orden, el usuario puede jugar con su creatividad en lo que corresponde a la representación visual de los datos entregados. En esta etapa sigo con dudas en que tan libre pueden ser las reglas para el usuario en el momento de representar estos datos.*

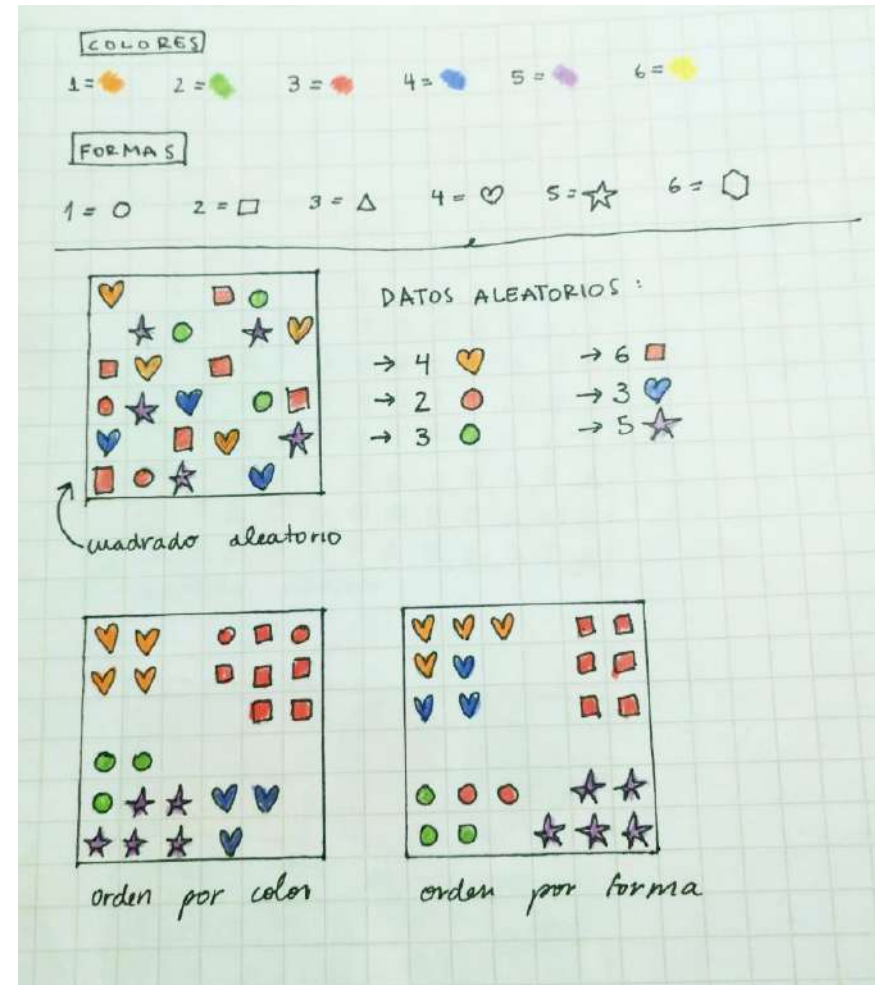
### A partir de esta reflexión y análisis surgieron las siguientes preguntas:

Para crear más resultados, se deberían hacer más preguntas al momento de ordenar los datos o que sean solo de forma general? Por ejemplo, preguntar por una representación visual de solo círculos y cuadrados, y dejar a los triángulos fuera para poder ver de manera más detenida ciertos datos y proporciones.



## Prototipo N°1

El primer prototipo constaba de una grilla cuadrada donde se elegían las características de los elementos con un dado de 6 lados, cada número del dado significaba un color y una forma. El dado se arrojaba 3 veces, primero, para determinar la forma, luego, el color y finalmente, el número de elementos. La tabla contaba con una base de 6x6 en una primera instancia, donde existían dos tablas principales. Una donde se ordenaban de manera aleatoria los elementos y en la otra, se ordenaban según su forma y color; cada elemento de manera individual. De esta forma se lograba comprobar cómo se veían las proporciones de manera visual al comparar las figuras ordenadas con las que estaban desordenadas. Más adelante, se iban ordenando los elementos según sus colores y luego, por sus formas, los elementos que compartían las mismas formas se ordenaban en una tabla mientras que en otra se ordenaban según sus colores (por ejemplo los triángulos azules con los círculos azules). De este modo se podía comprobar de manera visual las proporciones con las que contaba cada característica de dichos elementos (La base de la probabilidad aditiva).



Prototipo de elaboración propia

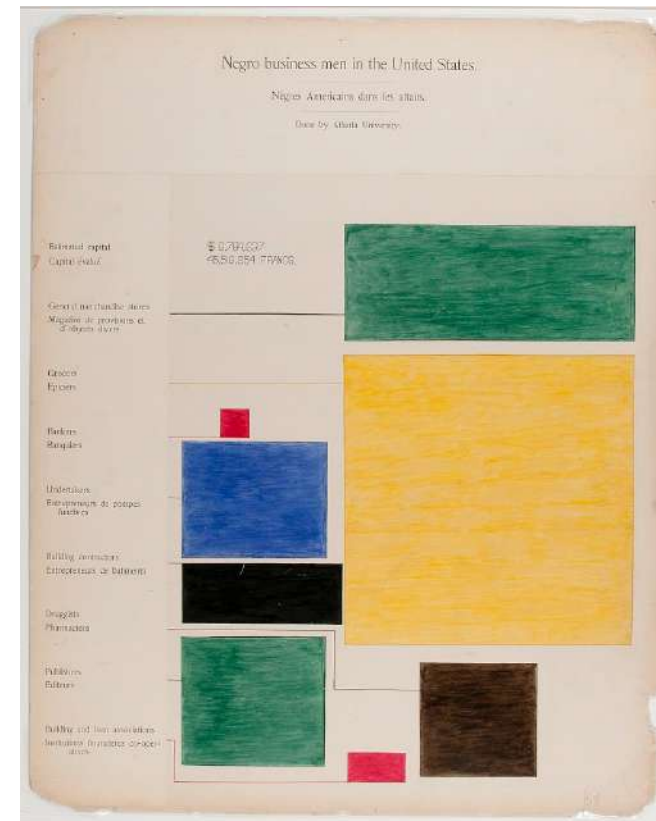
## Conclusiones

- El primer prototipo ayudó a observar qué características eran importantes en su condición visual, por ejemplo, la necesidad de que cada elemento independientemente de su forma o color tuviera un tamaño proporcional al resto, así, quedando cada elemento equitativo al otro.
- La cantidad de elementos era muy pequeña para lograr una imagen visualmente atractiva. Como su base era cuadrada se creaba una ilusión donde los elementos se veían “apretados”, muy juntos unos del otros, por lo que no se lograba diferenciar las proporciones de cada elemento.

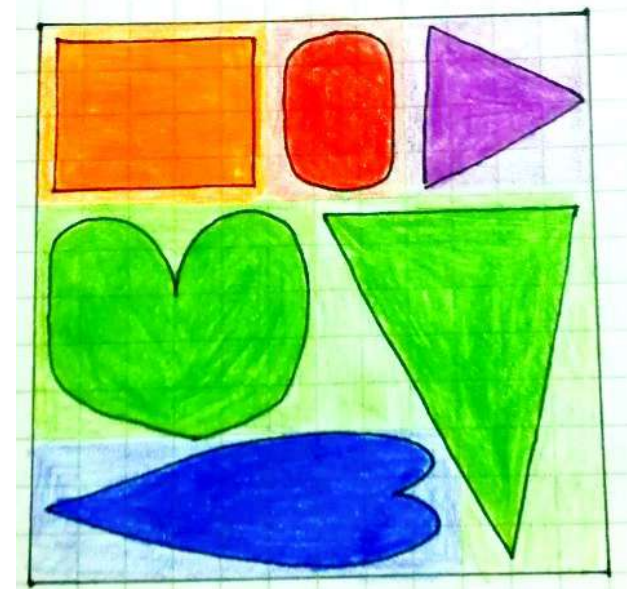
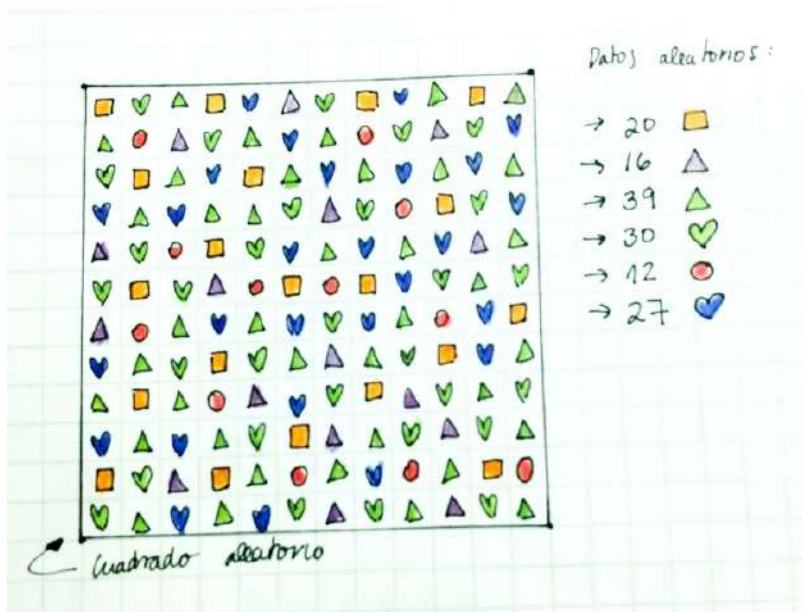
## Prototipo N°2

En la segunda etapa de prototipar se trataron de corregir los errores del primero. Para lograr este objetivo se comenzó con aumentar el número de elementos, por un lado se repitió el primer prototipo pero esta vez con más elementos en una tabla con los espacios justos. En esta ocasión se eligen las primeras cinco cantidades de números para cinco eventos, pero para el quinto restamos las anteriores, de esta forma los elementos calzaran de manera exacta en esta tabla. En otra versión, se creó una tabla base y se generaron el número de elementos de forma aleatoria, por lo que en la gran mayoría de los casos quedaban espacios en blanco.

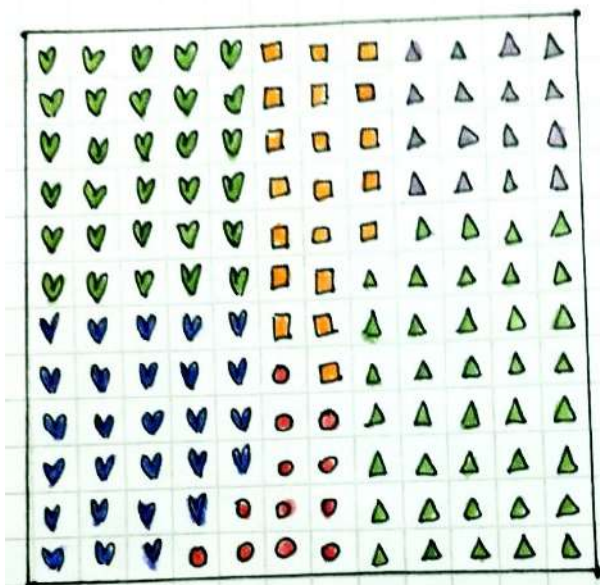
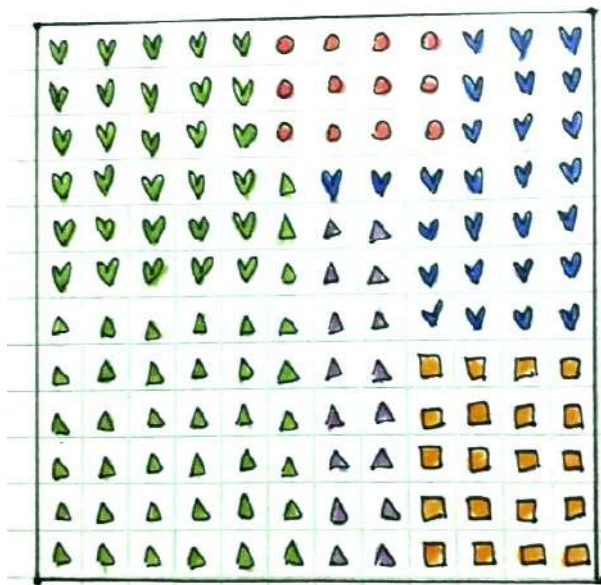
Otro factor que se editó fue la manera en que se mostraban las proporciones, en vez de que se viera cada elemento por sí solo, se mostraba el total como una gran “masa” que representa la cantidad de elementos que contenía.



*Visualizaciones de datos modernistas poco conocidas y detenidas de Du Bois de la vida negra para la Feria Mundial de 1900*



Prototipo experimentando con vistas de "masas". Elaboración propia.



Orden segun colores y luego por formas. Prototipo de elaboración propia

## Conclusiones

- Al igual que en el prototipo 1, la poca separación entre un elemento y otro no dejaban ver con claridad las formas ni las proporciones entre los elementos. Además, en la versión donde quedaban cuadrados en blanco se confunde el verdadero motivo de por que se generan esos espacios tan aleatorios.
- En el método de las masas se hace complicado generar formas que tuvieran proporciones parecidas a la figura original en una cuadrilla tan delimitada. Las figuras se deformaban según la cantidad de elementos que las conforman, además, solo se podía utilizar este método en el conjunto de formas, no en el de colores.

## Prototipo N°3

En el tercer proceso de prototipado se empezó a trabajar con diferentes métodos de visualización de datos. En este proceso se investigó sobre visualizaciones que contuviera dos tipos de características diferentes, ya que hay variadas formas de visualizar colores al utilizar solo un tipo de forma. Al indagar sobre métodos de visualización que contarán con un orden a partir de dos características (eventos) se hizo cada vez más complejo el futuro del sistema, ya que no existían muchos ejemplos.

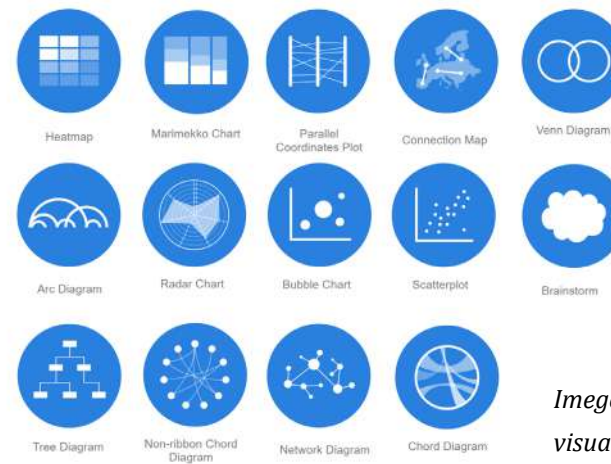
### Formas

-Al probar formas para la representación visual de las probabilidades surgieron algunos problemas, en primer lugar, los colores. Los colores deben ser equitativos entre si en términos de lo llamativo que estos pueden ser, por ejemplo, no se puede colocar un amarillo claro con un rojo intenso ya que aunque ambos tengan la misma cantidad de elementos, el color mas llamativo creara la ilusión de que tiene mas protagonismo que el otro .

-Las formas también deben estar ordenadas de una manera en que no se camuflen entre sí, deben ser de la misma proporción, pero al mismo tiempo, contar con espacios o características únicas para poder ser diferenciadas claramente entre sí. Por ejemplo, no se puede utilizar un cuadrado con un rectángulo, ya que sus similitudes generan confusión. Las primeras pruebas dejaron resultados poco llamativos y divididos en términos de visualizaciones de proporciones, se veían muy restringidos y poco explícitos. Contaban

con una grilla limitada y el poco espacio de separación no dejaba ver las diferencias entre los elementos. Por esta razón, se determinó que la grilla debía mantener las proporciones entre los elementos y al mismo tiempo, los espacios necesarios para diferenciarlos.

A partir de estas problemáticas, se optó por investigar diferentes tipos de visualizaciones de datos, al querer relacionar datos se encontraron varios diagramas que podían ayudar al agrupamiento de eventos. Nuevamente se encontró con el diagrama de Venn y el diagrama de árbol ( los mismos que se utilizan para representar la probabilidad aditiva de manera visual). A partir de estos diagramas se crearon distintos prototipos, donde finalmente, se obtuvo un resultado satisfactorio. Este se clasifica como el diagrama de red, el que consiste en conectar datos los que posteriormente se pueden diferenciar según sus “eventos”, en este caso con distancias y tamaños.



*Imagen realizada por Data visualization catalogue.*

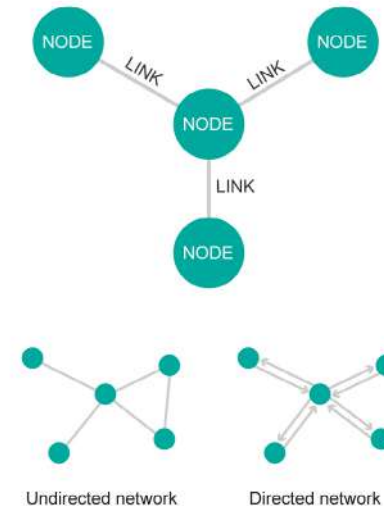
## Diagrama de red

También conocido como gráfico de red, mapa de red, diagrama de enlace de nodo. Este tipo de visualización muestra cómo las cosas están interconectadas mediante el uso de nodos o vértices y líneas de enlace para representar sus conexiones y ayudar a iluminar el tipo de relaciones entre un grupo de entidades.

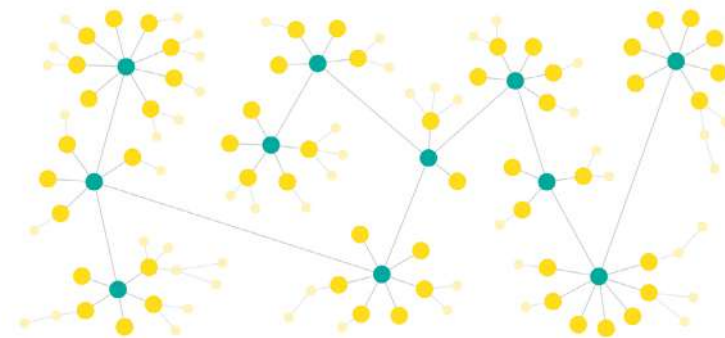
Normalmente, los nodos se dibujan como pequeños puntos o círculos, pero también se pueden utilizar iconos. Los enlaces generalmente se muestran como líneas simples conectadas entre los nodos. Sin embargo, en algunos diagramas de red, no todos los nodos y enlaces se crean de la misma manera: se pueden visualizar variables adicionales, por ejemplo, haciendo que el tamaño del nodo o el peso del trazo del enlace sean proporcionales a un valor asignado.

Los dos tipos notables de diagrama de red son “no dirigido” y “dirigido”. Los diagramas de red no dirigidos solo muestran las conexiones entre entidades, mientras que los diagramas de red dirigidos muestran si las conexiones son unidireccionales o bidireccionales mediante flechas pequeñas.

Los diagramas de red tienen una capacidad de datos limitada y comienzan a ser difíciles de leer cuando hay demasiados nodos y parecen “bolas de pelo” («Network Diagram - Learn about this chart and tools to create it», 2018).



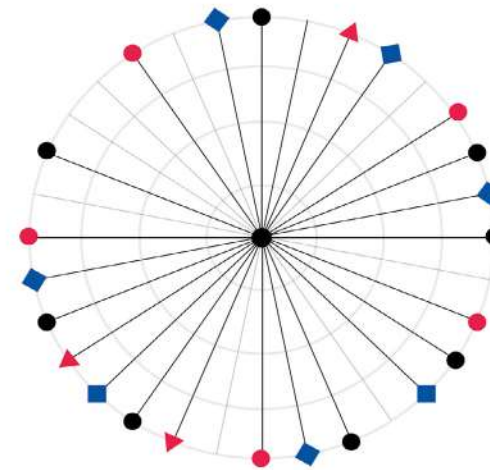
*Diferencias entre diagramas de red dirigidas y no dirigidas, por Data visualization catalogue.*



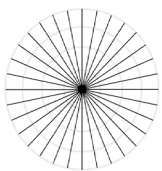
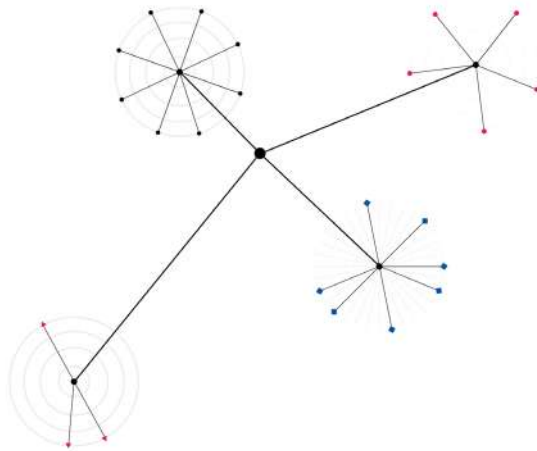
*Ejemplificación de diagramas de red, creada por data visualization catalogue.*

A partir de esta investigación sobre visualizaciones de datos, se creó un prototipo según las formas y colores en diagramas de red, se hicieron varias versiones, entre ellas:

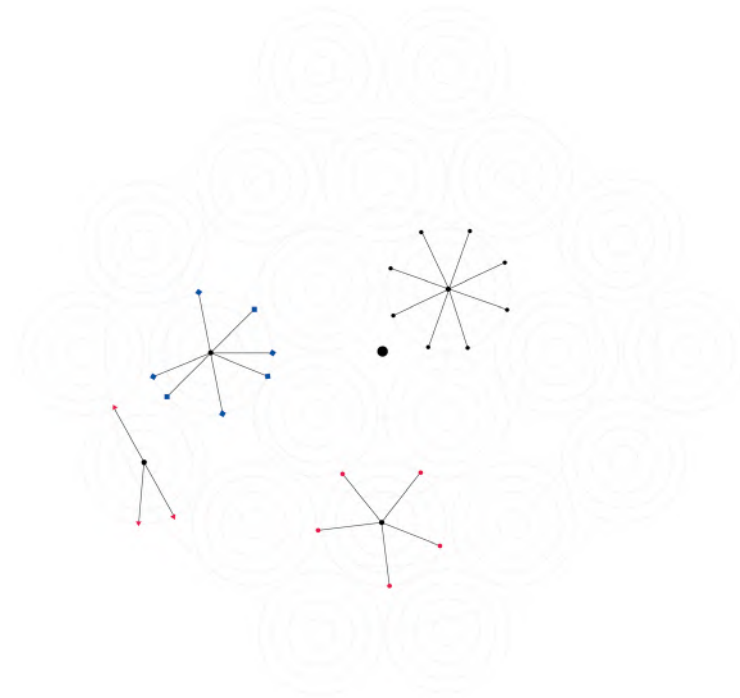
- *Diagramas guiados por grillas circulares.*
- *Diagramas unidos por nodos.*
- *Dibujos independientes con la utilización de diagramas de red.*
- *Separación de redes según colores y formas.*



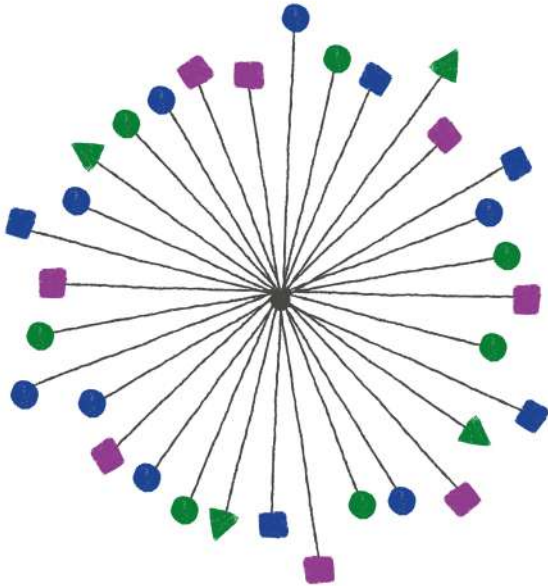
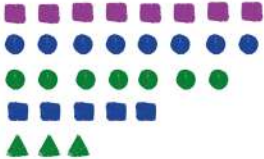
*Total de elementos.  
Elaboración propia*



*Tipos de grillas circulares para  
la creación de diagramas de  
red. Elaboración propia*

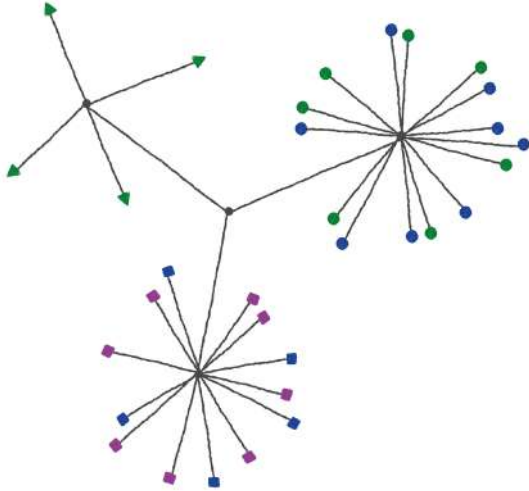




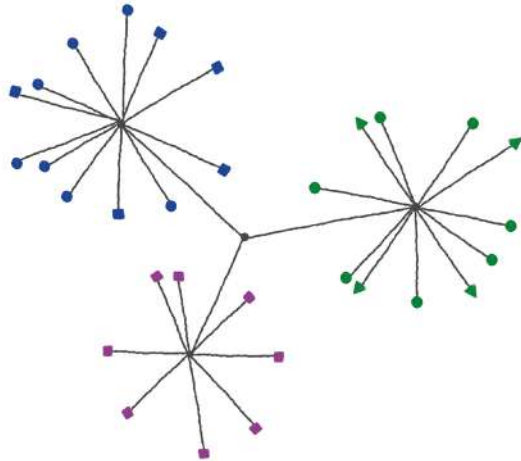


*Prototipo de diagrama de ser  
segun formass y colores.  
Elaboración propia*

Formas



Colores



## Etapa 3: De analogo a digital

En la siguiente etapa, se decidió traducir el sistema análogo propuesto en el proceso anterior en un mecanismo digital, el que estará al alcance de cualquier individuo que tenga acceso a su dirección web (link) del juego. En esta etapa fue fundamental el trabajo de Soffa, una estudiante de último año de ingeniería en computación de la universidad católica. Con su ayuda se desarrolló el sistema mediante el lenguaje de programación java script. Javascript es un lenguaje con muchas posibilidades, utilizado para crear pequeños programas que luego son insertados en una página web y en programas más grandes, orientados a objetos mucho más complejos. Con Javascript podemos crear diferentes efectos e interactuar con nuestros usuarios. (<http://www.maestrosdelweb.com/que-es-javascript/>). Por estas razones era el lenguaje idóneo para crear una página web que contuviera el sistema lúdico, en la que los futuros usuarios podrán interactuar con los elementos que se desarrollaron en ella .

Mediante el desarrollo de la página web, existieron una serie de cambios desde su forma análoga a la digital, desde el sistema de selección de datos hasta las interacciones del usuario con el juego en sí.



**Sofia Schwarzenberg**  
Estudiante de la Pontificia  
Universidad Católica de Chile

En primer lugar, se debió crear una serie de instrucciones al comienzo del juego. Al contar con una plataforma sumamente interactiva fue posible incorporar instrucciones escritas, además, de pequeñas animaciones explicativas, las que apoyan la correcta comprensión de estas.

### Selección de datos

Para la selección de datos, se creó un algoritmo que decide la cantidad de datos, sus formas y colores de manera aleatoria. La forma de seleccionar las figuras cambió desde el formato análogo al digital, ya que no escogen de manera independiente como antes, sino que se eligen de repositorio con todas las opciones. Por ejemplo:

Cada muestra o evento se elige de una lista de elementos ya existente, esta contiene 216 elementos, los cuales corresponden a todas las combinaciones entre formas y colores (de las cuales contamos con 6 tipos de colores y 6 tipos de formas).

Es de aquella fuente que de manera aleatoria se elige un número de elementos (dicho número no puede superar 36 ).

```

6 // const colors = ["blue", "red", "yellow", "green", "orange", "purple"];
7 const colors = ["#2554C7", "#C11817", "#FFD801", "#6CBB3C", "#F87217", "#571B7E"];
8 const shapes = ["square", "heart", "triangle", "pentagon", "circle", "star"];

```

*Tipos de colores (codigo de color) y formas.*

```

class Shape {
  constructor(name, color, amount) {
    this.name = name;
    this.color = color;

    this.x = amount % (Math.floor(GAME_WIDTH/(SHAPE_WIDTH*2))) * SHAPE_WIDTH*1.8 + MARGIN;
    this.y = Math.floor(amount/(Math.floor(GAME_HEIGHT/(SHAPE_HEIGHT)))) * 100 + MARGIN;

    this.width = SHAPE_WIDTH ;
    this.height = SHAPE_HEIGHT;
  }
}

function actualizar() {
  cx.fillStyle = '#f0f0f0'; // #f0f0f0
  cx.fillRect(0, 0, GAME_WIDTH , GAME_HEIGHT);

  for (var i = 0; i < current_shapes.length; i++) {
    cx.fillStyle = current_shapes[i].color;
    cx.fillRect(current_shapes[i].x, current_shapes[i].y, current_shapes[i].width, current_shapes[i].height);
  }
}

```

---

En el siguiente código se describe la clase FORMA, esta se refiere a los objetos que componen el juego. Crea los objetos de manera aleatoria, como se mencionó anteriormente, y se les otorga 3 características (name, color, amount), como se ve en las primeras líneas de la figura XX, así es como se construyen los objetos y la manera en que se exhibe.

## Interacción con el usuario

El siguiente juego digital cuenta con un intercambio entre el usuario y la pantalla interactiva, esto quiere decir que el individuo se relaciona con los objetos mostrados en el navegador. Este aspecto aporta en la participación que la persona posee al jugar con nuestro sistema, nos permite crear límites en el reglamento y seguimiento del juego pero al mismo tiempo no deja entregarle libertad de movimiento a cualquiera que se encuentre inmerso en la página web. De este modo podemos demostrar a continuación el código y programa que nos permite mover objetos para más adelante unirlos a nuestras bases.

La bases de nuestro programa se crean a partir de el color y la forma (según lo que pide la sección del juego), es aquí donde el usuario debe unir los elementos a las puntas de las bases (debe encontrar qué bases calzan con el número de elementos según su forma o color).

```

actualizar();

cv.onmousedown = function(event) {
  for (var i = 0; i < current_shapes.length; i++) {
    if (current_shapes[i].x < event.clientX
        && (current_shapes[i].width + current_shapes[i].x > event.clientX)
        && current_shapes[i].y < event.clientY
        && (current_shapes[i].height + current_shapes[i].y > event.clientY)
    ) {
      objetoActual = current_shapes[i];
      inicioY = event.clientY - current_shapes[i].y;
      inicioX = event.clientX - current_shapes[i].x;

      break;
    }
  }
}

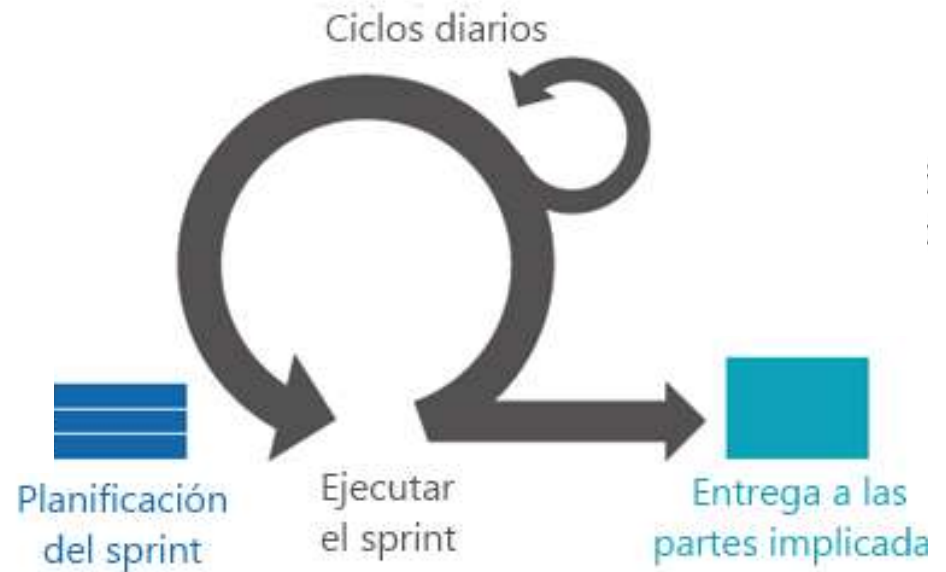
cv.onmousemove = function(event) {
  if (objetoActual != null) {
    objetoActual.x = event.clientX - inicioX;
    objetoActual.y = event.clientY - inicioY;
  }
  actualizar();
}

cv.onmouseup = function(event) {
  objetoActual = null;
}
}

```

## Metodología Scrum

Para el desarrollo del sistema se utilizó la metodología scrum junto a Sofía, Este método consiste en un proceso de constante iteración, se va revisando el trabajo validado al término de cada etapa por lo que ayuda a trabajar de manera rápida y eficiente. (Mollahoseini Ardakani et al., 2018). En función de esto, se priorizan y planifican las actividades de mayor urgencia para la etapa del proyecto en que se encuentre. Cuando una de estas tareas presenta una mayor dificultad o duda, se realizan preguntas dentro del equipo de trabajo para resolverlas rápidamente, de esta forma se puede seguir desarrollando el proyecto sin contratiempos. Este tipo de metodología es muy utilizada en equipos de programador, por lo que su implementación resultó exitosa.



*(Fases de la metodología Scrum, 2017)*

## Instrucciones del juego

Para asegurar el correcto uso por parte de los usuarios, se agregaron instrucciones al comienzo del juego. Dichas instrucciones cuentan con ejemplos, animaciones y gráficas. Estas se separaron en dos partes, en la primera se explica y ejemplifica la probabilidad aditiva, mientras que en la segunda se muestran las acciones que el usuario debe realizar en la plataforma para poder interactuar con ello.

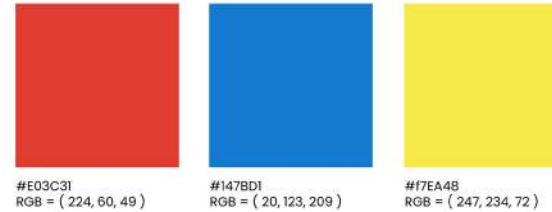
*Para un futuro desarrollo se pretende crear un tipo de corrección y por tanto felicitación en el momento de terminar las etapas del juego de manera correcta. Esto aporta en la motivación y ratificación al momento de terminar un juego. Desafortunadamente este aspecto del juego no fue resuelto por falta de tiempo y conocimiento en el programa, se espera colaborar con más programadores, los cuales de manera colaborativa aporten en el desarrollo del proyecto (además que el carácter open source ayudará de gran manera el crecimiento del proyecto).*

# Grafica

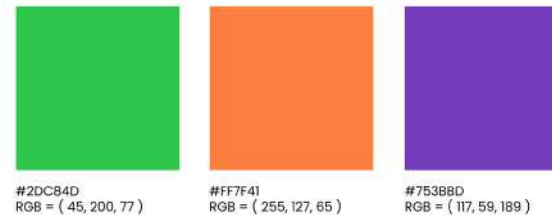
## Color

Los niños que se encuentran en una etapa escolar primaria (quiere decir de primero a quinto básico), normalmente son atraídos por colores brillantes (con un alto nivel de saturación). Además, al momento de crear un sistema lúdico para niños es importante utilizar colores con los que estén familiarizados. En este caso se recomienda utilizar los colores primarios y secundario, los primeros se clasifican en azul, rojo y amarillo. Mientras que los secundarios corresponden a los resultados obtenidos a partir de la combinación de los primarios, tales como verde, naranja y morado. Para este proyecto es de suma importancia contar con un contraste evidente en el interfaz del sistema. Los colores utilizados no deben confundirse entre sí y deben contrastar con el fondo. Por estas razones el diseño web de este proyecto tendrá una paleta de colores limitada ( 8 colores ), donde el fondo será blanco, el texto negro y los elementos de colores.

### Colores primarios



### Colores secundarios



*Imagen de elaboración propia*



*Ejemplo de utilización de colores, portada de página web.*

## Formas

Existen diferentes formas que los niños relacionan fácilmente, estas corresponden a formas básicas o compuestas. Las formas básicas son elementos que componen a formas más complejas. Las formas básicas son el cuadrado, círculo y triángulo, estas componen a estructuras más complejas. Las formas compuestas se pueden dividir en formas más simples, los ejemplos incluyen flechas, estrellas, etc.

En esta plataforma se utilizarán formas simples tales como el cuadrado, círculo y triángulo, además de formas compuestas como estrellas, pentágonos y corazones. Se escogieron estas figuras ya que cada una se diferencia muy bien de la otra, algo que no ocurre al utilizar figuras parecidas, por ejemplo el cuadrado y rectángulo.

Figuras simples



Figuras Compuestas



*Imagen de elaboración propia*



## Logotipo y grafica web

Las siguientes imágenes corresponden a la gráfica del logotipo y página web desarrollada. Como tipografía se utilizó “Poppins”, este es un tipo de letra sans-serif geométrico. Fue lanzado como código abierto y está disponible de forma gratuita en Google Fonts («Poppins Font Combinations & Similar Fonts ·», 2013). El logotipo se basó en los colores y formas que componen el juego, además de obtener un nombre que describe explícitamente su contenido.



## Poppins

### Poppins Regular

A B C D E F G H I J K M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z  
 a b c d e f g h i g k m n ñ o p q r s t u v w x y z  
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0  
 ! " \$ % & / ( ) = ? ¿ ¡ ¨ \* ´ + { } [ ] , . - ; : \_ ° | @ #

### Poppins Bold

**A B C D E F G H I J K M N Ñ O P Q R S T U V W X Y Z**  
**a b c d e f g h i g k m n ñ o p q r s t u v w x y z**  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 0**  
**! " \$ % & / ( ) = ? ¿ ¡ ¨ \* ´ + { } [ ] , . - ; : \_ ° | @ #**



*Imágenes de elaboración propia.*

Azar

& Armar

# Azar & Armar

Azar y armar consiste en un juego web interactivo que se basa en el concepto básico de la probabilidad aditiva. El objetivo del juego es aportar conocimiento sobre esta temática a niños de entre siete y once años. Como se menciona en su nombre, se juega con el azar y el orden (armar) de elementos según sus características (o evento).



## Descripción del juego

El juego comienza con un set de instrucciones, las cuales explican cómo funciona la probabilidad aditiva, con animaciones cortas y simples. En primer lugar se explica el concepto de la aleatoriedad y su presencia en nuestras vidas diarias, para luego explicar cómo uno puede agrupar estos sucesos para tomar decisiones. Más adelante se muestra el concepto básico de la probabilidad aditiva, la cual se basa en la agrupación de elementos según una característica similar. Dando ejemplos a partir de sus formas y luego sus colores.

Una vez que se explica la base teórica, se empieza a mostrar las interacciones dentro de la plataforma, de este modo al finalizar los instructivos el usuario se encuentra preparado para jugar.

Para acceder al juego web ingrese [aquí](#)

<https://azar-armar.herokuapp.com/>



**Azar**  
& **Armar**

---

## ¡Diviértete con las probabilidades!

Interactúa con colores y formas para crear nuevas imágenes,  
¡ya existe una forma entretenida de entender las probabilidades!

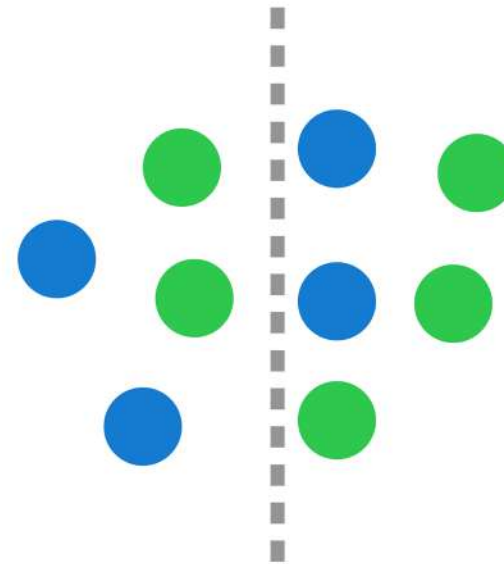
**Juega ahora**

*Imágenes de elaboración propia.*

## El azar nos rodea

Es un fenómeno que se nos presenta todos los días, es nuestro trabajo analizar y tomar decisiones según estos eventos aleatorios. En primer lugar uno necesita diferenciar un evento de otro, en este caso los círculos **verdes** con los **azules**.

Así logramos entender cuánto más probable es que ocurra un evento según la cantidad de círculos que contenga, en este caso existen **5 círculos verdes** y **4 círculos azules** por lo que existe una mayor probabilidad de que escoja un círculo verde si es que selecciono uno al azar, específicamente una probabilidad de **5/9**, ya que existen **9 círculos en total y 5 de ellos son verdes**.

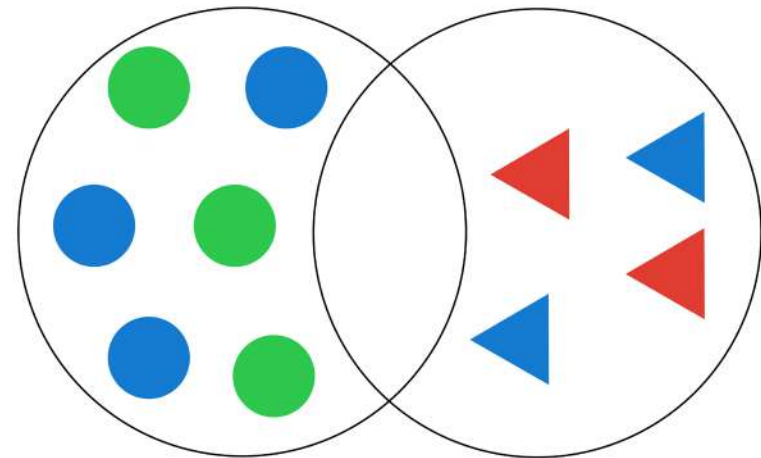


*Imágenes de elaboración propia.*

## Al contener 2 eventos

Ahora veamos si es que tenemos **2 características distintas**, el color y la forma de un objeto.

En este caso existen 2 tipos de formas, círculos y triángulos, cada una con sus color distintivo. Nuestro trabajo es agruparlos según su forma, en este caso círculos y triángulos. De este modo podemos ver mejor cuantos triángulos y círculos existen, en este caso son 4 triángulos y 6 círculos.

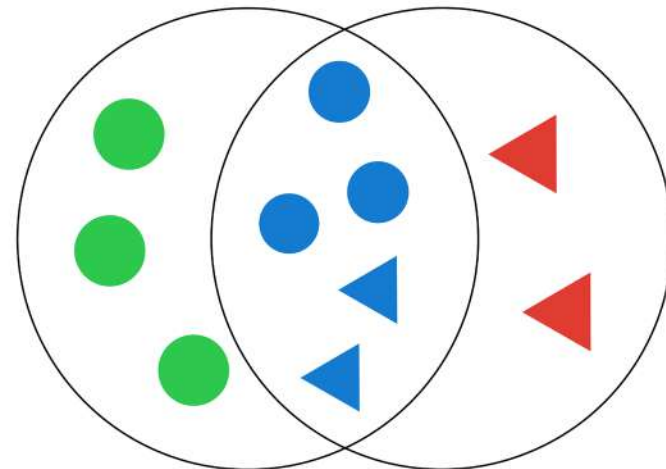


*Imágenes de elaboración propia.*

## Al contener 2 eventos

### **Pero qué sucede si los ordenamos por color?**

Esta vez existen tres colores, verde, rojo y azul. Si los ordenamos cambian la cantidad que hay en cada grupo, además, que cada uno puede contar con formas distintas pero siempre deben contener el mismo color. Así, es como presenciamos 3 grupos, el verde que contiene 3 objetos, el azul que contiene 5 objetos y el color rojo que contiene 2 objetos.



*Imágenes de elaboración propia.*



Ahora que entendemos un poco mejor  
cómo funciona la agrupación de objetos  
según su forma y color

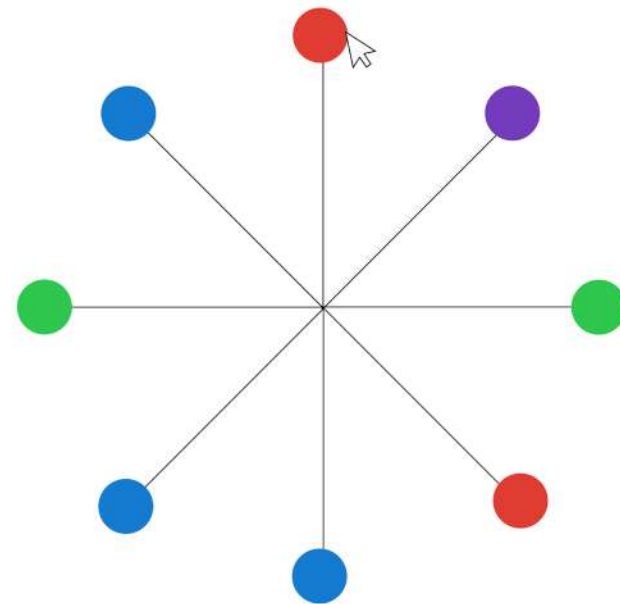
**¡veamos cómo funciona el juego!**

# Formas

Al comenzar el juego, de manera aleatoria, se nos entregarán una serie de objetos, estos los tendremos que agrupar por color y más tarde por forma.

**Se debe arrastrar el objeto a uno de los círculos de la pantalla.**

Por ejemplo, por su **forma**



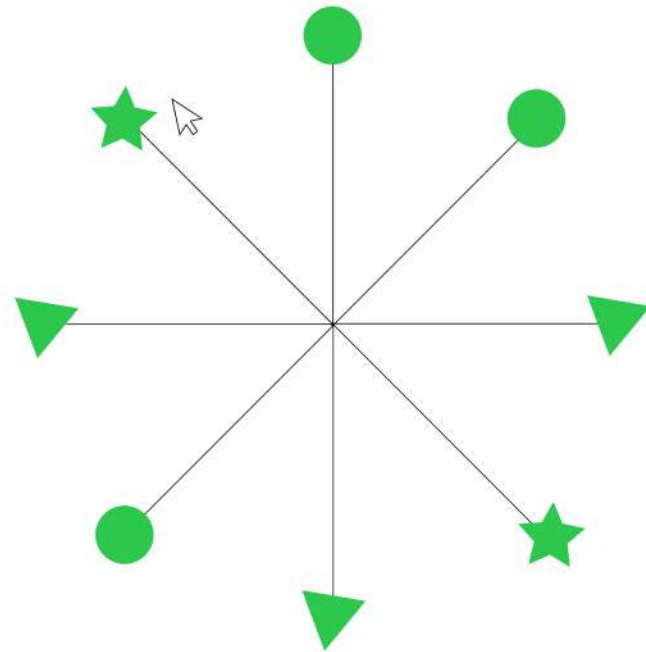
*Imágenes de elaboración propia.*

# Colores

Luego tendrás que agrupar los objetos según su forma

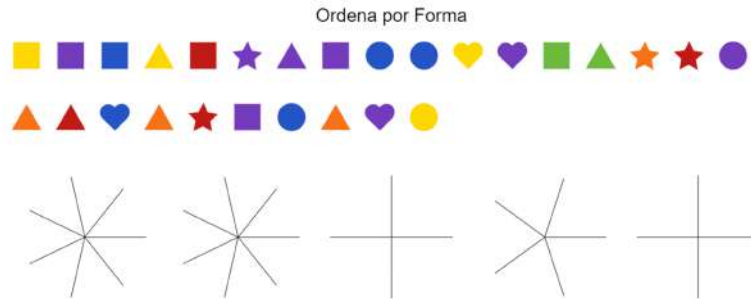
**Se debe arrastrar el objeto a uno de los círculos de la pantalla.**

Por ejemplo, por su **color**

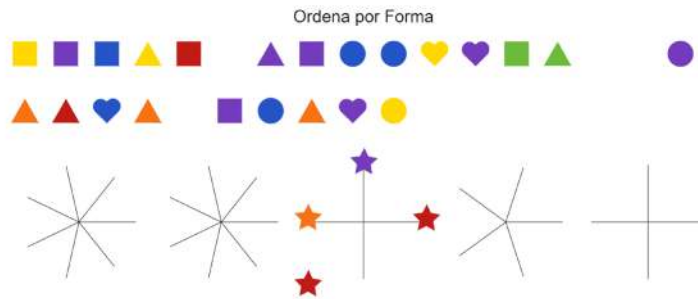


*Imágenes de elaboración propia.*

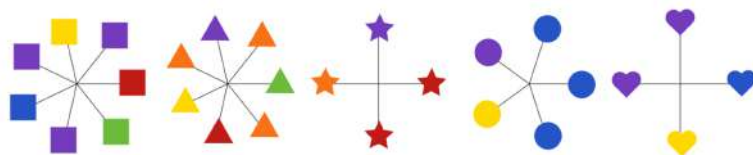
# Orden por forma



*El juego comienza con los datos en la parte superior y las bases en la inferior.*



*Luego el jugador debe agrupar los elementos según forma.*



*Finalmente se muestran las proporciones visualmente según forma..*

*Juego según agrupaciones de formas.  
Elaboración propia*

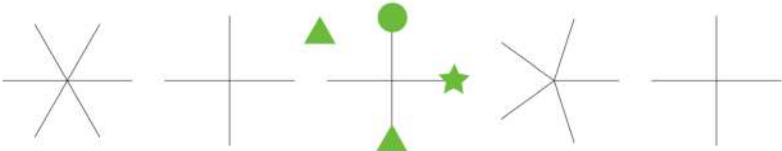
# Orden por color

Ordena por Color

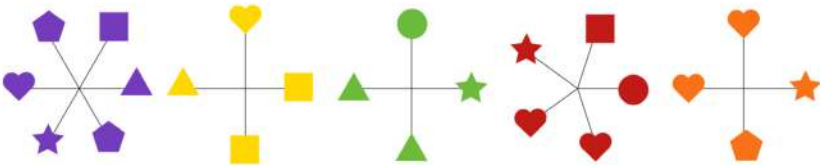


*El juego comienza con los datos en la parte superior y las bases en la inferior.*

Ordena por Color



*Luego el jugador debe agrupar los elementos según color.*



*Finalmente se muestran las proporciones visualmente según color.*

*Juego según agrupaciones de colores.  
Elaboración propia*

# Implementación

---

# Implementación de la propuesta

---

El juego creado en este proyecto fue pensado desde un principio como un sistema o plataforma gratuita y al alcance de cualquier individuo que contará con acceso a internet. Esto se debe en gran medida, a la labor social que siento y espero cumplir. Además, de la necesidad de difundir material educativo de forma universal. Por otro lado, el programa es de código abierto (open source), lo que significa que permite el acceso a su código de programación, lo que facilitará modificaciones a futuro por parte de otros programadores ajenos a los creadores originales del software en cuestión («Definición de open source — Definicion.de», 2009). De este modo, cualquier individuo que cuente con acceso a este programa puede crear un nuevo juego a partir de la base que ya se ha creado.

Se espera difundir el juego en páginas web dedicadas a juegos educativos y de visualización de datos de libre acceso. Para dar algunos ejemplos, existe la página web “[flowingdata.com](http://flowingdata.com)”, esta se dedica a la difusión de sistemas y juegos creados con visualizaciones de datos. Muchas de las creaciones expuestas son de código abierto (opensource) por lo que “Azar & Armar” cuenta con los requisitos de dicha plataforma web.

Por otro lado, el Ministerio de Educación posee una plataforma online con todo el currículum escolar, desde la enseñanza pre-escolar hasta la educación media. En dicha plataforma existe todo tipo de contenido, desde guías de asignaturas a plataformas web interactivas. Es en esta última donde se pretende introducir nuestro desarrollo, ya que es un complemento para el aprendizaje y el Mineduc propone que esta sección sea voluntaria para los estudiante con mayor curiosidad y motivación por aprender.

## Projects

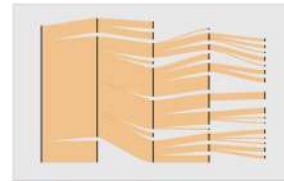
Graphics by Nathan Yau, borne out of everyday curiosities, learning experiments, and mild insomnia.



**Unemployment and Occupation**  
Unemployment has hit some industries more than others. Here's how the most recent estimates compare against last year's.

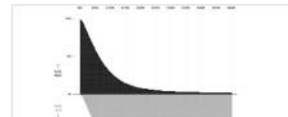


**NBA Players Traded, Historical Percentages**  
It seems like there's been more player movement than usual over the years. Didn't players used to play on a single team for the entirety of their careers?



**Leftover Turkey Flowchart**  
I roasted a turkey. There were a lot of leftovers. But my mom taught me to never waste.


Year	Unemployment	Construction	Manufacturing	Information	Healthcare	Education	Government	Other
2007	4.6%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2008	5.8%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2009	7.8%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2010	9.7%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2011	9.7%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2012	7.8%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2013	7.8%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2014	6.7%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2015	5.3%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2016	4.9%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2017	4.3%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2018	3.9%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%
2019	3.5%	4.1%	7.8%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%




Plataforma FLOWINGDATA, pagina de proyectos expuestos en su blog. Imagen de sitio web [flowingdata.com](http://flowingdata.com)

Sitios de apoyo


⬆
⏪ ⏩




Música en línea




Biblioteca Digital Escolar




Registro de Museos de Chile (RMC)




Code




Jóvenes Programadores



Khan Academy



Acerca de este sitio | Políticas de Privacidad | Creative Commons | Ayuda Mineduc  
 Unidad de Currículum y Evaluación, Ministerio de Educación. Teléfono +56 2 24066000.



Ministerio de Educación

Sitios de apoyo que otorga el Mineduc para el aprendizaje de los niños. Imagen de sitio web [curriculumnacional.cl](http://curriculumnacional.cl)



## Modelo de canvas

<p><b>Socios Clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Páginas web tanto y tanto para la difusión del juego.</li> <li>- Ministerio de educación para financiamiento y futuro desarrollo del juego.</li> <li>- Programadores interesados en el futuro desarrollo de este sistema.</li> </ul>	<p><b>Actividades Clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Campaña de difusión en RRSS (Instagram, Facebook y Pinterest).</li> <li>- Exponer proyecto en paginas de juegos web nacionales e internacionales.</li> </ul>	<p><b>Propuesta de Valor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego web gratis. Su código es de libre uso (open source).</li> <li>- Accesible para cualquier individuo con acceso a internet.</li> <li>- Comunica temáticas educativas sobre matemáticas (probabilidades) de manera simple.</li> </ul>	<p><b>Relación con clientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acceso libre a cualquier persona con disponibilidad a la dirección de la página web.</li> </ul>	<p><b>Segmento de mercado</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Plataformas web de libre acceso</li> <li>- Página de “sitios de apoyo” brindado por el Mineduc.</li> <li>- Usuario (niño de 7 a 11 años con acceso a un dispositivo tecnológico)</li> </ul>
	<p><b>Recursos Clave</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dominio de pagina web</li> <li>- Servidor web</li> <li>- Softwares de creación y edición de código</li> </ul>		<p><b>Canales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes Sociales.</li> <li>- Plataformas de difusión de juegos web.</li> <li>- Mineduc</li> </ul>	
<p><b>Estructura de costos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pago a trabajadores involucrados (programadores).</li> <li>- Campaña de difusión por RRSS (pago de publicidad).</li> </ul>			<p><b>Modelos y fuentes de ingreso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Publicidad al comienzo del juego.</li> </ul>	

# Reflexiones finales

---

Para los estudiantes de la actualidad las metodologías de aprendizaje tradicionales son cada vez más “aburridas” y teóricas. Las aulas de clases no logran avanzar al mismo ritmo que las tecnologías y en la mayoría de ocasiones no son aprovechadas, pese al gran tiempo que los estudiante dedican a estas.

Se debe aprovechar el interés de los estudiantes por la tecnología, para impulsar y beneficiar el aprendizaje en el aula de clases. Aprender también puede ser divertido y motivante, siempre que el individuo sienta una atracción por la materia (en este caso, su formato lúdico) y esta temática lo desafíe a superarla.

La efectiva visualización de una materia compleja, aporta en el entendimiento de esta. Generando nuevas metodologías de enseñanza, las que incluyen a individuos con distintas maneras de entender e interpretar conceptos (de forma visual, auditiva, sensorial, etc.). Por estos motivos se debe seguir explorando sobre nuevas y variadas formas de enseñanza, cada vez más individualizadas en las fortalezas de cada estudiante.

Fue un gran desafío trabajar con temáticas relacionadas a las matemáticas (entenderlas y aplicarlas en un sistema), ya que como se mencionó al principio de este proyecto, siempre han sido un desafío para mí. Por este motivo siento que el resultado final, aunque se deba seguir desarrollando, logró el objetivo de

transformar complejas materias teóricas en simples y atractivas visualizaciones de estas.

Al trabajar con programadores y lograr entender en simples rasgos cómo funciona su mundo, agradecí lo solidario que este puede ser. Es una comunidad que disfruta exponer nuevos proyectos y aportar en las problemáticas que un individuo pueda poseer, con millones de programas de código abierto que pretenden ampliar y masificar el uso y desarrollo de esta “materia” (programación). Un aspecto sería de gran ayuda implementar en nuestro campo (diseño).

# Bibliografía

- 24horas.cl. (2020, 17 febrero). El 86% de los niños chilenos de entre 10 y 13 años tiene celular propio. Recuperado de <https://www.24horas.cl/data/el-86-de-los-ninos-chilenos-de-entre-10-y-13-anos-tiene-celular-propio-3932061>
- Alvarado, H., Andaur, G., & Estrada, A. (2018, diciembre). ACTITUDES HACIA LA PROBABILIDAD Y SU ENSEÑANZA: UN ESTUDIO EXPLORATORIO CON PROFESORES DE MATEMÁTICA EN FORMACIÓN Y EN EJERCICIO DE CHILE. *Revista Paradigma*, XXXIX(2). Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co>
- Basic Probability. (2018, 2 mayo). Recuperado 10 de mayo de 2020, de <https://seeing-theory.brown.edu/basic-probability/index.html>
- Batanero, C. (2006, enero). RAZONAMIENTO PROBABILÍSTICO EN LA VIDA COTIDIANA: UN DESAFÍO EDUCATIVO. Presentado en Investigación en el aula de Matemáticas, Granada, España. Recuperado de <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/ConferenciaThaes2006.pdf>
- Bryant, P., Nunes, T., & Nuffield Foundation Staff. (2012). *Children's Understanding of Probability*. Londres, Inglaterra: Nuffield Foundation.
- Buczynski, S., Ireland, K., Reed, S., & Lacanienta, E. (2012). COMMUNICATING SCIENCE CONCEPTS THROUGH ART: 21ST-CENTURY SKILLS IN PRACTICE. *Science Scope*, 35(9), 29-35. Recuperado de [https://search-proquest-com.pucdechile.idm.oclc.org/docview/1021785150?rfr\\_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo](https://search-proquest-com.pucdechile.idm.oclc.org/docview/1021785150?rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo)
- Burbules, NC, Callister, TA (2000) *Watch IT: The Risks and Promises of Information Technologies for Education*. Boulder, CO: Westview.
- Chandler, R. 1999. Creative parallel spaces in science and art: Knowledge in the information age. *Journal of Arts Management, Law, and Society* 29 (3):163-76.
- Chen, C. (2019, 21 mayo). Significado de TIC (Tecnologías de la información y la comunicación). Recuperado de <https://www.significados.com/tic/>

- Christakis, D. A. (2014). Interactive Media Use at Younger Than the Age of 2 Years. *JAMA Pediatrics*, 168(5), 399. <https://doi.org/10.1001/jamapediatrics.2013.5081>
- Corvalan, F. (2020, 9 febrero). Cuatro de cada diez niños pasan más de tres horas al día conectados a internet. *La Tercera*. Recuperado de <https://www.latercera.com>
- Definición de open source — Definicion.de. (2009). Recuperado de <https://definicion.de/open-source/>
- Eisner, E., & Powell, K. (2002). Special Series on Arts-Based Educational Research. *Curriculum Inquiry*, 32(2), 131-159. <https://doi.org/10.1111/1467-873x.00219>
- Galton Board. (2019, 9 septiembre). Recuperado de <https://galtonboard.com/>
- Gerber, B. (2006). Science in Trouble? Art Brings Hope. *Artists-in-Labs Processes of Inquiry*, 47-49. [https://doi.org/10.1007/3-211-38072-8\\_7](https://doi.org/10.1007/3-211-38072-8_7)
- Gigerenzer, G. (2002). *Reckoning with risk*. Londres: Penguin Books .
- Hevia, S. (2019). HOME. Recuperado de <https://www.iniciativamilenio.cl/>
- Hirsh-Pasek K., Zosh J. M., Golinkoff R. M., Gray J. H., Robb M. B., & Kaufman J. (2015). Putting education in “educational” apps: Lessons from the science of learning. *Psychological Science in the Public Interest*, 16, 3–34. [PubMed] [Google Scholar]
- Impacto del COVID-19 en los resultados de aprendizaje en Chile. (2020, 27 agosto). Recuperado de <https://www.mineduc.cl/impacto-del-covid-19-en-los-resultados-de-aprendizaje-en-chile/>
- Jessica E. Zimmer “Teaching Effectively with Multimedia,” *Visionlearning Vol. HELP-1 (9)*, 2003. Retrieved on November 7th, 2011 from: [http://www.visionlearning.com/library/module\\_viewer.php?mid=87](http://www.visionlearning.com/library/module_viewer.php?mid=87)
- Johnson, L. (2013) *NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition*. Austin, TX: The New Media Consortium.

- Lambert, J. & Cuper, P. (2008). Multimedia technologies and familiar spaces: 21st-century teaching for 21st-century learners. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8(3). Retrieved on November 18th, 2011 from: <http://www.citejournal.org/vol8/iss3/currentpractice/article1.cfm>
- La Ultima Frontera (Versión 0.9.7) [aplicación móvil]. (2017). Santiago, Chile: Chrome web store. Recuperado de <https://chrome.google.com>
- Lenhart, A (2010) Cell Phones and American Adults: They Make Just as Many Calls, But Text Less Often than Teens. Report. Washington, DC: Pew Research Center. Available at: <http://pewinternet.org/Reports/2010/Cell-Phones-and-American-Adults.aspx> (accessed 14 September 2016).
- Li, Q. (2018). Data visualization as creative art practice. *Visual Communication*, 17(3), 299-312. <https://doi.org/10.1177/1470357218768202>
- Mantiri, F. (2014). Multimedia and Technology in Learning. *Universal Journal of Educational Research*, 2(9), 589-592. <https://doi.org/10.13189/ujer.2014.020901>
- Marshall, J. (2010). Five Ways to Integrate: Using Strategies from Contemporary Art. *Art Education*, 63(3), 13-19. <https://doi.org/10.1080/00043125.2010.11519065>
- Mastica Astros (Versión 1) [Juego web]. (2016). Santiago, Chile: Windows y MacOS. Recuperado de <http://astrofiscamas.cl>
- Mollahoseini Ardakani, M. R., Hashemi, S. M., & Razzazi, M. (2018). Adapting the scrum methodology for establishing the dynamic inter-organizational collaboration. *Journal of Organizational Change Management*, 31(4), 852-866. <https://doi.org/10.1108/jocm-07-2016-0135>
- Moreno, G. (2019). Un paseo por el azar. Recuperado de <https://www.yumpu.com/es/document/read/63174317/version-web-un-paseo-por-el-azar-23-1>
- Naismith, L., Lonsdale, P., Vavoula, G.N., & Sharples, M. (2004). Literature Review in Mobile Technologies and Learning. NESTA FutureLab
- Núñez, F., Sanabria, G. S., & García, P. G. (2004). Sobre la Probabilidad, lo Aleatorio y su Pedagogía. *Revista virtual matemática, educación e internet*, 1-4. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/8116/1/index.htm>

- Oxford University Press (OUP). (2020). teorema. Recuperado de <https://www.lexico.com/es/definicion/teorema>
- Petrov, V. V., & Ernesto, M. P. (2008). Teoría de la probabilidad. Montevideo, Uruguay: DIRAC.
- Ph.D., L. R. D. (2010). Rewired (1.a ed.). Nueva York, EEUU: St. Martin's Griffin.
- Poppins Font Combinations & Similar Fonts . (2013). Recuperado de <https://www.typewolf.com/poppins#:~:text=Poppins%20is%20a%20geometric%20sans,Indian%20Type%20Foundry%20in%202014.&text=Indian%20Type%20Foundry%20describes%20Poppins,nine%20weights%20with%20matching%20italics>.
- Prensky, M. (2003). Digital game-based learning. *Computers in Entertainment*, 1(1), 21. <https://doi.org/10.1145/950566.950596>
- Quiénes Somos. (2015). Recuperado de <http://www.enlaces.cl/sobre-enlaces/quienes-somos/>
- RODAS, P., OSPINA, L., & OSPINA, A. (2009). REGLA DE LA SUMA PARA CALCULAR PROBABILIDADES DE DOS O MÁS EVENTOS. *Scientia et Technica*, XV(43), 130. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917310023>
- Sack W (2011) Aesthetics of information visualization. In: Lovejoy M et al. (eds) *Context Providers: Conditions of Meaning in Media Arts*. Bristol: Intellect Ltd.
- Santaló, L. (1999). *Hacia una didáctica humanista de la matemática*. Editorial Docencia.
- Shuler, C. (2012) *iLearn II Analisis of Education Category of Apple's App Store* New York; Joan Ganz Center and Sesame Workshop. Disponible en <http://www.joanganzcooneycenter.org/wp-content/>
- Smaldino, S.E., Lowther, D.L., & Russell, J.D. (2008). *Instructional Technology and Media for Learning*, 9th Ed. Upper Saddle River, N.J: Pearson/Merrill/Prentice Hall.
- Stettler, R. (2006). Perception — Translation — Transformation\*. *Artistsinlabs – Processes of Inquiry*. Recuperado de <https://www.neugalu.ch>

- Stettler, R. (2006). Perception — Translation — Transformation\*. Artistsinlabs – Processes of Inquiry. Recuperado de <https://www.neugalu.ch>
- Tadajewski, M., & Brownlie, D. (2009). Critical Marketing. Hoboken, NJ, Estados Unidos: Wiley.
- Thomas, KM, O'Bannon, BW, Bolton, N (2013) Cell phones in the classroom: Teachers' perspectives of inclusion, benefits, and barriers. *Computers in the Schools* 30(4): 295–308.
- Tufte, E. R. (1997). *Visual explanations : images and quantities, evidence and narrative*. Graphics Press.
- Tufte, E. R. (2006). *The visual display of quantitative information*. Graphics Press.
- Valdés, D. P., & Valdés, D. P. (2014, 23 septiembre). ¿Qué es Javascript? Recuperado de <http://www.maestrosdelweb.com/que-es-javascript/>
- Ward, M. O., Grinstein, G., & Keim, D. (2010). *Interactive Data Visualization*. Amsterdam, Países Bajos: Amsterdam University Press.
- Zhu, N. N., & Sun, S. Q. (2012). Visual Thinking in Data Visualization. *Applied Mechanics and Materials*, 236-237, 597-602. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amm.236-237.597>

## Imágenes

- Brilliant. (2020). Brilliant [Vizualización pagina web]. Recuperado de <https://brilliant.org/>
- Caloguerea, S. (2015). La Ultima Frontera [Ilustración]. Recuperado de <https://chrome.google.com/webstore/detail/la-ultima-frontera/boeomdifemlkepbibfpmopejgnhdhbf/related?hl=es-419>
- Case, N. (2018). The wisdom and/or madness of crowds [Visualización Juego]. Recuperado de <https://ncase.me/crowds/>
- Etapa Infantil. (2019). Tangrama [Ilustración]. Recuperado de <https://www.etapainfantil.com/wp-content/uploads/2019/06/tangram-imprimir.png>
- Fleming, H. (2019). Niños y jóvenes en internet [Infografía]. Recuperado de <https://www.latercera.com/que-pasa/noticia/cuatro-diez-ninos-pasan-mas-tres-horas-al-dia-conectados-inter-net/519966/>
- [Fotografía]. (2013, 6 agosto). La estadística es una ciencia de oportunidades laborales. Recuperado de [http://agenciadenoticias.unal.edu.co/index.php?id=1937&L=2&tx\\_ttnews%5Btt\\_news%5D=55237&cHash=63a81a89edf96749edc341cdc11b8729](http://agenciadenoticias.unal.edu.co/index.php?id=1937&L=2&tx_ttnews%5Btt_news%5D=55237&cHash=63a81a89edf96749edc341cdc11b8729)
- [Fotografía]. (2019a). Galton board. Recuperado de <https://galtonboard.com/Content/Images/galton-board-2019.png>
- [Ilustración]. (2017). Fases de la metodología Scrum. Recuperado de <https://blog.ida.cl/estrategia-digital/metodologia-scrum-en-proyectos-digitales/>
- [Ilustración]. (2018). Anatomía diagrama de red. Recuperado de [https://datavizcatalogue.com/methods/images/anatomy/SVG/network\\_diagram.svg](https://datavizcatalogue.com/methods/images/anatomy/SVG/network_diagram.svg)
- [Ilustración]. (2018). Diagrama de red. Recuperado de [https://datavizcatalogue.com/methods/images/top\\_images/SVG/network\\_diagram.svg](https://datavizcatalogue.com/methods/images/top_images/SVG/network_diagram.svg)
- [Ilustración]. (2018). Relaciones de datos. Recuperado de <https://datavizcatalogue.com/search/relationships.html>
- [Ilustración]. (2019b). Galton board. Recuperado de <https://galtonboard.com/Content/Instruction-Booklet.pdf>



- [Ilustración]. (2020, 24 noviembre). Probabilidades de lluvia. Recuperado de <https://lh3.googleusercontent.com/proxy/Llpehr4rB2l8I1uYL6uDRPc6kZ-esgO3c7gCrrIOT66YYU-5xMpNO-TsVtX3uko66MqNcqpwOfdwpPGcWdFBKQHfCXj5V1KbZvroN-Krj53iB8h9vfNlyDYPw>
- Martin, K. (1971a). Chance and Order III [Cuadro]. Londres, Inglaterra: Museo TATE.
- Martin, K. (1971b). Chance and Order V [Cuadro]. Inglaterra: Museo TATE. Recuperado de <https://www.tate.org.uk/art/artworks/martin-chance-and-order-v-p04589>
- Mineduc. (2019). Tecnologías de Acceso Universal para la Educación [Fotografía]. Recuperado de <https://www.innovacion.mineduc.cl/>
- Mineduc. (2020). Matemática, Programa de Estudio Cuarto Año Básico [Portada]. Recuperado de [https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-18979\\_programa.pdf](https://www.curriculumnacional.cl/614/articles-18979_programa.pdf)
- Nightingale, F. (1850). Diagram of the causes of mortality in the army in the east [Visualización]. Recuperado de <https://edspace.american.edu/visualwar/nightingale/>
- Posavec, S. (2008). Writing Without Words [Visualización de datos]. Recuperado de <http://www.stefanieposavec.com/writing-without-words>
- Publimetro. (2018). Celulares para niños y en qué fijarse al buscar uno [Fotografía]. Recuperado de [https://ichef.bbci.co.uk/news/800/cpsprodpb/117E3/production/\\_100315617\\_gettyimages-903124594.jpg](https://ichef.bbci.co.uk/news/800/cpsprodpb/117E3/production/_100315617_gettyimages-903124594.jpg)
- Solorio, F. (2018). Telefonos en las salas [Infografía]. Recuperado de <https://www.latercera.com/tendencias/noticia/ninos-bajan-tres-decimas-notas-hora-uso-del-celular/123002/>
- Statista. (2020). What Do Educational Apps Bring To The Table? [Gráficos]. Recuperado de <https://mindster.com/free-educational-apps-students/>
- Villamandos, A. (2016). Mastica astros [Ilustración]. Recuperado de <http://www.astrofisicamas.cl/masticaastros/creditos.html>
- [Visualización pagina web]. (2019). Herramientas digitales. Recuperado de <https://www.curriculumnacional.cl/estudiantes/Aprendo-en-linea/Herramientas-digitales/175810:Herramientas-digitales>
- [Visualización pagina web]. (2019). Projects. Recuperado de <https://flowingdata.com/category/projects/>

# Anexo (codigo)

```
1 var cv, cx, objetos, objetoActual = null;
2 var inicioX = 0, inicioY = 0;
3 var current_shapes = [];
4 var current_colors = [];
5 var current_colors2 = [];
6 var current_types = [];
7 var type_count = {};
8 var color_count = {};
9
10
11 const colors = ["blue", "red", "yellow", "green", "orange", "purple"];
12 //const colors = ["#2554C7", "#C11B17", "#FFD801", "#6CBB3C", "#F87217", "#571B7E"];
13 const shapes = ["square", "heart", "triangle", "pentagon", "circle", "star"];
14
15 // const GAME_WIDTH = 1200;
16 // const GAME_HEIGHT = 700;
17 const GAME_WIDTH = 1400;
18 const GAME_HEIGHT = 700;
19
20
21 const SHAPE_WIDTH = 40;
22 const SHAPE_HEIGHT = 40;
23
24 const MARGIN = 80;
25
26 class Shape {
27   constructor(name, color, amount) {
28     this.name = name;
29     this.color = color;
30
31     this.x = amount % (Math.floor(GAME_WIDTH/(SHAPE_WIDTH*2))) * SHAPE_WIDTH*1.8 + MARGIN;
32     this.y = Math.floor(amount/(Math.floor(GAME_HEIGHT/(SHAPE_HEIGHT)))) * 100 + MARGIN;
33
34     this.width = SHAPE_WIDTH ;
35     this.height = SHAPE_HEIGHT;
36   }
37
38 }
```

```
39
40 function actualizar() {
41     cx.fillStyle = 'transparent'; //#f0f0f0 color de canvas
42     cx.fillRect(0, 0, GAME_WIDTH , GAME_HEIGHT);
43     cx.clearRect(0, 0, cv.width, cv.height)
44
45     cx.font = "30px sans-serif";
46     cx.fillStyle = "black";
47     cx.textAlign = "center";
48     cx.fillText("Ordena por Color", cv.width/2, 50);
49
50     // Loop to make lines in circle
51     var j;
52     var k;
53     var q_colors = Object.keys(color_count).length;
54     var radio = 100;
55     var ix = 200;
56     var iy = 400;
57     var f = Math.PI / n * 2;
58
59     for (j = 0; j < q_colors ; j++) {
60         var n = Object.values(color_count)[j];
61         var f = Math.PI / n * 2;
62         for (k = 0; k < Object.values(color_count)[j]; k++){
63             var x2 = radio * Math.cos(k * f) + ix;
64             var y2 = radio * Math.sin(k * f) + iy;
65             cx.beginPath();
66             cx.moveTo(ix, iy);
67             cx.lineTo(x2, y2);
68             cx.stroke();
69         }

```

```
70     ix +=250;
71 }
72
73 // Loop to draw shapes
74 for (var i = 0; i < current_shapes.length; i++) {
75     //cx.fillStyle = current_shapes[i].color;
76     //cx.fillRect(current_shapes[i].x, current_shapes[i].y, current_shapes[i].width, current_shapes[i].height);
77     var img = new Image();
78     img.src = "./shapes/"+current_shapes[i].name+"_"+current_shapes[i].color+".svg";
79     cx.drawImage(img, current_shapes[i].x, current_shapes[i].y , 50, 50);
80
81 }
82
83 }
84
85 //-----
86 function drawline1(x1, y1, x2, y2)
87 {
88     if (x1 == x2 && y1 == y2) {
89         setPixel(x1, y1);
90         return;
91     }
92     var dx = x2 - x1; var sx = (dx < 0) ? -1 : 1;
93     var dy = y2 - y1; var sy = (dy < 0) ? -1 : 1;
94     var m = dy / dx;
95     var b = y1 - m * x1;
96
97     while (x1 != x2)
98     {
99         var y = parseInt(Math.round(m*x1 + b));
100         setPixel(x1, y);
101         x1 += sx;
102     }
103 }
```



```
149  actualizar();
150
151  cv.onmousedown = function(event) {
152      for (var i = 0; i < current_shapes.length; i++) {
153          if (current_shapes[i].x < event.clientX
154              && (current_shapes[i].width + current_shapes[i].x > event.clientX)
155              && current_shapes[i].y < event.clientY
156              && (current_shapes[i].height + current_shapes[i].y > event.clientY)
157          ) {
158              objetoActual = current_shapes[i];
159              inicioY = event.clientY - current_shapes[i].y;
160              inicioX = event.clientX - current_shapes[i].x;
161              break;
162          }
163
164      }
165  }
166
167  cv.onmousemove = function(event) {
168      if (objetoActual != null) {
169          objetoActual.x = event.clientX - inicioX;
170          objetoActual.y = event.clientY - inicioY;
171      }
172      actualizar();
173  }
174
175  cv.onmouseup = function(event) {
176      objetoActual = null;
177  }
178  }
179
```