

Temática: La creación audiovisual específica para Internet

Estudiante: Walter García,

Proyecto realizado en el contexto del Programa de Posgrado Online en Artes Mediales 2010.

Co-organizado entre la Universidad Nacional de Córdoba, la Universidad de Chile y la Universidad de Caldas.

Fecha: Febrero 25 de 2013

La visualización de datos: herramienta científica y medio para el arte.

Breve descripción

La visualización de datos es una herramienta para la creación de representaciones visuales de fenómenos cuantificables mediante la medición y obtención de datos. Prácticas con el Arte generativo y el "Data art", que utilizan los datos y la interacción para la creación de objetos visuales, llevan a esta herramienta surgida de las ciencias a cruzar los límites del arte. Este trabajo explora el difuso límite existente entre la ciencia y el arte mediante la indagación teórica y la creación.

Objetivos

- Indagar teóricamente sobre los límites entre la ciencia y el arte.
- Describir y analizar un objeto de arte generativo y un objeto de "Data art".
- Crear a partir de datos, un objeto visual interactivo para internet, que explore los límites entre el arte y la ciencia.

La visualización de datos: herramienta científica y medio para el arte.

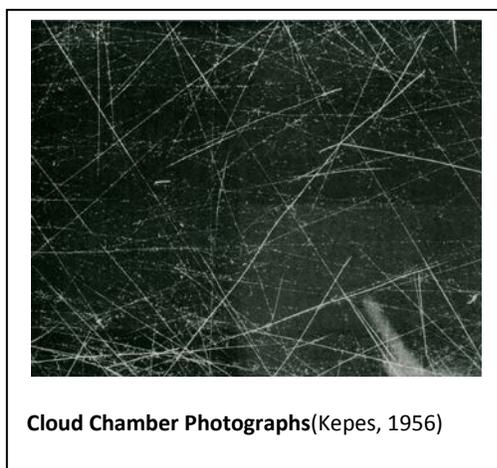
“It has been the nature of our age to place the word above the picture, the prose above the poetry, the problem above the tragedy, the search for truth by methods of science above the search for truth by the intuitive methods of the artist.”¹

Grygöry Kepes

Este ensayo explora los límites entre arte y ciencia. Se estudia desde una perspectiva histórica cual es la relación entre arte y ciencia y se plantea que la visualización de datos sirve de puente entre estas dos ramas del saber. Se definen el arte generativo y el *data art* analizando luego un par de ejemplos. Finalmente se crea un objeto visual interactivo que navega en los límites del arte y la ciencia.

1. Los límites entre la ciencia y el arte.

Se atribuye al proyecto “The new Landscape in Art and Science”, realizado en el MIT en los años 50 por Grygory Kepes, ser un hito en la exploración visual de los terrenos compartidos entre arte y la ciencia. En



este proyecto, a través de una exposición y un libro, publicado posteriormente en 1956, Kepes explora el paralelismo existente entre imágenes científicas y pinturas abstractas. Contrapone imágenes fotográficas de obras de arte junto a imágenes tomadas con microscopios y telescopios, provenientes de la investigación científica, unas al lado de las otras². Se hace indistinguible qué imagen proviene de unos datos obtenidos a partir de la aplicación de

una teoría y cuál se origina en el capricho creador del artista. Kepes construye así un puente visual entre los fenómenos de la naturaleza y el arte del hombre. Sin importar las opuestas motivaciones de sus creadores, los resultados siempre se muestran de forma ordenada y organizada: desde la ciencia, la forma es accidental e incontrolada, la imagen surge y adquiere significado gracias a la cuantificación de

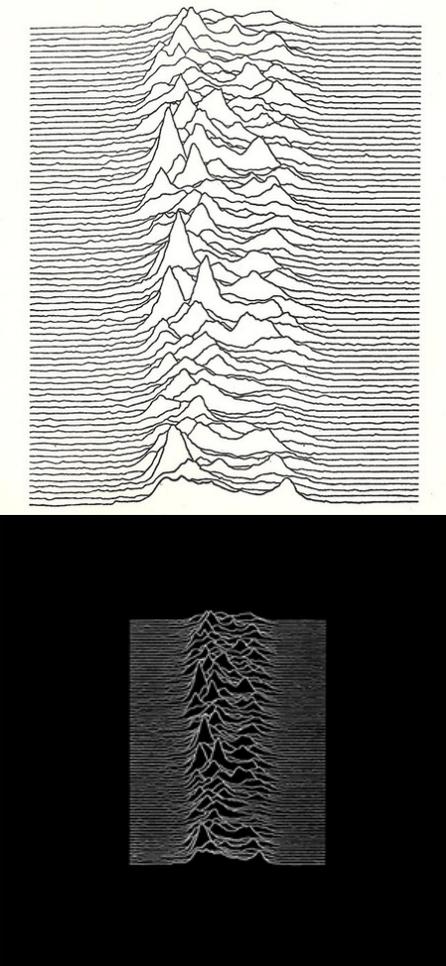
¹ “Ha sido la naturaleza de nuestra época colocar el mundo sobre la imagen, la prosa sobre la poesía, el problema sobre la tragedia, la búsqueda de la verdad por métodos científicos sobre la búsqueda de la verdad por los métodos intuitivos del artista.” Esta cita pertenece a la página 14 de la edición de 1956 del libro “*The new landscape in art and science*”. La referencia sin ratificar proviene del Blog <http://scienceforartists.wordpress.com/2011/09/14/the-new-landscape-in-art-and-science/>.

² Richard Buckminster Fuller describe la exhibición en su ensayo “*How little I Know*”. Referencia sin ratificar proveniente de <http://www.euro-math-soc.eu/system/files/MATHEMATICS+AND+MODERN+ART-1.pdf>

sus cualidades; desde el arte, la forma es intencional y controlada, la imagen adquiere significado gracias a su propia forma. (Moholy-Nagy, 1959, p. 193)

¿Cómo es la relación entre arte y ciencia?

6.7: Successive pulses from the first pulsar discovered, CP 1919, are here superimposed vertically. The pulses occur every 1.337 seconds. They are caused by a rapidly-spinning neutron star.



Blanco gráfico de los sucesivos pulsos del primer pulsar descubierto (tomado de Cambridge Encyclopedia of Astronomy 1977)

Negro Carátula del disco "Unknown Pleasures" de Joy Division 1979.

<http://adamcap.com/2011/05/19/history-of-joy-division-unknown-pleasures-album-art/>

El filósofo canadiense Sheldon Richmond nos advierte sobre lo errado de las dos posiciones extremas que tratan de explicar la relación entre arte y ciencia. En la primera, se estipula que la ciencia y el arte son opuestos y la ocurrencia de cualquier similitud es mera coincidencia. En la segunda, se proclama que el arte y la ciencia son tan solo expresiones distintas de la misma esencia y las similitudes son justamente pistas de lo que es esta esencia (Richmond, 1984, p. 81). Estas dos posiciones se basan en la falsa premisa que opone la racionalidad a la irracionalidad, la cognición a la imaginación. Para Richmond, la verdadera relación entre el arte y la ciencia se basa en una interdependencia funcional.

La primera de estas perspectivas toma su nombre de una conferencia dictada en 1959 por el químico y novelista inglés C. P. Snow: Las dos culturas. En ella Snow describe la falta de entendimiento existente entre científicos y literatos. La ciencia pretende capturar la verdad, mientras el arte es cuestión de apariencias. La ciencia se basa en métodos y procedimientos objetivos (separados del objeto), mientras que el arte utiliza la intuición subjetiva (en contacto directo con el objeto). Para Richmond esta polaridad desencadena la creencia en una ciencia conceptual, desapasionada y

crítica opuesta a un arte no conceptual, apasionado y comprometido

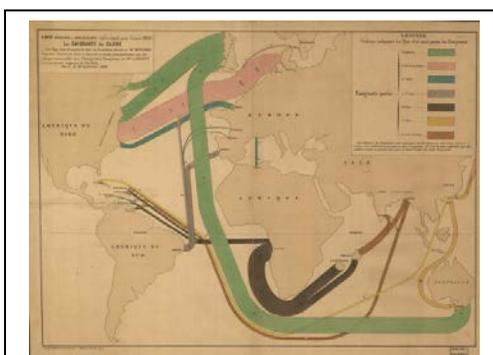
En la segunda, conviven dos monismos que amalgaman el arte y la ciencia. Desde un monismo cognitivista, se entiende que tanto la ciencia como el arte son capaces de expresar conocimiento, y la diferencia entre ellas se da por el grado de precisión de esta expresión. Así, el arte también busca la verdad de una manera racional a través de medios cognitivos. Desde un monismo esteticista, se entiende que tanto la ciencia como el arte buscan la armonía y el orden, y la diferencia entre ellas se da en el los medios de expresión con que cada una cuenta. Así, la ciencia también busca de manera intuitiva encontrar el sentido de la vida (Richmond, 1984, p. 82).

¿Cuál es entonces la relación funcional entre ciencia y arte?

Richmond afirma que el arte se muestra como imaginación creativa en la ciencia, y la ciencia aporta realidad y racionalidad al arte. Aunque la función primordial de la ciencia sea demostrar teorías en el mundo real y la del arte sea la construcción de mundos imaginarios, la ciencia es quien empuja al arte a crear nuevos mundos; el arte es quien brinda a la ciencia nuevos mundos para cotejar (Richmond, 1984, p. 84).

Visualización de datos como puente entre el arte y la ciencia

El investigador de Xerox PARC Stuart Card nos ofrece una definición de Visualización de datos: “el uso



Charles Joseph Minard Mapa figurativo de los flujos de migrantes para el año 1858

<http://www.datavis.ca/gallery/minbib.php>

de representaciones interactivas y visuales de datos, basadas en computadoras, para amplificar la cognición” (S. K. Card, Mackinlay, & Shneiderman, 1999, p. 7). Desde un punto de vista más científicista, Theresa Rhyne nos define la visualización científica (un caso particular de la visualización de datos) como “pensamiento visual computacionalmente intensivo” (Rhyne, 2000, pp. 20–21).

Las representaciones visuales se han utilizado en la ciencia desde hace mucho tiempo. Los mapas se utilizan desde

hace milenios, los diagramas fueron una parte integral de la teoría geométrica de Euclides. En el campo

de la ciencia, las representaciones visuales diagramáticas se utilizan para registrar observaciones, expresar relaciones, explicar la metodología y para clasificar fenómenos. (S. Card, 2007, p. 516)

De acuerdo con el estadístico y diseñador de información norteamericano Eduard Tufte, se puede rastrear el origen de la visualización de datos a la cartografía, y en particular a la cartografía temática,



ideada a mediados del siglo IX por el francés Charles Joseph Minard. Los estudios sobre el movimiento del científico francés Étienne-Jules Marey se convierten en las primeras visualizaciones de series de tiempo basadas en movimiento, y son fundamentales para el entendimiento de la dinámica de los cuerpos en movimiento (Tufte, 2001).

En la actualidad la visualización de datos se ve inmersa en ambientes transdisciplinares, donde confluyen en torno a un proyecto las disciplinas de la computación y la matemática en

lo que respecta a la sustancia de los datos, la disciplina del diseño gráfico en lo que respecta a la representación visual y la disciplina de los sistemas de información en lo que respecta a la interacción.

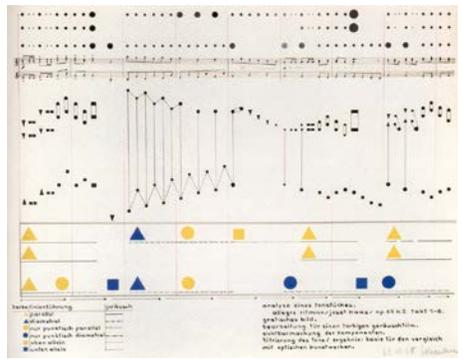
Se entiende por computación (*computer science*) la disciplina que se especializa en la construcción y creación de artefactos³ basados en Tecnologías de Información (*IT*), a diferencia de lo que se entiende por Sistemas de Información (*information systems*): la disciplina que trata de la implantación de estos artefactos en una organización social.

Para el caso específico de los artefactos basados en tecnología de información, estos pueden ser soluciones nuevas a problemas existentes o también pueden ser mejoras a otras soluciones. Desde los sistemas de información, los artefactos IT pueden ser: Constructos, cuando son el vocabulario y los símbolos con los cuales se pueden registrar las observaciones de un fenómeno sobre el que se quiere operar; Modelos, cuando son abstracciones y representaciones de los atributos, categorías y relaciones

³ Se entiende artefacto en el sentido planteado por Herbert Simon en su libro seminal *Las Ciencias de lo Artificial* (Simon, 1978) como: aquellas creaciones humanas, que no son de origen natural, y que están adaptadas a las necesidades y objetivos de los hombres.

del fenómeno de interés; Métodos cuando son algoritmos y prácticas; e Instancias cuando son implementaciones o prototipos de sistemas (Hevner & Chatterjee, 2010)

La visualización de datos se transforma en una actividad relevante en los terrenos de la representación del problema y como guía en la exploración del significado implícito en los datos. La visualización es útil



heinrich-siegfried bormann - Análisis visual de una pieza musical durante una clase de teoría del color con el professor Vasily Kandinsky - octubre 21, 1930

<http://hoolawhoop.blogspot.com/2010/04/color-couplets.html>

para la comprensión de las diversas dimensiones de un problema; contribuye a la construcción de sentido en la toma de decisiones y al procesamiento cognitivo de información compleja. Esto se logra a través del señalamiento de estados ambiguos y la organización de la complejidad, para establecer relaciones de sentido entre cosas aparentemente disimiles y sacar a la luz ideas ocultas tras los datos. Es un poderoso instrumento de pensamiento para análisis, síntesis y generación de conocimiento. No busca la proclamación de una verdad absoluta ni la construcción de una teoría del diseño que claudique el proceso; se considera en cambio, que la visualización de datos evidencia relaciones y

significados que subyacen en los datos para la definición de áreas a explorar y la construcción de soluciones (Mendel & Yeager, 2010, pp. 1–4)

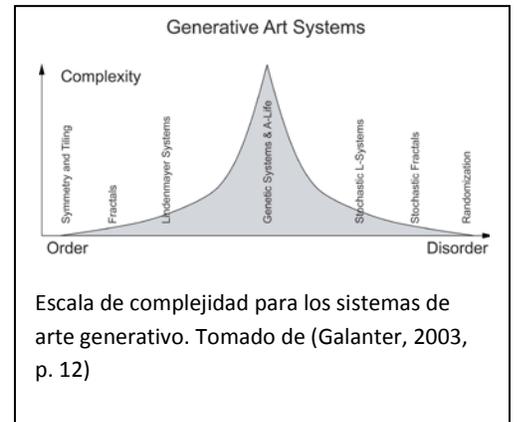
2. Describir y analizar un objeto de arte generativo y un objeto de “Data art”.

¿Qué es arte generativo?

Como punto de partida tomaremos la definición expresada en el año 2003 durante el sexto congreso de arte generativo en Milán por el artista norteamericano Philip Galanter. “*El arte Generativo engloba cualquier práctica de las artes en la que el artista usa un sistema, tal como un juego de reglas del lenguaje natural, un programa de computadora, una máquina o algún otro invento procedimental, que al ser puesto en movimiento con cierto grado de autonomía contribuye o resulta en una obra de arte*

terminada”⁴(Galanter, 2003, p. 5). Galanter argumenta que dentro de esta definición se pueden incluir los hitos históricos provenientes del campo de la música electrónica, la Composición Algorítmica; del campo de las imágenes por computadora, el uso de *L-systems*⁵ para la generación de imágenes de bosques; incluso los provenientes del campo del diseño y de la cultura popular del Dj y el Vj.

Cabe preguntarse ahora por el origen de los sistemas a los que el artista delega la construcción de la obra de arte. Para Galanter, la fuente de dichos sistemas está justamente en la ciencia de los sistemas complejos, en los sistemas caóticos y en los sistemas aleatorios. Desde su perspectiva existe una escala con la cual es posible describir la complejidad de los sistemas empleados en el arte generativo y que oscila entre el *orden* inherente en la simetría y el *desorden* absoluto de la aleatoriedad. Esta escala nos presenta tan solo una mirada centrada en la tecnología utilizada en la obra de arte generativo.



Por desgracia es muy específica y sólo nos permite discutir acerca de la complejidad y el orden.

¿Cómo se puede analizar una obra de arte generativo?

El matemático y Doctor en Computación Alan Dorin, el artista Jonathan McCabe y otros artistas y diseñadores australianos, nos brindan un marco de referencia para analizar obras de arte generativo.

Para caracterizar un sistema de arte generativo se desarma en sus partes constitutivas, a saber: las **entidades** entendidas como los objetos-sujetos (de carácter real, conceptual, simulados, físicos, biológicos, mecánicos, informacionales) sobre los cuales actúa el proceso de arte generativo; los **procesos** entendidos como los mecanismos (que siempre involucran entidades que operan o interactúan entre ellas) que producen el cambio dentro del sistema generativo; las **interacciones con el entorno** entendidas como los flujos de datos (continuos o discretos) que los procesos del sistema generativo

⁴ “Generative art refers to any art practice where the artist uses a system, such as a set of natural language rules, a computer program, a machine, or other procedural invention, which is set into motion with some degree of autonomy contributing to or resulting in a completed work of art”

⁵ Los llamados sistemas de Lindenmayer, son gramáticas formales que por medio de un conjunto de reglas y símbolos se utilizaron originalmente para modelar procesos de crecimiento de plantas. Estos sistemas fueron introducidos por el biólogo y botánico Húngaro Aristid Liendenmayer en 1968.

extraen de su entorno y que influyen en su comportamiento y condiciones iniciales; y las **salidas sensoriales** entendidas como los artefactos (visuales, sonoros, literarios, escultóricos) que el sistema genera para ser percibidos por quien se acerca a la obra (Dorin, McCabe, McCormack, Monro, & Whitelaw, 2012, pp. 244–250).

Luego de exponer este marco de referencia, los autores nos confrontan con una serie de ejemplos, caracterizando 5 obras de arte generativo. El marco de referencia se demuestra eficaz por albergar obras realizadas con distintos medios (sistemas computacionales, físicos, cinéticos y virtuales) y permite encontrar pautas de comparación y contraste entre ellas. Sin embargo, a manera de crítica, el marco no tiene en cuenta la motivación artística de la obra.

¿Qué se entiende por Data Art?

Data art es un concepto mucho más blando que el de arte generativo. Stephen Few, consultor en inteligencia de negocio y experto en diseño de información, nos ofrece una definición: “*el Data Art son visualizaciones de datos que principalmente buscan entretener o producir una experiencia estética. Es arte basado en datos*”(Few, 2012).



NATHALIE MIEBACH - Huracan Noel: partitura tridimensional del paso del huracan Noél por el golfo de Maine, Noviembre 6-8, 2007.

<http://nathaliemiebach.com/gulf.html>

Few, inspirado por Tufte, entiende que en la visualización de datos, el foco de atención debe estar en los datos mismos y la visualización es un mecanismo que nos ayuda a comprender esos datos. Tufte define los principios de la excelencia gráfica: mostrar los datos; inducir al observador a pensar acerca de la sustancia en lugar de la forma, el diseño, la tecnología utilizada; evitar distorsionar lo que los datos dicen; incluir muchos números en un espacio reducido; revelar los datos a varios niveles de detalle; tener un objetivo definido como describir, explorar, tabular o decorar (Tufte, 2001, p. 13). Tufte también define las características que debe tener una visualización con un gran poder explicativo; documentar las fuentes y características de los datos;

forzar de modo insistente comparaciones apropiadas; demostrar mecanismos de causa y efecto; expresar dichos mecanismos cuantitativamente; reconocer la naturaleza inherentemente multi-variada de los problemas analíticos; examinar y evaluar explicaciones alternativas (Tufte, 1997, p. 53).

Es por esto que Few advierte de lo peligroso del data art en contextos de toma de decisiones. Para él, el matiz estético puede desviar la atención de las implicaciones de datos subyacentes. Para nosotros, el data art, por sus características estéticas, tiene la capacidad de cambiar el contexto de los datos de modo que se trascienden sus implicaciones a otras dimensiones de la existencia. Como es el caso de la obra de Natalie Miebach: una partitura tridimensional construida con los datos de la trayectoria del huracán Noél que nos muestra los niveles de armonía existentes en semejante caos.

Un par de ejemplos

El primer ejemplo que analizaremos pertenece al veterano arquitecto y artista alemán Hans Dehlinger. Dehlinger es el artista del plotter. Su arte lo guía su fascinación por las líneas monocromáticas, por guiar mecánicamente plumas de escribir y por crear código generativo. Sostiene que la pluma en movimientos



Hans Dehlinger *Berlin_Airport_Express_01*

bajo la acción del plotter no es un proceso del todo distinto a la acción de la mano mientras dibuja (Dehlinger, 2012).

“Yo concibo, creo, programo, examino procesos y algoritmos para la realización de dibujos. Su ejecución la delego al plotter, que dibuja dócilmente y a gran velocidad según las indicaciones de mis programas. Encuentro especialmente interesantes los procesos de creación generativos, algorítmicos: En primer lugar se concibe (crea) un sistema de reglas y, a continuación, se desarrolla de forma consecuente.

Lo que inicialmente se tiene en la mente como un mero concepto, se racionaliza paso a paso, se disocia argumentativamente y, con ayuda de un lenguaje de programación, se traduce en programas que se convierten en el ordenador en un código para dibujar. El

plotter trabaja a partir de este código, y como resultado, plasma los dibujos concebidos previamente”(Dehlinger, 2010).

En su obra de 2007 llamada “*Berlin_Airport_Express*” el artista presenta una serie de dibujos en donde por medios generativos, nos muestra la transformación del tiempo (Dehlinger, 2008).



Hans Dehlinger *Berlin_Airport_Express_04*



Hans Dehlinger *Berlin_Airport_Express_07*

El punto de partida, las **entidades** de la obra son los horarios del tren expreso que cubre en 28 minutos la ruta con destino el aeropuerto *Schönefeld* de Berlin. El **mecanismo** de la obra es un artefacto IT, un **método** de mapeo, que transforma los horarios de tren en coordenadas cartesianas sobre el papel. La **interacción con el ambiente** está contenida en la semilla aleatoria que sazona cada nueva ejecución del mecanismo de la obra. La **salida sensorial** es un dibujo, cambiante cada vez, pero en esencia idéntico. Esta obra puede también interpretarse como un *data art* basado en de los horarios de tren. Aunque no nos sirve para saber cuánto debemos esperar para el siguiente tren, nos lleva a trascender la mera sustancia del dato. Al ver la serie, salta a la mente la intensidad del artista. Se entiende que el tiempo es eternamente cambiante y absolutamente idéntico a la vez. Parafraseando a Heráclito: En los mismos trenes entramos y no entramos, pues somos y no somos los mismos⁶.

El segundo ejemplo que analizaremos pertenece al joven arquitecto y artista estadounidense David Wicks. Wicks es un artista que explora sistemas paisajísticos y su relación con el medio ambiente. Utiliza

⁶ Heráclito de Éfeso expresa su doctrina del cambio con la conocida imagen del río y el bañista.

procesos manuales y computacionales para sintetizar nuevas formas a partir del mundo físico. De esto resultan mapas, dibujos, modelos y aplicaciones interactivas (Wicks, 2012).



En su obra de 2011 llamada “*Drawing water*” el artista presenta un paisaje paralelo de los Estados Unidos. Construido a partir de la relación entre el lugar en donde cae la lluvia y el lugar en donde se consume, la obra nos muestra el paisaje hídrico no desde una perspectiva geográfica sino desde una perspectiva antropocéntrica. La obra consta de una serie de mapas impresos y un mapa animado. En cada mapa se muestra la cantidad de lluvia acumulada durante una estación comenzando en la primavera de 2010 y terminando en el invierno de 2011. Cada línea del dibujo corresponde a una medición diaria. El punto de origen y la longitud del trazo los determinan el lugar y la cantidad de lluvia en la medición de ese día. El punto de destino y el color del trazo los determinan los consumidores urbanos de esa agua llovida. Cuando el agua es llevada a mayores distancias, las líneas cambian de color azul a color negro. Los datos subyacentes, tanto los de lluvia como los de consumo urbano de agua, provienen de entidades oficiales. El mapa animado consta de la proyección de una animación digital de los flujos del agua desde donde cae como lluvia hasta donde es consumida y un pequeño panel de control desde el que se controla qué zona particular del mapa se quiere detallar (Wicks, 2011, pp. 28–34).

Las **entidades** de la obra son las estadísticas de lluvia y consumo de agua. El **mecanismo** de la obra es un artefacto IT, un **modelo**, que transforma las mediciones estáticas de lluvia en caminos que llevan a

satisfacer los volúmenes de demanda. La **interacción con el ambiente** está dada por el panel de control desde el que se selecciona la porción del mapa que se desea ver como un flujo animado. La **salida sensorial** es una cartografía estática y animada. Esta obra también puede verse como *data art* basado en datos de lluvia y consumo. Al observar la obra surgen en la mente preguntas sobre la relación del hombre con el agua. Sobre cómo el agua fluye por el planeta y a través del hombre. Abre la mente a preguntarse qué sucede con el agua una vez es consumida.

3. Crear a partir de datos, un objeto visual interactivo para internet, que explore los límites entre el arte y la ciencia.

En junio de año 1979 se publica bajo el sello *Factory* el primer álbum en estudio de la mítica banda



Manchester Unknown Pleasures

<http://imgfave.com/view/2547668>

postpunk *Joy Division*. Esta obra, con muy bajas ventas cuando se publicó, terminaría con el tiempo convertida en un ícono visual y sonoro, de lo que sucedía en Manchester en esa época. La música se inmortalizó con la súbita muerte de su vocalista, y la imagen de esta carátula se convirtió en objeto de culto. El baterista Stephen Morris sugirió para la carátula de este trabajo, la imagen de la *Cambridge Encyclopedia of Astronomy*⁷: imagen de los pulsos sucesivos del primer **Pulsar**⁸ descubierto, CP 1919 (ahora llamado PSR B1919+21 o J1921+2153), sobrepuestos verticalmente. Los pulsos ocurren cada 1.337 segundos. El diseño final de la carátula del disco fue la gráfica con los pulsos blancos sobre fondo negro y sin palabras.

⁷ La imagen en cuestión, que se muestra en el primer capítulo, fue publicada por primera vez en la edición de Enero de 1971 de revista *Scientific America*.

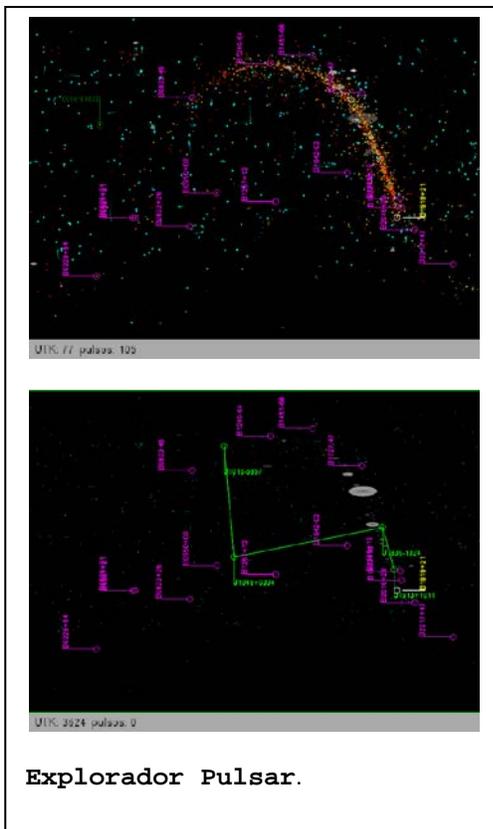
⁸ Un pulsar es una estrella de neutrones altamente magnetizada y en rotación que emite un haz de radiación electromagnética. Este haz solo se percibe cuando está apuntando hacia la tierra. Los primeros planetas exteriores al sistema solar fueron descubiertos por orbitar cerca del pulsar

Los pulsares son los niños consentidos de la astronomía. Aunque son invisibles a la luz, es un placer verlos vibrar periódicamente, de manera precisa, marcando el tiempo como faros en el mar de



radiofrecuencias cósmicas. Los científicos de la NASA, construyeron con los datos de 14 pulsares⁹ un mapa de localización de nuestro sol. Este mapa junto con un esquema de un radiotelescopio, un esquema del sistema solar y la figura de una pareja humana son el primer mensaje, escrito sobre una placa de aluminio y oro, que el hombre envió al espacio sideral en 1972 a bordo del *Pioneer 10*. En 1977 se utilizó nuevamente el mismo mapa en un mensaje enviado al espacio exterior. Esta vez en forma de disco de oro del

Voyager 1, que además contenía sonidos naturales del planeta y un poco de música clásica, étnica, blues y rock'n'roll.



Con base en los datos que se encuentran recopilados en *NASA Exoplanet Archive*¹⁰ y en el *ATNF Pulsar Catalogue*¹¹ se construyó el **Explorador Pulsar**: un mapa digital en el que se ve de manera aproximada, el titilar de los faros pulsares. Un pulsar va del color rojo al amarillo y cuando se da el pulso, destella en blanco de acuerdo con su intensidad. Para orientarnos se marcaron los 14 pulsares (magenta) de referencia para todo viajero que busque encontrar la estrella Sol, y por supuesto aquel primer pulsar, el B1919+21. El mapa está poblado de los 834 planetas (azul) exteriores al sistema solar orbitando en torno a sus propios soles. Al azar, y siguiendo su propio ritmo, se forman constelaciones de pulsares (verde) que marcan el

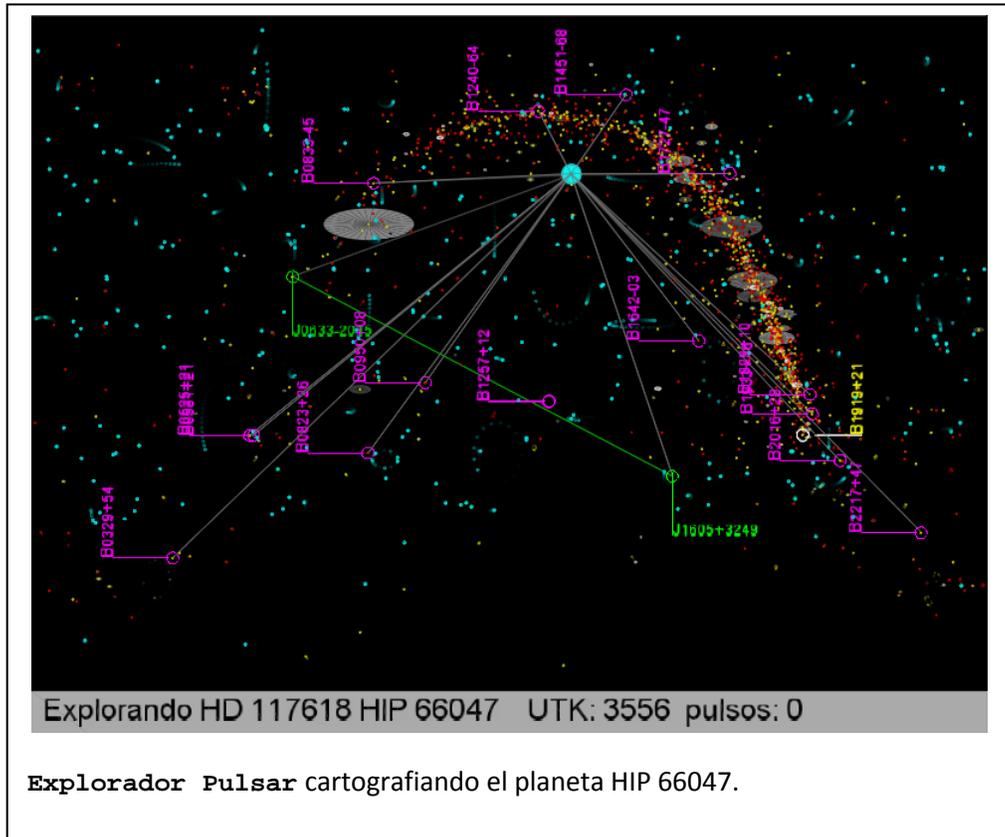
⁹ La interpretación del mapa de pulsares puede consultarse en <http://www.johnstonsarchive.net/astro/pulsarmap.html>

¹⁰ <http://exoplanetarchive.ipac.caltech.edu/index.html>

¹¹ El catálogo se puede consultar en línea en <http://www.atnf.csiro.au/research/pulsar/psrcat>.

Manchester, R. N., Hobbs, G. B., Teoh, A. & Hobbs, M., *Astron. J.*, 129, 1993-2006 (2005) (astro-ph/0412641),

camino del viajante. Sistemáticamente, se cartografían (gris) cada uno de los exoplanetas con base en los 14 pulsares de de referencia y las constelaciones.



Las **entidades** que lo pueblan el **Explorador Pulsar** son planetas y pulsares. El **mecanismo** del explorador pulsar es un artefacto IT, que puede catalogarse como **modelo** de localización espacial. La **interacción con el ambiente** se da en la aleatoriedad de algunos de sus parámetros y en los comandos de interacción con quien lo utiliza. La **salida sensorial** es un mapa dinámico y cambiante que nos lleva a pensar que no estamos solos.

El **explorador pulsar** fue construido en Processing. y está disponible en <http://pulsar.estudiosanatolia.net/>

Bibliografía.

Card, S. (2007). Information visualization. In S. K. Card, J. D. Mackinlay, & B. Shneiderman (Eds.), *The Human-Computer Interaction Handbook: Fundamentals, Evolving Technologies and Emerging Applications* (Second Edi., Vol. 1, p. 1384). CRC Press. doi:10.1002/wics.89

- Card, S. K., Mackinlay, J., & Shneiderman, B. (1999). Information visualization. *Readings in Information Visualization Using Vision to Think* (pp. 1–34). San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc.
- Dehlinger, H. (2008). Berlin_Airport_Express. Retrieved February 23, 2013, from <http://www.bridgesmathart.org/art-exhibits/bridges2008/dehlinger.html>
- Dehlinger, H. (2010). Plotter, plots y plotear. ¿por qué? In W. Lieser (Ed.), *Arte Digital* (pp. 62–63). Tandem Verlag GmbH.
- Dehlinger, H. (2012). Hans Dehlinger. Retrieved from http://www.generativeart.de/main/index_eng.php
- Dorin, A., McCabe, J., McCormack, J., Monro, G., & Whitelaw, M. (2012). A framework for understanding generative. *Digital Creativity*, 23(3-4), 239:259.
- Few, S. (2012). Data Art vs. Data Visualization: Why Does a Distinction Matter? Retrieved February 23, 2013, from <http://www.perceptualedge.com/blog/?p=1245>
- Galanter, P. (2003). What is Generative Art ? Complexity Theory as a Context for Art Theory. *Generative Art Conference*.
- Hevner, A., & Chatterjee, S. (2010). Design Science Research in Information Systems. *Design Research in Information Systems Theory and Practice* (Vol. 22, pp. 9–23). Boston, MA: Springer US. doi:10.1007/978-1-4419-5653-8
- Kepes, G. (1956). *The New Landscape in Art and Science* (p. 383). Chicago: Paul Theobald and Co.
- Mendel, J., & Yeager, J. (2010). Knowledge Visualization in Design Practice : Exploring the Power of Knowledge Visualization in Problem Solving. *Parsons Journal for information mapping*, 11(3), 1–3.
- Moholy-Nagy, S. (1959). The New Landscape in Art and Science by Gyorgy Kepes Review. *College Art Journal*, 18(2), 192–194. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/774204>
- Rhyne, T.-M. (2000). Scientific Visualization in the Next Millennium. *IEEE Computer Graphics & Application Magazine*, 20(1), 20–21. doi:10.1109/38.814538
- Richmond, S. (1984). The Interaction of Art and Science. *Leonardo*, 17(2), 81–86. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/1574993> .
- Simon, H. A. (1978). *Las ciencias de lo artificial*. Barcelona: A.T.E.
- Tufte, E. R. (1997). Visual explanations. 1997. *Graphics Press*.
- Tufte, E. R. (2001). *The Visual Display of Quantitative Information*. (G. Press, Ed.) *Graphics press LLC* (Vol. 2nd, p. 197). Graphics Press.
- Wicks, D. (2011). *Record of Creative Work*. UCLA. Retrieved from <http://sansumbrella.com/media/2011/thesis/Wicks-Thesis.pdf>
- Wicks, D. (2012). sansumbrella.com. Retrieved from <http://sansumbrella.com/>