Universidad Autónoma del Estado de Mëxico

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Facultad de Arquitectura y Diseño

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Diseño de información mediada informáticamente en laboratorios de medios digitales

Tesis que para obtener el grado de Doctor en Diseño

sustenta:
Jorge Alberto Cid Cruz

Tutor Académico:
Dr. Antonio Arellano Hernández

Tutores adjuntos:
Dr. Alberto Álvarez Vallejo
Dra. Claudia Ortega Ponce

Toluca, México, 2020

Universidad Autónoma del Estado de Mëxico

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Facultad de Arquitectura y Diseño

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales

Diseño de información mediada informáticamente en laboratorios de medios digitales

Tesis que para obtener el grado de doctor en diseño

sustenta**:**

Jorge Alberto Cid Cruz

Tutor Académico:

Dr. Antonio Arellano Hernández

Tutores adjuntos:

Dr. Alberto Álvarez Vallejo

Dra. Claudia Ortega Ponce

Toluca, México, 2020

Tabla de contenido

Introducción....4
Mapeo de redes heterogéneas en los ECTyS.... 8

1. Marco conceptual para el diseño de Información a través del diseño de visualización de redes heterogéneas....14

1.1 Entretejido de conocimientos y artefactos en la producción de información y Media Labs..14

1.2. Encodificaciones visuales de redes heterogéneas....22

1.3 Antecedente contemporáneo del diseño de información informatizada....27

1.4 Representación de redes heterogéneas: Información como producto....32

1.5 Diseño de redes desde la visualización de datos: artefactos para pensar....38

2 Diseño de Información en Medialabs....44

2.1 Una epistemología sobre el diseño....45
2.1.1 Tres niveles de Diseño.... 49

2.2. Construcción epistémico-conceptual en la elaboración de objetos de diseño: *la síntesis conceptual*....55

2.3. Diseño como planificación: El Design Thinking.....62
2.3.1 Organizando equipos trans-disciplinares para la búsqueda de soluciones.... 63

2.4. Artefactos Informacionales: producción artefactual de Visualizaciones....69
2.4.1. Traducción de datos en Infoviz y dataviz.... 73

2.5 Entretejido epistémico-artefactual en las prácticas de diseño de visualizaciones....79

3. Diseño de Información con medios digitales....81

3.1. Consideraciones en el Diseño de Información con medios digitales....81
3.1.1.¿Qué es un medio digital?.... 81
3.1.2 Generalidades sobre la programación orientada a objetos y programación estructurada.... 86

3.2. Diseño de Información con medios digitales....92
3.2.1 Aproximación al diseño de Información-fuente e información-producto.... 97
3.2.2 Datificación en bases de datos.... 100
3.2.3 Re-codificación de la información desde el diseño gráfico.... 104

3.3 Visualización de redes, un caso de artefacto informacional. Recolección, organización y visualización de redes heterogéneas....108

3.4. Diseño de métodos digitales para la creación, análisis visual y comunicación de información....115

4. Medialabs: retículas de diseño de Información informatizada. 118

4.1 Marco diseñístico en entornos MLs....118

4.2 Orígenes de los MLS....123

4.3 Mapeos reticulares del Centro Pros....126
4.3.1 Introducción al estudio de caso.... 127

4.3.2. Presentación de Centro Pros..... 128
4.3.3 Creación de una herramienta web para visualizar la producción académica del Centro Pros: VRPAC 128
4.3.4. Diseño de una herramienta de visualización heterogénea usando *Rinho* y *Grasshopper*. 153
4.3.5. Conclusiones de las visualizaciones del Centro Pros 167

4.4 Conclusiones: Propuesta para el diseño de un ML en la UAEMéx.....170
4.4.1 Conclusiones 171
4.4.2 Pautas para el diseño de un ML en la UAEMéx 179

Referencias de consulta*.....*182

Introducción

La investigación que se presenta a continuación busca situar al Diseño en el marco de procesos contemporáneos de producción de tecnologías y conocimientos dónde su aplicabilidad puede ayudar en las prácticas de investigación y generación de conocimientos usando el diseño de información a partir de la creación e implementación de herramientas digitales analíticas para la visualización de datos (dataviz), nos centramos particularmente en la *visualización de redes heterogéneas*; que son creadas con software y renderizadas en pantalla. Se considera desde esta perspectiva que la digitalización del entorno es decir, donde se usan mediaciones digitales para crear documentos bibliográficos, sonoros, fotográficos o filmográficos; permite comprenderlo sistematizando la creación de bases de datos con fines de estudio con bastas cantidades de registros.

Denominamos información digitalizada al proceso en que los datos son almacenados en hardware para consultarse mediante algoritmos que los reorganizan bajo ciertos principios lógico-matemáticos que luego son mostrados a través de una interfaz gráfica de usuario y que pueden ser impresos en soportes físicos, publicados en sitios web y aplicaciones de escritorio *(apps)*. Siendo la información digitalizada, un tipo particular de información que es configurada con medios digitales; es de relevancia entender cómo se integran diversos paquetes de software y prinicipios conceptuales para ofrecer representaciones reticulares de los datos y dar cuenta de fenómenos a partir de ellos.

La mediación es entendida en esta disertación como la instrumentación de tecnologías y conocimientos en el procesamiento de datos en información para producir sentido. De tal manera, la mediación no solo traduce datos a información, también crea entornos donde se producen nuevas tecnologías o se gestan medios inéditos. En tal sentido, la mediación es la forma procesual de lo que acontece en los medialabs.

Las preguntas planteadas en esta tesis consisten en modelar los procesos de diseño para la implementación de software, su relación con las preguntas de investigación que se intentan abordar y las salidas gráficas que ofrecen, particularmente nos interesa la *visualización de*

redes heterogéneas. Se busca conocer ¿qué relaciones se construyen cuando se generan diseños de información con medios digitales? Más puntualmente deseamos proponer maneras de cómo abordar preguntas de investigación diseñando e implementando herramientas digitales, es decir 1) ¿Cómo se pueden problematizar preguntas de investigación en términos de un diseño de información y qué tipo de artefactos, particularmente visuales; nos son posibles de ser diseñados para intentar responder a la pregunta de investigación? también nos interesa saber; 2) ¿Qué tipo de entendimientos posibilita? y también, 3) ¿cuál es su relación con los fenómenos representados? para ello abordaremos un caso de diseño de información en el que se muestre analíticamente la producción de conocimientos en un centro de investigación en métodos de software.

Debido a que el diseño de información con medios digitales es claramente un proceso en el que diversos artefactos tecnocientíficos intervienen en la producción de información; este trabajo trata sobre las trazas que surgen en el Diseño de Información a través de una formulación *epistémico-conceptual* en entornos que desde esta investigación, denominamos *Media Labs de diseño dirigido por datos digitales* (ML). Con ello, proponemos la posibilidad de configurar relaciones que se puedan producir en el diseño colaborativo de información dirigida por datos digitales.

Ofrecemos las siguientes definiciones como ruta conceptual durante el trabajo:

Trans-diciplinariedad, la entendemos como los cruces de diferentes fronteras disciplinares, principalmente de las disciplinas científicas sociales y/o naturales junto a la ingeniería de software y cómputo con las disciplinas del diseño, particularmente con el diseño gráfico, industrial, arquitectónico y urbano; todo ello con la finalidad del abordaje de *problemas retorcidos,* es decir problemas que son indeterminados dado que no tienen claramente condiciones ni límites definitivos, son dinámicos y requieren la interacción de diversos y hasta opuestos puntos de vista (Buchanan, 1992), en algunos casos, los puntos de vista devienen en nuevas formas de observar la realidad mediante la síntesis de saberes y tecnicidades diversas. En última instancia, el trabajo tansdisciplinar borra los límites entre

disciplinas usando formas colaborativas para trabajar en proyectos de interés mútuo (Berstein, 2015).

Dirigido por datos digitales, significa que la producción de conocimiento y tecnología es asistida por el procesamiento informático de datos tal que la información que se configura a partir de ello posibilita la visualización de fenómenos usando métodos de 'mapeo' es decir métodos de traducción a representaciones visuales que facilitan la observación y el análisis.

Información, es la organización de datos en un sistema de encodificación (en nuestro caso a partir de la visualización de redes); también es el resultado de hacer preguntas y buscar respuestas a partir de registros usando diversas tecnologías (Floridi, 2015), igualmente es una medida física de la organización de la materia (Hidalgo, 2015) y la probabilidad de obtener una respuesta comunicable en un marco finito de resultados posibles (Shannon, 1948).

Diseño, conjunta los procesos analíticos y sintéticos en los que se conceptualizan problemas mediante la formulación epistémico-conceptual (Mahdjoubi, 2003), para proponer soluciones artefactuales a partir del modelado conceptual (Kolko, 2011, Pastor, 2007, Floridi, 2013), en dichos procesos se idea, prototipa y evalúan artefactos (Brown, 2013). Tales procesos son iterativos (Norman, 2013), dirigen al rediseño y son cuestiones de preocupación (Latour, 2008). Por tanto también aceptamos la noción de que el diseño es una actividad poiética y colectiva que está orientada a la producción artefactual, simbólica y socio-cultural de los entornos y los sistemas vivientes (investigacion.faduaemex.org.mx, 2018).

Media labs, de acuerdo a nuestra observación, son redes de investigación e innovación que usan las tecnologías digitales para ensamblar conocimientos con artefactos y con ello producir nuevos conocimientos que en tanto tecnologías intervienen cultural y socialmente.

Diseño de Información, consiste en sintetizar, o combinar, conocimientos, modos de observar problemas y capacidades tecnológicas para configurar soluciones nuevas. Funcionan mediante procesos iterativos, heurísticos y lógico-disruptivos en los que, cuando se usan

tecnologías digitales; se computan datos que al ser puestos en circulación es posible inferir y obtener respuestas.

El enfoque elegido para explicar estas prácticas de diseño es la *Visualización de Redes Heterogéneas* propuesta por Arellano (2011a)[1], lo es porque este enfoque ha sido exitoso en la descripción de la forma en que la ciencia y la tecnología traducen los saberes técnicos y epistémicos, a través, por ejemplo, de la construcción de representaciones o informaciones que influyen en las explicaciones científicas y técnicas.

Por tanto:

Los Media Labs son espacios de investigación y desarrollo digital que se conforman trans-disciplinarmente para producir información y nuevos modos de acceder a la interpretación de los datos . Una forma efectiva para lograrlo ha sido a través del *Design Thinking*, el cual, en su generalidad es el proceso combinatorio de idear, modelar y prototipar soluciones para, siguiendo a Rittel y Webber (1973) proponer soluciones a problemas que no están muy claros, por ello es una forma particular de episteme que surge de la práctica de diseñar.

La efectividad del estudio de redes heterogéneas consiste en trazar relaciones entre entidades de ontologías diversas o más específicamente configuran entidades inéditas. Una red heterogénea puede trazarse a partir de las relaciones entre científicos, instituciones, artefactos, virus y tubérculos (Ortega y Arellano, 2010). Cada cual al mismo tiempo representan su propia red de elementos que le preceden y que también son de naturaleza inédita entre conocimientos, intereses, habilidades, y tecnologías. La descripción o visualización de la red, representa el conjunto de trazas, esta representación funge como un *mapa*, Es decir, es la expresión singular que describe la forma particular en que la red heterogénea está conformada. Dicho de otra manera, la red en tanto *mapa,* es el dibujo gráfico que permite visualizar la red en el sentido específico de relaciones entre entidades heterogéneas.

[1] La noción de red heterogénea es una propuesta epistémica elaborada por Antonio Arellano para estudiar las traducciones materiales y conceptuales que se tejen en la producción cientifica y tecnológica como procesos de socialización. Consideramos que los diseños son, continuando con Arellano: "La construcción simultánea de conocimientos, técnicas y colectivos" (2011a: 12).

El Estudio de Redes Heterogéneas (ERH) está relacionado pero no se limita a los Estudios Tecno-Científicos o Estudios en Ciencia, Tecnología y Sociedad (ECTyS). Estos son un tipo de enfoque de las ciencias sociales, que intenta describir la manera en que los saberes técnicos y científicos son ensamblados y cómo, en el proceso se establecen estructuras de poder, se negocian intereses y se usan representaciones (Arellano, 2007). Los ECTyS identifican las influencias de diferentes entidades en la circulación de saberes y artefactos, ello deriva en la configuración de una red heterogénea. Para describir lo que acontece en una red heterogénea, los ECTyS, pueden asistirse del diseño de información por medios computacionales.

La noción de redes heterogéneas es precedida por una tradición de al menos unas cuatro décadas. Durante su corta historia, ha sido tema de controversias entre epistemólogos, antropólogos y científicos sociales como Arellano. De acuerdo con Arellano (2007) dicha tradición tiene sus orígenes en el *Programa Fuerte* de Bloor y la filosofía de la *Traducción* propuesta por el polímata Serres (Arellano, 2011a). El primero expone la forma en que un campo científico, particularmente la Sociología, desde la prescripción de sus marcos conceptuales, ha ofrecido explicaciones sobre la formulación de los hechos científicos sin considerar el marco real de los hechos que estudia. El segundo considera que diferentes entidades se relacionan a partir de proceso de traducción en la que una se constituye como categoría de la otra y visceversa. En tal caso, ambas entidades, se subliman en una nueva entidad, distinta de las dos primeras pero que las contiene, transformadas, diría Latour (1993), indudablemente yuxtapuestas, diría Callon (1986), simultáneas y heterogéneas, comenta Arellano (2007).

Asumimos la depuración sobre el *método de la traducción* de Serrés que formula Arellano, pues nos parece flexible y útil a nuestro propósito. Siguiendo la ruta de Arellano (2011a), se puede considerar que la noción de traducción refiere a la capacidad de poner en relación dos entidades heterogéneas, la única forma de ponerlas en relación es mediante procesos de traducción en la que los significados y significantes de una se *convierten* en los significados y significantes de la otra. Si un par de entidades no pueden traducir su información no pueden ponerse en relación, cuando lo hacen logran una hibridación singular, una nueva entidad.

El resultado de un proceso de traducción es un híbrido. Latour (1993) identificó híbridos de naturaleza y cultura, Arellano considera que estos son heterogéneos, irreducible a un modelo dicotómico y por tanto más rico en análisis, además ello indica que los procesos de traducción también son heterogéneos (Arellano, 1999).

Cuando consideramos que un híbrido heterogéneo es resultado de múltiples traducciones es más difícil ver como actúan las traducciones. Las relaciones se producen a medida que las entidades se traducen ¿quienes y cómo se traducen? Es una pregunta que requiere la observación directa donde se identifiquen entidades a medida que intercambian sus significados y significantes, literalmente es un proceso de comunicación. Desde la teoría de la información puede decirse que encodifican y decodifican significados y significantes[2].

Latour (1993) sostiene que los humanos son híbridos de naturaleza y cultura; heterogéneos, desde la perspectiva de Arellano. Si esto ocurre realmente, requerimos preguntarnos ¿cuáles son las traducciones que se producen en tales combinaciones? Para abordarlo, Latour (2005) considera que las entidades, en tanto redes en sí, poseen materialidad, simbolismo y socialidad.

La materialidad se refiere a la estructura física de las entidades y de las relaciones, las entidades pueden ser orgánicas como una persona o mecánicas como una computadora, la fisicalidad de las relaciones pueden ser presenciales o distantes en el tiempo y el espacio.

Los símbolos funcionan semánticamente para las personas y sintácticamente para las computadoras, la relación consiste en la forma de procesarlos por parte de cada entidad, en este trabajo la categoría simbólica de Latour la redefinimos como *significación*, pues un símbolo a su vez posee una materialidad y un significado asociado. Consideramos que por definición los símbolos siempre poseen significado, evidentemente, los significados son dependientes del observador dentro de un campo de dominio, por tanto puede decirse que,

[2] Un ejemplo sencillo se da en la interacción humano-computadora. En la interacción humano-computadora el problema es cómo la máquina le comunica al humano qué está haciendo y; cómo el humano le comunica a la máquina qué hacer. Se traducen mediante interfaces, la máquina expresa en pantalla o mediante sonidos o vibración, tareas realizadas o por realizarse, mientras que el humano usa teclado, *mouse* o *trackpad* para indicar acciones. Otros casos se dan en la producción científica, más adelante veremos cómo un grupo de investigadores se traducen mediante tablas escritas a mano y pruebas tomográficas para producir una representación matemática para tratamientos médicos.

desde este ámbito, las entidades y las redes producen y comunican significados cuando son sometidas a la decodificación.

Latour, usa el término *social* en el sentido de *traza de asociaciones entre elementos heterogéneos* (2005), como ya hemos expresado, la socialidad consiste en la capacidad de que dichas traducciones sean posibles por ejemplo, mediante el diseño de Información. Donde a partir de "representaciones", un actor o una red se pone en relación con otras sintetizando conocimientos y artefactos. En un sentido inverso, se puede decir que el artefacto informacional es la síntesis de conocimientos y artefactos previamente instrumentados, un diseño de información es un artefácto inédito y heterogéneo.

El conjunto de asociaciones derivan en una red heterogénea, así, además de que entidades materiales y significaciones se asocian; la dimensión social consiste en trazar los procesos de asociación, es decir *diagramar* la red. La representación de redes o visualización de redes es al mismo tiempo material, como la diagramación visual de una red, con significaciones como sus contenidos semánticos y sociales en tanto que al explorarse y describirse se observan las asociaciones producidas.

La visualización de redes es una manera diferente de mostrar las relaciones heterogéneas. Son, más bien, *mapas de relaciones*, cada mapa en tanto representación gráfica, también es una mezcla de materialidad, como la representación en pantalla, con los significados que pueden interpretarse a partir de las relaciones espaciales y las diferenciaciones cromáticas de los nodos que se dibujan. Lo que nos permite ver patrones de relación a medida que se diagrama una red.

Los patrones de relación representan las constantes y diferencias expresadas por la red. Las redes no solo permiten entender qué entidades se asocian, esa es su apuesta más superficial, nos permiten preguntarnos por las relaciones mismas, cómo y por qué surgen, cuales son sus cualidades. Una entidad puede tener más relaciones que las demás, detonarlas o ser el punto de llegada. Un desarrollo tecnológico puede poner en relación instituciones, laboratorios, conocimientos y concepciones culturales. Mediante algunos algoritmos podemos medir el peso de las entidades conformando *clusters* es decir, grupos de entidades

asociadas, lo que permite distribuir las entidades por las relaciones construídas en *topologías de red*.

La red en tanto episteme es una tecnología que permite la construcción de conocimientos y estos en tanto producto de investigación, posibilita la construcción de nuevas tecnologías, toda vez que la visualización de la red nos permite ver estructuras, prescribir y proyectar rediseños tecnológicos.

Dicho de forma simple una red se compone de entidades que tienen materialidad y significados asociados a estas materialidades, al relacionarse o combinarse, producen informaciones inéditas. Los registros de un etnógrafo de la ciencia, son expresiones de sus saberes puestos en marcha usando sus tecnologías conceptuales y materiales. La información resultado de un proceso de diseño *encapsula* al proceso de diseño mismo que lo produjo; contiene la información heterogenea de su gestación.

A partir de la revisión bibliográfica y de la observación participativa, este proyecto busca construir una serie de relaciones conceptuales entre materialidades y significados que se sintetizan en el diseño de información por medios digitales dentro de Media Labs (ML). Se centra en algunos de los aspectos conceptuales y tecnológicos más generales que decantan en las prácticas singulares de diseño de información con medios digitales. Esto se debe a que dentro de los ML cada proyecto de diseño de información se articula en aplicaciones particulares desde paradigmas generales de diseño donde ciclos de construcción-implementación-actualización de tecnologías digitales refinan la prefiguración, figuración y configuración de informaciones, denominamos a estos ciclos como procesos de re-diseño[3].

Consideramos que el diseño de información es una práctica heterogénea que además propicia la organización de los ML; asumimos que al momento de trazar la red heterogénea de un ML; es necesario traducir las entidades materiales y significados, es decir las tecnologías y nociones conceptuales, respectivamente. Tecnologías en tanto recursos, procesos,

[3] En diseño una iteración es el proceso de configurar una idea y comprobarla antes de ser refinada, cada ciclo de evaluación y refinamiento es una iteración. En ciencia computacional la iteración es entendida como el proceso por el cual una tarea es realizada antes de volver a ejecutarse, normalmente la tarea arroja nuevos valores que se usan en la nueva iteración, actualizando la información que produce el sistema.

artefactos y nociones conceptuales en tanto saberes, conocimientos, modelos o estructuras conceptualizadas. Las relaciones *trans-disciplinares* entre científicos de la informática y sociologos que se han llegado a configurar, han derivado en la producción de nuevos conocimientos y tecnologías útiles a la investigación social y al desarrollo computacional. Esto quiere decir que la materialidad y los significados que poseen las entidades que participan en un ML son puestos en circulación configurando conocimientos nuevos y nuevas tecnologías.

En tal sentido, este trabajo también se propone exponer y relacionar las nociones y tecnologías que intervienen de manera conceptual y artefactual en el diseño de información para conformar una versión particular de ML. A partir de este punto, identificamos que los ML son escenarios de prácticas híbridas de diseño en el que diferentes saberes y tecnologías se ensamblan con un especial uso de algunos medios digitales para construir información.

Los medios digitales, en sí; refieren a la métodos de software para el tratamiento automatizado de datos y la producción de información a partir de prescripciones lógico-matemáticas (nociones conceptuales surgidas desde la lógica y la matemática) encodificadas digitalmente mediante lenguajes de programación (tecnologías), por tanto también son híbridos sintéticos de materialidades y significados.

Nuestra propuesta no busca trazar todas las nociones y tecnologías envueltas en los diseños de información con medios digiales, pues cada proyecto de diseño de información es particular a sus necesidades y condiciones, por el contrario se intenta presentar las nociones y tecnologías conceptualizándolas desde una perspectiva de diseño, que identificamos en tanto el ensamblaje de nociones y tecnés en la descripción de fenómenos para entenderlos y problematizarlos.

Es decir, proponemos una disertación que presenta la síntesis de nociones y tecnologías organizadas en los procesos de diseño de información con medios digitales. Para ello se han identificado algunos modelos de medialab como el *Medialab Del Prado*, el medialab de *Science Po*, el *digital methods initiative* de la Universidad de Ámsterdam, los cuales presentan nociones

y tecnologías desarrollados por ellos, en la práctica bajo epistemes de diseño como el *Design Thinking*.

El *Design Thinking* es un método de innovación que surge en la mercadotécnica (Norman, 2013) y en la ingeniería de políticas (Rittel y Webber, 1973) y que ha sido implementado en otras áreas. Cómo se expondrá en el segundo capítulo, este modelo yuxtapone diferentes métodos para abordar una problemática de diseño en iteraciones de ideación, prototipado y evaluación de soluciones (Norman, 2013). Pone énfasis en abordar problemas indeterminados mediante la conceptualización de la situación para luego adaptar el modelo conceptual a la realidad material, buscando siempre la innovación, adaptando la hipótesis sobre la marcha (Rittel y Webber 1973).

En esta tesis, cada capítulo implica el entrelazamiento conceptual de nociones y tecnologías tal que en algún punto las distinciones se borran por completo y en otros momentos quedan expuestas con demasiada obviedad, también se pretende evidenciar la amplitud de estos conceptos; tendiendo algunos puentes, primeramente conceptuales; para mostrar la amplitud de relaciones posibles entre los diferentes conceptos y tecnologías, entendido como un entrelazamiento disciplinar. El trazado conceptual ayuda a explorar las nociones que conforman nuestro tema de estudio. El trazado tecnológico se expone mediante casos de visualización de redes con medios digitales, en tanto diseños de información elaborados como diseño de información con medios digitales para ejemplificar las trazas conceptuales. Estos ejercicios de visualización de redes heterogéneas se presentan como ensayos de un ML en el diseño de información.

La finalidad de este trabajo recae en exponer la naturaleza reticular del Diseño de Información mediante software y su relevancia en la producción de conocimiento y tecnología y así diseñar conceptualmente la conformación de un ML y promover la actualización de los modos de hacer ciencia, tecnología y sociedad en nuestro contexto geográfico, mediante experimentos de diseño.

1. Marco conceptual para el diseño de Información a través del *diseño de visualización de redes heterogéneas*

1.1 Entretejido de conocimientos y artefactos en la producción de información y Media Labs

> *El universo está hecho de energía, materia e información, pero la información es lo que hace interesante al universo. César A. Hidalgo, Físico (Why the Information Grows, 2015)*

Información es una palabra que refiere a 'un orden' o arreglo, todo cuanto presenta una organización está al mismo tiempo informado, posee un arreglo, es decir, está organizado dentro de los límites de un marco conceptual y/o material. Una mente capaz de ordenar hechos es una mente informante, lo mismo para las computadoras, pues ordenan datos de manera automática. La mente humana toma hechos que conceptualmente y materialmente son transformados en información con la cual se producen conocimientos y artefactos. La dimensión material y conceptual al combinarse crean un tejido de relaciones que reriva en la configuración de un arreglo en particular, es decir, un diseño de información.

La base sobre la que se diseña la información son los datos, que de manera inversa pueden concebirse como piezas de información con potencial semántico tal como lo ha definido Floridi: *Datos bien-organizados que son significativos: "Well-formed data is meaningful"* (2010). El término dato refiere conceptualmente a 'un *registro'*, como la captura de un conjunto de características de un individuo o una cosa, al hacer un clic en un sitio web, se genera un dato.

Al coleccionar y organizar visualmente un conjunto de datos, es posible generar información y hacer sentido de ellos, en otras palabras, información; es 'lo que se puede decir sobre algo', o 'el orden que posee algo' (Hidalgo, 2015).

Argumentamos, a partir de los trabajos de Arellano[5] (2007, 2011a, 2011b)[4]; que la información se estructura partiendo del registro de datos y de uno o varios mecanismos por los cuales son traducidos a representaciones gráficas (entre otras formas de representación).

En suma, la información resulta del entretejido de conocimientos y artefactos, en procesos de encodificación de datos mediante los cuales, la información es materializada como *representación* (gráfica) de otra cosa (un fenómeno, una instrucción, un proceso o una descripción).

Derivado de ello, 1) la información habla por, o bien traduce, el mundo a un modo que los investigadores pueden entenderla, lo que 2) permite intervenir en él pero de manera guiada.

Veamos estos dos puntos a detalle; Floridi (2010) reconoce estas dos dimensiones de la información y las define 1) en tanto 'Información como producto' siendo el resultado de organizar datos, por ejemplo; de una operación matemática (identificando dicha operación como un artefacto) y la aplicación de un marco conceptual (identificada como un conocimiento) a un fenómeno; y 2) 'información en tanto recurso', cuando la información como producto puede servir para propósitos diferentes del propósito original. Por ejemplo las estadísticas demográficas que ayudan a tomar decisiones, como en el diseño urbano o la mercadotécnica.

Así, conocimientos y artefactos en tanto 'recursos informacionales', cuando son puestos en circulación, producen nuevos conocimientos y artefactos, es decir: 'productos informacionales'. Ambos, tanto conocimientos como artefactos son considerados aquí como 'tecnologías', las que a su vez son resultado de las denominadas 'redes heterogéneas', en el diseño de información.

Por otro lado, la palabra dato del latín *datum* significa 'diferencia' y tiene su origen en la palabra griega *dedodema* que significa 'carencia de uniformidad'. De tal modo que un

[5] Más adelante presentaremos el trabajo de Antonio Arellano y la forma en la que este nos sirve para argumentar nuestra propuesta.

dedomena, dice Floridi (2008) es una carencia de uniformidad. Graficamente, la Información se conforma mediante secuencias visuales, carentes de uniformidad que derivan en patrones identificables. Dependiendo de los artefactos y conocimientos que se poseen, es posible encodificarlos y decodificalos de diferentes maneras, lo que permite hacer sentido de la información, pero también nos hace reconocer la relevancia en el modo en que se encodifican y decodifican los datos, particularmente en los modos visuales para encodificar y decodificar.

Un dato por sí solo no puede producir información, es necesario que éste se organice junto a otros datos, por ejemplo, los contenidos de una tabla de excel pueden reorganizarse de varios modos para identificar patrones cuantitativos. Pero si un dato no puede ponerse en relación con otros para construir información, entonces puede dirigir a nuevas investigaciones.

Los conocimientos y los artefactos también son estados informados de circulaciones precedentes de conocimientos y artefactos. Estas circulaciones, se organizan según paradigmas y controversias políticas (Arellano, 2016) y se materializan en representaciones materiales como publicaciones, encuentros y archivos audiovisuales e hipertextuales, pero también se materializan en las prácticas de los especialistas que, poseyendo información sobre un tema, la ocupan en sus actividades de experimentación y reflexión, es decir se materializan en marcos conceptuales, métodos, procesos y artefactos, dicho con claridad, son tecnologías y como expondremos más adelante, son diseños.

La producción de información ha derivado en la producción de formas de conocer el mundo y en la creación de artefactos con los cuales lo hemos transformado. A medida que las transformaciones artefactuales han dado paso a nuevos conocimientos, estos nos han llevado a la producción de otras maneras de explicar el mundo derivando en la producción de nuevas tecnologías.

La actualización en el conocimiento propicia la actualización de los artefactos y viceversa. Por tanto la información es un producto epistémico-artefactual en un proceso de relaciones heterogéneas, pero no se limita a la traducción directa de dos tipos de entidades: conceptuales y materiales, durante este proceso, intervienen diferentes actores, dando lugar

a traducciones de mayor riqueza; configurando una red de actores y procesos en cada transformación (ver figura 1).

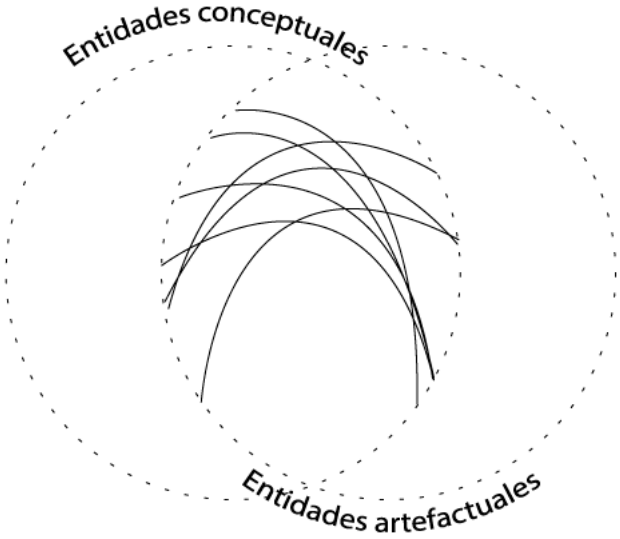


Figura 1: Representación abstracta de las relaciones entre conceptos y artefactos. (J. A. Cid Cruz, 2017)

Partiendo de Arellano denominamos *entretejido epistémico-artifactual* a las múltiples e intrincadas relaciones que surgen entre los conocimientos y los artefactos que dan como resultado un modo de informar fenómenos, es decir de describirlos y explicarlos, todo ello ayuda a la investigación y la innovación tecnológica.

De acuerdo con Arellano (2016), las sociedades humanas se organizan en el marco de los conocimientos o *tecnologías conceptuales* y artefactos o *tecnologías materiales* que se poseen y que son puestas en circulación mediante asociaciones según ciertos intereses negociados o políticos. De modo que la producción de información está ligada al marco conceptual y artefactual que gestan y usan los actores involucrados.

Mediante el uso y transformación de información se tejen relaciones entre diferentes entidades y así se avanza en la investigación de fenómenos, como los naturales; o de instancias, como los artefactos que producimos, pero también se avanza en la comprensión de las relaciones que derivan de todo ello, a través de informaciones como las llamadas *redes heterogéneas*.

El término Información alude a dos delimitaciones conceptuales, la primera es *información material,* como los artefactos, por ejemplo, la estructura de un vegetal y la segunda refiere a la información semántica, por ejemplo una alarma sísmica o el contenido de un libro.

1) De acuerdo con Hidalgo (2015) la información es el resultado de "cristalizar" átomos en una determinada estructura de tal manera que éste 'orden' puede usarse para producir nueva información[5] [6]. Un desarrollo artefactual representa este tipo de información.

2) Informar es también diseñar una forma estructurada para explicar o describir fenómenos, esto es información semántica. Un desarrollo conceptual, es este tipo de información. De tal modo que producir información es hacer *logos,* en el sentido de organizar datos que produzcan cierto significado. Para lo cual, los fenómenos son representados por grafías, abstracciones diagramáticas, números u otras formas de representación semántica como gestos, sonidos, entre otros. Para nuestro trabajo nos centraremos en este tipo de información.

Así que informar es: organizar datos en un determinado sistema de códigos en el cual diferentes piezas semánticas traducen datos. Las piezas son organizadas de tal manera que juntas y bajo un orden específico, conforman una determinada estructura de sentido. Por ello se identifica que la información tiene cualidades semióticas, es decir que se configura bajo una sintaxis con la cual se expresa una semántica que posee diferentes funciones significativas según el campo de aplicación en el que se decodifica.

Después de una amplia revisión experimental y documental, que abarcan desde los estudios tecnocientíficos, el diseño de software, las teorías sobre información y algunos

[5] Grabar información en un disco duro es una manera de cristalizar átomos

[6] Piense, por ejemplo, en la tecnología conceptual y material que se requiere para crear un artefacto de cerámica. Piense que éstas tecnologías se combinan con otra tecnología, como la manipulación del vidrio; y se obtiene un artefacto hecho con cerámica y vidrio. El resultado es nueva información, es decir nuevos modos de organizar átomos y deductivamente nuevas teorías, la información que queda cristalizada en los átomos es la misma que le permitió organizarlos de tal manera que tenemos un diseño en particular que aguanta ciertas temperaturas y puede contener ciertas sustancias. La producción de conocimientos y herramientas así como la innovación y el desarrollo consisten en la producción de información y su aplicación experimental en la fabricación, por ejemplo, de soluciones a problemas inéditos.

enfoques filosóficos, hasta la epistemología del diseño y las recientes prácticas tecnológicas con medios digitales; podemos sostener que la información semántica no se limita a producir tecnologías sino que se extiende a posibilitar la comprensión sobre los fenómenos que afectan la vida humana a partir de la explicación y la comunicación mediante la escritura científica y técnica, auxiliándose de la representación gráfica de la información.

Actualmente y gracias a la computación, múltiples datos pueden ser organizados y reorganizados produciendo diversas informaciones, es decir, diversas representaciones de los fenómenos, derivando en una nueva manera de estudiar realidades. Por ejemplo: mediante el modelado probabilístico de fenómenos, el diseño de estadísticas proyectivas, el diseño de soluciones generativas o la representación de redes de datos. Estas representaciones de manera simultánea a la escritura literaria, permiten construir productos de investigación heterogéneos, donde la implementación de software especializado implica reconocer la base algorítimica con la cual se traducen datos a información gráfica. De esta implementación experiemental, se ha logrado profundizar en el estudio de la naturaleza y la cultura. Actualmente han surgido escenarios que modifican la manera en que se realizan estas tareas intentando conectar diferentes informaciones de forma inédita al implementar procesos de diseño. A estos escenarios les denominamos Medialabs (ML).

De manera muy general los ML se describen como entornos donde surgen relaciones entre diferentes disciplinas humanísticas, de tecnología informática y epistémica mediante las cuales se abordan colectivamente preguntas de investigación, lo que usualmente llevan al prototipado de *nuevas* soluciones a problemas de lo que Weaver una vez identificó como *problemas de complejidad organizada* (Weaver, 1948). Hoy, esta complejidad organizada también es conceptualizada como *data-driven design* o diseño dirigido por datos (bestiario.org, 2016). Y es debido a las capacidades de cómputo, almacenamiento de datos y facilidad de programación de los últimos desarrollos tecnológicos que los *ML* se implementan en las academias y empresas de innovación y desarrollo públicos y privados como espacios para la producción de conocimiento humanístico y tecnológico con base científica a partir de la informática.

La diferencia de los ML con otros entornos de producción y aplicación de conocimientos es que estos relacionan ciencia y tecnología sobre una base ideológica y también una búsqueda estética disruptiva y a-disciplinar (Cardronnet, 2011). Además, estos escenarios intentan romper las barreras entre marcos epistemicos y artefactuales y también se presentan como escenarios donde la innovación, la heurística y el holismo dirigen las acciones encaminadas a la búsqueda de soluciones (Ito, 2016). Razones por las cuales identificamos estos espacios como escenarios de diseño que producen, mezclan y reorganizan información con la cual se configuran artefactos digitales que se ofrecen como informaciones producto e informaciones recurso.[7]

El modelo epistémico general para la producción de información en ML consiste en configurar un proyecto de diseño con medios digitales que ayude en la investigación, pero considerando las tecnologías a la mano que son más adecuadas para prototipar explicaciones informátizadas (Floridi, 2013; Venturini, 2010; Rogers, 2013). En el contexto de los ML, los mecanismos para prototipar artefactos de diseño de información, dependen del dominio de las tecnologías con las cuales se obtienen datos y de las tecnologías con las cuales son encodificados en patrones susceptibles de comunicar significados.

Es un proceso en el cual el software juega un papel fundamental, así que las nociones sobre el diseño de software, es decir la relación entre la lógica y la matemática aplicada a la escritura de programas computacionales junto con su implementación práctica a problemas específicos y preguntas de investigación; son el corazón del diseño de información con medios digitales, cuando esto se hace con fines de producción de conocimiento y desarrollo artefactual, donde las demarcaciones disciplinares se borran, entonces nos ubicamos en el diseño de información dentro de los ML.

La identificación de variantes o diferencias en medio de la continuidad de estados de las entidades o conjuntos de entidades observados, además de su registro y organización en arreglos mediante sistemas de encodificación; nos permite producir información, lo que redunda en la posibilidad de interpretar y explicar fenómenos. Cuando dicho proyecto se

[7] Un caso es el *Citizen Data Lab* en Ámsterdam, que además de configurarse como una red de industrias creativas tiene como objetivos el empoderamiento tecnológico y la formación de ciudadanías inteligentes partiendo de la producción de artefactos digitales con los cuales los ciudadanos interactúan produciendo información que permite abordar ambos objetivos de manera simultánea http://www.citizendatalab.org/, [accedido el 10 de abril de 2019]

conceptualiza como un problema u objetivo en particular, como es usar tecnologias digitales para representar fenómenos, estamos frente a un problema de diseño de información. El cambio paradigmático de las disciplinas puras a la mezcla de disciplinas ha derivado en la postura a-disciplinar en la cual el diseño de información es resultado de la configuración de retículas de intereses humanísticos y epistémico-artifactuales que se caracterizan como prácticas de un ML, dentro de los cuales, las tecnologías digitales guían el diseño de información a manera de tecnologías para la visualización y el estudio de fenómenos.

1.2. Encodificaciones visuales de redes heterogéneas

Las cosas que son menos importantes para la supervivencia son las cosas que nos hacen humanos. Savas Dimopoulos, Físico, (Particle Fever, 2013).

Hidalgo (2015) sugiere distinguir entre información 'como algo' e información 'sobre algo'. La información 'sobre algo' es la que está encodificada en cualquier sistema de signos que además pueden posibilitar su transmisión. Es decir, se refiere a los datos que explícitamente escribimos en una tabla y que luego son graficados en representaciones visuales, o los reportes de investigación o las alarmas sonoras de los cambios bursátiles en los teléfonos *inteligentes*, éstas representaciones *expresan* el estado de fenómenos y cosas.

Mientras que la información 'como algo' se refiere a la organización material de algo, que mediante procesos de transformación configuran un artefacto en particular. Por ejemplo una computadora, un satélite o un edificio inteligente son información en tanto organización estabilizada de átomos.[8]

Vinculando a Hidalgo con Arellano, consideramos que la información que producimos y por tanto el orden en el cual se *ensamblan* las sociedades contemporáneas se configura en la capacidad de generar y procesar tecnologías, esto es 1) producir conocimientos y 2) instrumentar procesos mediante manipulaciones materiales. Ambos fenómenos acontecen

[8] Hidalgo nos da un ejemplo sencillo: un automóvil Bugati nuevo y uno totalmente chocado, contienen prácticamente los mismos átomos, pero no la misma información, por ejemplo, el precio del no chocado respecto al chocado varía sustancialmente, esto es por como están informados. Esto es información como algo y desde el punto de vista de la física de Hidalgo, la estructura de los átomos o de los datos, cambia el valor económico de los mismos, y mantiene ese valor o lo incrementa a medida que mantiene su estabilidad en el tiempo, como un artefacto paleolítico conservado en perfectas condiciones.

La información se cristaliza, comenta Hidalgo, es decir, un estado informado de la materia es posible mediante proceso naturales o artificiales, muy particulares que involucra consumo energético y una cantidad de materia. Hidalgo piensa en el remolino de agua que se forma en la coladera de la regadera cuando nos bañamos. El remolino es estable durante un periodo de tiempo, cuando la fuerza necesaria o el agua se hayan agotado, esa estructura se pierde. Pero si por un momento, congeláramos el remolino tendríamos esa estructura sólida lo que significa que su información es estabilizada o cristalizada. Otros modos de congelar una estructura en el tiempo son la fotografía, un registro sonoro, un mapa, una visualización en red, un escaneo 3D, un video o las notas mentales en nuestro cuaderno. Como comenta Arellano, la estabilización conceptual de un fenómeno sería la cristalización.

simultáneamente en el diseño de las tecnologías que producimos. Un ejemplo en nuestro campo son los artefactos informacionales como la *Visualización de Redes*. Un ejemplo conciso se describe en el trabajo *Mapeando redes de investigación tecnocientífica de la Universidad Autónoma del Estado de México* (Arellano, 2011a). La propuesta es siguiendo a Arellano e Hidalgo, que la traza heterogénea de 1) informaciones 'como algo' y 2) informaciones 'sobre algo' da como resultado 1) un diseño informado y son productos de 2) un proceso de diseño de información, respectivamente.

Las capacidades cognitivas nos permiten identificar patrones y organizarlos semióticamente. Traducimos la información 'como algo' en información 'sobre algo' mediante sistemas de codificación. Estos sistemas se han diversificado configurando las múltiples formas de expresión humana. Si bien, físicamente, la información se expresa en la materialidad de los fenómenos estudiados, esta información se 'cristaliza' (usando la metáfora de Hidalgo) cuando es traducida a representaciones que poseen significado, en tal sentido, los datos bien formados son significativos, como expresa Floridi (2010). Si los datos son significativos es por que estos están representados mediante sistemas de signos decodificables de modo tal que permiten el estudio y explicación de los fenómenos representados.

Los signos están construidos para ser percibidos mediante los sentidos humanos, de manera diferenciada, como los signos estrictamente sonoros y signos estríctamente visuales, o de manera integrada como los signos audiovisuales. Del mismo modo los signos fungen como mediaciones para comunicar mensajes. Los signos también son determinaciones heterogéneas de conceptualización y materialidad que posibilitan la socialización de conocimientos. Así las comunicaciones humanas se desarrollan en sistemas de codificación artificial como los idiomas, las representaciones visuales, los diagramas, mapas, sonidos, etc.

La información, se construye semánticamente en sistemas de representación que se estabilizan socialmente dentro de algún campo disciplinar, es información 'sobre algo'. Al estar encodificada también comunica. Por tanto la información y su capacidad comunicativa es dependiente del mecanismo de representación que se utilice, por ejemplo los mapas, las tablas y las representaciones de redes.

El uso de la informática automatiza estos procesos, y es particularmente útil cuando se requiere computar grandes cantidades de datos o que requieren una mayor precisión. Dentro de este marco de representaciones se distingue la 'visualización' de datos (*dataviz*) y la visualización de información (*infoviz*).[9] En este marco podemos identificar que el trazado puede asistirse mediante el uso de software, lo que permite 1) relacionar una mayor cantidad de entidades gracias a las capacidades de cómputo de las tecnologías informáticas, 2) facilitar el análisis por medio de representaciones visuales y 3) reorganizar las entidades según diferentes algoritmos computacionales, con los que se pueden 4) establecer influencias y pesos de las entidades, mediante la graficación de una topología de la red ya que es posible visualizar la distribución de las entidades formando grupos que se asocian y separan según caulidades intrínsecas, propias de cada red.

A partir de Manovich (2008), consideramos que la información informatizada es dependiente del medio en el que se encodifica, esta puede ser 1) medial: se reconocen como informadas en un medio base que puede ser visual, auditivo, háptico, etc. como la radio, la literatura, la fotografía. 2) multimedial, que representan al tipo de información que se construye de diferentes medios base para comunicar un mensaje como el cine, la televisión, los videojuegos y los CD-ROMs. 3) hipermedial; corresponden a los medios publicados en Internet en los que los medios previos convergen comunicando mensajes ricos en contenidos. Incluso los hay 4) metamediales; que se refieren a los medios con los cuales se pueden producir nuevos medios como las aplicaciones de escritorio, las aplicaciones Web y también los entornos de programación. Tanto los terceros como los cuartos son representados por las tecnologías informáticas de información y comunicación. De todo lo anterior se puede sostener que la informatización semántica de datos 'sobre las cosas' es objeto de estudio y diseño de información en un ML.

El tipo de representaciones que nos ocupan son las visualizaciones gráficas cuyo sistema de encodificación es digital y están construídas, de acuerdo con la taxonomía de Bertin (2010); por los mapas, las redes y los diagramas. Dicha taxonomía hace incapié en que los gráficos se deben a su doble función: como mecanismo de almacenamiento y como instrumentos de

[9] Serán tratados más adelante.

investigación, dado que estos sistemas de encodificación gráfica y decodificación visual son monosémicos pues quien los 'leé', requiere conocer previamente el significado específico de cada eleménto gráfico antes de la decodificación de la visualización.

Observamos a partir de Marriott y Meyer (1998) que el potencial semántico de los gráficos se debe a la especificidad de un lenguaje visual dentro de un marco epistémico-artefactual, es decir que un conjunto de diagramas son expresiones válidas para un colectivo cuando una *dataviz* o de información (contenidas por colección de grafos y grafías en un espacio bidimensional o tridimensional), produce sentido para ese colectivo. Lo que quiere decir es que a partir de la percepción visual, podemos identificar variaciones espaciales que contienen significado y que son de utilidad para un conjunto de actores (Bertin 2010).

La especificidad de un lenguaje visual y su apropiación en la creación de informaciones sobre las cosas, tal que la posibilidad de que una visualización diseñada exprese con veracidad aquello que representa, es un asunto del diseño de información. En el caso de las redes heterogéneas, su especificidad se determina de al menos dos primitivos visuales (Marriott y Meyer, 1998) los puntos y las líneas, que a su vez representan semánticamente entidades y relaciones pero se expresan de manera abstracta como nodos y vértices. Igualmente, la forma, tamaño y color de los nodos o bien la dirección, largo y ancho de los vértices (Bertin, 2010), así como la distribución espacial, ayudan a determinar la especificidad de los elementos relacionados, tal como ha sido expuesto por Jacomy et al. (2014) .

En general, observamos que el cómputo informático de grafos, permite traducir puntos y líneas a nodos y vértices con carga semántica de manera automatizada, facilitando la construcción de representaciones que ofrecen otras posibilidades para la investigación con medios digitales, identificamos estas representaciones como *dataviz*.

Las encodificaciones para el diseño de información con medios digitales requiren una problematización particular sobre los datos y el modo en que estos deben ser tratados informáticamente para estudiar fenómenos. Los tratamientos visuales pueden conformar mapas, diagramas o redes. Particularmente las redes permiten la visualización de datos

cuando se manipulan el tamaño, el color y la distribución espacial de los nodos y los vértices que componen la visualización.

1.3 Antecedente contemporáneo del diseño de información informatizada

Mediante la escritura de signos organizados a partir de reglas sintácticas; el matemático o el físico o cualquier otro calculista como los ingenieros, pueden producir artefactos o prescribir fenómenos con un alto grado de exactitud. Precisamente fue durante el siglo XIX que los matemáticos se dedicaban principalmente al cálculo. En Inglaterra esta actividad organizaba la política económica del Reino Unido. Según Gleick (2011), en aquella época se les llamaba calculadoras a las personas que se dedicaban justamente a eso: calcular las dinámicas del mercado, el suministro de materia prima y los flujos económicos que interesaban a quienes les contrataban. Uno de los más destacados calculistas de aquella época fue Babbage, quien estaba interesado en el cálculo mecánico de logaritmos e ideó una máquina para calcular logaritmos a la que llamó *Máquina Analítica* (ver figura 2); porque funcionaba haciendo cálculos, usando, igual que el telar de Jacqard, unas tiras de cartón perforadas con las que se dibujaban patrones textiles, pero para cálculos estadísticos y probabilísticos (Gleick, 2011).

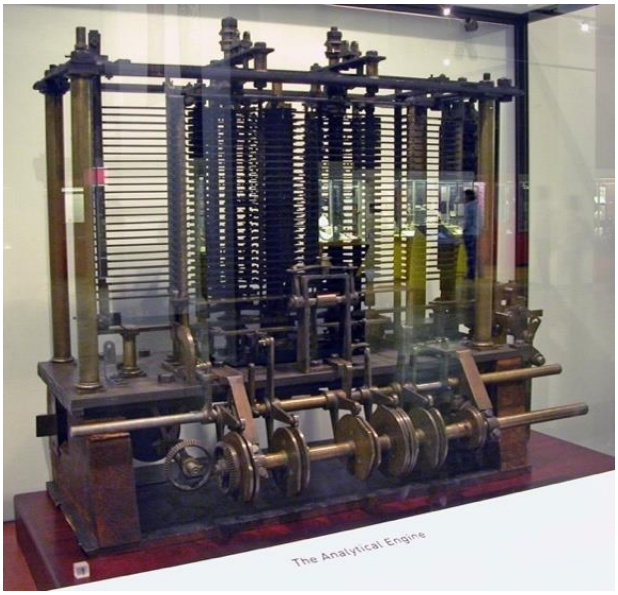


Figura 2: Máquina analítica de Charle Babagge (wikipedia, 2019)

Babbage es importante por haber prototipado la *primera computadora* cuando ideó la máquina analítica, aunque su funcionamiento no era electrónico sino mecánico. Pero también es importante porque en el proceso, intentó mecanizar el cálculo y mejorar la notación matemática con la finalidad de desarrollar un sistema gráfico que fuera universal y abarcara las diferentes

formulaciones matemáticas en un sistema de econdificación universal basado en la notiación matemática[10], es decir, intento generar un lenguaje visual adecuado al uso de la máquina.

Ya en el siglo XX, Shannon (1945), describe la reglas generales para decodificar y encodificar un mensaje cifrado en *A Mathematical Theory of Cryptography*. En él describió sobre una forma efectiva de encriptar mensajes donde los fonemas era sustituido por otros haciéndolo desaparecer en una aparente cadena de señales sonoras sin sentido o aleatoria. En su propuesta, las formas más efectivas para cifrar y descifrar mensajes fue traducirlas a señales estocásticas, esto es hacerlas parecer ruido. Luego, mediante procesos reversibles de operaciones logarítmicas, propuso calcular la probabilidad de que una señal se convirtiera en un sonido reconocible. Literalmente consistía en re-construir patrones donde aparentemente no había. Pero esto significaba tratar los mensajes lingüísticos, como estructuras simbólicas de naturaleza estadística. Este trabajo sentó la bases para el que sería su trabajo seminal *Una Teoría Matemática de la Comunicación* (1948).

El trabajo de Shannon demuestra cómo encodificar y decodificar mensajes cuando estos han sido traducidos a señales eléctricas estocásticas, que luego son transmitidas mediante canales electromagnéticos o eléctricos como los cables o las señales de radio. Shannon sugiere que los mensajes como las palabras o los números pueden encodificarse en notación matemática discretas de orden binario, pues las palabras pueden expresarse como números enteros, lo que finalmente puede traducirse a un sistema de numeración binaria donde ceros y unos son combinados para producir números en notación binaria que representan arreglos de cifras y letras. Esto permite simplificar cualquier símbolo, o un conjunto de símbolos, a un número binario que representa una secuencia de cierres y aperturas en un circuíto eléctrico. Mediante la traducción selectiva de símbolos a ceros y unos y de estos a secuencias de apertura y cierre de circuitos, justo como el telégrafo; se pueden computar datos. La teoría de Shannon y Weaver indica que para que un sistema de comunicación esté completo, este necesita encodificarla, transmitirla y decodificarla. La informática es un claro ejemplo de ello.

[10] Actualmente existen múltiples lenguajes de programación, que son estructuras lógicas en las que la notación matemática puede escribirse y crear paquetes informáticos. Diferentes lenguajes de programación permiten el desarrollo de diferentes tareas informáticas, dependiendo del modo en que estos encodifican operaciones matemáticas es que se complica o facilita escribir programas singulares.

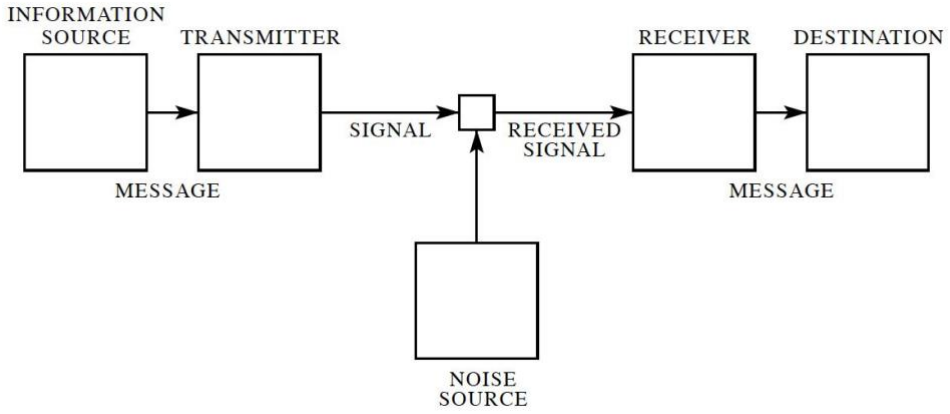


Fig. 1 — Schematic diagram of a general communication system.

Figura 3: Esquema diagramático del modelo de comunicación propuesto por Shannon y Weaver (1949), la palabra mensaje del lado izquierdo refiere a la encodificación, mientras que en el derecho refiere a la decodificación del mismo.

Hidalgo (2015) explica, sobre el artículo de Shannon (1948), que la información es *la medida del mínimo volumen de comunicación que se requiere para especificar un único mensaje*. Y se expresa en *bits,* que son fracciones de secuencias binarias en las que se parte un mensaje para ser transmitido por un canal. Por su parte Pierce (1980:Edición Kindle) describe la propuesta de Shannon como *"la manera eficiente de representar, o encodificar mensajes, desde una particular fuente de mensajes, para su transmisión sobre un particular tipo de canal y también nos dice cuando podemos evitar errores en la transmisión"*

Shannon y Weaver expusieron la manera para hacer más efectiva la encodificación y decodificación de mensajes, para lo primero se determina la *probabilidad* de que, dentro de un sistema de códificación, una particular secuencia de símbolos se produzca, esto se refiere a que los arreglos más probables de ser transmitidos son encodificados en notaciones binarias más simples, mientras que arreglos menos probables son encodificados en notaciones binarias más complejas. Este proceso decanta en la programación informática y es la base sobre la que se ejecutan cálculos informáticos. La transmisión de un mensaje tiene una base sintáctica, no semántica, o como Shannon describía, *el problema fundamental de la comunicación es el de la reproducción en un punto, exactamente o aproximadamente, de un mensaje elegido en otro punto, con frecuencia los mensajes tienen significado… los aspectos semánticos de la comunicación son irrelevantes para el problema de la ingeniería* (Shannon, 1948).

La denominada *información de Shannon,* la cual puede ser simultáneamente información 'como algo' e información 'sobre algo' expresa el mecanismo más eficaz para transmitir información con el mínimo de *bits* necesarios, lo que a su vez se traduce en la medición de la probabilidad de que un mensaje particular se produzca en el marco de un set finito de símbolos, como el alfabeto. En términos de Shannon, mayor probabilidad indica menor entropía o menor grado de incertidumbre y por tanto quiere decir que se requiere menor cantidad de bits para transmitir un mensaje. De todo ello se puede observar un aumento de neguentropía en los procesos físicos que han sido controlados por el hombre, que a su vez son traducidos a tecnologías, lo que deriva en la producción de información, pero también se ha avanzado en la encodificación de ésta y en su transmisión, por ejemplo a través del Internet, con amplío ancho de banda y con gráficos de alta definición.

Así por ejemplo, una base de datos que crece como sistema estocástico es traducida a Información mediante programación y se considera el rango de probabilidades para ordenar y transmitir datos de forma más eficientemente en el marco de ese código (Shannon), para luego ser reorganizados en arreglos decodificables o estructuras perceptibles ordenadas y *esperadas* mediante sistemas de representación informático, con la consideración de que la estructura obtenida puede ser significativa.

Para el caso de una computadora que procesa datos, cuando los datos son arreglados a partir de una programación determinada y bajo procesos algorítmicos particulares, el resultado *puede imprimirse*, esto es que se muestre en pantalla, o que se escriba mediante una impresora. La representación en pantalla, también llamada en el idioma inglés *render;* se comporta como un *mapeo* de datos que en este trabajo sintetizamos como *el equivalente visual de una organización de datos en un sistema de códigos, normalmente gráficos con una equivalencia exacta o aproximadamente exacta. En el caso ideal, los datos son traducidos a su mejor representación visual* (Wright, 2008).

Siguiendo el concepto de información se puede determinar que mapear significa organizar datos digitales en representaciones visuales (*visual rendering*) cuya correspondencia sea exacta o lo más exacta posible, esto es *dataviz*. Con ello un orden matematizado de datos

es perceptible al ojo humano a manera de patrones decodificables debido a una semiología gráfica como la propuesta en *Semology of Graphics* (2011) o las colecciones publicadas por Lima (2011; 2014 y 2017).

En la dinámica informacional mediada por computadoras, las matemáticas se han convertido en el principal mecanismo para producir y transmitir información. Mediante la instrumentación de sistemas informáticos es posible hacer preguntas sobre la naturaleza o la cultura y extraer respuestas a manera de información, la información es *renderizada* y *visualizada*. A partir de ello es posible realizar nuevas preguntas, desarrollar análisis y sugerir conclusiones parciales sobre la realidad representada. La relevancia de la matemática y de los procesos de cómputo es que posibilitan acercanos a la realidad representada o modelar comportamientos futuros con un alto grado de certidumbre aunque no necesariamente es completamente exacto. Más adelante veremos cómo la algorítmia permite el cálculo de datos relacionados suscrítos en bases de datos para la visualización de redes heterogéneas.

1.4 Representación de redes heterogéneas: Información como producto

> *La epistemología modernista de numerosos autores de la representación se ha expresado en dividir dicotómicamente a los actores capaces de representar de aquellos incapaces de emplear estas diferencias como fuentes de demostración. Antonio Arellano, Epistemólogo de la Antropología, (Historia, Ciència, Saúde – Manguinhos, 2011:830)*

Concebimos que una tecnología conceptual o artefactual es Información como producto en tanto que es resultado de circulaciones heterogéneas arregladas de tal manera que dan como resultado *esa tecnología en particular*, la que es al mismo tiempo un objeto de diseño. El estudio reticular de dicha tecnología permite explciar: ¿cómo se ha producido? ¿Qué tecnologías conceptuales y artefactuales le han dado forma? y de ser posible, permite medir su influencia en las subsecuentes relaciones que establece, lo que también explica su diseño y la influencia de ese diseño a partir de dinámicas de asociación. En este apartado se ejemplifica la descripción de una red heterogenéa a partir de la construcción de una representación matemática para una terapéutica, publicado por Arellano (2011b), en el cual describe las relaciones y procesos de traducción por los cuales se obtuvo una fórmula matemática que sirve para determinar el tipo de tratamiento *de litotripsia* al que un paciente puede ser sometido. Tomando como ejemplo esta publicación, se explicará como es que un diseño de información es construido heterogéneamente y el resultado, la representación, es información como producto.

Partiendo de la lectura de diferentes textos de Arellano (2006, 2007, 2011a, 2011b y 2013) se puede denominar episteme reticular o visualización de red al artefacto que se produce para poder visualizar la construcción reticular de alguna tecnología. Pero las propias visualizaciones, también contienen su propia información reticular, con lo que es posible describir y explicar la conformación de redes de tipo heterogéneo en la producción de información. En este apartado nos centraremos en la *información como producto* partiendo de la noción de *representación*, donde ésta refiere a la tecnología que habla sobre los fenómenos observados, pero además condensa su heterogeneidad y las circulaciones y

relaciones que se configuran en el diseño de su información. Luego nos centraremos en un tipo particular de representación que se identifica con el nombre de *dataviz*.

Primero mostraremos las consideraciones para la generación de epistemes a partir de la noción sociológica de *representación* que formula Arellano en (2011a) donde una representación, como puede ser una tabla, un mapa, una fórmula matemática, es al mismo tiempo una episteme, cuyo origen es colaborativo y heterogéneo. Luego describiremos, usando el mismo documento de Arellano, cómo la episteme reticular, es decir, el trazado de relaciones entre tecnologías conceptuales y artefactuales, representadas por personas, artefactos y animales; configuran un diseño de información, expresado en una fórmula matemática. Con ello pretendemos vislumbrar la idea de que los ML son espacios heterogéneos donde se diseña información que decanta en la producción de conocimientos y artefactos que a su vez son recursos informacionales para le generación de nuevos conocimientos y artefactos.

A partir de Arellano (2011a), consideramos que si reticulamos un artefacto, un experimento o una investigación documental; comenzaremos a identificar las múltiples entidades que intervienen en su diseño: Tecnologías conceptuales y artefactuales articuladas por personas y cosas produciendo asociaciones. Si consideramos todas las entidades por igual, bajo el principio de simetría del programa fuerte de la sociología de Bloor, observaremos que interactúan ejerciendo sus propios pesos e influencias unas sobre las otras, y que durante esas interacciones, se van *in-formando* mediante procesos de traducción que se dan entre las entidades participantes, por ejemplo: entre una computadora y una persona a través de la *interacción humano-computadora*. El tipo de información que se produce de este mecanismo nos permite identificar las entidades que intervienen, sus características y las dinámicas en las que se organizan durante el proceso de producción. Este es un modo de informar al artefacto y obtener conocimiento sobre él.[11]

[11] A propósito, Hidalgo en (2015) concibe el conocimiento como un conjunto de entidades relacionadas, es decir como una red de entidades consideradas como datos, el aporte de Arellano es que estos datos son heterogéneos, de ello consideramos que el conocimiento es informado reticularmente.

La información como recurso, en el sentido de Floridi (2010), es decir aquella que permite producir nueva información, es determinada por una construcción negociada, como indica Arellano (2011b) que pasa por la traducción de datos a representaciones en las que se encapsulan nociones y tecnologías, datos, conceptos, relaciones y procesos que son representados por grafías que al contener reglas sintácticas y relaciones semánticas, se conforman como signos dentro de un campo de aplicación.

Un claro ejemplo está expuesto en el trabajo de Arellano, titulado *Representación matemática de una terapéutica* (2011b). Mediante el cual se puede explorar cómo la circulación de conocimientos y artefactos; posibilitan un diseño de información. El trabajo de Arellano se centra en exponer el proceso por el cual se logró una formulación matemática que sirve para tratar cálculos renales mediante litotripsia, en tal trabajo se expone como se llegó a la fórmula matemática, lo que nosotros consideramos como un diseño de información producto, que sirve, en tanto información recurso, para indicar el tipo de tratamiento al que un paciente en particular puede ser sometido.

Arellano, como se ha venido indicando con anterioridad, forma parte de un grupo de investigadores que se adhieren al marco del "Programa Fuerte", un marco conceptual-metodológico que ha sido de utilidad para entender la socialización de la ciencia y la tecnología. Primero que nada, este marco considera que lo social no es externo a la ciencia y la tecnología sino que en la producción de ambos hay circulaciones o asociaciones que configuran una socialidad intrínseca (Ortega y Arellano, 2010). A partir de ello lo social no es aquello que alude a la masa pública sobre la cual una política o paradigma científico se organiza, lo social es, en tal caso, un proceso de asociaciones, normalmente heterogéneas.

De acuerdo con Arellano a finales del siglo XIX, la discusión sobre la construcción de representaciones semánticas se centraba en las influencias sociales y subjetivas que podrían intervenir en la propia construcción, es decir si su origen es social o subjetivo. Pero también se habían llegado a considerar distinciones en la formulación de sociedades pre-modernas y modernas, donde las primeras claramente expresaban una noción comunitaria en la construcción de sus representaciones semánticas mientras que las modernas aludían a expresiones individualizadas. De tal modo que la explicación moderna, es decir la de los

eruditos europeos y estadounidenses, se posicionaba por encima de la explicación pre-moderna. Considerando, por ejemplo que las explicaciones modernas resultaban de una racionalización demostrable con marcos epistemológicos fuertes y las pre-modernas no. De tal modo que la explicación de la producción de representaciones, o informaciones, tenía un sesgo modernista.

Siguiendo a Arellano (2011a), Durkheim manifiesta la naturaleza heterogénea en la construcción de representaciones, por ejemplo en las culturas totémicas. Los rituales son una mezcla de acciones performáticas, gestos, objetos, cantos, entornos y hasta posiciones astronómicas. Todos ellos encapsulados en la representación ritual. Pero para Arellano no basta con nombrar la heterogeneidad. Ésta es resultado de la aplicación de una tecnología intelectual, en el sentido de Goody (1979), que al avanzar en tanto representación posibilita la producción de nuevas tecnologías intelectuales lo que lo lleva a considerar la noción de traducción de Serres con la cual el colectivo que está construyendo la representación tiene la capacidad *para poner en equivalencia elementos de orden material, simbólico y colectivo* (Arellano, 2011a:830) en la formulación de una entidad nueva, la cual puede ser una nueva tecnología conceptual o artefactual.

A nuestro juicio las circulaciones conceptuales y artefactuales resultan de estas traducciones, en las que elementos materiales, de significación y de asociación generan conceptos y artefactos, es decir, que en la práctica científica y en la manipulación de muestras extraídas de la naturaleza se producen registros analógicos y digitales que resultan en nuevas prácticas y manipulaciones, las que a su vez configuran nuevos registros o sea; conocimientos y artefactos, simultáneamente. Los elementos de orden material como las muestras o las manipulaciones se entrelazan en la producción de significados mediante los registros fotográficos o estadísticos, que posteriormente, dan pauta a nuevas formulaciones materiales, todo ello en un proceso de circulaciones de muestras, manipulaciones y registros que derivan en la construcción de representaciones a manera de *dataviz* e *infoviz*.

El caso de la representación matemática para la terapéutica en el tratamiento de los cálculos renales mediante litotripsia, dice Arellano, pone en circulación diferentes conocimientos y

prácticas científicas que son representadas por físicos, urólogos y veterinarios, quienes fueron organizados, durante la primera mitad de la década de los dos mil; por el físico Achim Loske encargado de mejorar el tratamiento *Litotripsia Extracorporal por Ondas de Choque* o *LEOCh*, usando un quirófano que fue mondado en las inmediaciones del Hospital Universitario de Guadalajara en el año 2004.

El proceso consiste en usar cerdos como si estos fueran pacientes con cálculos renales así que hay que crear las condiciones en las que los cerdos son diagnosticados con cálculos renales y luego tratados aplicando *LEOCh*. En las instalaciones del Hospital Universitario de Guadalajara se preparon los cerdos. Un grupo de veterinarios y urólogos se encargó de prepararlos insertándoles unos modelos de cálculos renales siguiendo una tabla instruccional hecha a mano en la que se indicaba el tipo de cálculo a insertar (hay cálculos de forma cilíndrica y de forma esférica), y en que riñón del cerdo se haría la inserción; y el tipo de onda de choque que se les aplicaría. Los cristales fueron tamizados, pesados y se determinó su volumen. Con todo ello se construye una nueva tabla que es llevada a un actuario quien considerando estas relaciones establece una fórmula matemática para determinar las equivalencia entre tipo de cálculo, densidades y ondas de choque. Lo que se pretendía lograr con este mecanismo era que mediante el calculo visual de los cálculos en seres humanos, usando tomografías, se estableciera el tratamiento *LEOCh* adecuado (Arellano, 2011b).

Aunque muy simplificado en nuestra descripción, el caso expuesto es ejemplar debido a que demuestra que la producción de representaciones resulta de un proceso en el que entidades de diversa naturaleza se relacionan para obtener información como producto y como recurso. Es decir, una forma para determinar qué tipo de tratamiento es útil en cada caso de cálculos renales. También demuestra que el proceso es transdiciplinar y por tanto diferentes enfoques y campos de investigación son organizados en la producción de la representación mediante traducciones y circulaciones de instrucciones y entidades. Surgen varios procesos de traducción, el primero, mediante la tabla instruccional, los veterinarios y urólogos transforman los cerdos en pacientes con cálculos renales. El segundo, mediante las muestras tomográficas los pacientes son diagnosticados con cálculos renales cuyas densidades son calculadas mediante la precisión de las imágenes y por tanto se someten a terapias *LEOCh.* La tercera consiste en comparar los pesos de los cristales fragmentados y tamizados con las

tomografías, finalmente; mediante un proceso estadístico son traducidos a una fórmula matemática que sirve como base para el tratamiento de cálculos renales en humanos.

Como se ve, el diseño de información, es decir la representación matemática a manera de fórmula es resultado de circulaciones entre los conocimientos e hipótesis establecidas por urólogos y físicos mediante la participación de un actuario y veterinarios en espacios adecuados para simular pacientes de litiasis, donde los artefactos y los procesos van desde tablas hechas a mano, tomógrafos en un hospital universitario y básculas de precisión en un laboratorio físico a un libro sobre la física de ondas de choque dirigido a urólogos que publicó el Dr Loske en 2007 (Arellano, 2011b). El proceso de producción de artefactos informacionales como la ecuación para el tratamiento de litiasis, se explicó mediante el trazado de las nociones y tecnologías en procesos de traducción que involucran relaciones entre disciplinas o áreas de especialidad. El resultado, diría Stephen Hawking, es una *elegante fórmula matemática*.

Podemos decir sobre en el diseño de información, citando a Arellano: que: *Desde esta perspectiva, lo relevante es que las inscripciones no sólo figuran como objetos que se presentan al paso de los actores, antes bien, el lugar que ocupan en las prácticas, las funciones que cumplen y la forma en que son movilizadas, nos enseñan los complicados arreglos por los que pasan múltiples elementos antes de convertirse en representaciones organizadas del mundo* (Arellano, 2011:835).

El trazado de redes heterogéneas se comenzó realizándose de manera conceptual en los estudios tecno-científicos pero luego que surgió el software para el cálculo y dibujo informatizado de redes, éstas han comenzado a construirse mediante computadoras. Los más recientes trabajos de visualización de redes heterogéneas involucran una gran cantidad de entidades y más relaciones. Arellano (2006) ha realizado estudios de redes heterogéneas usando plataformas como *Pajek* o el entorno de programación denominado *'RL'*, por lo que la investigación de redes también involucra la exploración de estas y otras herramientas que serán mencionadas en los subsecuentes capítulos.

1.5 Diseño de redes desde la visualización de datos: artefactos para pensar

El problema fundamental de la comunicación es la transmisión exacta o aproximada en un punto, de un mensaje producido en otro. Claude Shannon, Matemático, (A Mathematical Model for Communication, 1948).

Hasta el momento se ha expuesto que la información expresa estados de organización física, pero también se expresa como *representaciones* en *dataviz* e *infoviz*. Son las *visualizaciones* donde se conjuntan todas las relaciones entre los conocimientos, los artefactos y las prácticas que poseen un grupo de personas, a partir de las cuales inscriben el mundo. La información física se inscribe en diagramas, modelos y en los artefactos en sí mismos, estos son útiles como herramientas para producir conocimiento y aplicarlo. Dicho de forma sintética, el diseño de información deviene en la producción e innovación de tecnologías, entre ellas las, denominadas por Goody (1979), tecnologías intelectuales.

Arellano (2011:832) nos indica que el antropólogo Goody, en *La Raison Graphique* (1979) aplica el término tecnología intelectual para referirse *a las prácticas que comprometen las capacidades cognitivas, las disponibilidades materiales y las formas materiales para inscribir el mundo*. Consideramos que esta definición se ajusta a la noción de visualización de datos. Además, esto quiere decir, en armonía con McLuhan (1964), que el pensamiento en tanto tecnología humana amplifica su dominio sobre la naturaleza y la cultura para inscribir y hablar sobre el mundo, es decir describir mediante sistemas de codificación lo que es el mundo y lo que nos 'dice'. Por tanto, la información es ésta manera de inscribir el mundo representándolo mediante arreglos encodificados que posibilitan relaciones con la naturaleza y la esfera cultural a través de las tecnologías.

Una visualización, es una tecnología intelectual, ya que nos permite conceptualizar fenómenos para ganar entendimiento sobre ellos o bien, si su carácter es instruccional, nos permite efectuar tareas (Floridi, 2010). Lo que haremos en este apartado es plantear ideas en torno al diseño de visualizaciones de datos que suscita la formulación de artefactos digitales que permiten generar conocimiento. Es decir; la presentamos como tecnología intelectual que

permite la formulación de nociones conceptuales con las cuales se diseña información. Para ello revisaremos la noción de información expuesta por Floridi (2015) en tanto la articulación de preguntas y respuestas donde la información resultante consiste en representaciones informáticas que suscitan la reducción de incertidumbre.

Desde un punto de vista epistémico la información es la consecuencia de preguntarse por las cosas y buscar sus explicaciones. La capacidad de abstraer conceptualmente el mundo posibilita su comprensión, para hacerlo ha sido necesario usar signos que nos permiten manejar los *dedomenas* recogidos.

En el texto *What is a Philosophical Question?* Floridi (2013) nos propone abordar la preguntas a partir de los recursos tecnológicos que tenemos para organizar las respuestas. Esto es pensar heurísticamente, es decir, a partir de la instrumentación de conceptos y tecnologías encaminados a encontrar respuestas presupuestas. Este enfoque no es exclusivo de Floridi, Rogers (2013), quien plantea la *Digital Methods Initiative,* donde considera la misma lógica y los estudios en Ciencia-Tecnología y Sociedad lo hacen de la misma manera, con la diferencia de que para Floridi, los recursos conceptuales son fundamentales para el quehacer informacional, mientras que en Rogers dependemos del diseño técnico de los medios digitales con los que se cuentan, además de la forma en que pueden recombinarse para configurar descubrimientos; y en los ECTyS, la etnografía y la cartografía de redes han sido algunos de los mecanismos para producir información (Arellano, 2011B; Venturini, 2010).

Una investigación puede abordarse a partir de los medios digitales que se tienen para responderla. Sin embargo la complejidad de ciertos problemas suponen abordajes heterogéneos e instrumentaciones heurísticas de tal modo que el descubrimiento de la respuesta en realidad requiere de un diseño de la respuesta, donde nociones conceptuales, artefactos y otras materialidades son instrumentadas sintéticamente. Visto desde el diseño, esto quiere decir que son abordajes que se resuelven en iteraciones de prefiguración (esbozo de la idea), figuración (delimitación formal de la idea en un artefacto descrito gráficamente) y configuración (materialización del artefacto), de tecnologías para la investigación. Esta adecuación traduce un proyecto científico en un problema de diseño. Así, indica Floridi (2013),

la relación preguntas-respuestas se pueden entender como relaciones de problemas y soluciones donde la problematización de la pregunta de investigación se aborda usando los recursos tecnológicos con que que se cuentan para producir la propuesta tecnológica encaminada a ello, lo que es pertinente para el trazado informático de dataviz.

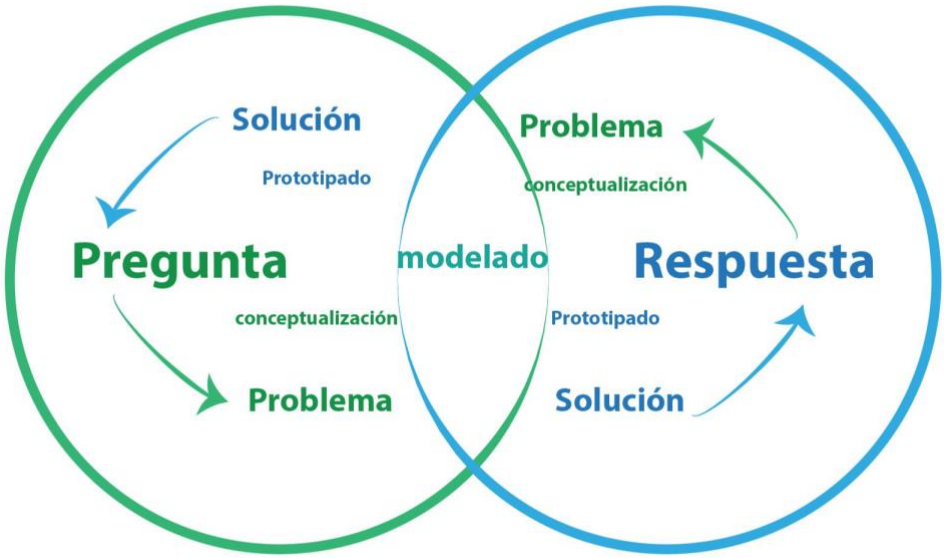


Figura 4: Aproximación conceptual al diseño de información, en el que se traducen preguntas a problemas de diseño, mediante modelos se plantean soluciones como potenciales respuestas (J. A. Cid, 2017).

La figura 4 ilustra este proceso, el cual presupone integrar las nociones que se poseen para elaborar la pregunta y luego sugerir el modo en que estas puede abordarse a partir de los recursos con que se cuentan y dominan, es decir: ¿qué recursos de tecnología informática se tienen a la mano tal que estos nos permitan elaborar un artefacto para la visualización de datos? Independientemente de los recursos materiales la sugerencias que plantea Floridi (2013) es partir del diseño conceptual, por otra parte Rogers (2013) sugiere seguir los 'métodos del medio' a medida que estos evolucionan, si los métodos son digitales, es necesario entender cómo se actualizan y que tipo de visualizaciones son posibles de elaborar con ellos, esto solo puede resolverse en la práctica y algunos casos serán presentados en el cuarto capítulo. No profundizaremos en el tema de la estructuración de las preguntas y cómo estas dan pauta a visualizaciones específicas, más bien queremos comentar que todas ellas son objetos de un diseño (Cunningham & Wallraven, 2012) como se irá viendo más adelante.

Si bien la perspectiva de diseño no es la única para abordar preguntas, es de relevancia cuando se considera la capacidad de los diseñadores para abordar diferentes variables en

soluciones sintetizadas. Pues pueden proponen formas lógicas, creativas e innovadoras lo que decanta en soluciones inéditas que ayudan a avanzar en la reformulación de los modos de investigar.

Los datos, es decir marcas y señales con carga semántica, al ser observados en determinados arreglos producen patrones mientras que en otros arreglos parecen no existir o son confusos. Si los patrones surgen como consecuencia de una pregunta de investigación específica, entonces estamos informándolos, estamos haciendo un diseño de información.

Para el caso de la visualización de datos en red (como la visualización de redes heterogéneas), estas pueden igualmente ser centralizadas o bien definida por pesos e influencias. En su distribición espacial, un grupo de entidades llegan a renderizarse más cercanas entre sí. Lo que permite observar *clusters* o grupos de entidades que guardan relaciones más estrechas. Esto permite observar no solo relaciones sino organizaciones particulares posibilitando observar la distribución de las entidades en la red y preguntarse por los motivos o razones de las distribuciones lo que permite abordar una investigación de un modo reticular, en el que las visualizaciones de datos permiten dar cuenta de las tramas generadas y ampliar la explicación de diferentes fenómenos.

Figura 5: Impresión de pantalla de un ejemplo de problemas de simplicidad, expuesto en un diagrama lineal y jerárquico, Lima (2015)

Lima apunta la importancia epistemológica del texto de Weaver: *Science and Complexity* (1948). En dicho documento Weaver consideraba un desplazamiento en el modo de estudiar la naturaleza, dada la cantidad de variables que se consideran al momento de estudiar un

problema de complejidad *desorganizada*. Recordemos el término de Entropía propuesto por Boltzmann pues sabemos que en un macro-sistema hay micro-estados que no podemos medir completamente. A este tipo de problemas Weaver les denominó de complejidad desorganizada.

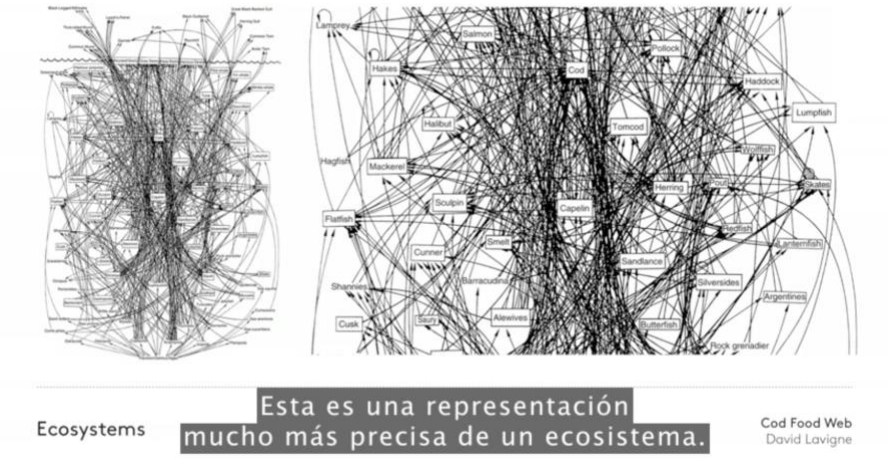


Figura 6: Representación informática de complejidad visual sobre las relaciones del Salmón de Alaska dentro de su ecosistema. Lima (2015)

Lima (2015) propone conceptualizar los problemas de complejidad desorganizada como problemas de complejidad organizada, una vez que estos han sido modelados informáticamente. La diferencia entre los problemas de complejidad desorganizada y los *problemas de complejidad organizada* radican en que en los segundos, las variables han sido categorizadas y puestas en relación. Justamente se debe a la computación que se puede observar cómo múltiples entidades informan los fenómenos heterogéneos. Weaver vaticinaba la era del estudio de problemas de complejidad organizada, partiendo de la modelización computacional (Shannon y Weaver, 1949).

Lima identifica las visualización de redes a partir de *dataviz* como inscripciones en las que múltiples datos son organizados a partir del uso de software y que expresan una organización espacial de las entidades que lo componen y sus interrelaciones. A medida que estas representaciones son exploradas comienzan a construirse diferentes formas de representar arreglos relacionales lo que deriva en una tipificación de formas de visualización de redes.

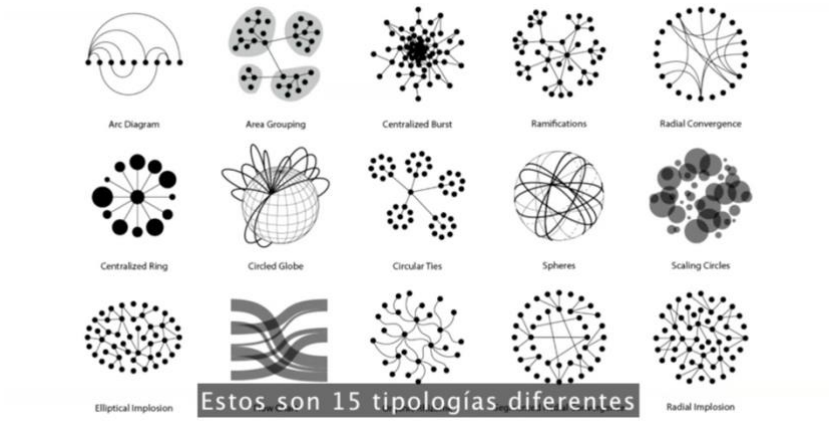


Figura 7:. Clasificación parcial de diferentes fomas de visualizar de redes identificadas por Lima hasta la publicación de Visual Complexity en 2011 (Lima, 2015).

2 Diseño de Información en Medialabs

"No purpose, No design" Meat Beat Manifesto, banda de música electrónica (Subliminal Sandwich, 1996).

El proceso informacional del diseño puede definirse como el proceso por el cual la *información-fuente,* es decir la mezcla de nociones conceptuales y artefactos que derivan en diseños de información es puesta en circulación para la elaboración de informaciones-producto (como conocimientos y artefactos). En algunos casos, el objetivo del diseño consiste en generar herramientas analíticas visuales a las que llamamos *dataviz* en tanto *información-producto*. Es decir; se organizan datos partiendo de tecnologías informáticas, seleccionadas para informátizarlos para que posibiliten abordar preguntas de investigación, siempre dentro de un campo de aplicación o bien en el marco de una comunidad de interesados, como puede ser un grupo de científicos, inversionistas y tecnólogos.

Pensamos que los campos de investigación y desarrollo también son heterogéneos pero debido al entorno informacional actual, su heterogeneidad pueden llegar a generar nuevos campos de investigación y desarrollo, particularmente las relaciones entre la informática junto a las diferentes ramas científicas, las ingenierías, el diseño y el arte. En estas hibridaciones, la problematización y la generación de propuestas necesariamente requieren que colaboren múltiples visiones, intereses y propósitos, que se pueden integrar desde el diseño de información en ML.

Este capítulo presenta una propuesta de explicación del diseño como un conjunto de redes heterogéas distribuídas en elaboraciones epistémico-conceptuales, planificaciones y prácticas artefactuales, en el marco del denominado *Design Thinking* (DT), una apuesta genérica para desarrollos de diseño que puntualizamos en el proceos del denominado SCRUM, con el cual se han abordado proyectos de *dataviz* en algunos ML europeos.

2.1 Una epistemología sobre el diseño

"We all can grasp some fragments of reality, but none of us have grasp on reality as a whole" Dave Gray (Liminal Thinking:créate the change you want by changing the way tou think, 2016)

La epistemología es el área de investigación que se concentra en estudiar la manera en que se producen saberes en una actividad particular y se preocupa por la naturaleza del conocimiento, sus posibilidades, ámbito y bases generales (Honderich, 2005). Hemos visto que a partir de la segunda mitad del siglo veinte y con mayor énfasis en el siglo XXI la epistemología ha abordado las prácticas del diseño, tanto desde el enfoque de los practicantes del diseño como desde la filosofía, la tecnología y la ciencia. En tal sentido se mezclan apuestas científicas y filosóficas para abordar las preguntas ¿cómo se produce conocimiento en el diseño? y ¿qué tipo de conocimiento se produce en el diseño? La formulación de una epistemología de diseño es relevante para nuestro trabajo ya que permite sentar una base viable que encamine la reflexión y el escrutínio de las actividades del diseño de información con medios digitales en ML.

A lo largo de poco más de un siglo, a las prácticas del diseño, que se originaron en las artes y oficios de finales del siglo XIX, se le fueron incorporando conocimientos de las ciencias de la mente y de las ciencias sociales cuyo objetivo era la venta de productos de uso doméstico. Sin embargo, en las últimas décadas; el diseño se configura como una estructura trans-disciplinar entre ciencias, tecnología y cultura; que da como resultado el desarrollo de dimensiones epistemico-conceptuales, procesuales y artefactuales propias del diseño con las que influye en las prácticas de las ciencias, la investigación e innovación tecnológica y la producción cultural, al generar nuevas formas de entender e intervenir en la construcción de colectivos.

De acuerdo con Cross (2001) la ruta histórica que observamos para la epistemología del diseño se gesta en el movimiento *Métodos de diseño*, que surge en Inglaterra a principios de los años sesentas, en clara analogía al método científico. Con ello, arquitectos y diseñadores rápidamente se decantaron por las nociónes de *metodo* y *metodología*, como los elementos

fundacionales de una epistemología de diseño (Alexander, 1974) (Jones, 1992). Se preocupaban por exponer cuáles eran los métodos de diseño y responder a la pregunta ¿qué es una metodología de diseño? Cross (1993), comenta que una década más tarde, los propios iniciadores del movimiento rechazaban la noción de *metodología* de diseño en el sentido de encontrar una forma viable para abordar los *problemas de diseño* al reconocer que la noción de *método* no se ajustaba a las formas en que los diseñadores se acercaban a sus objetos de estudio y creación.

Ello decantó en etiquetas como C*iencias de lo Artificial (Simon, 1969)*, el *DT (Buchanan, 1992)*, *Anticipatory Comprehensive Design Science* propuesto por Fuller (Ben-Eli, 2007), o *Science of Design* (Cross, 2001) que presentan mecanismos particulares de abordar la transformación de la realidad de forma transversal a las prácticas científicas, tecnológicas y culturales permiténdo que el diseño se insertase en ellas. Esto posibilitó que las prácticas de diseño se volviesen en objetos de estudio tanto de la epistemología, como de los estudios tecnocientíficos, lo cual vemos en algunas publicaciones de Latour 1) sobre diseño (2008), 2) el desarrollo tecnológico (2012) y 3) las colaboraciones (2005).

Si estamos de acuerdo con la idea *latouriana* sobre la 'expansión' de la palabra diseño, podemos considerar que las actividades de diseño trastoca e incluso interviene en la producción de artefactos y conocimientos en ámbitos como la ciencia, la tecnología y el arte. Además en estas actividades, dice Latour, los productos de diseño y sus procesos, son objeto de re-diseño, es decir de actualización constante (Latour, 2008).

Por ello nos interesa describir las nociones conceptuales y las tecnologías que se tejen en el diseño de información en ML, para ello conceptualizamos al diseño como 1) un campo de producción de conocimientos mediante su propia producción de entidades epistémico-conceptuales, que se gestan de manera simultánea a la producción de artefactos de diseño. 2) Una manera de organizar la heterogeneidad involucrada en los procesos de diseñar a partir de la expansión de la palabra diseño representada por el *DT* y 3) una actividad particular que se centra en la producción de *dataviz* en procesos de rediseño.

Latour apunta que la noción de diseño se ha expandido fuera de la disciplina misma hacia el diseño de estrategias, políticas, campañas, planes de acción, del clima y la formas de asociación entre los humanos y la naturaleza. Esta expansión ocurre particularmente cuando los entornos y los modos de existencia tienen que ser re-considerados, re-pensados, re-planificados, re-modelados, en suma: re-diseñados (Latour, 2008). De acuerdo con Latour esto ocurrió debido a que la noción de diseño adoptó desde sus inicios la idea de ver no solo la función, sino también la forma (2008), lo que deriva en la consideración de que las prácticas de diseñar son en sí prácticas de re-diseño.

Diseñar, desde la perspectiva de Latour refiere a preguntas como ¿Qué tan bien o mal ha sido diseñada una cosa? ¿cuán solida es su construcción? ¿qué tan confiable o duradera? ¿qué tan costoso es el material? (Latour, 2005). Pareciera que en la práctica de diseño, la integración de estas condiciones solo puede realizarse mediante un entretejido bien pensado, planificado y llevado a cabo, es decir, mediante un procesos de síntesis cuidadoso[12]. Pero lo que ocurre en realidad, es que los productos de diseño se obtienen por 'iteraciones de diseño', que de manera general concebimos como ciclos incrementales de 1) la realización de una serie de bocetos que son analizados en virtud de consideraciones particulares donde se esboza una idea que se traduce en 2) una maqueta, prototipo o *dummy* que son evaluados para, finalmente obtener el 3) artefacto tentativo, que podrá ser evaluado en el contexto de su utilidad.

Simon (1996) presenta el término sintético, donde el término síntético es sinónimo de diseñado o compuesto bajo una idea de *cómo deberían·ser algo, con la finalidad de funcionar y alcanzar una meta (1996:4-5)*. Donde *síntesis* es la conjunción de diferentes elementos en un todo coherente dando como un producto artificial y se contrapone al concepto de *análisis*, el cual es identificado por Simon, entre otros autores, en el tradicional sentido de *separar una*

[12] En este trabajo, el término síntesis refiere a dos instancias, Síntesis con ("S" mayúscula) como *la capacidad de construir una entidad inédita* (artefactos y conceptos) mediante el ensamblaje de otras entidades (Mahdjoubi, 2003) y *síntesis conceptual* que refiere a *la capacidad de modelar conceptualmente,* entidades, en categorías más generales con la finalidad de hacerlas manejables en el actividades analíticas del proceso de diseño (Kolko, 2011). Ambas actividades son propias, pero no exlusivas, del diseño. En este contexto consideramos que sintetizar implica relacionar necesidades, requerimientos, propósitos y preguntas de investigación entre otros factores singulares, con epistemes, artefactos, capacidades y recursos que se poseen para abordar problemas de diseño.

totalidad en sus partes para estudiar un fenómeno. Sin embargo, nosotros proponemos que diseñar es la actividad humana que produce simultáneamente tecnologías conceptuales y artefactuales, en procesos de re-diseño, donde entidades heterogéneas han sido puestas en relación.

Como comenta Latour (2008), hay que recordar que el diseño surge como una práctica que buscaba embellecer los objetos o mejorar su apariencia. Pero hacia los años sesentas y setentas, diferentes politólogos, educadores y economistas, asumen en el diseño un modo de enfrentarse a problemas que cambian con el tiempo o cuyas variables no son fácilmente determinadas [13]. Particularmente se centraron en los temas de la organización de las empresas, la economía, la política e incluso la inteligencia computacional, a este tipo de problemas les llamaron *Problemas Retorcidos* (PR) (Rittle y Webber, 1973; Buchanan, 1992). Esto decantó en que el diseño se concibiera como un campo fructífero para la planificación de sistemas de comercialización, de implementación de políticas y de enseñanza. Sin limitarse a ellos, eventualente se convirtió en un modo de abordar la innovación tecnológica desde las ingenierías, lo que acercó al diseño con el campo de los estudios tecnocientíficos.

Entonces se comenzaron a plantear nociones sobre la *científicidad* del diseño, cuyo origen se identifica en el *movimiento de los métodos del diseño* alrededor de 1963 y con ello se plantearon consideraciones epistemológicas desde dentro y fuera del diseño lo que devino en la *Investigación de Diseño* y *los Estudios de Diseño* (Cross, 1993), ello representa una parte de la llamada Epistemología de Diseño.

Consideramos que las prácticas del diseño no escapan a esta descripción, pero ¿En qué sentido y cómo se realizan estas organizaciones? ¿Cuáles son las particularidades reticulares en el diseño? ¿Cómo problematizan, desarrollan y ejecutan sus tareas los diseñadores? ¿De qué modo el diseño intervine en la construcción consensada de objetos de diseño con otros especialistas? Iremos tratando estos cuestionamientos presentando la epistemologia del diseño propuesta en Mahdjoubi (2003) pues esta plantea categorías epistémico-conceptuales,

[13] Weaver (1948) había identificado estos problemas como problemas de compejidad organizada. Dado que la apesta de Weaver requiere algunas consideraciones, será retomado más adelante.

proyectuales y prácticas del diseño que permiten observar la 'expansión del diseño', que propone Latour (2008), hacia la producción de tecnologías como la *dataviz*.

2.1.1 Tres niveles de Diseño

Cuando pensamos en cómo el diseño aborda sus objetos de creación, cuando pensamos en cómo planifica sus procesos tecnológicos y cómo sus productos impactan en el entorno; es necesario pensar el diseño como una mezcla de nociones conceptuales y artefactuales en modos particulares de asociación. Este enfoque puede verse de manera tácita en un artículo elaborado por Mahjoubi (2003): *Epistemology of Design* (ver figura 8). En dicho artículo define tres niveles de injerencia del diseño: un nivel epistémico-conceptual (donde propone la noción de *metodología de síntesis*), el nivel de la planeación y el nivel de las actividades artefactuales, este último abarca áreas que van del diseño gráfico, industrial, arquitectónico; a la pintura, la escultura, la ingeniería civil, la mecánica, o la bioinformática. etc. Para él, la planeación abarca la mercadoténica, la economía, la política, la educación e incluso las estrategias militares. En tanto episteme, Madhjoubi (2003) considera que sirve para abordar problemas de corte científico mediante la *metodología de síntesis*, es decir que se construyen conocimientos.

En suma, las prácticas del diseño se desarrollaron primero como prácticas artefactuales, que en los sesentas se desplaza a la planeación y en las últimas décadas se amplió a las formas de conocer, como apunta Irigoyen (2008) y desde donde se construyen tecnologías conceptuales.

Niveles de Diseño

Nivel de diseño	Síntesis de:	Objetos de producción
Epistémico-conceptual	Genera Nociones: Conocimientos + Procesos + productos	Sistemas Organizacionales, Redes heterogéneas, Transdisiplinariedad.
Planeación	Genera procesos: Eficiencia + Eficacia + Viabilidad + Deseabilidad + Factibilidad	Política, Economía, Educación, Mercadotécnia.
Artefactual	Genera productos: Forma + Función + Contenido.	Ingeniería+Arte Bellas Artes, Urbanismo, Arquitectura, Diseño Industrial, Diseño Gráfico.

Figura 8: Cuadro que muestra la epistemología de diseño en sus tres niveles, basado en la epistemología de diseño de Mahdjoubi. (Cid, 2018)

El primer nivel es llamado epistémico-conceptual, Mahdjoubi (2003) considera que los modos de abordar problemáticas en el diseño son diferentes de las metodologías analíticas a las que, desde su perspectiva corresponden las ciencias. Donde, de acuerdo con él, estas últimas sirven a la comprensión de un tema mientras que las primeras se concentran en las formas de sintetizar la implementación de propuestas a problemas singulares. A pesar de que identificamos que el diseño se caracteriza por procesos de síntesis conceptual y posteriormente artefactual, observamos que hay un sesgo al intentar mantener la separación factual entre ciencia y diseño.

Observamos que la diferenciación de fondo entre las actividades denominadas científicas y las actividades denominadas diseñísticas ha sido enfatizada al menos, desde la práctica del diseño en textos como el de Mahdjoubi (2003), pero también en trabajos como el de Rittel y Webber (1973) el cual ha sido seminal para el campo del *DT* entendiendo al diseño como aquel que resuelve "problemas retorcidos", es decir problemas que no están *bien determinados*, no son claros en principio y no se conocen ni todas las varibles, ni como se corresponden entre sí. Son problemas que cambian con el tiempo y frente a *los cuales la ciencia no ha podido avanzar* (Rittle y Horst, 1973). Por otro lado, se ha asumido desde el diseño que *la Ciencia* se concentra en la "búsqueda de la verdad" mediante el método analítico, cuyo origen se precisa en Descartes (Mahdjoubi, 2003) y que el diseño se concentra en la construcción de *cómo las cosas deberían ser* (Rylander, 2009; Simon, 1969; Cross, 2001).

Pensamos que la ciencia se resuelve en procesos de diseño, pues igualmente se planifica, y también se desarrollan tecnologías. Su precisión y utilidad están bien diferenciadas de las de las actividades poíeticas, normalmente vinculadas a las artes, pero no por ello son actividades opuestas pues ambas áreas (las ciencias y los diseños) de manera inherente construyen conocimientos y artefactos. Esto ha venido a ser develado con mayor claridad en las últimas décadas en que surge en las academias la intención de reintegrarlas conformando escenarios como los ML (Chardronnet, 2011).

Nosotros no estamos interesados en mantener la diferenciación o plantearnos *una cientificidad* del diseño, en sí, nuestra apuesta consiste primero en reconocer, como lo hace

Cross (2001:4) que el diseño es *Una forma de indagación, cuyo objetivo es el conocimiento [y el desarrollo artefactual][14] desde las formas diseñísticas para producirlo*, segundo, que estas formas se desarrollan mediante la síntesis, esto es; la búsqueda de una integración coherente de tecnologías conceptuales y artefactuales en iteraciones de re-diseño. Con ello identificamos que diferentes campos de investigación y desarrollo se organizan autogestivamente para abordar preguntas de investigación a manera de desarrollo artefactual y conceptual como hemos visto en diversos ML.

El segundo nivel, denominado de la planeación, se centra en la actividad de integrar diversos procesos para alcanzar objetivos específicos. Mahdjoubi considera este nivel como el *estado de conceptualización* para la toma de decisiones, la planificación y la estrategia, y es, de acuerdo con él, *un ámplio proceso de pensamiento sistémico previo a la acción y la implementación* [de procesos y tecnologías] (Mahdjoubi, 2003:2). En tal sentido, el diseño como actividad de planificación, describe los modos en los que una actividad o conjunto de actividades puede ser llevadas a cabo para lograr el objetivo.

Pensamos que es importante detenernos a explicar que desde nuestra postura, la noción de conceptualización es una actividad del pensamiento que tiene por objetivo problematizar un proyecto de diseño. Conceptualizar es abstraer el proyecto de diseño de manera acorde a las problemáticas que se plantean para comprenderlo, identificar sus requerimientos, planear su realización y evaluarlo. Mahdjoubi entiende la conceptualización como una actividad *pre-ejecutiva*, es decir como una actividad *previa a la acción*. Para nosotros no es "una actividad previa", sino que forma parte de "la acción" misma de diseñar. Se determina usando las tecnologías conceptuales y artefactuales que se posee, por ejemplo, además de las necesidades de los usuarios, el presupuesto de desarrollo, las fechas de entrega, etc; en función de un objetivo específico.

Conceptualizar es por tanto, abstraer y problematizar la relación forma-función-contenido conceptual es decir ¿Cuál será la forma más adecuada que permita al artefacto operar como se espera? Y ¿Qué mensajes se comunicarán a partir de las formas concebidas?

[14] Los corchetes son nuestros.

La problematización la entendemos como el planteamiento de las preguntas ¿Es posible desarrollar el producto de diseño en función de los objetivos del proyecto con las tecnologías conceptuales y artefactuales que se poseen? ¿El artefacto hipotético es capaz de traducir el problema de diseño en una solución?

A medida que diferentes fases se entretejen es necesario conceptualizar y esquematizar los diferentes procesos que intervendrán además de las entidades que formarán parte de todo el proyecto. Es decir que al ejecutar una acción es necesario elaborar un plan, dicho plan también se expresa a manera de diseño, primeramente como un esbozo y luego como un diagrama refinado de acción que decanta en planos, cronogramas, carpetas de proyectos y manuales de acción de políticas, pedagogías o modelos económicos. En el ámbito de la ciencia el caso de la terapia *LEOCh* ilustra el modo en que se planifica, mediante representaciones gráficas, un desarrollo científico que deriva en información.

El tercer nivel del diseño se refiere a las actividades que tradicionalmente identificamos como *actividades artefactuales de diseño*: diseño industrial, urbano, gráfico, de interiores, interfaces, arquitectónico, de experiencias, de entornos. Estas formas de diseño se centran en la síntesis de la dimensión de la *función* con la dimensión de la *forma* (Mahdjoubi, 2003). Pero Mahdjoubi también agrupa en este nivel a las actividades artísticas como la pintura, la escultura, la música, en sí a todas las bellas artes y las *artes aplicadas*; igualmente considera a las ingenierías. Su argumento se centra en identificarlas todas ellas como actividades que relacionan la forma percibida con la función de los artefactos[15] donde las artes presentan un mayor interés en la producción de la forma y las ingenierías en la producción de la función.

Las artes y las ingenierías son actividades que realizan estas fases pero con intenciones diferenciadas; las primeras construyen artefactos estéticos que apelan, con un mayor enfoque en la dimensión de la forma; a *representar* la realidad e incluso detonar cuestionamientos estéticos sobre la misma (Noé, 2007) mientras que las ingenierías han buscado, con una mayor preponderancia en la dimensión de la función para lo cual, mediante el cálculo matemático,

[15] Desde nuestra persepctiva consideramos a la pintura como una forma de artefacto estético.

generan tecnologías que resuelvan necesidades factuales humanas como producir energía, construir canales de comunicación, sistematizar procesos de producción y organizar ciudades.

Consideramos que además de la forma y la función está presente un *contenido conceptual* que deriva de la encodificación de la función en formas que son cognitivamente decodificables, pues se producen significaciones.

En el caso de los *dataviz* como la visualización de redes heterogéneas la *función* es mostrar las relaciones entre entidades, sus pesos y distribuciones espaciales. Con ese objetivo, *formalmente* se pueden inscribir ciertos contenidos semánticos que estarían determinados por la *distribución de las entidades en la red*, es decir sobre la organización de las entidades en grupos, donde el tamaño de los nodos o la cantidad de relaciones que poseen pueden significarse mediante figuras y paletas cromáticas que hagan referencia a las categorías en las que pertenecen los nodos y la naturaleza de las relaciones.

En suma, el nivel del diseño como actividad artefactual resulta en la configuración forma-función-significación . Este proceso de creación de artefactos inicia con la problematización y la conceptualización de productos de diseño que luego se refinan en aproximaciones gráficas con las que se pueden visualizar problematizaciones más depuradas para luego ser evaluadas mediante las maquetaciones y los prototipos (Norman, 2013). En suma, los productos de diseño comunican funcionalidad técnica y contenidos conceptuales mediante la síntesis de la forma.

Reconocemos la artefactualidad del diseño y que éste también produce conocimiento, un tipo de conocimiento que está abierto al re-diseño y que se origina de la intención de definir *cómo deberían ser las cosas*, una noción que también cambia con el tiempo a medida que los avances conceptuales, artefactuales y de diseño producen nuevos conocimientos y formas de interacción. Actualmente el software se ha convertido en un mecanismo de mediación fundamental para estas prácticas heterogéneas, razón por la cual, consideramos importante observar y explicar el modo en que el software se implementa en las actividades de diseño en cualquier de los tres niveles.

Finalmente, vemos que los niveles epistémico-conceptual, de planeación y artefactual, igualmente se interrelacionan en la práctica, es decir que no son actividades que se realizan por separado, quizás temporalmente se enfatiza uno sobre los otros niveles, pero escencialmente se entretejen. Descritos de manera separada permiten dar cuenta del desarrollo del diseño de las prácticas para la generación de artefactos hasta la manera de producir conocimiento durante la conceptualización y la problematización de proyectos de diseño, en medio se halla la reflexión sobre los procesos y métodos.

El desarrollo de los siguientes subcapítulos se organizan en la descripción primero de la forma de producir conocimientos mediante la síntesis conceptual que representa el nivel epistémico-conceptual; segundo, se proponen al *Design Thinking* y la metodología *Scrum* que son procesos de planificación en las iteraciones de re-diseño de artefactos, entendidas como desarrollos incrementales[16] y tres, el abordaje sintético de *dataviz* en MLs presentando flujos de trabajo para la visualización de información, lo que representa la práctica diseñística del diseño de información con medios digitales.

[16] Estos modelos de planificación se han implementado en MLs como el de la Universidad de Ámsterdam.

2.2. Construcción epistémico-conceptual en la elaboración de objetos de diseño: *la síntesis conceptual*

Elaborar el problema es entender la pregunta. Hacer sentido, es una actividad que a pesar de ser mental puede auxiliarse del modelado gráfico. Esto significa dibujar el problema; plantearlo en términos gráficos para ganar entendimiento sobre él y mediante este ejercicio poder sintetizar problemas en soluciones. Recordemos las posturas de Latour (2008) y Ben-Eli (2007), de que el diseño es un proceso en el que la representación gráfica como los bocetos, borradores y otros primeros acercamientos son fundamentales en la exploración de rutas epistémico-artefactuales.

Al proceso de modelar para hallar soluciones también se le identifica con la heurística, que se refiere a idear soluciones tentativas a problemas inéditos comenzando por plantear una solución y de ahí preguntarse ¿cómo llegar a ella? La heurística ha sido abordada en la literatura de diseño pero también en la literatura de la ingeniería, se basa en la visualización de posibles propuestas a partir del conocimiento (conceptual y artefctual) acumulado (Calle-Escobar, et al., 2014) y su implementación ha sido experimental con algunas producciones destacadas como el modelo *Scrum* (Takeuchi y Nonaka, 1986), que será abordado más adelante. Estas formas de solución consisten en la externalización de ideas dibujándolas o verbalizándolas. Las problematicas se pueden plantear en esquemas gráficos con la finalidad de ampliar el entendimiento sobre los mismos (Daly et al., 2012). Durante el proceso de hacer sentido poco a poco se refina el modelo de observación, lo que quiere decir que no es estrictamente un modelo *lineal* de trabajo, es relacional, e iterativo, es decir que se resuelve en ciclos de desarrollo incremental donde conocimientos y artefactos se ponen en relación.

Una vez que las ideas son externalizadas en representaciones gráficas, se puede continuar con la conceptualización para determinar de manera colaborativa cómo afrontar el problema de diseño. Hemos visto este proceso en la práctica en el *Summer School de* la *Digital Methods Initiative* en 2015.[17]

[17] Presentaremos a detalle las experiencias recogidas en el siguiente subcapítulo.

Kolko (2011) reconoce la relevancia de representar modelos conceptuales en los procesos de hacer sentido en tanto que son los medios por los cuales los problemas se vinculan a las soluciones; los modelos conceptuales fungen como *proto-respuestas* o bien como rutas a considerar en la elaboración de las soluciones finales.

Dice Kolko: *Los diseñadores suelen intentar resolver problemas de diseño mientras que simultáneamente intentan entender el problema de diseño. Modelar delínea entre encontrar el problema y resolverlo, [modelar] actúa como una forma de entender el problema* (2011). Para Kolko *modelar* y *coneptualizar* son la misma actividad. Por tanto, consideramos de la misma manera que la finalidad de hacer síntesis es entender el problema, conceptualizarlo diagramando la solución. Al externalizar el problema mediante diagramas es posible que los miembros del equipo participen en su reflexión obteniendo mayor provecho del trabajo colaborativo llengando incluso a aumentar la calidad de los conceptos propuestos. (Lindsey et al., 2011 en Daly et al., 2012)

En el primer capítulo apuntábamos la importancia de considerar la utilidad del diseño de información como mecanismo para el entendimiento en ML. Está claro, siguiendo la ruta de Kolko, que el entendimiento es fundamental en el proceso de diseño. La sínteis concetual es un mecanismo que actúa en tanto información como recurso y que permite acercarnos al problema de diseño de *dataviz* a medida que intentamos entenderlo para darle solución.

Del mismo modo que el objetivo del diseño de información es visualizar patrones tal que estos nos acerquen al entendimiento de un fenómeno; este proceso puede usarse como una tarea de diseño en las diferentes etapas del diseño. Es decir, se puede usar la visualización de patrones, no solo como resultado de un proceso de diseño sino como herramienta propia dentro de los procesos de diseño. Se puede bosquejar el problema de diseño mediante la organización gráfica de ideas donde se buscan patrones y relaciones. A medida que se avanza en esta tarea, aumenta el grado de abstracción del fenómeno, lo que permite profundizar en su comprensión para visualizar conceptualizaciones pertinentes. Lo importante es externalizar las ideas, pensamientos y reflexiones (Kolko, 2011) para hacerlas colectivas. Básicamente poder visualizar tantas ideas como sea posible permite problematizar su heterogeneidad, lo

que puede llevar al desarrollo de mejores propuestas. Las iteraciones en el diseño se resuelve como proceso de refinamiento problema-solución, donde a medida que se avanza en el modelo y se evalúa el *resultado*, se detallan simultáneamente el problema y la solución.

De todo ello, podemos definir como *síntesis conceptual* al proceso por el cual diferentes nociones en torno al problema son puestos en relación para sugerir un planteamiento explícito que permita al grupo de interesados visualizar el problema y guiar su solución. Considerando el entretejido propuesto por Floridi (2013), decimos que la síntesis conceptual es la puesta en circulación de recursos conceptuales basados en recursos artefactuales o; desde el enfóque de las redes heterogéneas que estamos organizando; podemos identificarlas como nociones puestas en relación mediante el uso de tecnologías intelectuales diagramáticas como los modelos o las representaciones en redes.

A partir de la postura heurística de Daly et al. (2014) observamos que la mejor manera de realizar la síntesis conceptual consiste en la implementación de las nociones conceptuales y artefactuales que se han informado sistemáticamente como resultado de abordajes de diseño previos para producir la mayor cantidad posible de conceptos en torno a un problema inédito de diseño, esto es usar la información producida en proyectos previos como base para el abordaje de nuevos problemas de diseño de información.

El trabajo con modelos visuales es similar: a medida que diagramamos el problema le vamos dando forma y nos permite comprenderlo. Los especialistas de un campo disciplinar construyen modelos mentales del objeto de investigación y de los marcos de referencia acorde a las tecnologías que poseen, un interesante compedio de ejemplos se encuentra en Börner (2015). La idea del diseño en el nivel epistémico-conceptual, involucra la integración de los diversos modelos conceptuales que pueden ser de utilidad en conjunción con los artefactos que se dominan, particularmente interesante es la implementación de los artefactos digitales como el software y las aplicaciones de software para el diseño de información.

En tanto tecnología conceptual los diagramas permiten visualizar las relaciones abstractas con las cuales organizamos problemas y soluciones, tales relaciones son visibles a

medida que se diagrama conceptual y artefactualmente y son efectivas a medida que son problematizadas e integradas con los modelos de los miembros del colectivo en el que nos organizamos. Por tanto, la dimensión epistémico-conceptual permite externalizar nuestras estructuras mentales y posibilita comunicarlas para su organización con otras estructuras mentales tal que podamos integrar diferentes puntos de vista y organizarlos mediante relaciones congruentes que pueden derivar en la conceptualización del problema y de la solución.

La síntesis conceptual se desarrolla en los procesos intelectuales de una persona y en los procesos intelectuales colectivos en el entorno del grupo de trabajo en mediaciones intersubjetivas. El ejercicio de organizar coherentemente los datos para visualizar problemáticas acontece tanto en el espacio de la problematización, esto es en el espacio de la pregunta; como en el espacio de la solución, esto es en el espacio de la respuesta. Como se muestra en la figura 9, el proceso iterativo de diseño, es decir, como resultado de pequeños ciclos incrementales; la síntesis conceptual se presenta como la cualidad intelectual y artefactual sobre la que se define el diseño de información en el sentido de Daly et al. (2012).

Figura 9 . Esquema del proceso de síntesis entre preguntas a respuestas dentro del enfoque problema-solución. (J. A. Cid 2017)

La síntesis conceptual externalizada, da pauta a la generación de modelos mentales. Los modelos mentales determinan nuestra manera de conceptualizar los problemas que estamos intentando resolver. Los modelos mentales basados en representaciones visuales han sido de gran utilidad en las delimitaciones epistémicas a partir del concepto de *semejanza* (Les & Les, 2008). Por ejemplo un modelo mental basado en las estructuras arbóreas tiende a la

organización jerárquica y hereditaria. Por el contrario, la ventaja de las estructuras relacionales es que estas se adecúan mejor a la tarea de resolver problemas de heterogeneidad organizada.

Los modelos mentales dan pauta a la organización de la realidad. Serres (1974) ha mencionado en Hermes III la idea de cadenas, árboles y redes, como modelos mentales; donde se pueden configurar fenómenos o entidades. Por ejemplo, el mapa de los paradigmas científicos organiza los campos de estudio científicos en cadenas de temas de estudio, las cadenas se conjuntan en estructuras arbóreas de objetos de estudio y estos tambien pueden organizarse reticularmente para mostrar la interrelación (desde la noción de paradigmas) entre los diferentes campos de estudio (Klavans y Boyak, 2007). La idea de las cadenas hace alusión a los sistemas secuenciales, los árboles a los sistemas organizados hereditariamente y las redes a los sistemas relacionales (Serres, Hermes III, La Traducción, 1974. -versión en español traducida por León Arellano).

Los modelos arbóreos están limitados al abordar soluciones a problemas de complejidad organizada y en todo caso sistematizan jerárquica y hereditariamente los elementos que conforman una síntesis conceptual, tal que no ofrece una lectura cercana a como sugiere Lima, usando sus aspectos relacionales. (Lima, 2015)

Otro modelo mental es el *Rhizome* en Deleuze y Guattari (2010) o la idea de *Dispositif* en Foucault (en Arellano, 2007). Estos modelos mentales han servido a los filósofos y sociólogos para estructurar, describir y explicar los fenómenos que observan. A partir de identificar los modelos mentales como estructuras de pensamiento en analogías o metáforas en sí; les permiten traducir la realidad al modelo para describirla de una determinada manera, sea en estructuras, sistemas o redes, por ejemplo, una cadena es útil en la medida en que determina procesos secuenciales, como “A tiende a B”, pero en el caso de los modelos relacionales estos permiten construir vínculos entre entidades de muy diversa naturaleza, pero también relaciones muy diferentes o “extremas”.

Otro caso de modelos mentales en el diseño es la propuesta de los sistemas complejos, las estructuras funcionalistas y los sistemas modulares, los cuales se basan en la noción de que

el todo es más que la suma de sus partes, como indica la vieja cita atribuida a Aristóteles. Actualmente el *Pensamiento de Sistemas* intenta instrumentar modelos de pensamiento que (al igual que las redes heterogéneas) buscan además de identificar las entidades en una red, explorar y explicar las relaciones que se generan. (Cabrera y Cabrera, 2016)

Los modelos de pensamiento, modelos mentales y su externalización mediante grafos permiten identificar relaciones, patrones y estructuras que guían el entendimiento de los problemas y dan pauta a la síntesis conceptual; su objetivo final es guiar hacia la solución. El modo en que se abstrae mentalmente el problema deviene en la forma como este será entendido y por consiguiente en el tipo de soluciones que se puedan perfilar. (Kolko, 2011; Daly et al., 2012)

Los modelos relacionales aspiran a ofrecer lecturas sobre la heterogeneidad de los fenómenos, pero la apuesta analítica-sintética recae no en la identificación de las entidades sino en el modo en que esas se asocian y son explicadas. Por tanto, estos modelos son últiles para identificar las entidades que intervienen relacionalmente en el diseño de información en ML, igualmente sirven para configurar colaboraciones para el diseño de información en ML.

En suma, la sintesis conceptual es resultado de la integración de las diferentes nociones conceptuales y artefactuales que posee una persona o un equipo de invetigación y desarrollo, se pueden utilizar modelos mentales como los mencionados anteriormente para conceptualizar y problematizar las propuestas de diseño. Se ha visto que la síntesis conceptual es más efectiva cuando se realiza en equipos de trabajo que en solitario. La externalización de los modelos mentales mediante las representaciones visuales ayudan al equipo de trabajo a comunicar sus ideas y configurar una síntesis conceptual de mayor calidad en términos de Dely et al. (2012).

Aludiendo a Latour (2008), consideramos que el modo en el que se realizan las prácticas de diseño es poiética, mediante iteraciones sintéticas diferenciales. Su principio es la organización epistémico-conceptual usando nuestras nociones conceptuales y

externalizándolas visualmente para entender el problema al que nos enfrentamos, en el caso del diseño de información el problema es cómo abordar preguntas de investigación mediante la producción de herramientas que permitan la organización de datos por medio de representaciones visuales, particularmente, mediante la visualización de redes heterogéneas.

La intervención de las prácticas de diseño como mecanismos para el abordaje de las preguntas y el desarrollo de herramientas de análisis se asume al reconocer que los problemas de diseño son problemas de *re-diseño* y que la palabra diseño hace alusión a r*e-volución* (Latour, 2008). Lo que ello sugiere es que hay una situación que puede ser modificada, transformada o actualizada. También sugiere que los productos de diseño pueden aportar innovación, produciendo lo que Dely et al., (2012) reconocen por heurística, en decir, que se produce una solución nueva y pertinente. Pero uno de los aspectos fundamentales es que el proceso de diseñar puede dar claridad y posibilitar la traducción de las tecnologías conceptuales y artefactuales que se poseen en propuestas de diseño cuyo objetivo sea la construcción de herramientas analíticas visuales mediante el diseño de información.

2.3. Diseño como planificación: El Design Thinking.

"In design, the secret to success is to understand what the real problem is" Don Norman. Diseñador Industrial (*The Design of Everyday Things*, 2013)

El campo de desarrollo del diseño ha tenido como finalidad la comercialización de bienes y servicios. Sin embargo, en la experiencia, los diseñadores han virado a proponer abordajes en otras áreas. Hemos mencionado la política, la economía y la educación como ejemplos claros y hoy con mayor claridad puede observarse en la producción de tecnologías de todo tipo. Partiendo de éstas implementaciones, loe procesos de diseñar han comenzado a cobrar mayor interés en los economistas y políticos tal que se ha convertido en un campo de estudio y experimentación, como el caso del diseño de las organizaciones empresariales, por ejemplo en los trabajos de Russell Ackoff (1999). Estos procesos han llevado a especialistas de la sociología o la epistemología a estudiar al diseño y explicar sus injerencias en los procesos relacionales del diseño con otras áeras como las científicas o tecnológicas, lo que Latour identifica como *Expanción del término de diseño* (2008). Si el nivel de la episteme-conceptual es una tecnología que permite la problematización y solución simultáneas; el *Desing Thinking* (DT) es una tecnología que permite abordajes procesuales.

El *DT* funge como un modelo procesual de materialización en el que idear, prototipar y evaluar son las principales tareas para la generación de soluciones a problemas de diseño (Brown, 2013), estas actividades se llevan a cabo en procesos iterativos de rediseño (donde cada iteración es un ciclo de rediseño, o bien de actualización de la propuesta), la síntesis conceptual forma parte de la fase de ideación, prototipar y evaluar son las siguientes fases y están enfocadas en la materialización y análisis objetivo de la propuesta. Como hemos mencionado, estas fases se interrelacionan y los diferentes colaboradores intervienen con sus capacidades conceptuales y artefactuales interrelacionando los tres niveles de diseño: el epistémico, el de la planificación y el de la elaboración artefactual.

Los grupos de trabajo de diseño de información en ML también son heterogéneos; pueden estar conformados por sociólogos, antropólogos, filósofos, ingenieros computacionales, diseñadores, gráficos, ingenieros en electrónica, urbanistas, periodistas y analistas de datos, por nombrar algunos. Durante un taller de métodos digitales en el *DMI Summer School 2015* en la Universidad de Ámsterdam fue posible constatar la presencia de diferentes perfiles de profesionales interesados en explorar la creación colectiva de información para descubrir *historias*[18] con los datos.

2.3.1 Organizando equipos trans-disciplinares para la búsqueda de soluciones.

Además de las tecnologías físicas que se usan en el proceso de diseño, pues cada artefacto requiere de instrumentos e instrumentaciones particulares, a diferencia de las estructuras organizacionales jerárquicas; el *DT* permite organizar relacionalmente a los miembros y las tecnologías que forman parte del equipo de trabajo. A continuación describiremos la forma en que se articula el *DT* en la realización de productos de ML usando como caso las actividades de diseño de información con medios digitales que se aplica por el *Digital Methods Initiative*, el cual es una apuesta colaborativa entre investigadores de humanidades digitales, informáticos y diseñadores de la Universidad de Ámsterdam, El *MediaLab Amsterdam* (MLA) de la Universidad de Ciencias Aplicadas de Ámsterdam y el *Density Design Lab* del Politécnico de Milán.

Cada seis meses se reunen interesados de diferentes áreas como el periodismo, la filosofía, sociologia, filosofia, artistas, humanistas, ingenieros en cómputo, diseñadores y curiosos; para explorar formas de investigar fenómenos que pasan por Internet a través de herramientas digitales co-creadas, junto con otras instituciones europeas, por las cuatro organizaciones. Su objetivo es la construcción de hechos sociales, políticos, económicos o ecológicos usando tecnologías digitales a las que denomina *métodos digitales* (Rogers, 2013) cuyas nociones conceptuales provienen de las llamadas *Humanidades Digitales*. En este marco, se desarrollan ejercicios de investigación colaborativa donde las preguntas de

[18] Del Inglés Storytelling, un concepto usado en el taller para referirse a la información que es posible construir con los datos obtenidos.

investigación son guiadas por el grupo de la Universidad de Ámsterdam, el *DT* es pautado por el MLA y los desarrollos artefactuales son refinados por el grupo del Density Design Lab.

Para producir esta descripción, lo que hicimos fue participar directamente en el curso en su edición del año 2015, pues el DMI usa los desarrollos tecnoepistémicos realizados por otros ML como el de SciencesPo, el grupo de *Cultural Analitycs* de San Diego California, y nos interesaba ver en acción sus apuestas en preguntas de investigación actuales. En el caso de la edición 2015 el tema era el *Internet Post-Snowden*, que consistió en especular sobre la producción de información en redes sociales alternativas al denominado grupo *GAFA,* siglas que refieren al coglomerado integrado por Google, Apple, Facebook, Amazon.[19]

Con la finalidad de conjuntar a personas de tan diversos entornos tecno-epistémicos en el abordaje de un interés común; los equipos se auto-organizan y auto-gestionan, siendo los participantes quienes eligen los proyectos que les interesa trabajar. Primeramente el investigador contextualiza a los participantes sobre el tema a indagar y propone una primera pregunta de investigación. Los participantes enriquecen la pregunta considerando las habilidades que han adquirido en los talleres del curso, pensando en cómo estas habilidades pueden servir a la tarea de extraer datos, limpiarlos, realizar representaciones que permitan observar patrones, refinar estos patrones para extraer información clara y construir una "narración" multimedia a los descubrimientos.

Se definen las tareas a desarrollar y los plazos con los que se cuenta para realizarlas. Cabe destacar que todos los miembros del equipo, incluido el investigador, asumen un rol horizontal en el proceso. A medida que este avanza, ciertos problemas técnicos o epistémicos acontecen, esto es comunicado abiertamente en el equipo de trabajo y se proponen rutas para su solución mientras el resto del proyecto continua. La investigación se va moviendo toda vez que los miembros del equipo se adaptan a la nueva realidad configurando conjuntamente una narrativa de los hechos construidos. Finalmente se hace una presentación a todos los

[19] Ver https://wiki.digitalmethods.net/Dmi/SummerSchool2015

participantes del curso, para exponer la pregunta de investigación, cómo se abordó, técnicamente hablando; y cual es la narrativa descubierta.[20]

Ahora, en este apartado no nos centraremos en los aspectos conceptuales ni detallaremos los productos informacionales[21] en su lugar nos enfocaremos en el proceso de *DT* que se aplicó.

El proceso que se implementa ha sido sistematizado por el MLA (MedialabAmsterdam, 2014). Originalmente está pensado como un taller que ofrece el propio MLA como asignatura corriente en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Ámsterdam y se organiza en un proceso de *DT* que tiene un conjunto de herramientas para la investigación y creación de diseños. El proceso es una aplicación singular de *DT* e incorpora terminología híbrida de las ingenierías, las ciencias y las artes. A continuación se detalla y describe el proceso.[22]

En el MLA se han sistematizado un programa de *diseño ágil* y *a paso-rápido* con espacio para experimentar y para el desarrollo personal (MediaLAB Ámsterdam, 2014). El diseño ágil es un modo de construir soluciones de diseño en el cual se prototipa usando sistemas modulares de computación.[23] El prototipado ágil consiste en usar partes de hardware y software que están previamente armados, es decir que son pre-fabricados para integrar circuítos modulares con los cuales se pueden crear robots básicos y flujos computacionales sencillos que posibilitan capturar datos del entorno, por ejemplo, movimiento del viento, temperatura, sonido, que luego son traducidos en Información. La ventaja de estos mecanismos es que el resultado se puede evaluar rápidamente y mejorar antes de intentar construir un artefacto especializado. La creación de interfaces gráficas de usuario (IGU) para

[20] En este modelo tecno-científico se entiende que el medio digital determina un modo particular de describir los hechos. Por tanto la narrativa se refiere a los hechos construidos y descritos en el marco de los medios implementados. En tal sentido narrativo asume el concepto de descripción pero se diferencia de la narrativa literaria en tanto que la primera es una narrativa mediada digitalmente.

[21] https://prezi.com/cwwgjldl2xg2/mh17-instagram-dmi15/

[22] El proceso aparece publicado en un documento que se distribuyó entre los miembros del MLD del cual obtuve una copia (versión electrónica disponible en https://issuu.com/medialab_amsterdam/docs/medialab_manual_2016_web).

[23] Por ejemplo se usa Arduino que es hardware de prototipado electrónico de código abierto, esto quiere decir que es una herramienta que permite construir ciertas funciones electrónicas estándares y computarizarlas para producir objetos interactivos que tiene la facultad de conectarse a sensores como la luz, el infrarojo o audio, por ejemplo. Su ventaja es que no hay necesidad de construir el artefacto electrónico desde cero y que está configurado pensando en su integración a sistemas de cómputo doméstico y debajo costo.

visualizar datos es otro modo de prototipado, en este caso el concepto que se usa es el de 'maquetación de interfaces', pero conceptualmente son lo mismo, nuestra disertación presenta un ejercicio de maquetación para el análisis de redes en el capítulo cuatro.

El concepto de "a paso rápido" o *fast-paced*, se refiere a que el proceso de *DT* se desarrollan en periodos de tres semanas. Los grupos de trabajo deben adaptarse con rapidez a las dinámicas del proyecto. Se trabaja en tareas cortas que pueden realizarse en el marco de las capacidades del equipo. Recordemos que este enfoque de diseño está basado en los recursos conceptuales y materiales con los que se cuenta, por lo que un equipo de trabajo rara vez se sale del ámbito de sus capacidades.

El proceso de diseño en el MLA resulta de una combinación del ciclo iterativo del diseño y del proceso *Scrum,* el cual fue ideado a mediados de 1986 con la finaldiad de mejorar la efectividad de la innovación en la producción de tecnología doméstica, se concibe como un método de prototipado agil incremental (Takeuchi & Nonaka, 1986). Mediante esta combinación pretenden alentar el trabajo creativo y forzar a los equipos de trabajo a estructurarse de un modo orientado en metas (MediaLAB Amsterdam, 2014). El proceso scrum ha sido adaptado por el MLA en un formato que ellos llaman *SCREAM!* (ver la figura 10).

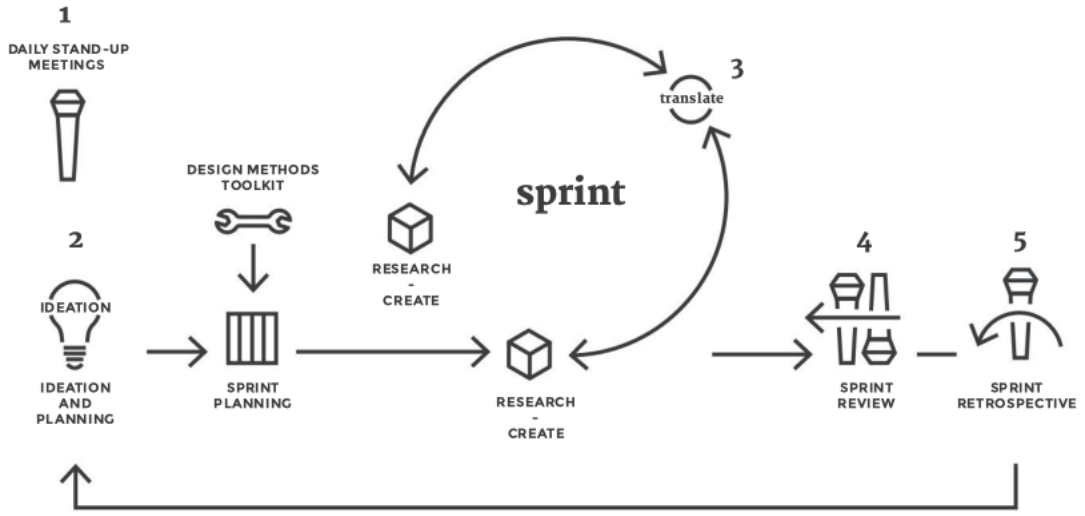


Figura 10. Captura de pantalla de modelo SCREAM!, adaptación del modelo Scrum rediseñado por el MLA. (Disponible en https://issuu.com/medialab_amsterdam/docs/medialab_manual_2016_web, accedido el 22 de agosto de 2018).

La iteración de diseño consiste en moverse del problema a la solución y viceversa tal que el objeto de diseño se va construyendo a medida que la solución es evaluada, problematizada y rediseñada. Es necesario aclarar que cada iteración supone la actualización del problema y de la solución simultáneamente. Estos momentos son conceptualizados en el MLA como momento de investigación y momento de creación, como se ve en la figura 10, ambos se presentan de manera simultánea . Las iteraciones de diseño son denominadas *sprints,* término que refiere a procesos de desarrollo ágil, se define una tarea y se determina un periodo de una a tres semanas para completarlo. Al final del *sprint* se realiza una revisión de las metas alcanzadas y se define cual será la siguiente fase, todo está organizado en función de la *planeación sprint* (MedialabAmsterdam, 2014).

Scrum es un marco de trabajo aplicado en el desarrollo de software, pero de gran utilidad en el diseño de artefactos altamente heterogéneos como el diseño de servicios, políticas, economías y pedagogías. Ha sido estabilizado por Schwaber y Sutherland en una guía que permite su aplicación a diferentes sectores donde se busca la innovación. Sin embargo fue propuesto por primera vez en 1986 por los especialistas de *Fuji-Xerox* Takeuchi y Nonaka (HBR.org, 2017).

En la época en que se escribió el artículo original, las empresas anunciaban que su crecimiento era un reflejo del desarrollo de innovaciones, lo que proponían era un modo holístico para introducir procesos e ideas creativas determinadas por el mercado al interior de organizaciones rígidas y anticuadas (Takeuchi y Nonaka, 1985). El problema que intentaban resolver era acelerar la adaptabilidad de las empresas a los cambios del mercado además de los aspectos ya reconocidos como alta calidad, los bajo costo de producción y diferenciación de producto. El nombre *Scrum*, hace alusión a un momento en el rugby en el que la pelota se pone en juego y los miembros de ambos equipos la pelean, aparentemente de forma desordenada.

> *«Bajo el enfóque del rugby, el desarrollo del producto emerge de la constante interacción de un selecto y multidispciplinar equipo cuyos miembros trabajan conjuntamente de inicio a fin. En lugar de moverse*

en momentos definidos y altamente estructurados, el proceso nace de las interacciones de los miembros del equipo. » Takeuchi y Nonaka, 1985)

Consiste en la conformación de equipos trans-disciplinares, autogestivos y autoregulados de especialistas en el prototipado ágil y rápido de soluciones a requerimientos del mercado o la investigación mediante *iteraciones de diseño,* esto es que el proyecto debe ir aumentando en complejidad y alcance a medida que se itera y se evalúan las aproximaciones proyectuales. Se basa en la estructuración de equipos de trabajo mediante roles, así que los miembros del grupo tiene ciertas funciones y su organización es horizontal, lo que quiere decir que desaparecen las jerarquías y que los miembros del equipo están capacitados para desarrollar, si no todas, sí, la mayoría de las tareas. Las tareas se organizan en eventos *Scrum*, en el proceso se obtienen productos *Scrum*. (Schwaber y Sutherland, 2016).

2.4. Artefactos Informacionales: producción artefactual de Visualizaciones

> *"It is not necessary to take the 'cultural relativist' view to see that sciences are built using socially constructed symbol systems."* *Colin Ware (Information Visualization, 2004)*

Consideramos, como ha sido propuesto por Floridi en *What is a Philosphical Question?* (2013), que una pregunta no está aislada, por el contrario, la generación de preguntas está ligada a una red de preguntas y respuestas (a *Web of questions and answers [Floridi, 2013]*). Las informaciones producidas de esta red podría considerarse en tanto el marco informacional a través del cual grupos de investigación desarrollan sus avances desde el diseño.

Es importante dar cuenta de la mediación tecnológica que supone el uso de software en las empresas y la práctica de los investigadores y desarrolladores. De tal modo que al traducir una pregunta de investigación a problemas de diseño es importante entender el potencial de las herramientas que tenemos al alcance para ofrecer propuestas de solución. En tal sentido la *Visualización* se ha implementado con el objetivo de 'externalizar' los procesos intelectuales humanos, mediante la organización espacial de formas, colores, texturas, líneas y puntos que representan datos, dinámicas o relaciones (Börner, 2015; Bertin, 2010; Ware, 2004).

Como tarea del diseño, el entretejido de preguntas y respuestas consiste en organizar nuestras tecnologías en entretejidos de problemas y soluciones, dicho en términos del MLA: de investigación y creación. Básicamente se refiere a preguntarse ¿cómo responder cierta pregunta con las tecnologías que tenemos a la mano? Es decir, ¿cuál es la solución tecnológica a nuestra pregunta de investigación? Las tecnologías con las que se cuentan son recursos conceptuales y recursos materiales, en nuestro caso, los materiales involucran hardware.

Por otro lado, se ha planteado que las nociones conceptuales se componen de teorías, modelos abstractos, nociones y conceptos. Floridi destaca de ellas los recursos conceptuales;

marcos teóricos tales que posibilitan una síntesis conceptual para abordar nuestros problemas de diseño de información (Floridi, 2013).

Una manera de hacerlo es a través del *Pensamiento Visual (Visual Thinking)*. Personas como Ware (2004, 2008) o Grey (2016) han sistematizado esta tecnología cognitiva en publicaciones. La que a su vez es una tendencia en el interior de las empresas, en la administración de conocimiento y como herramienta cognitiva (Börmer, 2015). El objetivo principal del *pensamiento visual* es externalizar las ideas tal que al observarlas podemos pensar mejor sobre ellas. De acuerdo con Grey, al externalizar nuestros pensamientos podemos abordar información potencialmente confusa. Ware enlista en este tipo de herramientas a los mapas, páginas web, infografías, diagramas, nosotros añadimos la modelación, los bocetos y las simulaciones. El pensamiento visual puede elaborarse en soportes impresos como el papel o a través de las pantallas, mediante software de *dataviz*. Pero dicho de forma más sencilla el pensamiento visual refiere a datos traducidos a información-producto, que puede ser el punto de partida para la generación y refinamiento de mejor y más adecuada información-fuente. Desde una perspectiva de solución de problemas; el pensamiento visual nos permite abordar las preguntas de investigación como problemas de diseño mediante recursos visuales.

De todo ello han conformado el *diseño de información*, normalmente ligada al Diseño Gráfico a partir de la teoría *Gestalt*, lo que al final se engloba en el término *Visualización*. El concepto como tal ha sido abordado por diferentes especialistas, algunos han publicado académicamente, otros lo exploran artísticamente, pero de manera general la definimos *como* la *internalización* de información mediante la *externalización* de estructuras mentales en patrones, diagramas o modelos que nos permitan pensar nuestros problemas y guiar su solución.

Masud et al. (2010) Identifican seis tipos de visualización de acuerdo al propósito de cada una. A continuación se describen estos seis tipos:

Visualización de Datos (*dataviz*): Normalmente estos se limitan a *representaciones diagramáticas* en bruto, sin tratamiento estético, ejemplos son las expresiones estadísticas o el

renderizado de grafos sencillos (Masud et al., 2010). Es de utilidad para la práctica especializada como la de los científicos, los médicos y los analistas bursátiles. Se necesita un conocimiento de los códigos sígnicos de representación, lo que normalmente está asociado a estándares de representación propios a cada campo de investigación. Los ML que trabajan en estos desarrollos colaboran con los especialistas dentro de su campo de estudio, un ejemplo es el ML de Sciences Po.

La Visualización de la Información (infoviz): Se concentra en las representaciones visuales asistidas por computadora y requiere un alto grado de interacción entre usuarios e interfaces para amplificar la cognición sobre datos abstractos. Uno de sus componentes esenciales es la posibilidad de *interactuar* con la representación, lo que ha llevado a considerarla como una herramienta narrativa transmedial e hipermedial (Masud, et al., 2010). A diferencia del *dataviz*, este tiene varias capas semánticas e incluso puede usar recursos retóricos como las metáforas. La consideramos una herramienta para la socialización de conocimientos dado que las metáforas se piensan en función de un público genérico.

Visualización Científica: se refiere a la matematización de datos del entorno real tal que su representación digitalizada corresponda con alto grado de precisión con su referente en la realidad. La visualización 3D del cuerpo humano, la información satelital geográfica o la simulación meteorológica son ejemplos de esta visualización. (Masud, et al., 2010)

Estética de la Información: una trans-disciplina *sui generis* que combina la expresión disruptiva de las artes digitales en la representación de datos. Por ejemplo una base de datos sobre movimientos sociales traducido a una pintura digital en la que las manchas de color cambian a medida que la base de datos se actualiza (Masud, et al., 2010).

Infografías: Se refiere a la representaciones diagramáticas con componentes retóricos. Son comunes en los periódicos para explicar datos a comunidades de personas no especializadas en el tema (Masud, et al., 2010). También son narrativas pero no necesariamente tienen el componente interactivo de la *Visualización de Información*.

Visualización del conocimiento: De acuerdo con Masud et al. (2010), el objetivo de esta visualización, es la transferencia de conocimiento más que el entendimiento de los datos representados, suele ser mucho más narrativo y su interés se centra en que las personas no especializadas entiendan un tópico o aprendan una habilidad, ejemplos de estas visualizaciones pueden ser las diapositivas o las presentaciones *prezi*.

El entretejido de preguntas y respuestas traducido a un entretejido de problemas y soluciones, puede mediarse mediante la producción de visualizaciones que permitan externalizar la complejidad de la pregunta de investigación y trazar la ruta hacia el desarrollo de soluciones. Los mecanismos de visualización pueden ser analógicos o digitales pero ello depende de las tareas a desarrollar.

En lo sucesivo mostraremos cómo se traducen datos en conocimiento mediante el uso de visualizaciones dentro del denominado *continuo dato-información-conocimiento-entendimiento* (C-DICE).

2.4.1. Traducción de datos en Infoviz y dataviz

Otra características de las tecnologías informáticas además de automatizar el procesamiento de información, es que también es una tecnología de comunicación. Esto quiere decir que a medida que la realidad es inscrita en sistemas de códigos, estos son posibles de ser decodificados.

Para nuestro tema de interés, el potenial comunicacional de las TICS deviene en la producción de conocimiento, lo que propicia el entendimiento. Ackoff (1999), denominó al proceso comunicacional como flujo *dato-información-conocimiento-sabiduría* (flujo DICS), el antecedente directo del C-DICE. Todo el flujo es una traducción de datos en información, ésta, en conocimiento, el que por último permite la toma de desiciones a manera de sabiduría (Ackoff, 1999). Lo relevante de esta propuesta es que propone un modelo para entender como se llega a la toma de decisiones y la reducción de incertidumbre, al que identidicamos desde una perspectiva muy general, que se basa en la filtración, reducción y transformación de datos en información (Bernstein, 2009). Este flujo ha sido reconsiderado por diferentes diseñadores de información generando diversas adecuaciones como las de Shedroff (2014) para quien el flujo no está aislado del contexto en el que la *dataviz* se inserta.

Encodificar binariamente, mediante el uso de TICs informáticas es el primer paso, el segundo paso es traducir las estructuras binarias en representaciones informacionales visuales. Los datos son encodificados en sistema binario y pueden ser *mapeados*, es decir traducidos lo más exactamente posible a una representación a partir de una sintaxis *visual-espacial* que puede ser decodificada (Munzer, 2015). La sintaxis espacial puede enriquecerse semánticamente usando recursos retóricos técnico-expresivos como la metáfora, o la sinécdoque, entre otras, el objetivo es construir una 'narrativa' con los datos.

Como estructura narrativa la información tiene consecuencias en la formulación de toma de desiciones, producción de conocimiento o ganar entendimiento sobre recortes del mundo (Chen y Floridi, 2012). En tal sentido Masud et al. (2010) propone inscribir el diseño de información, primeramente como resultado de un proceso de *infoviz*, dentro de lo que éllos definen como el continuo Dato–Información-Conocimiento. (C-*DIC*). Para que la construcción

de un conocimiento ocurra, es necesario que la información diseñada esté configurada pensando en el usuario de la misma y sus necesidades (Böner, 2015). Por tanto, además de existir problemas y soluciones de tipo técnico en relación a cómo se obtienen, se organizan y se representan los datos; surge el problema semántico de cómo comunicarlos.

Se puede resumir la perspectiva de Masud et al. Asistiéndonos de Floridi (2010) indicando que los datos bien-formados son significativos *y útiles*. Es el término 'útiles' el que, desde la perspectiva de Masud y sus colegas junto con la escuela de la administración de conocimiento (Sharma, 2008), indica el potencial en la producción de conocimiento que posee la información. El tema aquí no se limita a la manera en que la traducción de datos a representaciones visuales es exacto sino ¿cómo la traducción de datos a representaciones visuales posibilita el valor cognitivo de la información y por ende su potencial instrumental en la reducción de incertidumbre? Como lo planteamos en la introducción se puede decir que la respuestas a preguntas de investigación guían el entendimiento y la acción humana debido a la utilidad de la información. Esto también indica que una información incorrecta guiará acciones incorrectas.

Ware y otros especialistas han dedicado sus investigaciones al estudio de las formas visuales como mecanismos para la comunicación de información. Traducir un conjunto de datos, como números, nombres, índices búrsátiles u otros datos de tipo cualitativo como gusto o disgusto, estados de ánimo etcétera pueden ser traducidos a formas visuales que los *mapean*; su finalidad es facilitar el entendimiento, esta actividad es propia de las infoviz y dataviz.

Masud, et al. (2010) Identifican tres tipos de visualizaciones de acuerdo al tipo de conocimiento que se busca producir: el *conocimiento declarativo*, que consiste en responder a las preguntas de tipo ¿qué? El *conocimiento procedimental* el cual no solo responde a las preguntas ¿qué? Además, *narran los datos*. A diferencia del primero, que está dirigido a entendidos de los temas, el segundo está pensado en su cualidad comunicativa a diferentes audiencias además de considerar el proceso cognitivo para adquirir cierto conocimiento condicional. Mientras que el *conocimiento condicional* está vinculado a la visualización de

conocimiento en tanto transferencia cognitiva efectiva. De acuerdo con ellos, cada forma de conocimiento dependiendo de su objetivo, requiere de la organización estratégica de los datos[24].

De acuerdo con Chen y Floridi (2012) la *infoviz*, y por ende el diseño de información puede tener uno de tres objetivos posibles: 1) la recuperación de información, esto es que los datos son almacenados y lo que se busca es visualizarlos para tener una visión sobre lo que ellos expresan. 2) El análisis de información, en tal caso, el diseño de información sirve al análisis de fenómenos, su problematización y su explicación y 3) la diseminación de información cuyo fin es la de transmitir la información dentro y fuera de su campo de dominio. Desde nuestra postura creemos que el diseño de información puede contener dos o hasta los tres objetivos.

Considerar el objetivo en la organización de los datos da pauta a construir representaciones indéxicas, icónicas o simbólicas. Las primeras más cercanas a la *dataviz*, que es de gran utilidad para los especialistas y suele ubicarse dentro de los marcos disciplinares. El segundo de corte icónico puede posibilitar su traducción en el marco de entornos trans-disciplinares toda vez que extrae lo esencial de los datos y lo traduce a formas visuales comunes como en el caso del Lenguaje Unificado de Modelado el cual es de gran utilidad en los entornos de diseño de software. El tercero ha resultado ser de gran utilidad al momento de transferir conocimiento a públicos no especializados mediante metáforas u otras figuras retóricas de sustitución. Los conceptos de rizoma, dispositivo, árbol o red se desplazan fácilmente entre los tres niveles de representación.

Las estructuras formales con las que se *mapean* datos en información, están determinadas según la estructura y tipología de los datos (Munzner, 2015) y sobre las necesiades de representación para hacer entendible para la mente de una persona (Chen y Floridi, 2012) para que los datos tengan sentido.

[24] En general sta perspectiva no se presenta como reduccionista sino macrocópica acerca los tipos de conocimiento, y es considerada en virtud de su relevancia para el diseño de información a pesar de que otras teorías y disciplinas tienen taxonomías más refinadas.

Habiendo revisado diversas literaturas en torno a la VI observamos que el modelo general para la producción de información basada en datos binarios encontramos que hay tres aspectos importantes a considerar en el diseño de información con medios digitales (Chen y Floridi, 2012; Ware, 2013; Munzner, 2015; Börner, 2015): 1) *la identificación del tipo de datos*, 2) *el mapeo de los datos a representaciones visuales* y 3) *la implementación de la interactividad humano-computadora para el análisis de los datos y toma de decisiones*, todo ello decanta en la noción de diseño dirigido por datos. El tipo de datos determina qué se puede hacer con ellos, las diferentes estructuras en las cuales están almacenados (llamadas bases de datos) posibilitan su reorganización por mecanismos algorítimicos de organización visual-espaciales. También posibilitan la forma de interactuar con ellos mediante el uso de las funciones de *zoom*, desplazamientos en cuadrantes X y Y, filtrado de palabras clave, etc. Permite explorar entre una cantidad enorme de datos, facilitando el análisis.

El modelo expuesto en Chen y Floridi (2012) tiene la particularidad de combinar la noción de información expuesta en Shannon y Weaver (1949) donde la información es transmitida por un canal en el que puede existir ruido; junto con la de Floridi (2011) donde los datos bien ordenados son significativos, pero añanden que esta última definición es *débil*, en su lugar consideran que a medida que el ruido es controlado o bien, se evita, *los datos bien ordenados son significativos y verdaderos*, ésta, según Chen y Floridi (2012) sería una definición *fuerte* de información.

Para Chen y Floridi (2012) la infoviz condensa el flujo IPO (input, process, outcome): Entrada, proceso y resultado de informar. En él los datos son organizados de acuerdo al *tipo de dato*: entidad, atributo, vínculos, posiciones, matrices. Y al tipo de *conjunto de datos: tablas, redes campos, geometrías, listas, etc.* (Munzner, 2015). El tipo de datos y tipo de conjunto de datos permite organizarlos para su *mapeo.* Recordemos que *mapear,* refiere a la correcta traducción de los datos a una representación visual, tal que la misma corresponda proporcionalmente a las características de la representación. Para lograrlo los datos son semantizados limpiándolos de elementos innecesarios y filtrándolos en función de la pregunta de investigación que se plantea. (Munzner, 2015) Este proceso se denomina *scrapping.*

Luego de limpiar los datos, se puede correr un software de organziación de datos como Gephi[25] el cual, mediante la parametrización con diversos algoritmos permite distribuir los datos en patrones visuales que sugieren la construcción de un mapa reticular por mecanismos ópticos y geométricos. Floridi y Chen (2012) denominan estos mecanismos como canales visuales, desde nuestra perspectiva observamos elementos de diseño gráfico propuestos por Lupton y Cole (2016).

Enlistamos los canales visuales que son de utilidad para el mapeo de datos a representaciones visuales, para ofrecer una idea general de las cualiades visuales aplicables al diseño de información.

Los geométricos son:

- tamaño, longitud, anchura, profundidad.
- Orientación,
- Forma,
- curvatura,
- suavidad.

Los ópticos son

- intensidad/brillo
- color, tono, saturación,
- opacidad, transparencia
- textura
- estilos de línea
- forma, difuminado
- degradados y efectos de luz
- sombras
- profundidad
- movimiento implícito, barrido de movimiento
- movimiento explícito, animación, parpadeo.

Canales topológicos y relacionales

[25] La forma en que gephi trabajá y cómo sus algoirtmos posibilitan la distribución espacial de las redes, será abordada más adelante.

- conexión
- nodo, nodo interno
- intersección, superposición
- profundida de orden, oclusión parcial
- cercanía
- distancia / densidad

Canales semánticos:

- número,
- texto
- símbolo, ideograma
- signo, icono, logo, glifo, pictograma
- isotipo.

Esta no es la única taxonomía de canales visuales, se puede revisar Bertin (2010), Munzner (2015), Lima (2011, 2014) y Börner (2015) para observar diferentes taxonomías aunque escencialmente se resuelven en valores de pixel, es decir valores de color y posición del pixel en la pantalla (Reyes-García, 2017).

En nuestra investigación hemos identificado que el modelo de diseño de información desde la *infoviz* que mejor sintetiza la teoría de la información de Shannon, con la noción de Floridi en el marco de los medios digitales donde se considera el modelo C-DICE que se expusó con Masud et al. (2010) se presenta en Wu, et al. (2018).

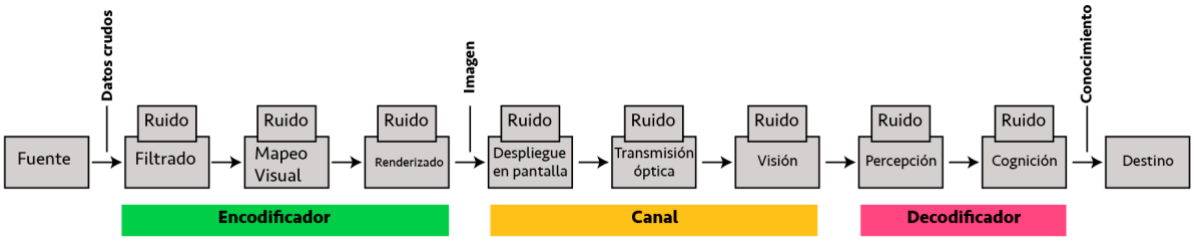


Figura 11: Tubería general de la visualización Wu, et a. (2018) [Trad. Jorge A. Cid]

El esquema general está enfocado en el uso de medios digitales e identifica tres subsistemas que deben considerarse en el diseño de información:

La encodificación que responde a la pregunta por cómo traducir los datos a una representación adecuada en el marco de las tecnologías que se poseen.

El canal, aquí la pregunta gira entorno al proceso por el cual la imagen será desplegada en pantalla o también puede ser impresa. En este punto, la relevancia del medio radica en definir si será desplegada en un monitor convencional, una pantalla de teléfono inteligente, un muro, si será impresa en un poster o para revista indexada, etc., ya que esto determina el modo de recepción en términos de interacción (Moggridge, 2006).

Finalmente el subsistema decodificador se centra en el mecanismo por el cual la percepción y la cognición del lector decodificará los elementos visuales para conformar la información (Wu, et al., 2018). La propuesta es que estas tres preguntas sean sintetizadas desde el diseño de información de manera colaborativa y se aborden como problemas controversiales, es decir que suscíten la reflexión desde los diferentes marcos epistémicos y tecnológicos.

2.5 Entretejido epistémico-artefactual en las prácticas de diseño de visualizaciones

En este capítulo hemos presentado que la práctica de diseño consiste en la síntesis epistémica de nociones conceptuales y artefactos en el abordaje de problemas retorcidos, es decir de problemas que cambian con el tiempo o no están bien definidos. Para ello se identificaron tres niveles de diseño,

1) El epistémico-conceptual en el cual, mediante la síntesis conceptual se define un problema de diseño en función de una o varias preguntas de investigación y desarrollo.

2) En el nivel proyectual introdujimos el concepto de *Design Thinking* que refiere al proceso por el cual mediante iteraciones de diseño se construyen propuestas artifactuales. En el marco del *DT* se presentaron los modelos *Scrum* y *Scream!*, ambos han sido aplicados en ML, mostrando que es posible diseñar informacion con medios

digitales de forma colaborativa donde la investigación y el desarrollo se hacen de manera simultánea.

3) En la dimensión artefactual del diseño se encuentra la *Infoviz* cuyo objeto consiste en permitir hacer sentido de los datos mediante representaciones visuales construídas digitalmente que después se ponen en circulación dentro del C-DICE.

Los tres niveles de diseño pueden aplicarse de manera experimental en el interior de los ML. Algunos aspectos han sido constatados en el ML de Ámsterdam y a través de las publicaciones del ML de Science Po. Sin embargo consideramos que es necesario profundizar en su investigación y considerar otros modelos de diseño y en suma ampliar la capacidades metodológicas del diseño de información con medios digitales, primeramente entendiendo cómo se produce y funciona el software para tratar datos, representarlos visualmente y hacerlos decodificables.

El siguiente capítulo muestra el modo en que diferentes epistemes informáticas desarrollan software partiendo de la noción de medio y las nociones de diseño presentadas en este capítulo.

3. Diseño de Información con medios digitales

3.1. Consideraciones en el Diseño de Información con medios digitales

> *"As the use of a new technology changes human practices, our ways of speaking about that technology change our language and our understanding"* Terry Winograd y Fernando Flores. (Understanding computers and cognition: A new Foundation for Design, 1987)

3.1.1.¿Qué es un medio digital?

Hasta este momento hemos abordado las definiciones de información que son útiles a nuestro propósito, el de estudiar desde la heterogeneidad el diseño de información con recursos informáticos. Nuestro interés ahora se centra en abordar el ámbito propiamente digital en el que se diseña información. Para ello debemos comenzar por describir algunos conceptos básicos y luego describir de forma generalizada la manera en la que se diseña software para informar datos.

Lo más relevante a nuestro objetivo es entender el concepto 'medio' en tanto tecnología y de ahí entender que los medios digitales, o software, son tecnologías para el diseño de información, es decir son tecnologías orientadas al entendimiento a partir de diseñar modos de hacer sentido de los datos. Con ello se podrá proponer que un ML es un escenario en el que diferentes paquetes de software son explorados para el diseño de artefactos dirigidos por datos.

El concepto 'medio' o 'medios' son comúnmente asociados a los canales por los cuales una acción humana puede realizarse: comunicar una idea, trasladar bienes, ofrecer servicios, alcanzar objetivos financieros. Pero también está asociado al entorno en el que ciertos fenómenos acontecen: diferentes formas biológicas se desarrollan, posibilitan la vida, se crea conocimiento, acontecen actividades científicas, culturales o industriales. Aquí la palabra medio es sinónimo de la palabra tecnología y como hemos mostrado anteriormente, el concepto tecnología también aplica a las herramientas conceptuales, como los niveles de abstracción[26] propuesto por Floridi (2013) o intelectuales, en la proposición hecha por Goody (2008) junto a las tecnologías artefactuales en el sentido propuesto por Arthur (2009), en tanto ensamblaje de otras tecnologías. Desde nuestra perspectiva podemos decir que un medio es una mezcla de tecnologías conceptuales y tecnología físicas, como se expresó en el primer capítulo, pero considerando que para el caso de los ML estas tecnologías se traducen por mecanismos informáticos.

El medio informa. Es de nuestro interés partir del concepto de 'medio' que propone Macluhan en *Understanding Media, the extensions of Man* (1964), pues es su apuesta la que vincula el medio, es decir, el canal por el cual se transmiten señales, almacenan datos o renderizan información; con el contenido: las cualidades semánticas que dependen de la capacidad de decodificar de un receptor aludiendo a que el medio encarna al mensaje en sí mismo.[27] Macluhan reconoce que el contenido es 'otro' medio, un medio dentro del medio; un relato que el receptor decodifica de acuerdo a sus nociones conceptuales y tecnológicas. Podemos definir que el problema del medio no es de corte hermenéutico: es decir no se preocupa por la 'interpretación' que alguien haga de una información, sino de corte semiótico, es decir sobre la precisión en la semántización, sintáxis y consecuente pragmática de la información configurada a partir del potencial del medio, en nuestro caso; son medios informáticos de naturaleza digital.

[26] Floiridi refiere que un Niveles de Abstracción es el punto epistémico desde el cual una persona o grupos de personas pueden comprender una información (2013). Por ejemplo, en un abordaje multidisciplinar, las diferentes disciplinas observan un objeto de estudio desde diferentes márcos tecno-epistémicos. La propuesta sería traducir los diferentes marcos para hacerlos comprensibles entre si, con ello se establecería un solo nivel de abstracción, común a los diferentes campos que intervienen en la observación de un fenómeno.

[27] para nosotros esto quiere decir que la información no es el contenido sino la forma en que los datos son ordenados y la forma en que estos son ordenados dependen totalmente del medio, si es radio esta informado en señales eléctricas que se traducen a sonidos, si es fotografía análoga, está informado en granos de plata que son quemados por la exposición a la luz.

Es decir, no nos interesa lo que 'queremos' entender de una información, sino la relación entre la forma en que los datos son estructurados dentro de un sistema de códigos o sintaxis; la equivalencia entre la estructura encodificada con sus posibles valores semánticos o datos. Donde tanto el emisor como el receptor deben conocer la clave, tal como lo problematizaba Shannon (1945).

Los medios informan los mensajes, no muestran la realidad sino que la representan a partir de su capacidad para encodificarla *en representaciones* singulares como los infográficos, videos, tablas, diagramas, etc. El término medio está relacionado con el concepto medio de comunicación (*médium* en inglés) o medios de comunicación (*media* en inglés), desde esta perspectiva entendemos que el concepto *media* (en Media Lab) hace alusión a un conjunto de medios cuya condición es informática.

Medio en tanto entorno. De acuerdo con Wark (2011), McLuhan ve al entorno como un conglomerado de medios particulares de los cuales extraemos contenidos o discursos, estos últimos, pensaba McLuhan (1964), son al mismo tiempo medios para configurar y por tanto diseñar pensamientos. Cuando estamos en el medio, no vemos el medio a menos que nos movamos fuera de él, entonces su estructura se hace visible (1964). Un modo para hacer visible un medio puede ser mediante la visualización de información sobre redes heterogéneas.

Al socializar una información esta se inserta en un flujo de relaciones de procesos de semiósis (Lotman, 1998), donde el nivel de abstracción requerido para decodificarla depende del receptor. En tal sentido, la información o encodificación de datos dependen del medio que se usa y de la capacidad para decodificarla. Dicho al revés, los datos se informan según el medio.

Un ML es un laboratorio de medios en tanto que coexisten diferentes mecanismos de mediación informática y donde la interrelación experimental entre ellos posibilita algunas producciones de información. En estos escenarios cada pregunta de investigación es única y

requiere intermediaciones particulares a ella. Es decir que se requiere diseñar los modos singulares en los que se va a abordar cada objeto de investigación.

Medio en tanto tecnología. Arthur considera en su libro *The Nature of Technology: What it is and how it evolves* (2011) que la tecnología se desvanece en el 'fondo' de nuestro mundo, es decir que la red heterogénea que construye nuestra realidad está ahí, pero se vuelve imperceptible. Podemos decir que Arthur está en la misma línea de Latour y Hermant en *Paris Ciudad Invisible (2010)*. Comenta Arthur, "*Esta cosa que se desvanece del fondo de nuestro mundo también crea ese mundo, crea el ámbito en el que vivimos" (2011:versión Kindle)*. De ello es importante entender que la tecnología informa la realidad y nos posibilita acceder a ella. Los medios son tecnologías que posibilitan el acceso al mundo, son el mapa, la brújula y el barco con los que navegamos cognitiva y factualmente, aunque pocas veces los entendemos a profundidad y sobretodo, poco entendemos la relevancia que tienen en su capacidad informacional. En suma, los medios informan la realidad pues son al mismo tiempo informaciones, canales y entornos.

Arthur propone una serie de preguntas en su disertación: ¿Qué es la tecnología? ¿Qué es en el sentido más profundo de su naturaleza? ¿Cuáles son sus propiedades y principios? O ¿Cómo evolucionan? Entre otras. Nos interesa responder desde nuestro ámbito diciendo que las tecnologías son diseños de información que en tanto medios permite la construcción de otros medios. Es decir que son meta-medios[28]. Los proceso en los cuales las diferentes tecnologías se combinan para dar solución a problemas humanos dan pauta a la innovación, es decir: información en el sentido de *la diferencia que hace la diferencia* y también en el sentido de re-diseño.

El medio como meta-medio. Partiendo del texto de Manovich, *Software Takes Command* (2008) reconocemos que las computadoras han posibilitado a millones de personas crear, manipular y compartir medios, en gran medida debido al desarrollo de otro medio: la interfaz gráfica de usuario (*Graphical User Interface*) que funge como un sistema de programación de funciones computacionales sin la compleja escritura de líneas de

[28] En un sentido general son medios que producen otros medios (Manovich, 2008)

programación. Se basa en dar clics a botones que se muestran en pantalla. El software está en la base de las producción de la cultura y de la sociedad. Ejemplos claros son la paquetería *Office* de Microsoft, el navegador *Firefox*, *Autocad* o *Photoshop*.

A través de la pantalla de una computadora personal podemos visualizar y trabajar con varias paqueterías de software, por ejemplo el navegador *Firefox* permite acceder y explorar visualmente Internet, *Acrobat Reader*, permite revisar artículos de investigación que estamos descargando desde el navegador y *Powerpoint* posibilita crear una presentación con la información procesada de los archivos PDF. Cada uno de estos paquetes de software tiene su propia interfaz gráfica de usuario (IGU). Mediante el IGU vemos y usamos herramientas representadas por una serie de iconos con las que podemos construir nuestros contenidos o acceder a contenidos ya publicados. Las IGU se desarrollaron a la par de las computadoras personales teniendo como pioneros al *Learning Research Group* lideardo por el ingeniero Alan Kay en Xerox PARC, en la década de los setentas (Manovich, 2008). El posicionamiento de las IGU a nivel doméstico dio pauta al desarrollo de los *prosumidores*, estas son personas que al mismo tiempo producen y consumen información (De Kerkchove, 1998).

El software es un medio digital, un medio de medios, apunta Manovich, dado que se configura en base a la teoría computacional y permite almacenar y organizar datos produciendo información. Pero su presencia en prácticamente la totalidad de las actividades de las sociedades globales, las caracteriza como *sociedades de software* y a su producción cultural *como cultura del software* (Manovich, 2008). Para Manovich el software cultural, es aquel que sirven a la creación y acceso a objetos mediales y su entorno. Se caracteriza por que permite la creación, publicación, acceso, distribución y remezcla de imágenes, imágenes movimiento, secuencias, diseños 3D, textos, mapas, instalaciones interactivas, entre otras salidas.

En el marco del software cultural, Manovich identifica a las aplicaciones de software para la socialización de saberes y tecnologías, la administración de información personal como las agendas electrónicas; los ambientes de programación como *Processing* o *Puredata* y las interfaces de medios (*Media interfaces*) que en sí son las Interfaces Gráficas de Usuario. De

todo este ámbito, Manovich depura indicando que, el software agrega una nueva dimensión a la cultura y por tanto al entendimiento colectivo: La integración del software a nuestras vidas y el uso ampliamente distribuido de aplicaciones de software para el acceso y creación de contenidos (Manovich, 2008).

A partir de Manovich podemos acentuar una diferencia sustancial entre la información digital y otras formas de información, dado que la primera está constantemente cambiando, actualizándose o agregando más datos, tal que cuando uno accede a la información, accede únicamente al 'estatus' en ese momento de esos datos. La información digitalizada es particularmente susceptible de estar en movimiento. El contenido de una información digital no está del todo predefinido, además de que gracias a la *interfaz de medios* con la cual se accede a la información, el usuario no solo recibe, sino que también construye activamente el mensaje desde el marco de su nivel de abstracción, pero también; indica Manovich (2008), administra el mensaje; o sea que define que información recibe y cómo.[29]

Nos detendremos en este punto para simplificar diciendo que los medios digitales son aquellas tecnologías de software ensambladas con la finalidad de almacenar, distribuir y posibilitar el acceso, abstracción y administración de los datos para producir sentido. Donde su propia naturaleza informática conforma al medio digital como información. En suma los medios digitales son medios que informan nuevos medios, por tanto, para cerrar la paradoja; la información digital es en sí una mezcla y según el caso una re-mezcla de medios digitales.

3.1.2 Generalidades sobre la programación orientada a objetos y programación estructurada

Reconocemos que el diseño de información con medios digitales no se limita a la tecnicidad de la producción de software y abarca muy diversos campos de aplicación y que su

[29] Manovich y el resto de los investigadores citados hasta este momento en el capítulo, van más a detalle en sus explicaciones y objetos de estudio. Vale la pena revisarlos a profundidad para dilucidar el enmarañado marco de los 'medios' en general y del software en particular, pues junto a otros, configuran la retícula de la teoría de medios, la cual está permeando la interrelación disciplinar entre ciencia, humanidades e ingeniería, dentro de lo cual consideramos que el diseño puede ser un enfoque regulador.

socialización modifica las expresiones culturales. Sin embargo nos centraremos en la descripción general de su tecnicidad, por ser ésta área, la que más lagunas presenta en el ámbito del diseño y donde podemos ofrecer una mayor aportación con miras a la conformación de un ML en nuestro ámbito. Una vez identificadas estas ideas será posible explorar las posibilidades de la información-producto para usarse como información-fuente en la exploración de preguntas de investigación.

Programación Orientada a Objetos

Aún cuando existen diversos paradigmas para diseñar software, aquí se plantea el paradigma de *Desarrollo Orientado a Objetos* (*Objetc-Oriented Development, DOO*), dado que es un paradigma de programación muy difundido y desarrollado y del cual surgen nuevas formas de programación que están estandarizándose rápidamente (Al-Azawi & Ayesh, 2013). Brevemente definido el desarrollo orientado a objetos es un paradigma de programación que conceptualiza las tareas del software, los diferentes componentes que se requieren para realizarlas como objetos abstractos y las nociones matemáticas que sirven a la elaboración de algoritmos informáticos. Por tanto estos objetos virtuales poseen características y funcionan de maneras muy particular, al conectarse entre sí realizan tareas específicas. (Al-Azawi & Ayesh, 2013) Por ejemplo una impresora puede ser representada por la noción abstracta 'print' que compila cierta información para imprimirla y mostrarla en la pantalla. Para ello la función 'print' se *conecta* con otro objeto, por ejemplo, la noción 'image', que selecciona una imagen específica de una ubicación en la memoria de la computadora. La idea del DOO, es pensar las nociones conceptuales como "objetos con propiedades reales" (Al-Azawi & Ayesh, 2013).

En última década del siglo XXI el OOD da paso al denominado *Modelado Orientado a Objetos* ó *Object-Oriented Modeling* (OOM) en inglés[30]. Las razones se deben a que *en* esta manera de diseñar software se busca estandarizar su ingeniería (Pastor & Molina, 2007) pero se basa en el *modelado visual de esquemas conceptuales* con los que se pre-definen, la forma

[30] En este trabajo lo definiremos como Modelado Orientado a Objetos. En esta primera parte no desarrollaremos a profundidad la propuesta de Object-Oriented Modeling, esto será planteado en su propio apartado. Simplemente mencionaremos las generalidades para conectarlo con la propuesta general de Diseño de Información con Métodos digitales que ensamblamos en esta disertación.

en que funcionará una herramienta digital (Rumbaugh, J., et al., 1991). Esta actividad está claramente ubicada en el nivel epistémico-conceptual del diseño.

Desde nuestro enfoque identificamos que el OOM es una forma de diseño basado en la síntesis conceptual con el nombre de *modelado conceptual*.[31] Donde para diagramar la estructura y funcionamiento del software se puede usar un lenguaje gráfico denominado Lenguaje Universal de Modelado o *Universal Modeling Language* (UML) con el que se plantea el software como un artefacto o ensamblaje de objetos virtuales, que analógicamente hacen alusión a objetos físicos reales, cuyas aplicaciones reales, son traducidas a estructuras simbólicas lógico-matemáticas para conformar operaciones computarizadas (Pastor & Molina, 2007).

Así, cada *objeto* que se modela dentro de un esquema visual, en el caso ideal, puede funcionar si necesidad de agregar o modificar líneas de código (Pastor & Molina, 2007). Por un lado porque consiste en la abstracción a través de la conceptualización del problema de diseño de software partiendo de la naturaleza del campo de aplicación del mismo. Literalmente busca programar desde la conceptualización y por tanto el modelado funge como proceso de análisis y síntesis simultáneo.

El diseño de software enfrenta el problema de construir una herramienta que pueda ser eficaz y eficiente es decir que resuelva problemas de productividad computacional y de interacción cognitiva (Marriot & Meyer, 1998). ¿Qué quieren decir estas dos condiciones de diseño? Eficacia se refiere a que el software pueda alcanzar el objetivo para el cual ha sido pensado y eficiente se refiere a la administración del uso de los recursos para lograr dicho objetivo (Pastor & Molina, 2007). En tal sentido, las estrategias para el diseño de software son variadas, dependen de las tecnologías conceptuales y artefactuales con las que se cuenta, su interrelación y de las posibilidades de incorporar 'otras' tecnologías para alcanzar los objetivos. Tanto la eficacia como la eficiencia, requieren del conocimiento sobre los dominios tecnológicos necesarios, la infraestructura y la experiencia de los desarrolladores de software.

[31] Para el caso de este trabajo distinguiremos la noción de síntesis conceptual de la de modelado conceptual en tanto que la primera se enmarca en campo general de las prácticas del diseño mientras que la segunda se contiene en el diseño de software orientado a objetos.

En relación a la interacción cognitiva los pioneros del diseño de software enfocado en el usuario: Winograd y Flores (1987),[32] plantean que el diseño de software debe enfocarse en las repercusiones cognitivas que el uso de software produce en el usuario. Consideran que la tradición sobre la que se ha venido desarrollando el software se concentra en la definición de una sintaxis y una semántica que puedan traducir el algoritmo a un programa ejecutable estable donde hay poco interés en relación con los aspectos de interacción con un usuario.

En su sentido procesual el DOO se concentra en la definición, el diseño y la implementación del software (Rumbaugh & et al., 1991; Embley, Liddle, & Pastor, 2011), pero no considera la eficiencia y eficacia en su interacción con los humanos. Consideramos que a medida que el software requiere interacciones humanas, se necesita de la integración del enfoque de Winograd y Flores, pensar la Interacción Humano-computadora y formular preguntas de investigación relacionadas con estas consideraciones, particularmente cuando se busca llegar a públicos no especializados como lo propone la *infoviz*.

Programación Estructurada

El enfoque tradicional de diseño de software se basa en el *Análisis Estructurado* y la *Programación Estructurada,* estos métodos de diseño consisten en definir primeramente la tarea a realizar, luego bosquejar los pasos lógicos a seguir a manera de *pseudocódigo*; el cual es una descripción generalizada de cómo funcionaría el software usando términos coloquiales. Esto es equivalente al bocetaje en diseño, pero en un marco lingüístico de algebra *booleana* donde son esbozados[33].

Posteriormente, a manera de lista de instrucciones más o menos ordenadas, se comunica el pseudocódigo a un desarrollador o programador de software, quien dominando uno o varios lenguajes de programación determina cual de estos es el adecuado para convertir el pseudocódigo en paquetes de programación en específico. Las fases que siguen de la

[32] Estos autores propusieron en la década de los ochenta algunas bases de lo que posteriormente sería la *Interacción Humano-computadora*, sobre todo en el ámbito de los fenómenos cognitivos humanos, centrándose en la psicología conductiva. Además hacieron una crítica a los desarrollo de la inteligencia artificial sentando su atención en la relevancia humana del uso de las computadoras (Winograd & Flores, 1986).

[33] Los preceptos matemáticos y el álgebra booleana se encuentran en el corazón del funcionamiento físico de computadoras, debido a nuestra distancia epistemica con tales conceptos no los abordaremos en este documento

elección del lenguaje de programación varían según el tipo programación y el nivel de abstracción requerido donde, cuanto más cercana es la programación al funcionamiento físico de la computadora, se requieren lenguajes de bajo nivel y cuanto más cercanos a la interfaz gráfica de usuario (*apps*) o el prototipado rápido, se suelen usar lenguajes de alto nivel, esto es porque las apps se programan en función del sistema operativo, el cual suele estar escrito en lenguaje de bajo nivel.

A diferencia del DOO, el resultado práctico de la programación estructura recae en que mediante la programación estructurada, se limitan las posibilidades de desarrollar software de calidad (Pastor & Molina, 2007). Pero esta aseveración requiere un tamiz, ya que entornos de programación en lenguajes estructuras como C++, particularmente en el ámbito de la representación y renderizado de medios culturales a mostrado interesantes desarrollos, como en el caso de *openFrameworks*.[34]

Así pues, los lenguajes de programación pueden ser 1) estructurados, 2) orientado a objetos pero tambíen están los 3) lenguajes visuales de programación que usan interfaces gráficas de usuario con íconos, cajas de contenedores y líneas de conexión con las cuales ciertos *objetos* son vinculados en flujos de trabajo.

Resumiendo, los lenguajes de programación estructurados se escribe y se leen siguiendo un orden secuencial de arriba hacia abajo, la primera línea de programación será lo primero que lea la computadora y así seguirá hasta terminar de leer todas las líneas. En este tipo de lenguajes primero se declaran las variables a computar y luego se realizan las órdenes o sentencias lógico-matemáticas, el programa es ejecutado y según las operaciones, este realizará operaciones recursivas para alcanzar terminar la tarea (Deitel, 2008).

En el caso de los lenguajes orientados a objetos, no siguen la lógica estructurada sino que trabaja con “objetos” que representan ‘cosas muy concretas’, por tanto estos tienen

[34] Esto se puede considerar en el hecho de que *openFrameworks* requiere de un domino de algebra más especializado y sus operadores tiene etiquetas para nombrarlos que son abstractas, mientras que otros entornos como *Javascript* o su derivado *Processing*, son más intuitivos pues sus etiquetas están más cercanas al lenguaje coloquial, por ejemplo para dibujar un circulo de 50 pixeles de radio uno simplemente escribe *circle*(50).

identidad, pertenecen a clases de objetos, son polimórficos y guardan una herencia. (Rumbaugh & et al., 1991) Estos conceptos son fundamentales en el paradigma orientado a objetos. Estos objetos pueden generarse por separado e incrustarse en determinadas partes del código, es más parecido a como funciona un sitio web con hipervículos, donde llegados a una línea de código esta invoca funciones que están en otro código, a esta condición se le denomina modularidad (Rumbaugh & et al., 1991).

3.2. Diseño de Información con medios digitales

"To abstract is to construct a plane upon which otherswise different and unrelated matters may be brought into many posible relations". Mckenzie Wark (A hacker manifesto, Accedido en enero de 2018)

El Diseño, cuyos orígenes son *las artes y oficios* de finales del siglo XIX, se ha transformado en un modo de innovar en la producción de tecnologías conceptuales y artefactuales. Actualmente se sustenta en procesos de síntesis mediante iteraciones conceptuales y materiales como el *DT* y la metodología *Scrum*. Estos modelos permiten la innovación creativa y la integración de grupos heterogéneos de trabajo a la vez que permiten la sistematización de tareas mediante iteraciones de diseño cortas cuyo resultados pueden ser los artefactos informacionales.[35]

Cuando los artefactos informacionales se usan para producir y comunicar información, conforman relaciones dentro del C-DICE, donde el uso de canales visuales facilita los proceso de comprensión de fenómenos y toma de decisiones. En este flujo se puede incorporar u omitir el eslabón del *Entendimiento*, como se observa en diferentes referencias publicadas (Rowley, 2006; Ackoff, 1989; y Sharma, 2008). Nosotros mantenemos que el objetivo último del diseño de información es alcanzar el entendimiento.

Abordar el *entendimiento* como propósito en el diseño de información, necesariamente involucra una construcción heterogénea que llega a abarcar preguntas de investigación que van del orden humanístico al tecno-científico y en este abanico se pueden tejer múltiples relaciones de tecnologías conceptuales y artefactuales. Cada disciplina puede aportar sus construcciones conceptuales y sus técnicas en el marco de una organización procedimental homóloga al modelo de Mahdjoubi (2003). En dicho modelo identificamos que el proceso de diseño de información se configura en el entretejido de ingenierías y artes, como actividades

[35] Tanto el DT como Scrum, son usados en entornos de medialab, como mostraremos en el 4to capítulo.

epistémico-conceptuales, de planificación y artefactuales. A partir de ello nosotros proponemos el modelo que se presenta en la figura 12:

Figura 12: Flujo reticular de Diseño de Información con medios digitales (J. A. Cid-Cruz).

Antes de explicar nuestra propuesta es importante recordar que el modelo de Mahdjoubi entreteje la 'función' de un artefacto con su 'forma'. Desde nuestra perspectiva esta relación está incompleta en la medida en que omite la relación función-forma-significación.[36] La relación función-forma-significación conlleva considerar la construcción y comunicación del mensaje necesario para producir entendimiento, dado que la encodificación de un mensaje es en sí, un diseño.

Usualmente se considera a la producción de sentido como el proceso por el cual un fenómeno es comprendido por una subjetividad (Cid, 2011), y puede acontecer en organizaciones intersubjetivas encaminadas al entendimiento (Arellano, 2014). Esto significa que un grupo de personas negocian sus saberes y competencias tecno-epistémicas para conformar un entendimiento intersubjetivo. En nuestro caso nos referimos al diseño de sentido en tanto que es resultado de un proceso no arbitrario, sino regulado por propósitos e intereses que llevan a estructurar de un modo particular datos para producir cierta

[36] Es decir la relación entre los aspectos formales y los contenidos semánticos

información. De ahí que proponemos que el diseño de información es un proceso cuya finalidad es detonar un entendimiento particular.

Dicho lo anterior, entonces es posible trazar una relación forma-función-significación. Traducido a nuestro campo, esta relación puede quedar expresada dentro del modelo de Mahdjoubi como una relación entre la ingeniería y el arte organizada desde el ámbito del diseño. Es decir, desde el ámbito de trabajar designando valores semánticos a organizaciones sintácticas cuya función es la producción de sentido, sin olvidar que la relación ingeniería-arte es heterogénea.

Para poder sistematizarlas en un flujo que derive en información diseñada; hemos conceptualizado que todo diseño de información es un 'problema de heterogeneidad desorganizada' que supone la posibilidad de producir entendimiento o bien producir certidumbre sobre ciertos fenómenos a partir del prototipado de artefactos visuales para apoyar la investigación usando medios informáticos. En este ámbito, las preguntas de investigación son traducidas a problemas de diseño, es decir problemas de organización de recursos tecnológicos para el modelado de soluciones posibles y su evaluación en la práctica.

Cuando se problematiza la obtención de información por métodos informáticos, esto es, cuando se crean algoritmos computacionales para registrar y computar datos, entonces es necesario plantearse preguntas sobre la organización de recursos digitales que posibiliten la traducción de información física a datos informáticos que luego de ser almacenados, puedan ser consultados para modelar estructuras informacionales mediante *renderizados* visuales.

El proceso involucra la sistematización computacional de hardware y software para datificar fenómenos, modelarlos lógico-matematicamente y renderizarlos en comunicaciones que propicien la producción de sentido. A todo el proceso lo hemos denominado *Flujo Reticular del Diseño de Información con Medios Digitales* (FRDIMD). Este surge luego de reconocer que la información digital requiere de la intervención de especialistas de distintos ámbitos, particularmente de la comunicación visual y del diseño gráfico, la ingeniería de software, la Interacción humano-computadora y especialistas del campo de aplicación propio

de donde se construyen los datos y para quienes se diseña informacion. Por ejemplo, geógrafos en el caso de la información geoespacial, sociólogos en el caso del estudio de las asociaciones, politólogos en el caso de ciertas controversias de la administración de instituciones, etc.

El FRDIMD está pensado como un proceso que comienza con el planteamiento de una pregunta de investigación que requiere la obtención o la construcción de datos, estos datos pueden ser creados usando Internet o bien a partir del desarrollo de hardware configurado con ese fin. En ambos caso la idea es integrar el campo de la ingeniería de cómputo y las formas *artísticas* de comunicación, en el sentido de Mahdjoubi (2003), es decir, construir la relación forma-función-significación.

El flujo se expresa diagramáticamente como un proceso de síntesis conceptual y artefactual que deriva en la generación de una *propuesta de solución tecnológica* que sirve a la investigación. Los especialistas de cómputo, del campo de aplicación y del diseño gráfico trabajan simultáneamente traduciendo la información-fuente en información-producto. La información-fuente son los datos almacenados mientras que la información-producto son datos representados mediante técnicas de *dataviz*.

La dimensión de la ingeniería se concentra en la configuración sintáctica de la información, es decir en la estructura interna, por ejemplo, en el caso de la representación de una red, ésta se expresa en la topología de la red de acuerdo a un algoritmo de organización, mientras que la dimensión del arte se concentra en la expresión semántica de la topología de la red con el fenómeno representado, esto es que la representación exprese de forma más precisa a la propia red.

El punto pivotal es la creación de un modelado de datos que pueda ser traducido a la expresión semántica. En tal sentido la *dataviz* es es el resultado de la interacción entre especialistas de cómputo con especialistas de un campo de aplicación en particular (dominio de los especialistas) configurando como resultado nueva información-fuente útil para la investigación. Los diseñadores gráficos pueden mejorar la legibilidad de estas

representaciones usando software de dibujo como Illustrator, photoshop, inkscape, entre otros. Adicionalmente, la información-fuente es la base para la construcción de información-producto la que requiere tener características formales que posibiliten su comunicación fuera del campo de aplicación.

Denominamos al espacio de la construcción de información-fuente, el espacio centrado en la ingeniería, como espacio de la *datificación* mediante la dataviz. Por otro lado, denominamos al espacio de la construcción de la información-producto como el espacio de la *información* mediante la *infoviz* (ver figura 12, página 93).

Este segundo espacio se concentra en la re-semantización de la sintaxis de los datos a una representación comprensible mediante un proceso de diseño centrado en la comunicación fuera del campo de aplicación. (ver figura 13)

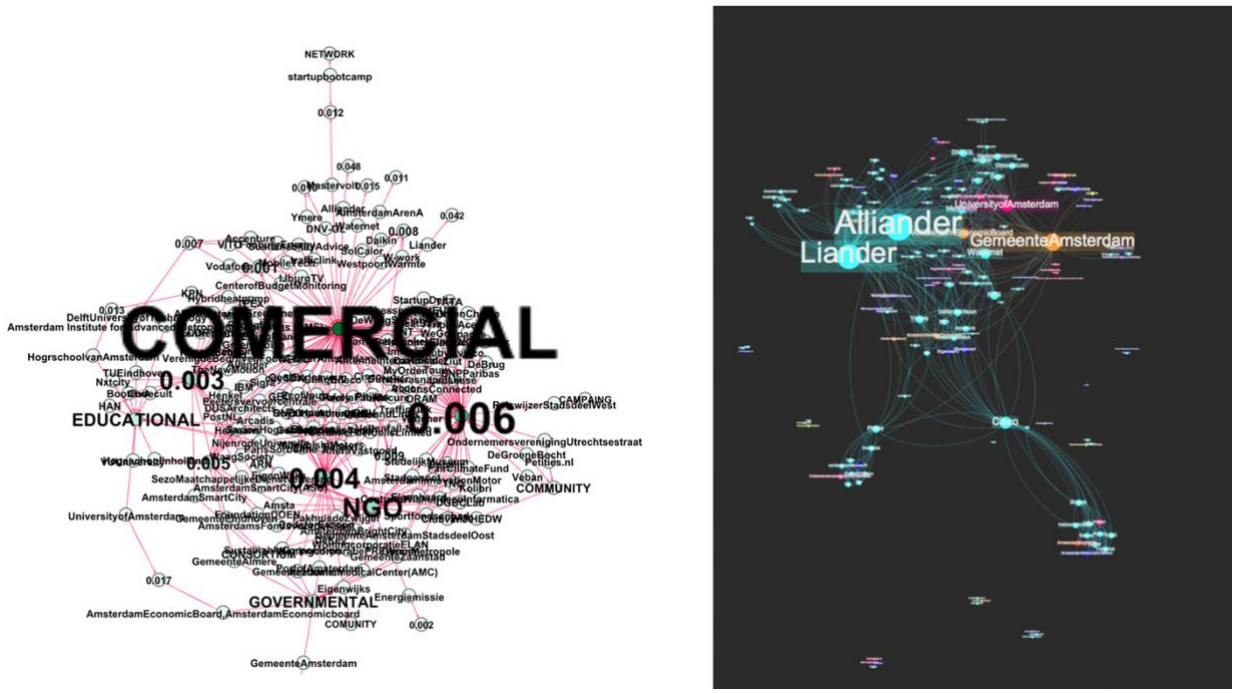


Figura 13: Dos representaciones realizadas en *Gephi* que mapean a los actores que construyen la *Ciudad Inteligente de Ámsterdam*, la representación de la izquierda está al nivel de la *dataviz*, la de la derecha muestra la representación desde la *infoviz*. (J. A. Cid-Cruz, 2015).

El equipo transdicisplinar encargado de abordar el problema de heterogeneidad desorganizada, necesita plantearse la pregunta de investigación en términos de un diseño de información, tal que la propuesta construida sea una representación visual que describa al objeto de estudio.

Para dar solución usando medios digitales, el problema de diseño debe ser conceptualizado como un problema de ingeniería informática y de comunicación digital. En la construcción de información es necesario contar con datos, si estos no se tienen, entonces hay que construirlos. Subsecuentemente realizaremos una descripción del modo en que opera la tecnología computacional para construir los datos y hacer accesible la información identificándolos dentro del esquema mostrado en la figura 12 (pág. 93).

3.2.1 Aproximación al diseño de Información-fuente e información-producto

1) La primera fase del proceso consiste en transformar la información física a datos digitales. Involucra preguntas sobre la información física que necesita ser datificada digitalmente: Los hábitos de usuarios de Internet, la movilidad urbana en un punto topográfico en sí, actores en procesos sociales, producción de información por áreas de estudio, desarrollo cultural, etc. ¿Cómo registrar estos datos digitalmente? En términos computacionales esto supone un *mapeo* de información física. Actualmente existen diversas herramientas para generar datificaciones: Sistemas de información geográfica, sensores físicos de información ambiental, *Crawlers* de Internet, información pública generada por motores de búsqueda, APIs (en el inglés estas siglas significan *Application Programming Interfaces* o Interfaces de programación de Aplicaciones). Todas ellas permiten obtener datos. Las aplicaciones registran y almacenan datos en bases de datos. En esta primera fase es necesario determinar un mecanismo para el modo en que los datos serán registrados por representación binaria. Este proceso se denomina *Cifrado*.

Los datos se almacenan en un servidor a partir de la configuración de una base de datos desde la cual se podrá acceder a ellos para consultarlos y suelen registrarse a manera de tablas y listas con números y cadenas de caracteres. Existen requerimientos tecnológicos en la creación de bases de datos, estos son los servidores (espacios físicos donde se guardan las listas y tablas) y los sistemas de administración de bases de datos[37] (el software que permitirá

[37] Database Management Systems, o DBMS, en inglés.

trabajar con las listas y tablas), que garanticen la seguridad del almacenamiento y la eficiencia de su administración (Robinson, et al., 2015).

Mediante consultas, extraemos los datos de las bases de datos para ser representados en pantalla o impresos en papel. Para mostrar los datos estos pueden pasar por un proceso algorítmico de organización tal que en lugar de mostrar listas o tablas de números nos muestre los mismos datos organizados en representaciones cartesianas, mapas, o redes. Esta fase permite dibujar la información en tanto tecnología epistémica.

Denominamos al resultado de esta fase como *blueprints* o modelos prototípicos de información que hacen sentido en el ámbito de los especialistas. Estos blueprints pueden ser posteriormente resemantizados en el *espacio de la información,* para ser comunicados fuera de este ámbito. El libro *Semiology of Graphics, Diagrams, Networks, Maps* de Bertin (2010) ofrece un amplio estudio sobre la traducción de datos en representaciones visuales que son pertinentes en la construcción de los *blueprints* y parte de la problematizacion de las necesidades de almacenamiento, entendimiento y comunicación de la información, tras lo cual se puede considerar el modelo de representación gráfica más adecuado.

2) La información-producto surge luego de *modelar* la información en *blueprints*. La Información-producto tiene como objetivo la divulgación de la información mediante la comunicación gráfica del mismo. Supone la comunicación de la información construída en el dominio de los especialistas en función de una tarea en particular (Ware, 2004) como puede ser el análisis, la comunicación de resultados o bien ambas tareas simultáneamente.

Para ello, en el campo de la *infoviz,* se han explorado modos de generar artefactos informacionales partiendo de la percepción óptica en la diferenciación de patrones gráficos como formas, colores, distribuciones espaciales, etc. (Ware, 2004) con lo que es posible configuran *dataviz e infoviz* interactivas, usando el potencial de los multimedios y los hipermedios digitales.

Con la finalidad no solo de comunicar, sino de facilitar la analítica con artefactos informacionales en tanto herramientas epistémicas dentro y fuera del ámbito de los

especializados de un tópico en particular, se resemantizan la información-fuente en información-producto mediante la elaboración de aplicaciones hipermediales que permitan la analítica y la divulgación. Algunas cualidades hipermediales son las herramientas de *zoom*, desplazamiento horizontal y vertical, *links* y gráficos animados. Esta tecnología epistémica resulta en un artefacto digital que puede ser accesible vía Web sites, quioscos informáticos o aplicaciones de escritorio.

En este punto es necesario un proceso de diseño que se centra más en los aspectos comunicacionales-perceptivos, al considerar los requerimientos computacionales que permitan aprovecharlos. Los datos, antes cifrados, ahora son encodificados según el sistema de signos que se usará para traducirlos a herramientas analíticas. Para ello, Ware (2004) considera la construcción de herramientas visuales, con las cuales, mediante consultas visuales es posible analizar datos con una herramienta informacional interactiva.

Es bien sabido que el objetivo del diseño gráfico consiste en encodificar un mensaje por medios visuales y hacerlo accesible a un expectador en particular. Por lo que en la propuesta del FRDIMD, al considerar el tipo de expectador, los *blueprints* pueden ser traducidos a representaciones acordes a los lenguajes visuales e interactivos que los expectadores reconocen. Llamamos a este proceso como re-codificación. Así el blueprint puede ser accesible a personas fuera del campo de los especializados del fenómeno que se está informando.

Al igual que en la dimensión de la Información-fuente, la dimensión de la Información-Producto, requiere procesos de diseño, y ambas dimensiones no están necesariamente separadas, ni están necesariamente bien diferenciadas. Todo lo contrario, lo que se propone es considerar ambos procesos desde un inicio con la finalidad de avanzar hacia el resultado esperado, sin olvidar considerar la relevancia que juega el software de aplicaciones, además del diseño y funcionalidad de las bases de datos, durante todo el proceso de diseño.

Todo el FRDIMD resulta en el encadenamiento reticular de diferentes conocimientos y tecnologías digitales dependientes del tipo de datos que se consultan, los algoritmos que se utilizan y los *blueprints* que se obtienen. Como se verá en el último capítulo, diferentes

encadenamientos llevan a distintos hallazgos y diferentes conclusiones tras el diseño de artefactos informacionales y es por ello que el encadenamiento de software, ¿qué software? Y ¿cómo encadenarlo? Son preguntas a considerar en el diseño de información.

Hemos descrito de manera muy general la propuesta del flujo reticular de diseño de Información con medios digitales. Esta propuesta puede ser modificada, ampliada o simplificada en futuras revisiones a este documento. Los diferentes dominios que intervienen en su conformación, es decir la ingeniería de software y hardware, el diseño gráfico y los campos científicos como la sociología y las humanidades están en constante producción de conocimientos y tecnologías, pero también los fenómenos que se estudian. Por lo que consideramos que tales dinámicas tienen un impacto en el FRDIMD. De ello concluímos que la investigación sobre los modos y paradigmas para el diseño de información con medios digitales, debe ser constante.

Dado que en el ámbito del diseño y particularmente del diseño gráfico se ha explorado bastante el modo de comunicar o encodificar información dirigida a grupos de expectadores, la siguiente sección, se centra en realizar una revisión sobre las consideraciones para la práctica de la dimensión de la información-fuente.[38]

3.2.2 Datificación en bases de datos

La producción de datos es un tema de la ingeniería informática y de las ciencias computacionales. Sus implicaciones tienen que ver con la construcción de soluciones a problemas técnicos y lógico-matemáticos en la computarización de fenómenos. ¿Cómo capturar ciertos datos, almacenarlos y representarlos de tal modo que la información producida en un punto sea reproducida del modo más exacto posible en otro punto? Estos son los problemas fundamentales de la comunicación planteados por Shannon pero vistos desde una perspectiva computacional.

[38] Nuestro acercamiento no es especializado en la computación por lo que este punto se presenta como una divulgación sobre el modelado conceptual de software, el diseño de bases de datos y el prototipado de información. Cerraremos ese capíutlo mostrando un caso recogido de Internet sobre procesos de diseño de información por métodos que involucran la escritura de líneas de programación y el acceso a datos mediante APIs.

Mediante sistemas de captura o sensores los fenómenos físicos son muestreados binariamente (*signal sampling*). Pensemos por ejemplo en la captura de una onda de audio, esta onda es físiamente continua. El proceso computacional transforma la onda continua en unidades discretas, es decir, que captura solo unas partes de la onda y luego mediante procesos algorítmicos completa la información faltante. Cuanto más unidades discretas produce en un rango de tiempo determinado, mayor cantidad de información captura y menos información tiene que completar, pero ello requiere mayor capacidad de registro y almacenamiento a nivel de hardware.

Por ejemplo, el sonido es registrado a partir de sensores que identifican señales sonoras y las almacenan mediante números asignándoles un espacio en la memoria física de la computadora, a este proceso se le denomina 'cifrado'.[39] Su uso en el ámbito de la electrónica y la computación también tiene su antecedente en los trabajos de Shannon, particularmente en el que durante mucho tiempo fue un reporte clasificado llamado: *Communicaction Theory of Secrecy Systems* (Shannon, 1949).[40]

Los datos cifrados son almacenados en bases de datos. Una base de datos es definida como:

La unidad básica de almacenamiento de información electrónica
(OnlineLibraryLearningcenter, en USG.edu accedido en noviembre de 2017).

Una colección de información que es organizada de tal modo que sea de fácil acceso, mantenimiento y actualización (squlserver.techtarget.com, accedido en noviembre de 2017).

Un repositorio de datos, diseñado para soportar el almacenamiento eficiente de datos, su recuperación y mantenimiento (Sharma et al., 2010). *Que están almacenados en un*

[39] La palabra cifra que significa 'vacío', inicialmente designó al cero pero en el ámbito de las comunicaciones designa un número que representa un *dedómena* en particular.

[40] El cual es un antecedente directo la obra cumbre de Shannon.

ordenador lo que permite(…) analizarlos de una manera que nunca pudo hacerse sobre papel (GCFLearnFree.org, accedido en noviembre de 2017).

De acuerdo con Sharman et al. (2010) Los datos pueden ser almacenados de varias maneras, entre ellas tabularmente, jerárquicamente o gráficamente.[41] Siguiendo a Sharman et al., si los datos son organizados tabularmente, es decir mediante tablas como *Excel*, estas son denominadas *bases de datos relacionales*, si son organizadas en estructuras de árboles estás se denominan *bases de datos jerárquicas*; y si son almacenadas como un conjunto de nodos con vértices se denominan bases de *datos de grafos*.

Para poder administrar los datos se ocupan sistemas de administración de bases de datos o *Database Managment Systems* (DBMS), existe una muy ámplia literatura sobre estos sistemas. Los DBMS son definidos como un conjunto de herramientas de software que controlan el acceso, organización, almacenamiento, administración, recuperación y mantenimiento de datos en una base de datos. La importancia de los BDMS recae en que estos facilitan y determinan el acceso a los datos y con ello su potencial uso para construir información. (Sharman, et al., 2010).

A medida que las datos se han interconectado, particularmente gracias a Internet y las tecnologías como *Google* y *Facebook* dominan las actividades relacionadas con él. Las bases de datos relacionales se vuelven difíciles de manejar por la cantidad de datos discretos a computar. Por ello, la interconexión de datos produce información más relevante, así lo plantean Robinson, Webber y Eifrem (2015) en su libro *Graph Databases* publicado por la dominante editorial O'Reilly Media. De acuerdo con ellos, Las *bases de datos de grafos* son más eficientes cuando se busca almacenar datos que presentan relaciones entre sí. Si bien no son las únicas y el software existente permite graficar relaciones usando bases de datos tabulares o jerárquicas, las primeras son más eficientes desde el punto de vista del costo computacional (Robinson, Webber & Eifrem, 2015).

[41] Éste medio tiene su base en la teoría de grafos, la cual será precisada más adelante.

Al margen de estas consideraciones muy actuales, el estándar en las ciencias computacionales son las bases de datos relacionales y se usan entornos de programación denominado Lenguaje Estructurado de Consulta, llamado comúnmente como SQL o *Structure Query Language*.[42]

Para construir bases de datos es necesario pensar el modo en que estos datos serán solicitados considerando, sobre todo, la forma en que estos producen información, por tanto en cómo serán ordenados luego de solicitarlos. En un inicio, las bases de datos fueron organizadas sin pensar el modo en que podría sacárseles provecho. A medida que la datificación aumentó y nociones como *big data* comenzaron a circular, se ha hecho necesario diseñar de manera más eficientes las bases de datos.

Cuando se pretende diseñar redes o visualizar redes, el tipo de bases de datos más útiles son las bases de datos de grafos. Estás tienen por objetivo poner en relación datos a partir de 'marcadores' particulares. Por ejemplo el nombre de una persona puede asociarse a su posición en un grupo de investigación e incluso a temas de investigación particulares.[43]

Las bases de datos requiere hardware para almacenamiento (servidores), lo que conlleva el problema de aumentar el espacio de almacenamiento a medida que nuestros datos crecen. Pero esto también implica mejorar la velocidad para llegar a los datos que buscamos. En tal sentido hay limitantes físicas en el almacenamiento de datos que deben considerarse y evaluarse constantemente por los especialistas en informática.

Query es el término técnico del inglés que significa 'consulta' o 'solicitud'. A partir de hacer consultas es posible acceder a datos y construir información. Las consultas están determinadas por la estructura de la base de datos y de los algoritmos con que son solicitados. Los datos pueden invocarse como listas o tablas, números, cadenas de caracteres, documentos, entre otros formatos.

[42] *En la última década el cambio de paradigma se ha ligado con el entorno NoSQL: 'No solo Sql'* (Robinson, Webber & Eifrem, 2015) el cual amplia el potencial analítico de las bases de datos usando bases de datos que no son relacionales.

[43] Veremos una aplicación en el cuarto capítulo.

Primero es necesario conectarse a la base de datos usando servidores físicos o virtuales y luego mediante programación realizar *queries* de datos. Una vez realizada la consulta y luego de determinar el modo en que se muestren los resultados, estos pueden exportarse en formatos como *"*.tsv"* (*tab separated values*) o *"*.csv"* (*comma separated values*); valores separados por tabulador y valores separados por comas, cada tabulador o coma indica la separación entre datos. Posteriormente los datos exportados pueden usarse para ser dibujados relacionalmente mediante algoritmos encodificados a través de lenguajes de programación como *'R'*, *'Pearl'*, *'Pyphon'* o *'JavaScript',* o mediante entornos de diseño de información como *Gephi* o *Tableu*. Los lenguajes de programación requieren un énfasis técnico propio de la ciencia computacional y la ingeniería informática.

Una vez hecha una consulta y exportada para su visualización, es posible identificar patrones que nos permitan hacer sentido de los datos consultados. A partir de este punto se puede conceptualizar comunicacionalmente los datos mediante la obtención del '*blueprint*' para el diseño visual. El *Blueprint* es revisado junto con los artistas visuales y diseñadores para traducirlo a representaciones cuya sintáctica facilite su comprensión.

Justamente desde un punto de vista semiótico, la dimensión lógico-matemática puede concebirse como la conformación sintáctica de la información pues organiza datos de acuerdo a reglas computacionales que son programadas. Todo ello comprende la dimensión de la Información-fuente, dado que de aquí pueden emanar diferentes consultas y con ello elaborar diferentes representaciones y analíticas. Requiere de u nivel de abstracción lógico-matemático y el dominio de desarrollo es especializado. La configuración de programas que permitan construir información-fuente es altamente especializada pues involucra programar bases de datos, realizar consultas y construir bosquejos informacionales, es por tanto un tema de la ingeniería computacional.

3.2.3 Re-codificación de la información desde el diseño gráfico

El proceso de diseño en su visión más general implica 1) una conceptualización o abstracción de la información a partir del cual definir los requisitos para integrar una propuesta de representación gráfica. 2) Un proceso de Bocetaje o *Sketching* donde se plantean las primeras ideas que luego se refinan hacia 3) una propuesta de representación que permita entender los patrones producidos y eventualmente posibilite la construcción de una 4) herramiena analítica configurada en como prototipo abierto a mejoras. El primer caso corresponde al diagramado de datos a manera de *blueprint* de información y el segundo a una re-codificación del *blueprint* en información (la que puede ser interactiva).

Para el caso del diseño de Información se tienen dos rutas. La primera consiste en usar entornos de aplicación de software cultural, en términos de Manovich (2008), es decir del software que se ocupa de la creación de contenidos para web, ordenadores, sistemas móviles como la suite de diseño *Adobe Creative Cloud* o las aplicaciones libres de dibujo como *Gimp* e *Inkscape*. Igualmete se puede usar software para el modelado tridimencional para la creación de diseños industriales virtuales o físicos como las aplicaciones de *Autodesk*, *Rhinoceros* entre otros. La otra ruta implica construir flujos de trabajo, programar aplicaciones propias y sobre todo diseñar el software en función de los usos específicos. Esta ruta ofrece mayor libertad creativa, pero requiere más esfuerzo, organización y planificación. Para esta investigación nos centraremos en la elaboración de un caso de cada ruta: el uso de aplicaciones prediseñadas y la elaboración de una aplicación propia.

El caso particular de la *infoviz*, cuyo objetivo es producir sentido a partir del blueprint de los datos, requiere de otros dos procesos: el Bocetaje y el Prototipado de un medio o artefacto informacional para hacer accesible la información y propiciar la analítica. Actualmente hay entornos y flujos de trabajo que se centran en estos dos procesos demás de que se basan en el *storytelling*, a partir de traducir datos a representaciones visuales, sonoras o multimedia.

Entendemos por re-codificación de datos a la traducción del *blueprint* en representaciones visuales susceptibles de producir sentido fuera del ámbito de los especialistas. La re-codificación comienza con la construcción de un bosquejo informacional

que permita el análisis de los datos por medio de la percepción visual, en pantalla o por medios impresos.

Las *cifras* ahora se transforman en representaciones visuales como los grafos, en el caso del dibujo de redes o en representaciones de estadística tradicional como las gráficas de barras, histogramas, etc. Todos estos se encuentran en un nivel de representación *indéxica*. Es decir indican datos. Pero también puede darse el caso que las representaciones adquieren valores simbólicos, es decir que la representación no indique los datos sino que los sustituye por representaciones visuales análogas o metafóricas.

Al proceso de traducción de datos en representaciones indéxicas, icónicas o simbológicas le llamamos re-codificación pues son traducciones de códigos numéricos a códigos visuales.

Aquí el proceso de diseño no es lógico-matemático sino que se aplican los conocimientos de los principios del diseño gráfico y de comunicación para facilitar el reconocimiento de patrones en las representaciones obtenidas, dichos principios son conformados desde la teoría gestalt de la percepción, la semiología visual condensada por ejemplo en Bertin (2010), y la Interacción Humano-computadora.[44]

Del proceso de re-codificación se obtienen 1) *renderizados planos*, que son representaciones visuales que no pueden ser manipulados por el receptor de la información un ejemplo son las infografías y los diagramas impresos y 2) *renderizados interactivos* que muestran cambios en los datos y no necesariamente pueden ser manipulados por el receptor, pero donde si puede tener un grado de control como dezplazarse a través de la representación, acercarse y alejarse para estudiar a detalle la información.

El resultado es una herramienta de investigación que mediante el análisis visual permite la comprensión de fenómenos. En tanto artefacto informacional, este comunica mediante señales visuales la información, siendo la entidad receptora la encargada de procesarlos para

[44] Esta última es resiente en el campo del diseño.

hacer sentido. La Información-producto es el resultado de traducir datos mediante semánticas visuales a estructuras que permitan su comunicación.

Con el FRDIMD buscamos reconocer la heterogeneidad de entidades inmiscuidas en procesos de diseño que van de la ingeniería al arte, es decir desde la función de la forma hasta su contenido, mediados desde el diseño. Nuestra propuesta apunta a encarar estos desafíos desde una postura horizontal en la que los miembros del equipo de diseño dentro del ML se integren según la metodología de *Scrum*, donde se definan las pautas epistémico-conceptuales y mediante iteraciones se refine los prototipos informacionales, evaluando su funcionalidad en el sentido de ofrecer otras rutas a la investigación para liderar el entendimiento.

Sin duda es un trabajo que solo puede abordarse en la práctica, y será esta la que posibilite el refinamiento del propio proceso de diseño. Consideramos que esta metodología general es aplicable a cualquier diseño de información que involucre cómputo y sabemos que el basto espacio de los datos, así como los múltiples niveles de abstracción, suponen diferentes caminos. Al mismo tiempo creemos que estos procesos, al fundamentarse en el diseño, puede permitir la traducción de nociones y tecnologías especializadas en nociones y tecnologías accesibles a cualquier público.

3.3 Visualización de redes, un caso de artefacto informacional. Recolección, organización y visualización de redes heterogéneas

> *"The «medium is the message» because is the message that shapes and controls the scale and form of human association and action".* Marshall McLuhan (Understanding Media, The extentions of man, 1964)

Para poder ejemplificar el proceso de diseño de información con medios digitales nos interesa presentar y describir el trabajo realizado por Borra y Rieder del Departamento de Estudios de Medios de la Universidad de Ámsterdam titulado: *Programmed Method: Developing a Toolset for Capturing and Analizing Tweets* (2014).[45] El objetivo de su trabajo se centra en presentar un diseño de software encaminado a producir conocimiento partiendo de las características en que los datos son ordenados por la plataforma Twitter. Para ello exponen las limitaciones epistémicas de los métodos para la extracción y análisis de tuits existentes hasta el momento de la redacción del artículo, y proponen un método computacional propio para posibilitar el modelado de datos y explorar su potencial en la investigación en ciencias sociales y las humanidades.

El artículo es de interés pues pone de manifiesto la relación entre el diseño de software para extraer datos con la investigación en ciencias sociales y las humanidades. Se presenta como una herramienta computacional para responder preguntas de investigación en áreas ajenas a la disciplina computacional y con ello podemos dar cuenta de un mecanismo de interrelación entre *"diferentes sensibilidades epistémicas"* (Borra & Rieder, 2014:262).

El artículo comienza indicando que ciertos fenómenos culturales y sociales han sido estudiados construyendo métodos con soporte computacional, particularmente el uso de

[45] El artículo muestra los experimentos realizados para probar la eficiencia de la herramienta en la captura de tuits y usuarios.

herramientas para extraer de Internet, datos que permitan observar y describir fenómenos digitales. Exponen que la intervención de herramientas computacionales en el ámbito de la investigación no se limita al renderizado de estadísticas sino al tratamiento de grandes cantidades de datos que además son dinámicos y que modifican el modo en que se piensa la epistemología, donde las condiciones tecnológicas toman una relevancia mayor. Nos parece importante apuntar el giro que se da en las epistemologías tras la aparición de enfoques como el estudio de las redes heterogéneas asistido informáticamente. [46] Por tanto la implementación de software, su diseño y operabilidad adquieren relevancia epistémica. Entender el flujo en el procesamiento de datos, los algoritmos detrás de ellos y sus salidas, son problemas epistémicos y técnicos.

Borra y Rieder desarrollan un método digital al que llaman *Digital Methods Initiative Twitter Capture and Analysis Toolset* (DMI-TCAT), "Conjunto de herramientas de captura y análisis de Twitter". El método se desarrolla en el marco de la propuesta de investigación en humanidades digitales desarrollada por Rogers, que ya hemos mencionado en este trabajo y, que se le conoce como *Digital Methods Initiative*. En su propuesta, Rogers considera que el estudio de los fenómenos ligados a Internet debe seguir el estudio de los *métodos* sobre los que Internet funciona y que los métodos de análisis no solo deben construirse sobre las plataformas que dan forma a Internet como Google, Facebook o Twitter, sino que deben evolucionar junto con ellas (Rogers, 2013). Esto quiere decir que a medida que cambian las formas en que estas plataformas posibilitan la relación entre entidades informacionales (personas o computadoras), los métodos digitales que sirven al estudio de su influencia social y cultural también deben actualizarse.

Debido a la mediación informática, los estudios sociales informatizados pueden considerarse como ciencias y tecnologías de lo artefactual y por tanto los artefactos informacionales diseñados y usados en sus activiades están en el centro del debate epistémico. En este sentido, Borra & Rieder (2014) coinciden con Manovich (2008) en que el estudio epistémico del software no se limita a su tecnicidad intrínseca sino al modo en que operan en relación a los usuarios y la cultura en la que influyen, en el caso de los ECTyS y del diseño, consideramos su impacto en los colectivos que los usan y en los procesos que generan.

[46] Recordemos que presentamos en la introducción como los ECTyS coadyubaron en la aplicación de software para la exploración de relaciones entre actores.

En tal sentido igualmente se alinean con la propuesta de Rogers (2013) de seguir la estructura del medio informacional. Para el caso del método programado de Borra & Rieder, ellos consideraron el hecho de que *Twitter* organiza la información identificando usuarios asociados a una fotografía de perfil, una ubicación georgrafica, un conjunto de etiquetas, hipervínculos cortos y cadenas de comentarios. Comentan que el potencial de la *API* que usa Twitter para capturar datos, era limitado. Por lo que, con la finalidad de darle un uso para los estudios sociales, surgieron herramientas que hacían extracciones, pero su complejidad era frustrante para científicos sociales que no estaban especializados en programación. Particularmente les interesaba facilitar el acceso a los investigadores más cercanos a ellos, es decir al grupo de investigación liderado por Rogers (Borra & Rieder, 2014).

Lo primero que hicieron fue trabajar a partir de la herramienta *YourTwapperKeeper* para capturar *tuits* y luego la ensamblaron con *Gawk* un entorno de programación enfocado a la recolección de tuits para su uso analítico, pero esta implementación era igualmente complicada, lenta y no permitía la captura de contenidos que no tuvieran caracteres latinos. (Borra & Riedner, 2014).

A partir de las necesidades y restricciones identificadas, crearon una serie de principios guía (es decir su brief de diseño), para desarrollar su propia herramienta desde cero. Estas guías se fundamentan en necesidades epistémicas, logísticas y metodológicas. En relación a las epistémicas, consideraron usar las entidades definidas por Twitter sin agregar definiciones propias, esto es investigar desde la estructura del medio (Rogers, 2010), además buscaron que el método permitiera diferentes técnicas de muestreo, diferentes paradigmas o enfoques analíticos y facilitara la investigación a micro, meso y macroescalas.

En el tema logístico, el interés se centró en desarrollar una herramienta que redujera la barrera de investigación en Twitter proveyendo de una plataforma disponible libremente que estuviera construida a partir de datos disponibles públicamente, que requiriera poca o nula programación personalizada y que pudiera procesar grandes escalas de datos usando computadoras domésticas.

Finalmente en relación a la metodología se pretendió proveer de mecanismos de captura y análisis que fueran reproducibles y robustos, que permitieran importar y exportar datos fácilmente, que pudiera vincularse con software analítico existente y garantizara la transparencia metodológica al publicar el código fuente (Borra & Rieder, 2014).

Observamos una problemática heterogénea integrada por necesidades epistémicas, técnico-metodológicas y de accesibilidad pública o logística. En principio se presenta como un problema de complejidad desorganizada que en el proceso se fue ordenando partiendo de lo que ya se sabía sobre las restricciones y lo que se sabía era un reto de diseño bien definido.

El diseño general de DMI-TCAT se divide en 1) captura y recuperación de datos, 2) métodos de almacenamiento en bases de datos 3) métodos de enriquecimiento, y 4) métodos de operaciones analíticas que pueden ejecutarse sobre los elementos almacenados (Borra & Reidner, 2014). Para ello escribieron la herramienta en lenguaje programación *PHP,* el cual permite usar dinámicamente sitios web. La base de datos se estructuró en *MySQL,* que además de ser un sistema de gestión de base de datos de ámplio uso en plataformas web, facilita la captura y permite la analítica de datos desde Twitter (pues éste último también está desarrollado sobre esta plataforma).

La tecnicidad de captura está definida por los elementos conceptuales definidos por la plataforma *Twitter* en tanto unidades recuperables: *tuits*, usuarios, listas, etiquetas. Las cuales tienen ciertas características como longitud de letras de máximo 140 (incluyendo espacios entre palabras), los usuarios siguen ciertos usuarios y estos están asociados a una imagen de perfil. Además de ejecutar acciones como *retuitear* o seguir 'etiquetas', 'usuarios' o 'listas'. En sí es un modelo de datos orientado a objetos, pues hay entidades con características que producen ciertas acciones, donde los datos fuente permanecen inalterados pero el modo de interrelacionarlos con fines de investigación es bastante maleable (Borra & Rieder, 2014).

La herramienta contiene tres métodos digitles para obtener datos desde Twitter considerando los tuits como unidad fundamental de captura, pues un tuit puede estar asociado a usuarios, acciones como retuiteos y seguimientos, listas de usuarios o temas, etiquetas, metadatos, ubicaciones. El primer método es obtener una muestra aleatoria del

uno por ciento de los tuits que pasan por la plataforma cuya finalidad es el estudio a macro y meso-escala. Esto significa que el DMI-TCAT capura solo una parte de los tuits que se están publicando en ese momento, incluídos los reuits, aquí no hay un filtro de búsquedas ni por usuario, tema o región. El segundo método consiste en específicar una consulta y filtrar contenidos identificando palabras clave específicas para búsqueda, Borra & Rieder ejemplifican con *Globalwarming*, *"Global Warming"* y #IPCC.[47] Y el tercer método se refiere al seguimiento de hasta cinco mil tuits de un conjunto de usuarios en específico que son elegidos manualmente o bien pertenecen a una lista de usuarios.

El almacenamiento de los datos se realiza en función de la estructura de datos que provee la plataforma, de acuerdo con Borra & Rieder, la DMI-TCAT, almacena los tuits y las diferentes entidades asociadas a él en distintas tablas: etiquetas, metadatos, Urls, menciones, usuarios y ubicaciones se recuperan en tablas específicas a las que se puede acceder sin necesidad de volver a entrar a la plataforma, lo que facilita su accesibilidad sin necesidad de volver a recuerar información desde Twitter.

Otro aspecto que resaltan de su herramientas, es lo que ellos denominan como *data enrichtment* o enriquecimiento de los datos. Por ejemplo; Twitter acorta los hipervículos o bien se usan métodos externos para acortar hipervínculos pues el método de publicación de la plataforma acepta hasta 140 caracteres incluyendo espacios entre palabras y signos de puntuación lo que limita la cantidad de texto que puede estar asociado al vínculo, para que el tamaño de la dirección publicada no sea un conflicto estos métodos internos y externos estandarizan las direcciones en versiones más cortas.[48] El método de enriquecimiento de datos permite que de estas ligas cortas se puedan obtener el nombre de los dominios a donde dirigen. Ofreciendo un dato que no es posible obtener únicamente del tuit en sí. Otro elemento añadido a los datos es la obtención del ranqueo *Klout* o *Klout score*. Que es un método para medir la influencia en redes sociales que una cuenta tiene y esta se mide a partir

[47] Tres términos asociados al debate sobre el calentamiento global.

[48] Twitter entrega una versión corta "final" que se usará en todos los tuits que mencionen una dirección URL o el servicio externo bit.ly genera sus propias versiones, ambas son permitidas por la plataforma Twitter.

del número de interacciones o acciones que un usuario detona en las diferentes cuentas asociadas y que están registradas en la aplicación *Klout*.[49]

Para el análisis, la DMI-TCAT permite diversos tipos de análisis: por estadísticas de tuit y mediciones de actividad en torno al mismo; analísis reticular, análisis de contenido, análisis geográfico, investigación etnográfica y hermeútica de textos. Estos tipos de análisis posibilitan su uso en la investigación social y humanística. Adicionalmente la herramienta permite exportar los datos derivados en formatos estandarizados para su análisis por medios de interfaces interactivas y salidas visuales como en el caso de la paquetería Gephi, que permite el análisis del tipo reticular.[50]

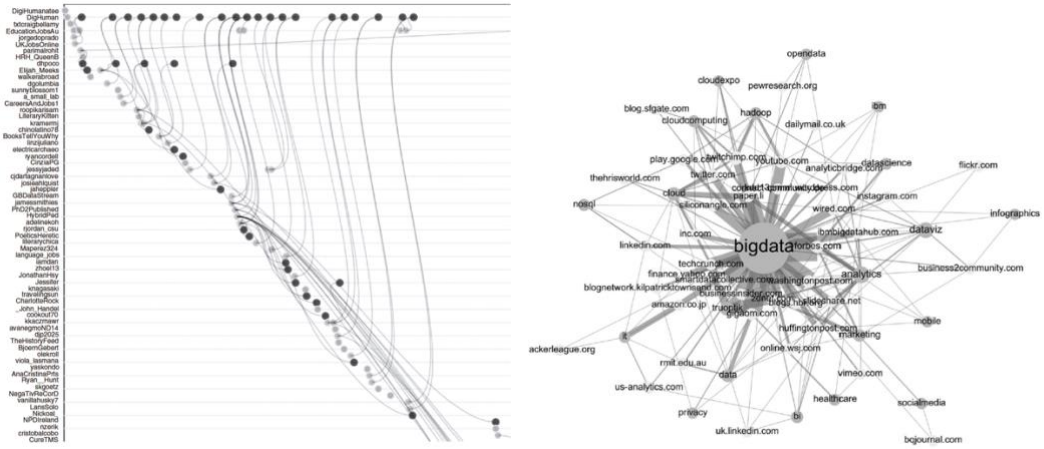


Figura 14: impresiones de pantalla de los datos organizados a partir de la DMI-TCAT. (Borra & Rieder, 2014)

El desarrollo y mejoramiento de la herramienta desarrollada por Borra & Rieder ha sido posible gracias a su aplicación en talleres y clases de maestría aplicadas por el departamento de humanidades digitales de la Universidad de Ámsterdam. A lo largo de las clases y talleres, estos desarrolladores de software trabajan para construir soluciones específicas a investigaciones particulares bajo un esquema ágil de desarrollo de software, usando prototipado rápido, actualizaciones iterativas y arquitectura modular. Esto es posible dado que la creación y actualización de la herramienta es desarrollada paralelamente con sus aplicaciones en la investigación. De acuerdo con Borra & Rieder (2014); las principales

[49] Para la fecha de revisión del actual documento, diciembre de 2018, Klout ha sido cerrado y está fuera de servicio.

[50] Gephi es un estándar de análisis reticular desarrollado por el Medialab de SciencePo que es de gran utilidad y modelo base en la analítica retícular en diferentes centros de investigación a lo largo del mundo

preguntas de desarrollo para los creadores de herramientas de captura y análisis son, desde una perspectiva epistemológica ¿hasta qué punto y de qué manera el software de investigación modifica las prácticas de investigación? Y desde una persepctiva práctica ¿Cómo justificar decisiones y cómo organizar el proceso de diseño? Estas dos preguntas son fundamentales en el desarrollo de un ML y particularmente en el diseño de herramientas propias de un medialab con fines de análisis singulares.

De manera general este es el proceso que reguló el diseño de la herramienta DMI-TCAT. Los datos son capturados, almacenados, y enriquecidos para su análisis visual en otros paquetes de software como Gephi, el cual puede usarse de manera modular para servir de manera semejante al DMI-TCAT, mediante la implementación de *plugins*, elaborados para insertarse en el flujo de trabajo de Gephi, como se mostrará en el último capítulo.

Hay varios aspectos interesantes a destacar en el diseño de esta herramienta. Por un lado se busca responder desde la tecnicidad ciertas problemáticas epistémicas reconociendo el potencial y las limitaciones del software sobre todo para áreas como las ciencias sociales y las humanidades, donde no se basa únicamente de la estadística sino desde otros modos de realizar una hermenéutica de los datos informatizados. Así que traducir estas necesidades a software es fundamental en la efectividad de las herramientas y su función de mapeo de fenómenos datificados.

Así como la herramienta sigue la estructura del medio para la que se construye, epistémicamente, la investigación se construye sobre el potencial analítico de la herramienta. Pero su diseño modular permite construir otras herramientas encima de ella o bien mezclarla con otras herramientas de análisis. En sí podemos ver que DMI-TCAT funciona para extraer y almacenar datos desde Twitter usando el API de la plataforma de *microblogging*. A partir de la interfaz gráfica de la DMI-TCAT es posible realiar un *blueprint* de ciertos patrones estadísticos, además que permite exportar el archivo a formatos que pueden ser visualizados vía Gephi u otros módulos de visualización para realizar análisis de diferentes tipos. Funciona mediante la minería de datos usando programación *PHP* que se almacenan en entornos *MySQL*. El valor del DMI-TCAT para nuestra propuesta de diseño de información es que permite ensayar la construcción de Información-Fuente. Pero igualmente permite abordar la creación propia del diseño de software

para nuestras propias preguntas de investigación. Consideramos que ensayar la herramienta, además de permitirnos el análisis de nuestros propios objetos de investigación, nos permite entender la tecnicidad detrár de ciertas consultas que se realizan vía Web, y producir un tipo de conocimiento que nos ayude a abordar nuestras propias problemáticas técnicas en la elaboración de diseño de información de con medios digitales.

3.4. Diseño de métodos digitales para la creación, análisis visual y comunicación de información

Los medios son herramientas que informan, los medios digitales son una mezcla de software y hardware para informatizar datos, lo que da como resultado la producción de meta-medios. La creación de métodos digitales es homologa al proceso de diseño de tal modo que podemos decir que el software se diseña. En este sentido el modelado conceptual de software es una método de creación de medios digitales que sintetiza algoritmos informáticos mediante representaciones visuales, lo que lo alinea con la síntesis conceptual del diseño y el *Design Thinking,* presentados en el capítulo dos, donde el bocetar, modelar y prototipar información acontecenen en un mismo proceso reticular y colectivo.

El modelo base es la programación orientada a objetos, la cual conceptualiza objetos virtuales con características y atributos que se pueden heredar y encapsular simplificando la programación. Para quienes exploramos la creación de software desde el ámbito de diseño éste paradigma de programación es más fácil de abordar que la tradicional programación estructurada, sobre todo dentro de los entornos visuales de programación como *Grasshopper*, *Touchdesigner* o *Puredata,* los cuales pueden ser entornos de programación adecuados para la dimensión de la información-producto como mostraremos en el último capítulo.

El software libre y la programación de código abierto son herramientas muy útiles en la investigación académica de medios digitales pues su transparencia y evolución está documentada. De tal modo que el software libre, es decir el tipo de software que no necesariamente es gratis, sino que permite al usuario adaptarlo a sus necesidadeas informáticas además que le permite copiarlo, estudiarlo, redistribuirlo, transformarlo y mejorarlo (gnu.org, [accedido en noviembre de 2018]), y hardware de código abierto

(opensource.com, [accedido en noviembre de 2018]) que refiere a los objetos físicos de cómputo; que pueden ser construídos, estudiados y mejorados usando documentación y el código fuente disponibles de manera abierta.

El entendimiento es un objetivo que puede alcanzarse usando medios digitales, para lo cual es necesario traducir preguntas de investigación en problemas de diseño que deriven la producción de artefactos cuyo propósito en tanto solución tecno-científica, es dar respuestas a las preguntas de investigación. Todo ello genera iteraciones incrementales de innovación y desarrollo en la que los medios digitales se mantienen como prototipos actualizables.

En este capítulo se ha propuesto un esquema que describe de manera genérica el flujo reticular de diseño de información digital (FRDID), con la que se plantea la posible gestación de un ML de diseño dirigido por datos. dicho flujo comienza con la datificación en bases de datos cuyo diseño de las mismas repercute en la eficiencia computacional al momento de procesar esos datos para hacer consultas. Todo ello conforma la primera dimensión que denominamos información-fuente, un ámbito propio de la ingeniería computacional que permite modelar datos en el espacio de los especialistas para dar cuenta de fenómenos a partir de la visualización de datos generando un *blueprint* que posibilite la elaboración de *dataviz*.

La segunda dimensión del FRDIMD consiste en traducir esos datos a un modelo de comunicación que permita su comunicación, en este ámbito descansan los productos de diseño que mediante la visualización de representaciones y sus cualdiades estéticas posibilita la producción de sentido a partir de la traducción del blueprint en información-producto permitiendo que la información sea accesible a usuarios ajenos a los campos de dominio donde se produce la misma.

La exploración del ensamblaje de artefactos de información-fuente con información-producto ya es un tema de interés para ML, se sugiere particularmente para ML académicos. pues les ofrece cierta independencia tecnológica y epistemológica, también les permite explorar el potencial comunicacional de las narraciones hipermediales. La apuesta consiste en integrar equipos trans-disicplinares con enfoque heurístico en procesos de desarrollo ágil como la metodología *Scrum*.

Finalmente, la herramienta *DMI-TCAT* es un ejemplo de diseño de software enfocado en integrar una solución tecnológica a problemas epistémicos cuando se intenta analizar fenómenos sociales que acontecen en la plataforma Twitter. Como describen los autores de la herramienta; primero identificaron los problemas epistémicos debido a las limitantes de las herramientas existentes, luego crearon una serie de principios guía que delinearon las decisiones de diseño en el que las necesidades epistémicas, tecnológicas y logísticas fueran sintetizadas en una herramienta versátil, sencilla y accesible. Su herramienta se basa en el uso de código abierto, software libre y estándares computacionales. Fueron refinándola a medida que su implementación suscitó ciertas necesidades particulares hasta hacerla factible y de potencial uso por la comunidad de investigadores que se interesan en la plataforma Twitter. Al mismo tiempo la DMI-TCAT es un ejemplo de la integración trans-diciplinar e ínter-institucional que deriva en artefactos tecnológicos que producen conocimiento y tecnología al mismo tiempo.

Ahora nos interesa centrarnos en el fenómeno propio de los ML, algunas tipologías que se han generado y algunos casos de implementación de software como ejercicios transdiciplinares en el diseño de información, para finalmente proponer la conformación un ML, y con ello adentrarnos en la práctica de la investigación y desarrollo de tecnologías que producen conocimiento.

4. Medialabs: retículas de diseño de Información informatizada.

> *"Te sientes abrumado si no sabes que hacer con ello, pero es ahí donde la gente con proyecto intelectual, la gente que no solamente vive en el océano de información, sino navega en el óceano de información, se orienta en el océano de información… lo que requiere es gente mucho más activa, no consumidores pasivos de información".* Manuel Castells (entrevista en Redes, 2013)

La palabra *Medialab* es un término compuesto que hibrida dos entidades independientes: *Media*, término del idioma inglés que hace referencia a las tecnologías de comunicación e información y que abarca los medios visuales, sonoros, audiovisuales e informáticos que se usan para acceder y hacer sentido de la información digital (Reyes-García, 2017).[51] Y la palabra *Lab*, del idioma inglés que es una manera coloquial para referirse a un laboratorio. Un laboratorio es un escenario equipado donde se realizan investigaciones experimentales en ciencia y tecnología, mediante la fabricación de experimentos, en nuestro caso estos laboratorios se centran en la implementación de aplicaciones de software que son puestos a prueba y donde se gestan saberes y tecnologías para la investigación con datos digitales.

4.1 Marco diseñístico en entornos MLs

En un ML se prototipan e instrumentan tecnologías digitales para ayudar en las investigaciones, pero la particularidad de estos centros es que la principal mediación

[51] Es de nuestro interés en este trabajo centrarnos en los medios visuales tales como la representación de redes heterogéneas

tecnológica es informática, razón por la cual el potencial de los medialabs para producir conocimiento usando computadoras es un tema epistemológico. Nuestra perspectiva parte de la noción de que algunos ML son entornos tecno-epistémicos donde se obtienen, procesan y representan datos para el diseño de información usando tecnologías digitales en cuya práctica se trabaja transdisciplinarmente[52] entre las ciencias sociales, la informática y el diseño, por ello su carácter es disruptivo, iterativo y holístico.

Consideramos que el Diseño, en tanto marco disciplinar, interrelaciona básicamente dos actividades generales, las ciencias y las humanidades utilizando mediaciones tecnológicas en procesos iterativos, heurísticos y heterogéneos. Así frente a una necesidad de diseño, se busca comprender y explicar el problema en cuestión para luego instrumentar tecnologías planificando su desarrollo e implementación artefactuales.

Hemos visto que la propuesta tecnológica no se presenta como una herramienta definitiva para la investigación, sino como un artefacto susceptible de ser mejorado mediante iteraciones de diseño, es decir el proceso por el cual una propuesta tras ser probada y evaluada experimentalmente, es modificada para adecuarse a los requerimientos propios del objetivo de creación e ir avanzando en la solución, actualizándola.

El carácter disruptivo se refiere a que un ML prioriza la innovación y la creatividad, simplificando y mezclando tanto conocimientos como artefactos, también es posible que se busquen soluciones en áreas o ámbitos inéditos. La disrupción consiste en pensar la construcción de la herramienta desde diversas perspectivas. Es decir, desde las necesidades de las ciencias sociales, las informática y el diseño para buscar soluciones creativas y diferenciadas.

Finalmente el carácter holístico consiste en pensar el proceso de diseño como la interrelación de entidades que se insertan en entornos donde tienen influencia por lo que se busca que, en la creación de los artefactos construidos, se contemplen las influencias que puede llegar a producir y en la medida de lo posible; considerar la mayor cantidad de variables

[52] La principal diferencia entre transdisciplina y otras formas de interacción entre disciplinas es que, en la primera, los objetos de estudio son inéditos.

que intervienen. Por ejemplo; los factores sociales, culturales, económicos, políticos, ambientales, temporales, etc., tal como ha propuesto Latour (2012) en el ensayo *Love Your Monsters*.

¿Por qué nos interesan los ML? Porque estos entornos están modificando la forma en la cual el diseño participa en la producción de información, con alguna o total implicación de tecnologías digitales, también porque están influyendo en algunas prácticas como la investigación y el desarrollo de tecnologías. Solo basta dar un vistazo a la producción de tecnologías computacionales para investigación humanística [53], de sistemas [54], de heterogenidades [55], de complejidades [56], de marketing [57], etc. Todas estas actividades adquieren el calificativo de ser 'dirigidas por datos',[58] donde el diseño participa de manera tácita sea en la creación de las aplicaciones de software o en la representación visual de los datos.

Al mismo tiempo los ML ganan interés en el ámbito académico toda vez que los paradigmas de interdisciplina y trans-disciplina son prácticas cada vez más comunes. Científicos, artistas, diseñadores e ingenieros, se integran en equipos de investigación y desarrollo ofreciendo transformaciones paradigmáticas inéditas.

Finalmente, los ML diseñan sus investigaciones, produciendo artefactos que resultan de la síntesis e instrumentación de tecnologías heterogéneas en la producción de prototipos que respondan a problemáticas emergentes por ejemplo la accesibilidad tecnológica igualitaria, el desarrollo sostenible, las humanidades digitales, la re-distribución del conocimiento, la experimentación tecnológica con prototipado rápido, la conformación de ciudades inteligentes o el diseño de información.

Cuando hablamos de diseño de información con medios digitales nos referimos al proceso por el cual se extraen datos, se organizan y se representan visualmente. Por tanto las

[53] https://noduslabs.com/
[54] /www.media.mit.edu/groups/collective-learning/overview/
[55] https://www.researchgate.net/profile/Arellano-Hernandez_Antonio
[56] http://www.visualcomplexity.com/vc/
[57] https://www.tableau.com/es-es
[58] http://bestiario.org/

preguntas por cómo es extraen, organizan y visualizan los datos explica cómo se diseña la información con medios digitales. Entonces, resulta necesario explorar las nociones y los procesos involucrados en la extracción, organización y visualización de datos como se planteó en el tercer capítulo.

Los ML se centran en el diseño de información usando sistemas informáticos como se explicará en lo sucesivo. 1) Diseñar requiere elaborar una abstracción mental para visualizar un problema y bosquejar las posibles soluciones que luego serán materializadas o traducidas a un artefacto, es decir se delimita un marco epistemico-conceptual. 2) los ML experimentan con artefactos digitales mediante una mezcla de software y hardware para generar propuestas que aborden problemáticas de índole analítico-sintético, es decir, herramientas con fines de investigación que se construyen simultáneamente con la investigación. 3) Se parte de la elaboración de una pregunta de investigación que puede ser abordada usando la informática. 4) El dominio sobre las herramientas computacionales determina las capacidades técnicas para informar la herramienta informática que abordará la investigación, lo que significa que los recursos artefatuales y epistémicos redituan en las explicaciones posibles.

Simplificando, consideramos que un ML diseña información en el sentido de que la información es resultado de procesos iterativos, holísticos y disruptivos que son elegidos y organizados de manera deliberada a través de modelos de *Design Thinking,* con los cuales es posible realizar estudios analíticos de datos informatizados.

Para ello, los ML suelen producir su propio software y hardware pero también mezclan hardware y software existente como hemos visto en el caso del DMI-TCAT, lo que resulta en una mezcla tecnológica. Los ML diseñan instrumentos de mediación y con ello producen artefactos informáticos que además de ser heterogeneidades tecnocientíficas, producen o describen otros fenómenos heterogéneos, como el impacto de *Google*, *Facebook*, la propia *World Wide Web en general* (Rogers, 2013).

Frente a la acelerada producción de datos por la presencia de artefactos informáticos necesitamos un diseño de información, es decir; requerimos de ML*,* que nos permitan hacer sentido de esos datos y dirijan los esfuerzo del diseño a prácticas de re-diseño. Así, es posible

informatizar datos que ayuden a investigar un fenómeno o que ayuden a construir nuestros instrumentos de mediación analítica, diseñados para la investigación en nuestros campos de estudio y temas de interés. Un caso puede ser crear una herramienta donde se pueda explorar el potencial descriptivo y analítico de la visualización de redes heterogéneas para mostrar la producción académica de un grupo de investigadores y su desarrollo tecnocientífico.

Proponemos la visualización de redes como mecanismo de descripción. Así nuestro objeto de estudio y nuestra metodología se han fundido en el uso de tecnologías digitales para la representación de redes con las que se construye información informatizada. De ello, por un lado damos cuenta de casos de diseño de información digital usando software para la representación de redes y, por otro lado, estudiaremos el diseño de información con métodos digitales asumiendo que la propia investigación es un caso de ML.

La digitalización del entorno permite observarlo de múltiples formas y comprenderlo mejor. Podemos decir que, antes de la revolución informática, la complejidad de los problemas humanos solo podía resolverse por estadística tradicional o por hermenéutica, lo que sesgaba la generación de propuestas de solución dada las limitadas capacidades de nuestra tecnologías de procesar datos. El potencial modelizador del software en un ML permite construir representaciones basadas en la representación espacial de entidades dibujando sus relaciones, ello permite correlacionar la explicación cuantitativa y cualitativa de los fenómenos trazados provocando una manera innovadora de hacer investigación (Arellano & Jensen, 2006).

La computación ha permitido a los invetigadores estudiar la hibridaciones epistémico-artefatuales dado que la informática ordena grandes cantidades de datos de múltiples atributos y relaciones, ello debido por un lado, a su capacidad para almacenar datos discretos específicos, y por otro, debido a una mayor velocidad en el tratamiento de estos datos.

4.2 Orígenes de los MLS

Por ello, durante la década de los ochentas, nacen en las academias universitarias laboratorios de investigación en medios digitales que buscaban explorar el potencial computacional para afrontar nuevos retos aplicando la informática en la generación de conocimiento y la innovación tecnológica. Se crearon redes entre colaboradores de diferentes áreas disciplinarias, no solo de la ciencia computacional, también ingenieros, arquitectos y sociólogos participaron en la creación de estos escenarios a los que se denominaron ML.

En 1980, Negroponte, en aquel entonces miembro del *Architecture Machine Group* (AMG) del Instituto Tecnológico de Masshachussets, junto con Wiesner; pensaron desarrollar innovaciones no basándose en las necesidades del mercado sino en 'imaginar el futuro'. En 1985, su concepto se consolidó en el *Media Lab* del MIT (ML-MIT), convirtiéndose en el primer espacio en concebirse bajo esa etiqueta (MIT Medialab, accedido en junio de 2016). Fueron ellos quienes idearon el nombre de ML y particularmente estudiaban las interfaces hombre-máquina (Chardronnet, 2011). Es decir hacian investigación de interacción entre humanos y máquinas mecánicas pero también con máquinas computacionales. Hoy ésta area se desarrolla bajo el nombre de 'Diseño de Interacciones' (Siang, 2018).

El modelo de trabajo estába afincado en la integración de equipos multi-disciplinares de artístas, diseñadores e ingenieros computacionales, quienes intentaron desarrollar artefactos inéditos a partir del lema '*Demo or die*',[59] con la diferencia que el objetivo, aquí, era crear un *demo* o prototipo que demuestrase un desarrollo tecnológico, actualmente el lema del ML-MIT es: '*deploy or die*'; 'Desarrolla o Muere'. Los prototipos deben ser puestos a prueba en el mundo real para verificar su viabilidad (Ito, 2016), aquí el proceso de diseño consiste en imaginar, realizar y criticar.[60] Se enfoca en el prototipado rápido de ideas bajo la lógica de despacho de diseño, en la que académicos e industriales convergen (Chardronnet, 2011).

[59] En relación al lema muy conocido en la academia 'publica o muere'
[60] Un claro paralelismo al modelo DT de Brown (2013) Inspiración, ideación, evaluación.

De acuerdo con Chardronnet, en aquellos días, se dio un punto de bifurcación importante: por un lado, en el sentido de que los desarrollos del ML-MIT estaban enfocados a un mercado privilegiado, por el otro lado, se gesta un movimiento hacker[61]. Estos dos movimientos que se dieron dentro y fuera del ML-MIT, han configurado las políticas de los ML en general. Unos enfocados en desarrollo e innovación dirigido a generar capital y el otro dirigido a generar conocimiento público. Las dos líneas de desarrollo tiene sus propias historias.

En 1989 el concepto *'tactical media'* aparece como una definición para designar el modo en que los medios digitales son usados con fines de protesta o contraposición política a los regímenes imperantes en información y accesibilidad. Esta línea se aleja del glamour de los desarrollos tecnológicos de alta tecnología en los que la ingeniería y el marketing crean la cultura de masas (Chardronnet, 2011). Es más bien una línea alternativa en la que las culturas perfiéricas, encontraron mecanismos de expresión, distribución y accesabilidad, para *retar a todos a producir sus propios medios con los cuales apoyar sus propias luchas políticas* (TMF Editors, 2008).[62]

Lenoble, miembro del ML francés llamado PiNG se encargó, entre 2008 y 2011 de identificar y convocar a diferentes ML europeos para entender los procesos por los cuales estos habían pasado, identificar los motivos que les dieron origen, el modo en que se habían organizado y para conocer las redes que se habían tejido hasta ese momento. El trabajo resultante fue publicado en la revista francesa *MCD, Musiques & Cultures Digitales* No. 62 (2011). El número especial se llamó *L'Europe des Media Labs, Cartographie des Lieux et Reseaux* (La Europa de los Media labs; cartografía de Lugares y Redes).

A diferencia del modelo 'mainstrea' del ML-MIT, en Europa, los ML se construyeron a partir de encuentros independientes que fueron dando lugar a la creación de escenarios locales que integraban conocimientos y habilidades informáticas en ciencia, arte y el diseño

[61] El término Haker designa a la actividad que explora formas inéditas de uso de los recursos tecnológicos (catb.org, accedido 2018)

[62] Un caso bastante discutido es el del Movimiento Zapatista de Liberación Nacional cuya dinámica en Internet es representativa sobre el uso de Internet en movimientos sociales.

tan solo para explorar sus posibilidades. Eventualmente se convirtieron en espacios bien definidos con intenciones muy claras, particularmente en relación a hacer públicos los potenciales usos de computadoras personales para fines culturales y sociales que quedaban fuera de las agendas oficiales (Lenoble, 2011) a partir de la co-creación entre pares, la auto-organización del conocimiento y otras formas de enseñanza, no documentadas ni prediseñadas con ese fin.

Como se puede observar, los medialabs se originaron como espacios de experimentación con medios de comunicación e información que luego de ciertos encuentros se fueron re-definiendo. El resultado más sorprendente de acuerdo con Lenoble (2011), es el hecho de que los ML se convirtieron en escenarios donde las preguntas tecnocientíficas y artísticas decantaron en el 'saber técnico' y el 'saber cómo transferir' esos conocimientos. Se convirtieron por tanto en escenarios que además de explorar tecnologías digitales, enseñan como usarlas para determinados fines, usualmente fines sociales y culturales.

El desarrollo de las artes digitales, de las humanidades digitales y de la tecno-ciencia digitalizada ha avanzado enormemente en los últimos años gracias a la creación de ML (Editorial MCD, 2011), por ejemplo el *Medialab del Prado* en Madrid o el *Centro Multimedia* del CENART en México, ambos se encargan de la investigación estética y la formación de ciudadanos educados en la codificación digital. Esta tendencia se debe en gran medida a la difusión del término entre los institutos de arte digital y a su proliferación por internet. También se ha vuelto común que nos refiramos a espacios académicos de investigación que usan y fabrica software para la visualización de datos como *ML*, por ejemplo el *medialab* de SciencePo en Paris que ya hemos mencionado o el *DensityDesign Lab* del Politécnico de Milán. Otros se concentran en los desarrollos tecnológicos como el *Medialab* de la Universidad de la República en Uruguay que estudia robótica e Internet de las Cosas, algunos otros estudian la Interacción Humano-Computadora y realizan experimentos de diseño con narrativas de videojuegos como el *medialab* de la Universidad Fluminense en Brasil. De todo ello concluímos que en los ML se pueden abordar diferentes objetos de estudio y que cada ML se concentra en ámbitos particulares de Investigación y desarrollo artefactual.

De acuerdo con Clitton (2011) el desarrollo de los *ML* ha propiciado tres estados en su desarrollo; determinados por las dificultades técnicas para ello. Los tres estados para un *ML* son: 1) poseer un conjunto de máquinas para acceso a información, 2) poseer un grupo de ligas o vínculos, curados y catalogados de información que resulta valiosa y 3) un espacio físico de encuentros para el desarrollo de la intelectualidad colectiva.

Desde el diseño identificamos la noción de 'problemas de heterogeneidad desorganizada' como área de investigación en ML. Consideramos al igual que Clitton, que estos aspectos son fundamentales para las emergentes formas de producción de conocimiento. Los elementos materiales determinados por la mezcla de hardware y software, los elementos culturales determinados por las ligas de acceso a la información y los elementos sociales identificados en las relaciones intelectuales mediadas digitalmente o espacialmente.

Se puede identificar que esta separación también crea una distinción fundamental en cuanto a los discursos, los propósitos y los contenidos de las producciones de ML en general, identificamos una tipología de ML: 1) Los ML 'mainstream' que se concentran en la innovación y desarrollo tecnológico usando la ingeniería computacional bajo grandes financiamientos. Mientras que 2) los laboratorios de medios tácticos se concentran en el uso de los medios digitales como recursos discrusivos e ideológicos. Por ejemplo, mediante el uso del video o la radio para emitir mensajes distribuídos en Internet o las *video-proyecciones* clandestinas en muros de edificaciones comprometidas políticamente. 3) También identificamos un tercer tipo de ML: aquellos enfocados en la investigación humanística, social y periodística.[63]

4.3 Mapeos reticulares del Centro Pros

> *"We must bear in mind that only after we have a thorought understanding of what the software product must do, we will be able to define how it should be built".* Óscar Pastor y Juan Carlos Molina (Model-Driven Architecture, 2007)

[63] El tercer tipo es de nuestro interés.

4.3.1 Introducción al estudio de caso

Durante la primera mitad del 2015, se realizó una estancia de investigación en el Centro de Investigación en Métodos de Producción de Software (Centro Pros) de la Universidad Politécnica de Valencia, con la finalidad de construir datos y procesarlos informáticamente tomando como base su producción académica, y con ello realizar un ensayo de ML.

El diseño de información se desarrolló de tal modo que fuera posible lograr dos objetivos 1) crear una herramienta analítica con aplicaciones de otros ML con la cual poder visualizar los artefactos, conceptos y relaciones en la producción de investigación del Centro Pros, y que a partir de esta visualización fuese posible realizar análisis a diferentes escalas. 2) Otro objetivo fue realizar nuestra propia herramienta de visualización heterogénea con software para modelado 3D y ensayar nuestra propuesta de diseño de Información denominada FRDIMD.

Se diseñaron dos herramientas de visualización; la primera es una representación en red que da información, con ella fue posible identificar las redes de colaboración ente investigadores, los temas de investigación y las revistas indexadas en las que han publicado. Nuestro interés analítico se concentró en identificar las relaciones que se crean entre diferentes autores a partir de las palabras clave, y con ello estudiar la producción académica del Centro Pros.

Para el segundo objetivo se construyeron los datos de los cuerpos de investigación basados en un formulario informático. Con los datos obtenidos se pudo conocer cuáles son los recursos conceptuales y tecnológicos que los investigadores usan en los proyectos de investigación en los que han colaborado. Para ello se creó una aplicación de software con la cual se organizaron a las entidades (identificadas como participantes, recursos tecnológicos (materiales y virtuales) y recursos epistémicos (marcos teoricos y palabras clave), en una representación retícular tipificada como *Diagrama de cuerdas,*[64] con esta representación reticular es posible, en nuestro caso,s visualizar patrones de ocurrencia tecnológica y

[64] La cual se usa para comparar entidades que comparten atributos en común (datavizcatalogue.com, accedido el 8 de febrero de 2018).

conceptual. El resultado de los dos experimentos permite evaluar el potencial de un ML construído desde el enfoque de diseño para producir información significativa.

A través de estos ejericios pudimos identificar los actores que intervienen en las prácticas del Centro Pros, ver cuáles son sus desarrollos de investigación y quienes colaboran en ellos y evaluar los artefactos construídos en tanto herramientas para el diseño de información.

4.3.2. Presentación de Centro Pros

El Centro PROS, es un escenario de investigación y desarrollo de tecnologías informáticas que se destaca por la implementación del *modelado conceptual* como marco epitémico para el desarrollo de software. Se creó en 2008 a cargo del profesor Pastor, quien ha sido su líder hasta la fecha. Bajo su cargo, el Centro Pros se caracteriza por estudiar métodos de diseñar software aplicado a sistemas informacionales, entornos inteligentes, tecnologías web, bases de datos y evaluación de software.

El Centro Pros posee varios laboratorios y oficinas de investigación. La mayor parte del trabajo se realiza dentro de los laboratorios que se dividen en cinco áreas de investigación: ‘requerimientos de sistemas’, ‘inteligencia del entorno’, ‘evaluación de software’ ‘genómica` y ‘usabilidad’. En cada uno de ellos diferentes entidades se organizan en investigaciones al mismo tiempo que se tejen amistades, relaciones pasionales de humanos con temas de investigación y en general se comparten problemáticas técnocientíficas.

4.3.3 Creación de una herramienta web para visualizar la producción académica del Centro Pros: VRPAC

Se buscó experimentar con la creación de una aplicación web para mostrar y estudiar las relaciones de los miembros del Centro Pros en la elaboración de proyectos de investigación y desarrollo relacionados con la producción de software. El interés de experimentar este diseño recae en la razón de que la publicación en Internet ha cobrado bastante fuerza en los últimos

años y se ha convertido en un importante canal de accesibilidad a datos y herramientas web de acuerdo al *14vo. Estudio sobre los Hábitos de los Usuarios de Internet en México, 2018* (asociacióndeinternet.mx, accedido el 17 de enero de 2018).[65]

El proceso para la visualización web consistió en extraer datos desde una plataforma de acceso restringido, luego los archivos se limpiaron usando una herramienta libre llamada *ScienceScape*[66] creada por el ML de *Science Po,* con la finalidad particular de crear un archivo de tipo *gefx* que permite ser visualizado en forma de red usando la herramienta de visualización de grafos llamada Gephi.[67] En Gephi se realizó una modelística de datos, lo que permitió ver ciertos comportamientos de la red del Centro Pros, por ejemplo se hizo énfasis en las palabras clave usadas, las relaciones entre los miembros del Centro Pros, la colaboración con investigadores que no pertenecen al centro, y las principales revistas de publicación.

Se usó un algoritmo de distribución de nodos denominado *ForceAtlas2,*[68,69] que permite crear subgrupos de comunidades para *espacializar* los nodos según el número y el tipo de relaciones, para ello, el algoritmo simula un sistema físico donde los nodos (vértices) se rechazan como particulas con carga eléctrica; mientras que las aristas atráen los nodos, como resortes. De tal modo que los nodos se organizan dependiendo de sus relaciones con otros nodos (Jacomy Et al., 2014). Esto propicia la creación de una 'topología' de la red con la cual se pueden diferenciar visualemente comunidades de nodos, donde grupos de investigación aparecen junto a sus palabras clave y colaboradores afines. Esta es la principal ventaja analítica del algoritmo, pues facilita la exploración de comunidades y permite observar qué nodos conectan al universo de datos obtenidos.

De acuerdo con Jacomy, Et al. (2014) la relevancia de desarrollar un algoritmo que posibilite la espacialización de los nodos radica en que permite a los investigadores sociales usar métodos visuales para la exploración de la topología de la red y con ello encontrar

[65] A este tipo de herramietas también se les denominan *webware* ya que, en el sentido de Manovich (2008), por medio de la interactividad el usuario no solo re-construye la información sino que también la administra. De ahí que construir un artefacto informacional de base Web sea relevante para el Diseño de Información dentro de ML.

[66] http://tools.medialab.sciences-po.fr/sciencesscape

[67] http://gephi.org/

[68] http://github.com/gephi/wiki/Force-Atlas-2

[69] Desarrollado por Jacomy, Et al; para el medialab de Science Pó. Su documentación fue publicada en 2014

comunidades. Por otra parte Jacomy, Et al; asumen que con *ForceAtlas2*, la creación de una topolgía depende de las decisiones de diseño de red que realiza el investigador, para ello al correr el algoritmo, los nodos se distribuyen visualmente en tiempo real hasta que el investigador lo detiene o bien la distribución alcanza un equilibrio. A medida que el investigador modifica las opciones de espacialización del algoritmo, la red modifica su topología, por lo que el análisis de la red, depende de la manipulación de esas opciones y con ello se modifica la analítica de los datos desplegados (Jacomy Et al, 2014).

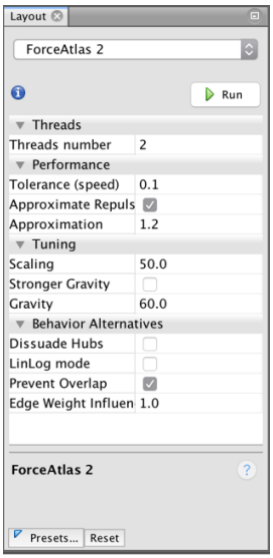


Figura 15: ventana de Gephi donde se muestran las opciones de espacialización de *ForceAtlas2*.

Para su exploración interactiva, los archivos fueron exportados desde Gephi usando un método digital llamado *sigma.js template* que usa la librería de programación *Sigma.js*[70] con la que se puede exportar desde Gephi un archivo de tipo *json* para su publicación web, a la que es posible acceder a través de un explorador de Internet. El template fue desarrollado en el *Oxford Internet Institute*.[71] Para poder visualizar el archivo *json*, este se monta en un documento *html* y se usa un servidor virtual con el cual es posible abrirlo desde la computadora donde se realiza la investigación, en suma, se construyó un prototipo de aplicación web. La herramienta final permite al usuario realizar sus propias preguntas en torno al Centro Pros y guiar su analítica a medida que se explora la red con las funciones disponibles: filtrar por nombre de nodo, aislar un nodo junto a sus relaciones, acercarse o alejarse de la red para visualizar a diferentes escalas.

[70] http://sigmajs.org/
[71] https://blogs.oii.ox.ac.uk/vis/2012/11/15/build-your-own-interactive-network/

Para la obtención de los datos se usó la plataforma de literatura revisada por pares *Scopus*[72] pues su base de datos permite extraer información de los autores por palabras clave, temas, centros de investigación, años y colaboraciones. Esta base de datos permite guardar datos en un formato de archivo llamado *comma separated values* (.cvs) un tipo de archivo que da la posibilidad de tabular datos usando comas para separarlos. Este tipo de archivo puede ser procesado para visualizar estos datos por separado, pero dado que el archivo que se obtiene no permite una visualización reticular eficiente, debido a que tiene vinculados diferentes datos que no se ocupan para el propósito de estudiar la producción académica, fue necesario limpiar los datos, lo que se hizo usando el método digital *ScienceScape: Get Network*,[73] éste último fue creado para permitir la traducción de archivos *csv* en un formato ópitmo para su exploración en Gephi.

Primero se obtuvo un listado de los nombres de los miembros del centro Pros usando la información publicada en su sitio web. Luego, en *Scopus*, se realizaron consultas por cada uno de los nombres obteniendo archivos *cvs* individuales. Estos fueron traducidos en *ScienceScape* a formato *gefx* para su tratamiento en Gephi.[74] Los archivos resultantes para cada nombre se agregaron a un solo documento Gephi para construir una sola red. Una vez en Gephi, se corrieron diferentes algoritmos de visualización para observar el comportamiento de los nodos y las relaciones.[75] Igualmente se refinó la información, usando herramientas de la sección *Laboratorio de datos* de gephi, pues observé que algunos nombres de colaboradores o palabras clave fueron registradas con errores ortográficos en *Scopus*, por ejemplo se omitieron algunas letras. En el laboratorio de datos se corrigieron estos errores asumiendo intuitivamente las palabras reales. Luego de elegir las visualizaciones más significativas, se publicaron en los formatos *HTML* y *PDF*. Finalmente en el explorador se modificó el color de fondo para facilitar la lectura de los nodos.

[72] https://www.scopus.com/freelookup/form/author.uri

[73] http://tools.medialab.sciences-po.fr/sciencescape/

[74] Es posible descargar los datos para tratarlos en Gephi via: https://github.com/JorgeAlSidi/CentroPROS/blob/master/CentroPROS_2015_Scopus.gephi

[75] A pesar de ello, se eligió el algoritmo ForceAtlas2 por su potencial representacional que permite al usuario descubir relaciones de actores al interactuar con la aplicación Web.

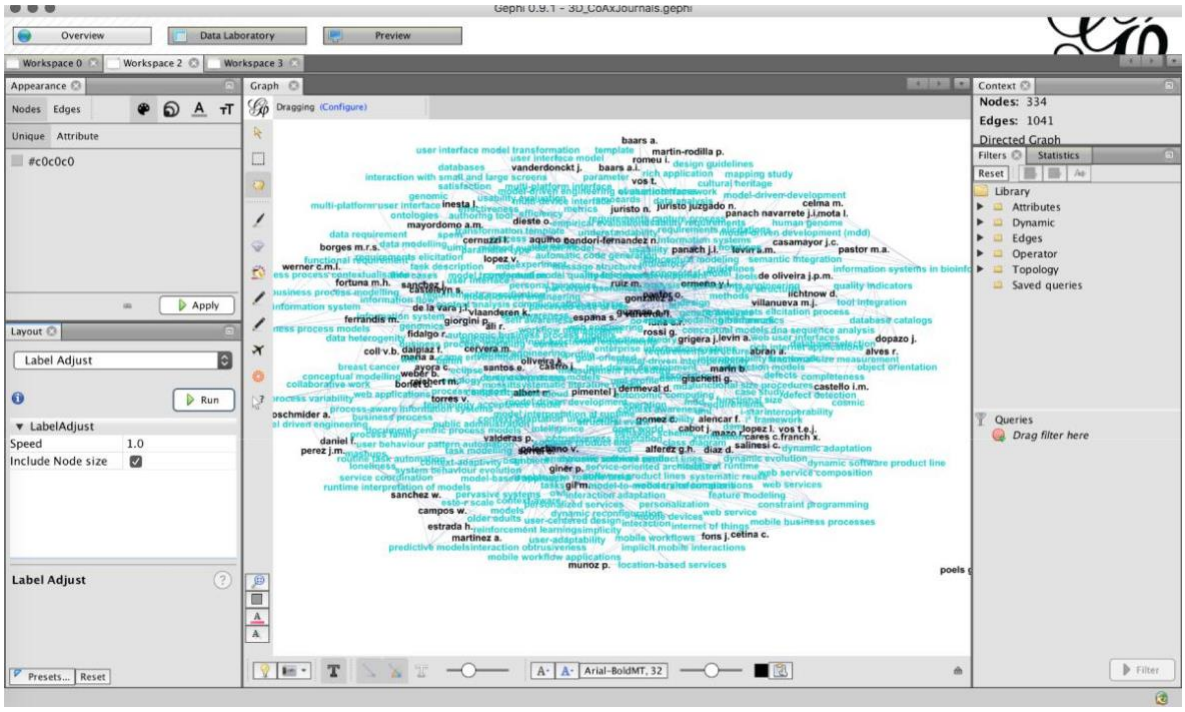


Figura 16: Impresión de pantalla en el que se visualiza la interfaz de Gephi donde se corre el algoritmo *Fruchterman Reingold* un algoritmo que organiza la red buscando una centralidad, donde los principales actores se colocan al centro y en torno a ellos se organizan las demás entidades. Este tipo de algortmo no permite ver subgrupos.

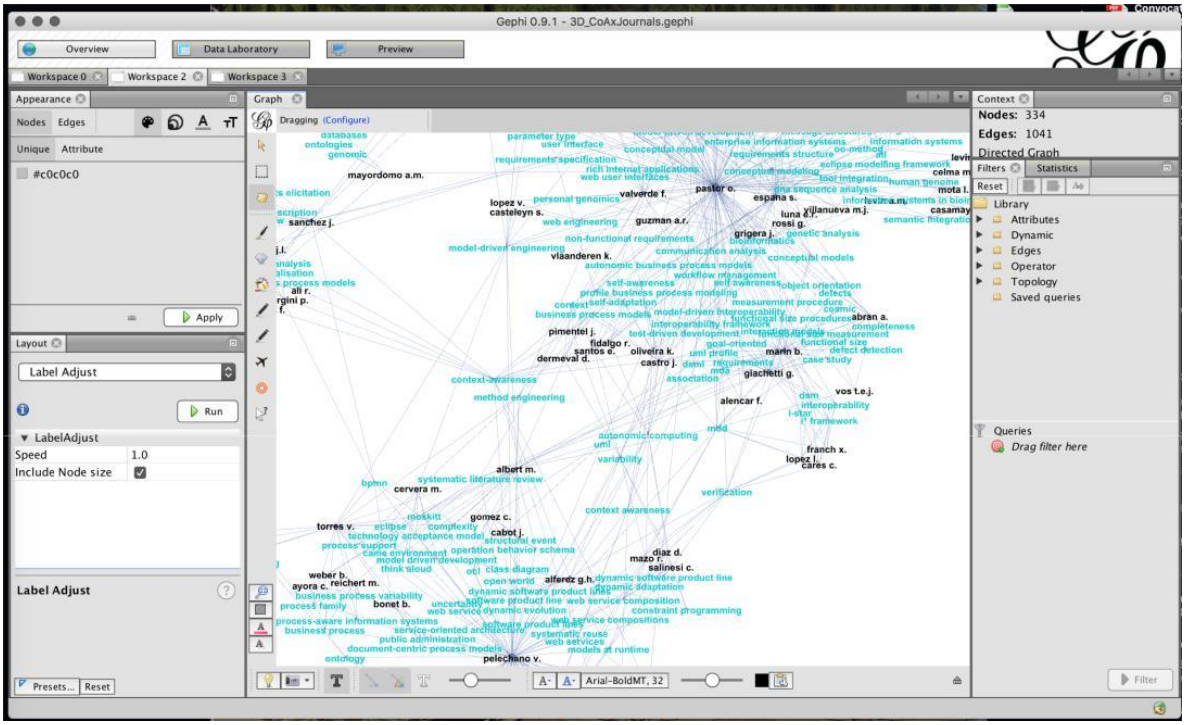


Figura 17 (pp. 132): Impresión de pantalla en el que se visualiza la interfaz de Gephi donde se corre el algoritmo *ForceAtlas2.*

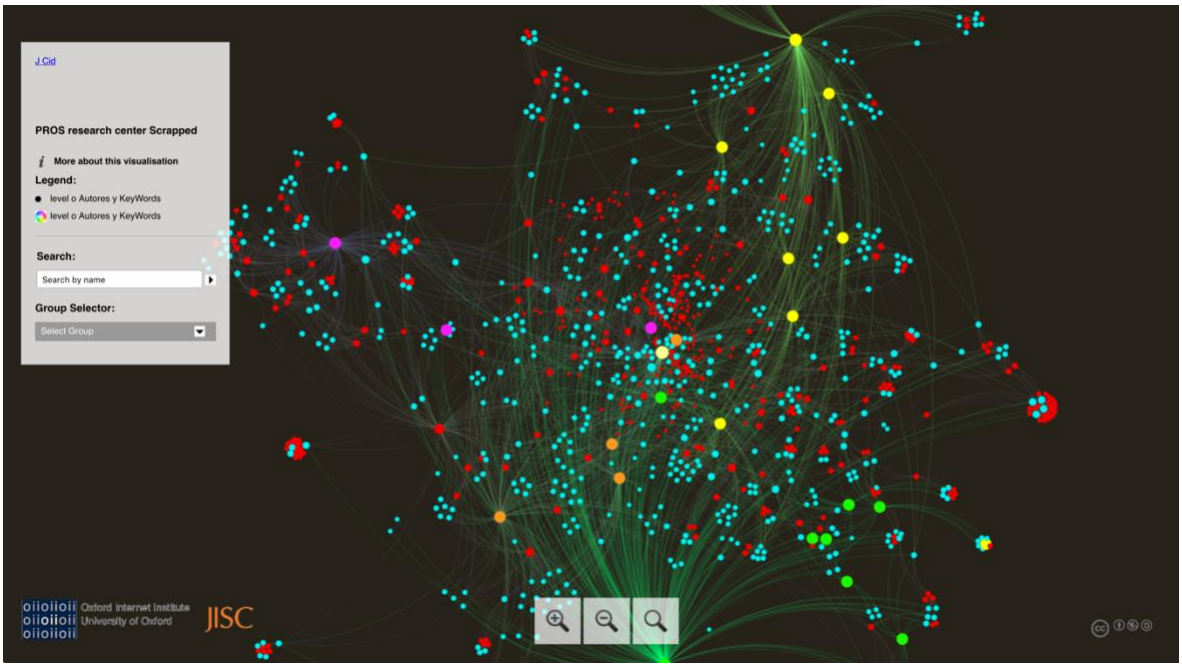


Figura 18: Impresión de pantalla en el que se visualiza la interfaz del documento HTML, en este se visualizan los miembros del Centro Pros por línea de investigación, los puntos en azul aguamarina indican palabras clave, los rojos, colaboradores, mientras que los otros colores se refieren a miembros del Centro Pros por área de investigación.

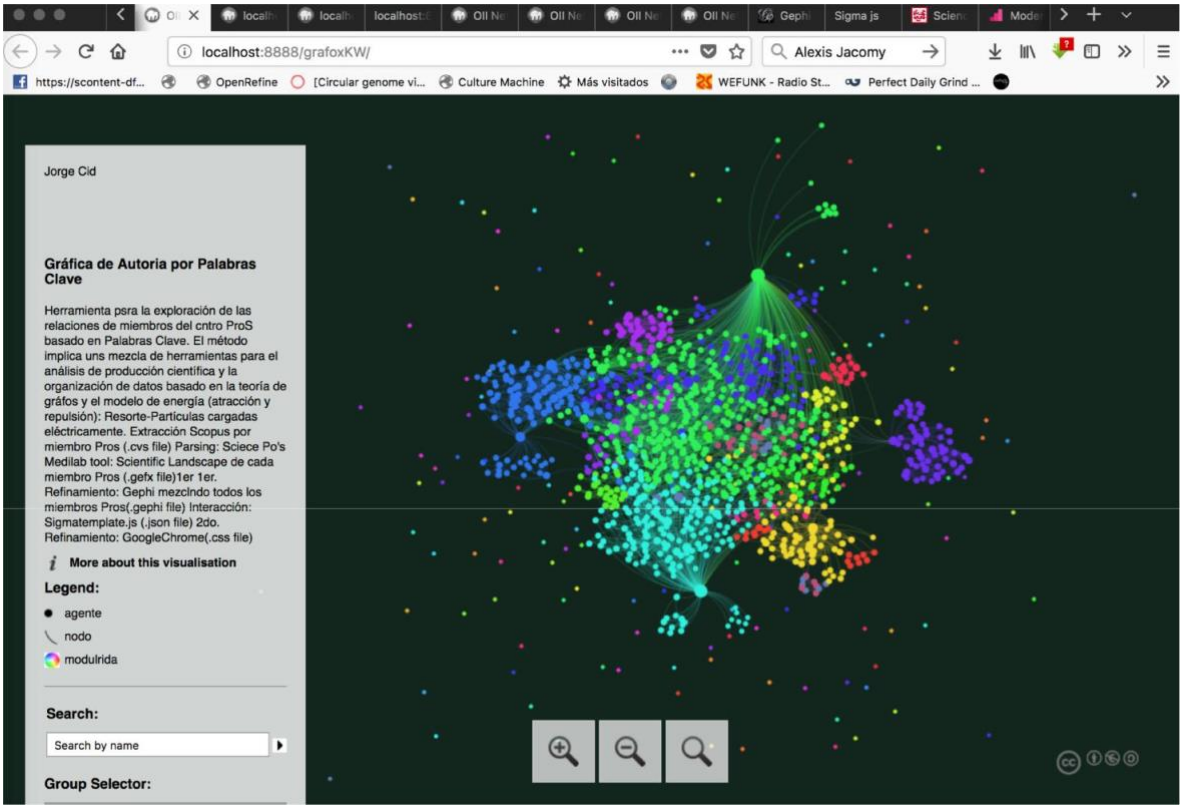


Figura 19: Impresión de pantalla en el que se visualiza la interfaz del documento HTML, en este se visualizan los miembros del Centro Pros por grupos de trabajo y peso en la red.

Con la finalidad comunicacional hemos llamado a esta mezcla de software "Visualizador Reticular de la Producción Académica del Centro Pros" (VRPAC). Partiendo de los resultados que ofrece el VRPAC, es posible dar cuenta de la preponderancia del marco tecnocientífico denominado *"Model-Driven Development",* el cual ocupa aplicaciones y compiladores de software basados en modelos mentales.

El VRPAC permite explorar relaciones seleccionando un nodo haciendo clic sobre él. Con ello, la herramienta aisla el nodo y sus relaciones inmediatas. Si se selecciona un nodo de palabra clave, se aislarán los miembros del Centro Pros y colaboradores que indican esa palabra clave en la sección de *keywords* de su publicaciones. Por el contrario, si se selecciona un miembro del centro Pros o colaborador, se aislan las palabras claves que ha usado en sus publicaciones, la exploración se enriquece cuando se crea un 'camino', esto es dar clic sobre cualquier entidad y luego dar clic sobre cualquiera de los nodos con el que está asociado para observar sus asociaciones, de tal modo que es posible descubrir que dos nodos, por ejejmplo investigadores,[76] se relacionan por el uso de las mismas palabras clave, esto permite sugerir nuevas preguntas de investigación como ¿cuál es el potencial de colaboración entre investigadores de diferentes grupos de investigación? ¿o de qué manera refieren a esas palabras clave?

La Figura 20, (página 135) nos muestra la distribución de los grupos de investigación, los colores representan a los integrantes de cada grupo y la espacialización de la red da cuenta de las palabras clave que comparten.

Azul es para el grupo 'Requerimientos de Sistemas'

Naranja es para 'Inteligencia del Entorno'

Amarillo es para 'Evaluación de Software'

Cian es para 'Genómica'

Verde es para 'Usabilidad'

[76] Estos nodos no se relacionan directamente o pertenecen al mismo grupo de investigación.

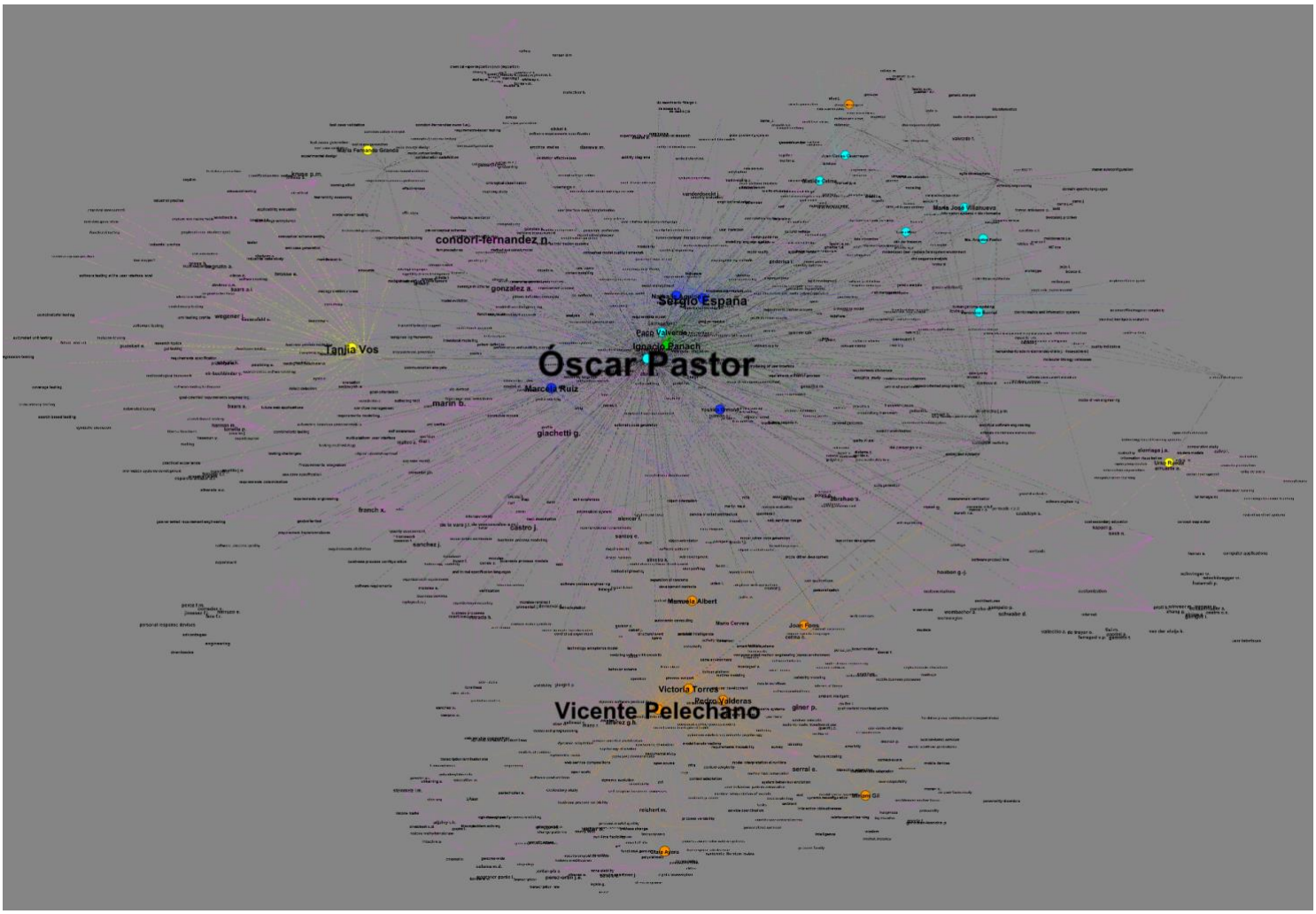


Figura 20: Espacialización de la red que muestra los grupos de investigación por color. (J. A. Cid, 2018)

4.3.3.1. Analítica en el espacio de trabajo de Gephi

La espacialización mediante *ForceAtlas2*, nos permite hacer una exploración por grupo de investigación para observar las palabras claves que son comunes en el interior de los grupos de investigación haciendo *zoom* desde la app. Por otro lado, en la vista general de la red, el tamaño de la etiqueta de los nodos nos permite ver qué entidades tienen mayor número de relaciones con palabras clave, lo que da cuenta de la diversidad de temas en los que participan. Se destaca que los líderes de cada grupo de investigación tienen mayor número de palabras claves asociadas, esto se puede observar por el tamaño de las etiquetas de esos nodos: Óscar Pastor, el director del Centro Pros es el más visible y es miembro de los grupo de 'Genómica' y de 'Requerimientos de Sistemas', seguido de Vicente Pelechano, líder del grupo de

'Inteligencia del Entorno'. Tanja Vos, líder del grupo de 'Evaluación de Software' y Sergio España, quien es líder del grupo de 'Requerimientos de Sistemas'. Éste mismo método nos muestra que la colaboradora extrerna Nelly Cóndori Fernández también tiene un considerable número de relaciones, lo que indica su prolífica participación con miembros del Centro Pros (ver Figura 20).

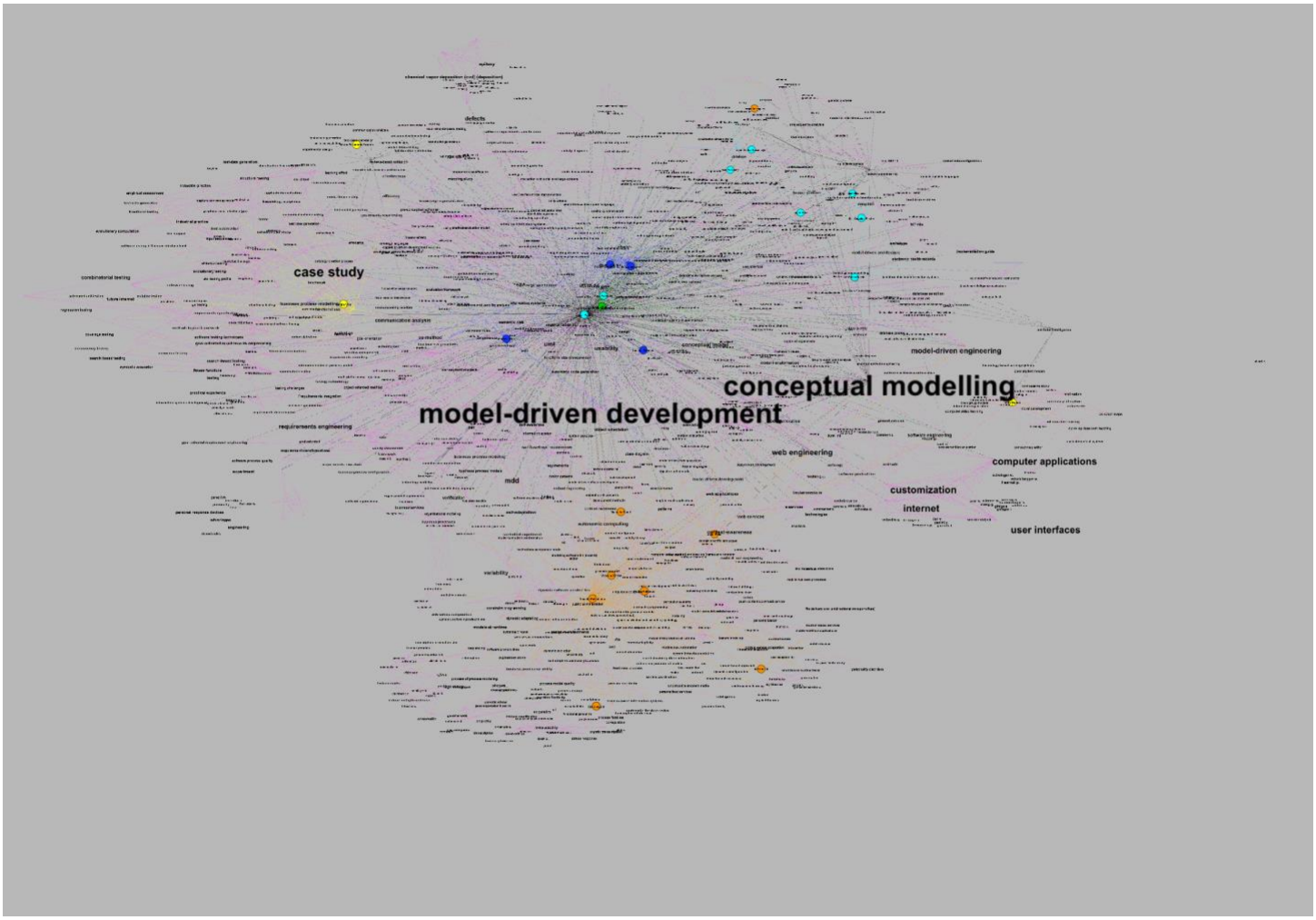


Figura 21: Vista general de la red enfatizando mediante el tamaño de la etiqueta de los nodos, las palabras clave más referidas en las publicaciones de los miembros del Centro Pros. (J. A. Cid, 2018)

La Figura 21 nos muestra las palabras clave, la espacialización centrada de las palabras clave *'model-driven development'* y '*conceptual modelling'* nos permite observar que estas dos palabras son referidas en la mayoría de las investigaciones, particularmente entre los grupos de 'Genómica', 'Requerimientos de Sistemas', 'Inteligencia del Entorno' y 'Usabilidad'. Mientras que la palabra clave 'Case Study' se espacializa al interior del grupo de 'Evaluación de Software', lo que deja claro que este grupo trabaja más experimentalmente.

Visualización del grupo de investigación 'Inteligencia del Entorno'

A detalle podemos obervar que las palabras clave más comunes en el grupo de investigación 'Inteligencia del Entorno' refieren a conceptos como 'Pervasive Systems', 'Smart homes', 'context-aware' y el lenguaje de marcado para web 'Owl' estas palabas clave dan cuenta de las tecnologías: 'Owl' 'Smart homes'. Los procesos: 'runtime modelling', 'reusable software', 'variability modeling' y los conceptos 'context-aware', pervasive systems', 'Internet of things'; que son temas de sus investigaciones y desarrollos (Ver figura 22).

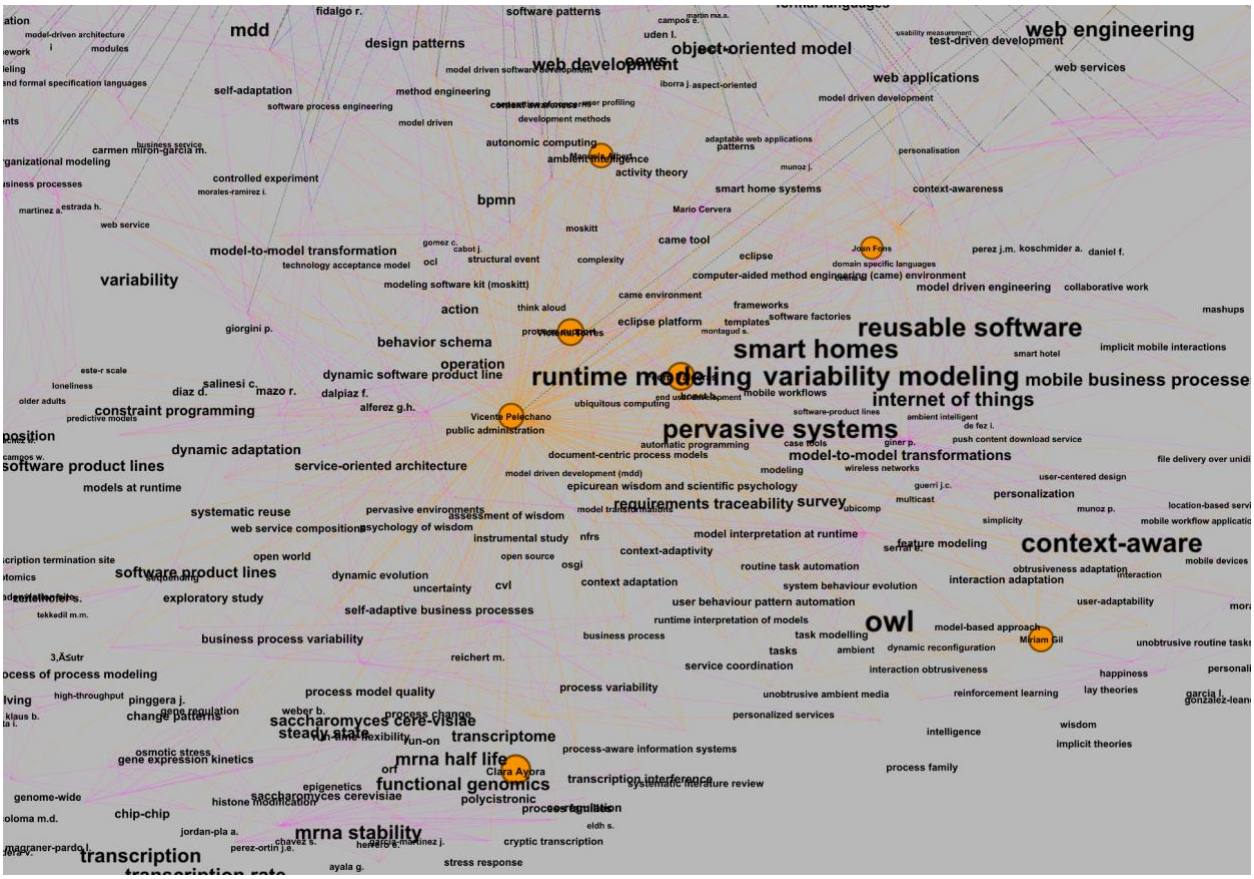


Figura 22: Vista a detalle del grupo de investigación de 'Inteligencia del Entorno' muestra las palabras claves más usadas por el grupo, se crea una comunidad entre las palabras clave: 'Smart homes', 'Runtime modeling', 'variability modeling', 'pervasive systems', 'internet of things', 'mobile business processes'. (J. A. Cid, 2018)

Dentro del mismo grupo, es posible observar que Vicente Pelechano está asociado a la mayor cantidad de palabras clave, lo que indica que colabora en la mayoría de los proyectos del grupo de investigación, particularmente guarda mucha cercanía con Pedro Valderas y Victoria Torres esto quiere decir que les son comunes las mismas palabras clave (ver Figura 23).

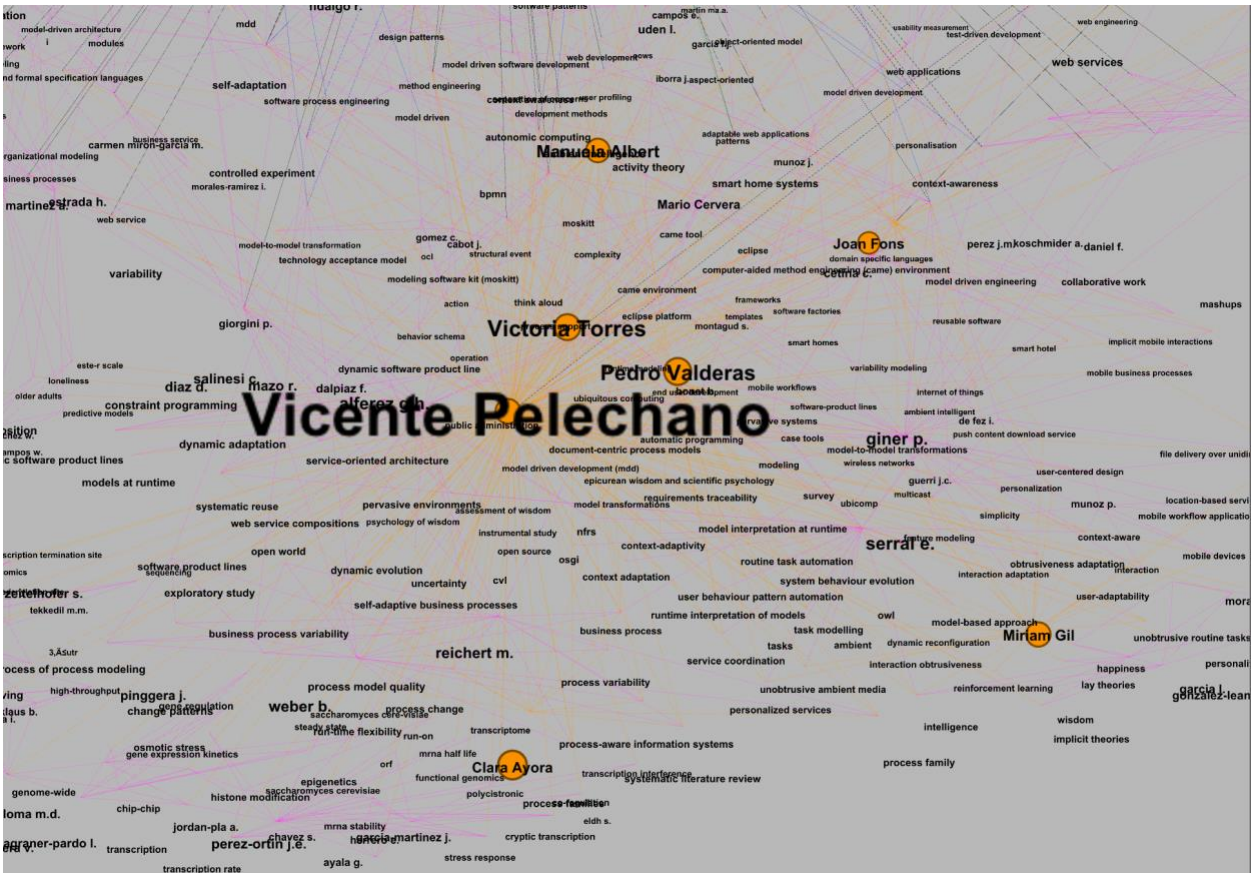


Figura 23: Muestra la red del grupo de investigación ‘Inteligencia del Entorno’ enfatizando las colaboraciones mediante el uso de palabras clave. La cercanía de Vicente Pelechano, Pedro Valderas y Victoria Torres da cuenta del uso en común de palabras clave, mientras que otros miembros como Miriam Gil o Clara Ayora se encuentran más alejadas. (J. A. Cid, 2018)

La Figura 24 también muestra la presencia de colaboradores externos, los más visibles son Giner, P. y Serral, E., la red muestra que tales colaboraciones se centran en temas diferentes dentro del mismo grupo de investigación.

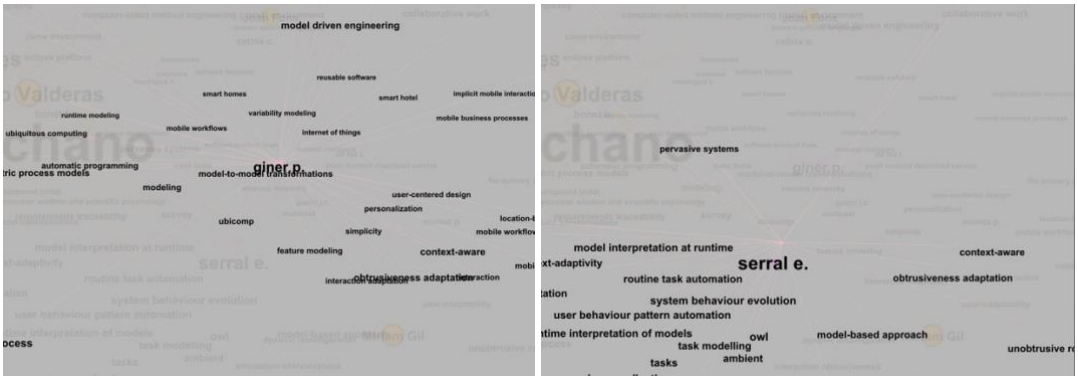


Figura 24: Las principales colaboraciones externas dentro del grupo de Inteligencia del Entorno. Expresan dos grupos semánticos diferentes. (J. A. Cid, 2018)

Visualización del grupo de investigación 'Evaluación de Software'

Este grupo de investigación se concentra en desarrollar y estudiar sistemas informatizados para la evaluación de las tecnologías de software. Consta de tres miembros y es liderado por Tanja Vos. Destaca los vínculos entre Tanja Vos y sus colaboradores externos, siendo ella quien tiene la mayor cantidad de relaciones y de diversidad de palabras clave. Cerca de ella se encuentra la investigadora Maria Fernanda Granda con menor número de colaboraciones (ver figura 25a). Por otro lado el algoritmo coloca a Urko Rueda, el tercero de los miembros de este grupo en una zona opuesta de la red. Creémos que esta distribución se debe a que los temas de Urko Rueda se centran en la evaluación de tecnologías informáticas en el ámbito de la educación es decir que no comparte palabras clave directamete con este grupo de investigación, sin embargo está unido a la red total a partir de la palabra clave 'Artificial Inteligence' (ver figura 25b).

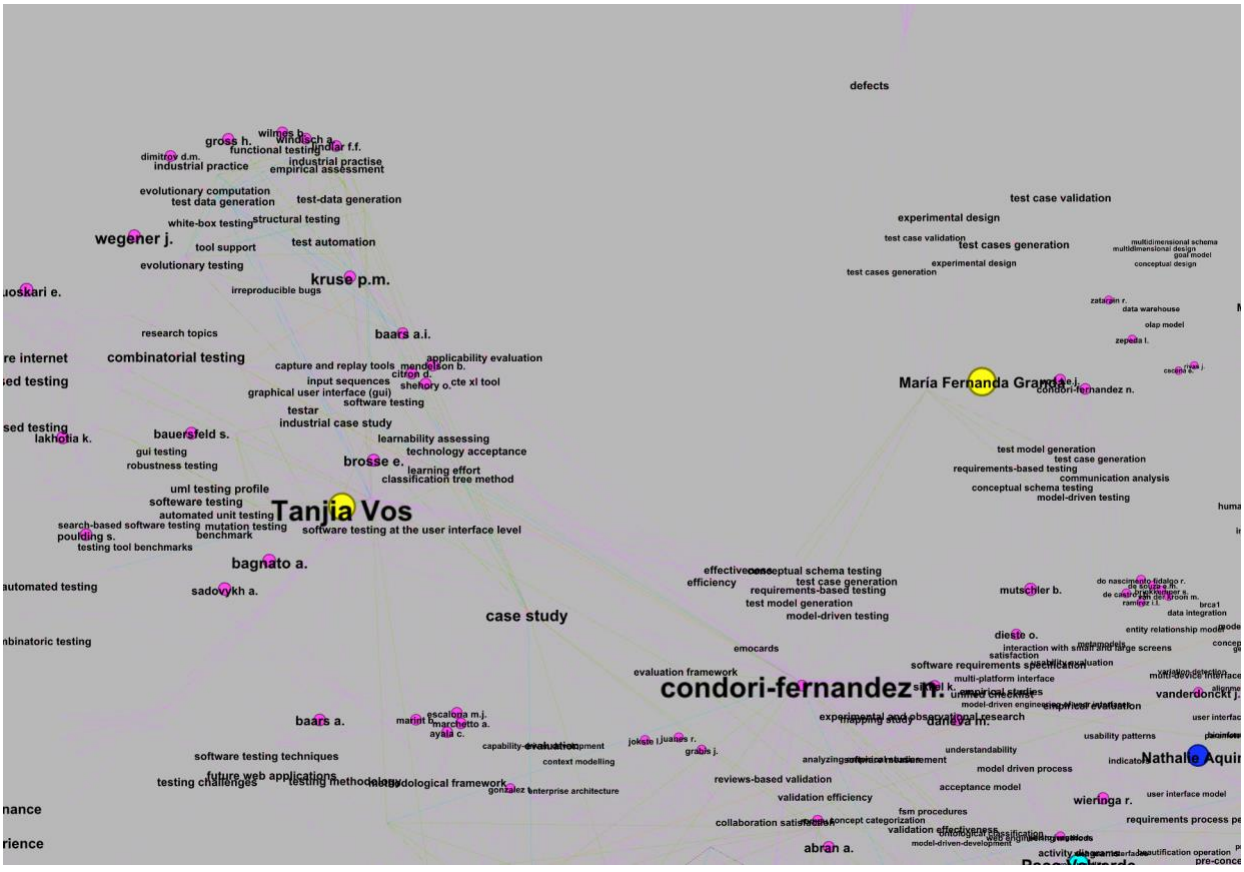


Figura 25a: Espacialización del grupo de investigación 'Evaluación de Software'. (J. A. Cid, 2018)

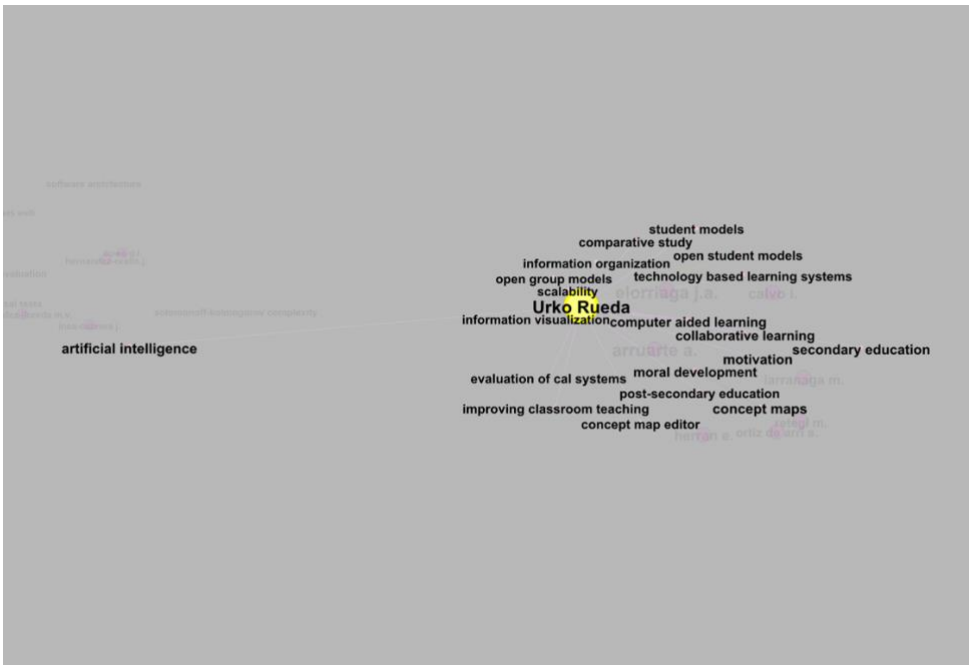


Figura 25b: Espacialización del grupo de investigación 'Evaluación de Software'. Comunidad de Urko Rueda. (J. A. Cid, 2018)

La figura 26 muestra que las palabras claves más recurrentes en el grupo de investigación son 'Case Study' y 'Combinatorial testing'. Lo que nos sugiere un énfasis en el estudio de casos y de la aplicación de evaluaciones combinadas de software. Otra palabra clave recurrente es 'model-based testing', con esta palabra podemos dar cuenta de la investigación de software basada en modelos conceptuales. En el caso de Urko Rueda destacan las palabras 'concept Maps', 'Motivation', 'Secondary education', y 'moral development', 'Collaborative learning'. Esto sugiere que sus investigaciones se centran en el aprendizaje colaborativo asistido por computadora para el desarrollo moral, donde los mapas conceptuales parecen jugar un papel importante.

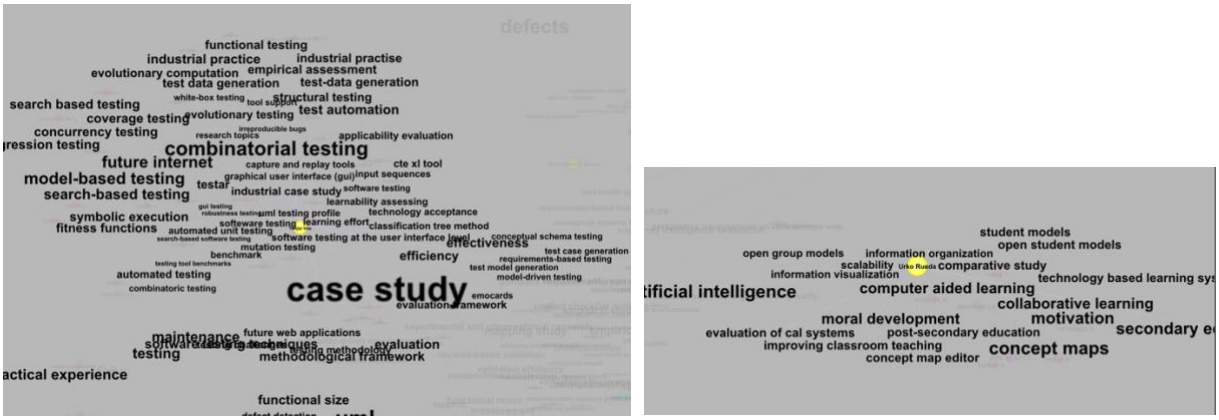


Figura 26: Red que enfatiza el uso de palabras clave al interior del grupo de investigación 'Evaluación de Software'. (J. A. Cid, 2018)

En lo que refiere a las colaboraciones, destaca la participación de la invetigadora Nelly Condori-Fernandez, quien además es colaboradora de otros grupos de investigación como los de ‘Requerimientos de Sistemas’ y ‘Usabilidad’. En el caso del grupo de ‘Evaluación de Software’ su participación se concentra en temas como la evaluación combinatoria, los casos de estudio, la eficiencia y la eficacia de los modelos de evaluación de software. Mientras que en la ‘isla’ de Urko Ruedo, sus colaboradores son Elorriaga, J. A., y Arruarte A. en los temas que se mencionaron en el párrafo anterior (ver figura 27).

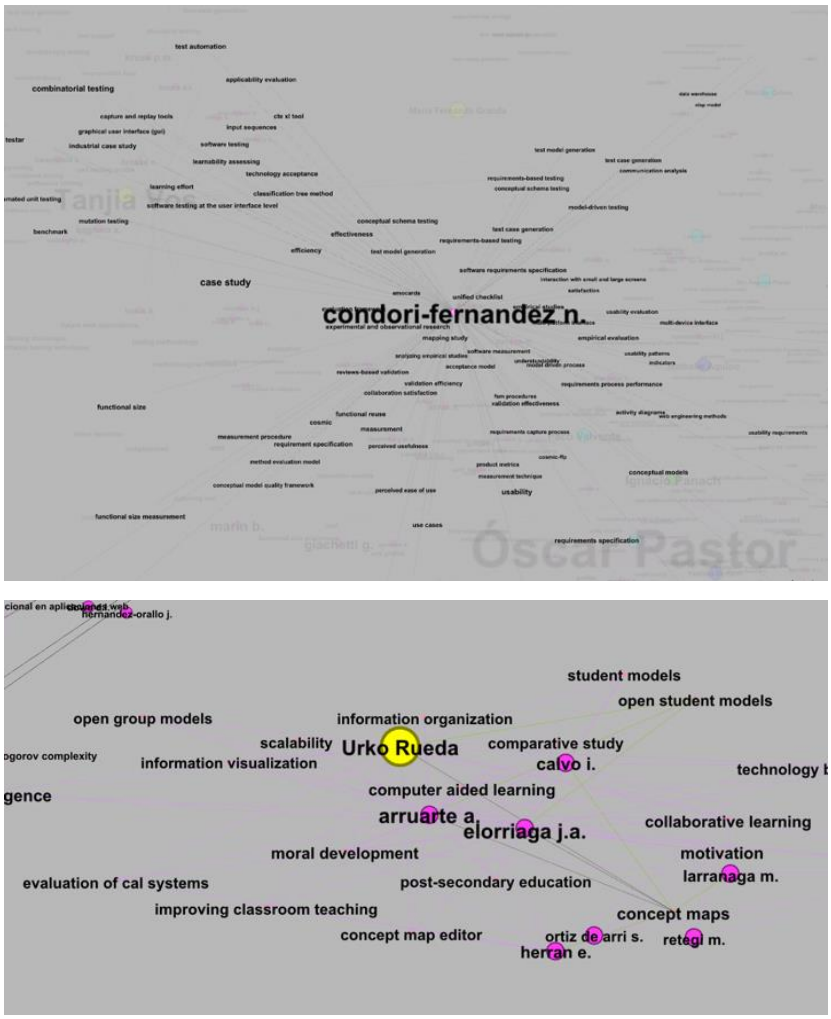


Figura 27: Visualización de red del grupo ‘Evaluación de Software’ haciendo énfais en las principales colaboraciones externas. (J. A. Cid, 2018)

Visualización del Grupo 'Requerimienos de Sistemas'

Este grupo se centra en el análisis de los requerimientos informáticos y de software que necesitan las organizaciones, para, a partir de ello, desarrollar software acorde a sus necesidades. Junto con el grupo de Inteligencia del Entorno, este es el grupo más longevo del Centro Pros. Sus miebros son Óscar Pastor, Sergio España, Marcela Ruíz, Natalie Aquino (ver figura 28). Otros miembros de este grupo han sido movidos al recientemente formado grupo de 'Genómica'.

El grupo comparte palabras clave junto con 'Inteligencia del Entorno', es por ello que las palabras clave que los vinculan aparecen distribuídas en el centro de la red. Por ello, a diferencia del grupo de 'Evaluación de Software', su exploración requiere mayor observación a detalle. Para ilustrar este grupo nos hemos basado en la visualización de las palabras clave del miembro más prolífico del grupo, después de Óscar Pastor, Sergio España.

Figura 28: Visualización del grupo 'Requerimientos de Sistema'. Óscar Pastor forma parte del grupo pero también forma parte del recientemente formado grupo de 'Genómica' en color cian. (J. A. Cid, 2018)

En el caso de las palabras clave, destacan ‘Requirements Engineering’ ‘OO-Method, ‘Conceptual Model’ ‘Usability’ y ‘Communication Analysis’ (ver figura 29). En entrevista, Óscar Pastor comentó que este grupo se basa en el análisis conceptual de las necesidades de uso de software y está pensado para prescribir el diseño del software. Como muestran las palabras clave, para llevarlo acabo se realizan estudios a partir de la ingeniería de requisitos, los métodos orientados a objetos para el desarrollo de software y la generación de código. En entrevista, España comentó que la idea de este grupo es explorar la representación diagramática de flujos de tareas de software usando lenguajes universales de modelado que son analizados en función de una ingeniería de requisitos, donde la base conceptual está soportada del ‘Modelado Conceptual’ y el ‘Desarrollo dirigido por Modelos’.

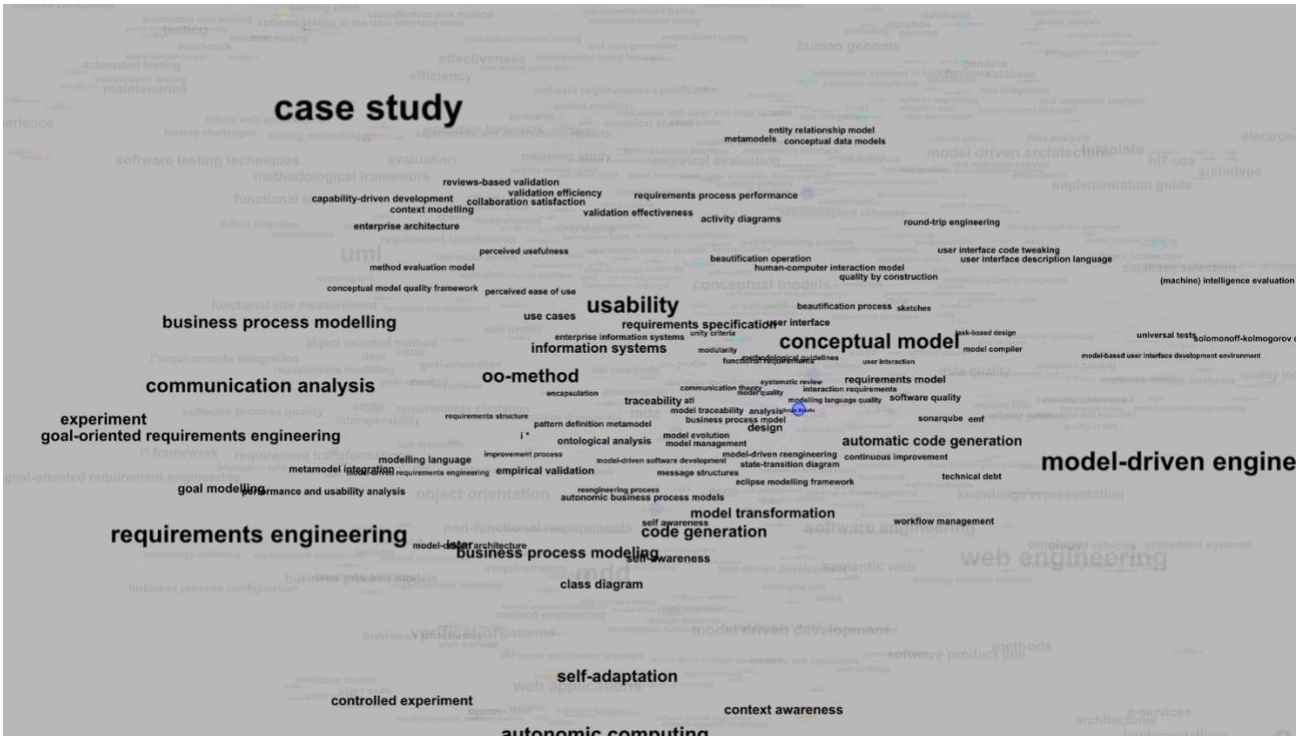


Figura 29: Grupo de Investigación ‘Requerimiento de Sistemas’ donde se hace énfasis en el caso de Sergio España para ilustrar las palabras clave de mayor uso dentro de sus investigaciones publicadas. (J. A. Cid, 2018)

Igual que el grupo de ‘Inteligencia del Entorno’ este grupo tiene muchas colaboraciones con investigadores externos, en este trabajo solo mencionamos las colaboraciones que más destacan. Además de la ya mencionada participación de Condori-Fernández en prácticamente

todos los temas del Centro Pros, la visualización reticular nos permite visualizar a Marin, B. y Giachetti, G.

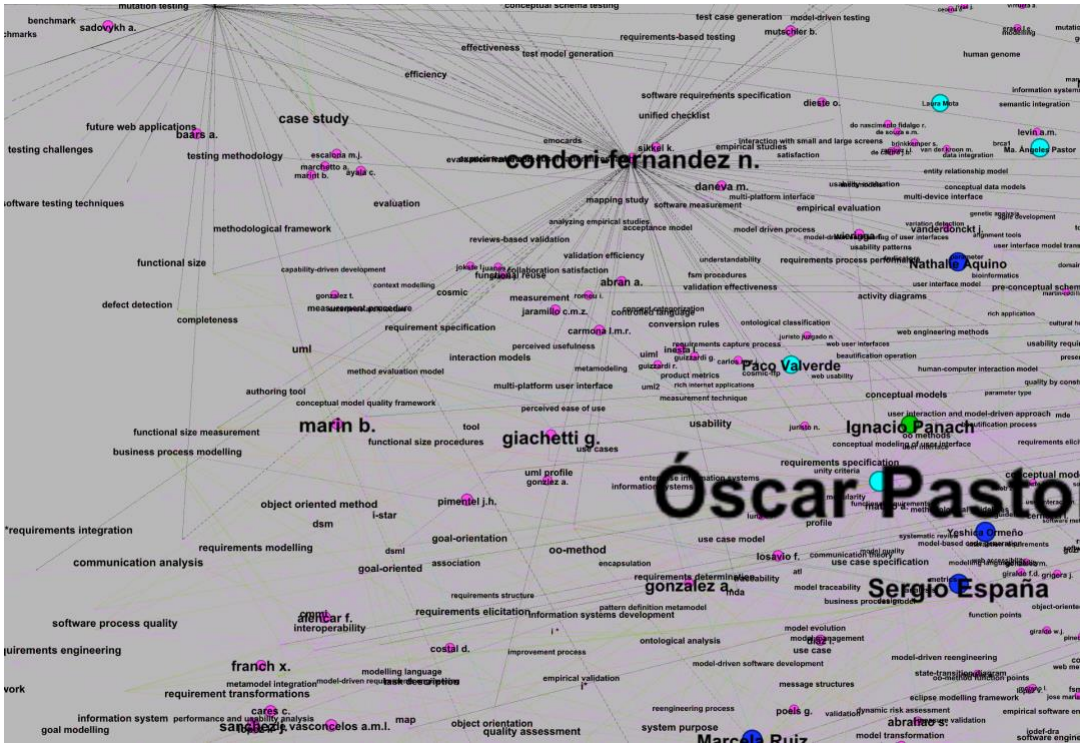
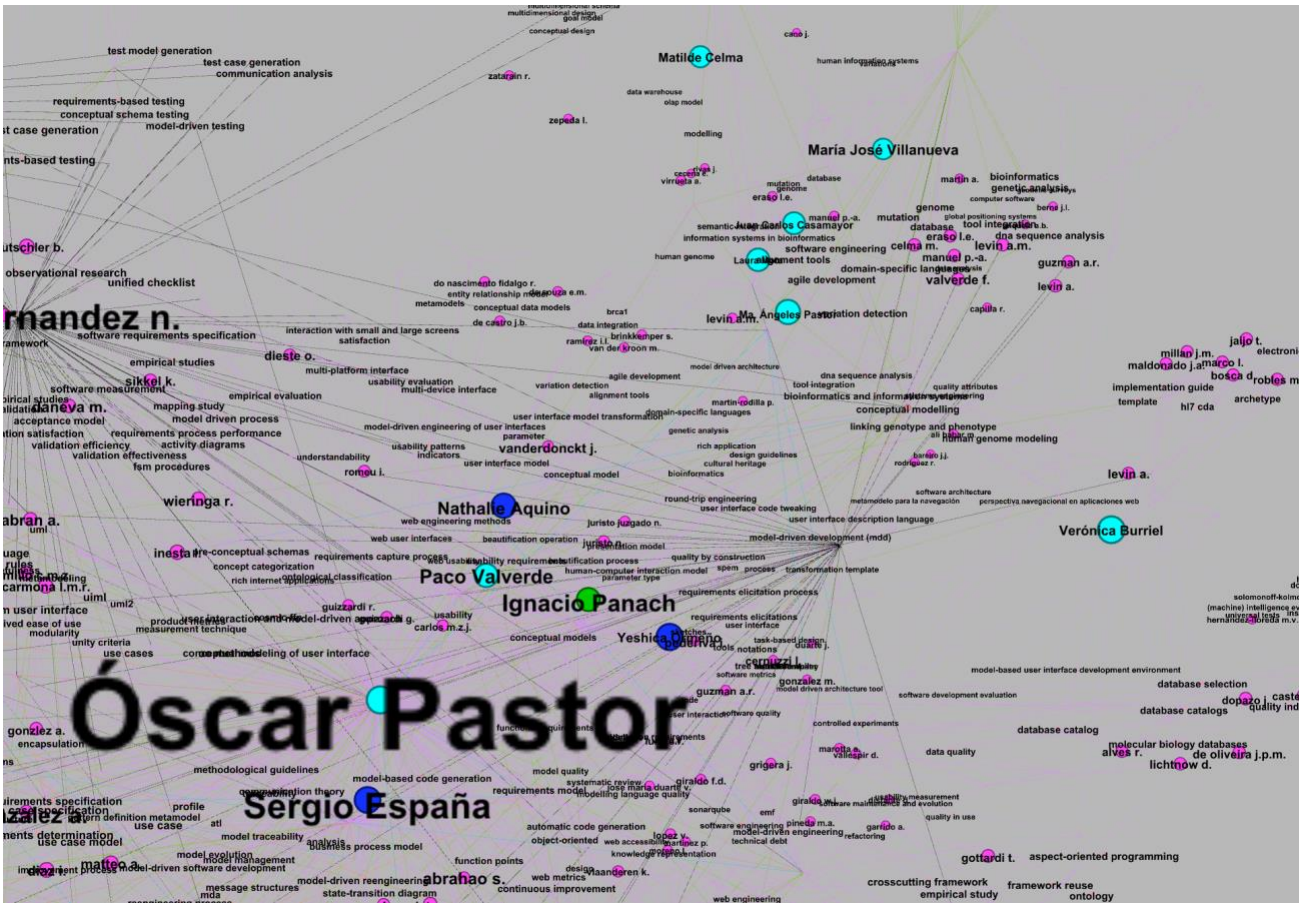


Figura 30: Representacion de los colaboradores del grupo de 'Requerimientos de Sistemas' más visibles. (J. A. Cid, 2018)

Visualización del grupo de 'Genómica'

El grupo de Genómica es el de más reciente creación y responde a las políticas de la Unión Europea que buscan desarrollar avances en el uso de la informática para la detección, principalmente del cáncer, según lo comentó Óscar Pastor en entrevista. Por lo que el Centro Pros se interesó en desarrollar una línea de trabajo en este campo. El grupo de Genómica cuenta con ocho miembros, de los cuales se destaca Paco Valverde, José Maria Villanueva y Verónica Burriel (ver figura 31). La centralidad de Paco Valverde se debe a su previa participación en el grupo de 'Requerimientos de sistema'.


Óscar Pastor
Sergio España
Matilde Celma
María José Villanueva
Nathalie Aquino
Paco Valverde
Ignacio Panach
Verónica Burriel
Yeshica Ishikawa
vanderdonckt j.
wieringa r.
dieste o.
sikkel k.
daneva m.
abrahao s.
matteo a.
gonzalez a.
fernandez n.
levin a.m.
valverde f.
guzman a.r.
cernuzzi l.
gonzalez m.
giraldo f.d.
grigera j.
gottardi t.
aspect-oriented programming
framework reuse
ontology
empirical study
crosscutting framework
model-based code generation
model-driven development (mdd)
model-driven architecture
model-driven engineering
model-driven reengineering
model-driven software development
model-based user interface development environment
user interface description language
user interface code tweaking
user interface model
user interface model transformation
model driven development
model driven process
model driven architecture
model quality
model evolution
model management
model traceability
model-driven engineering of user interfaces
model-driven application
model-driven approach
model-driven development
model-driven reengineering
model-driven software development
model-based user interface development environment
model-based code generation
model-driven architecture
model-driven development (mdd)
model-driven engineering

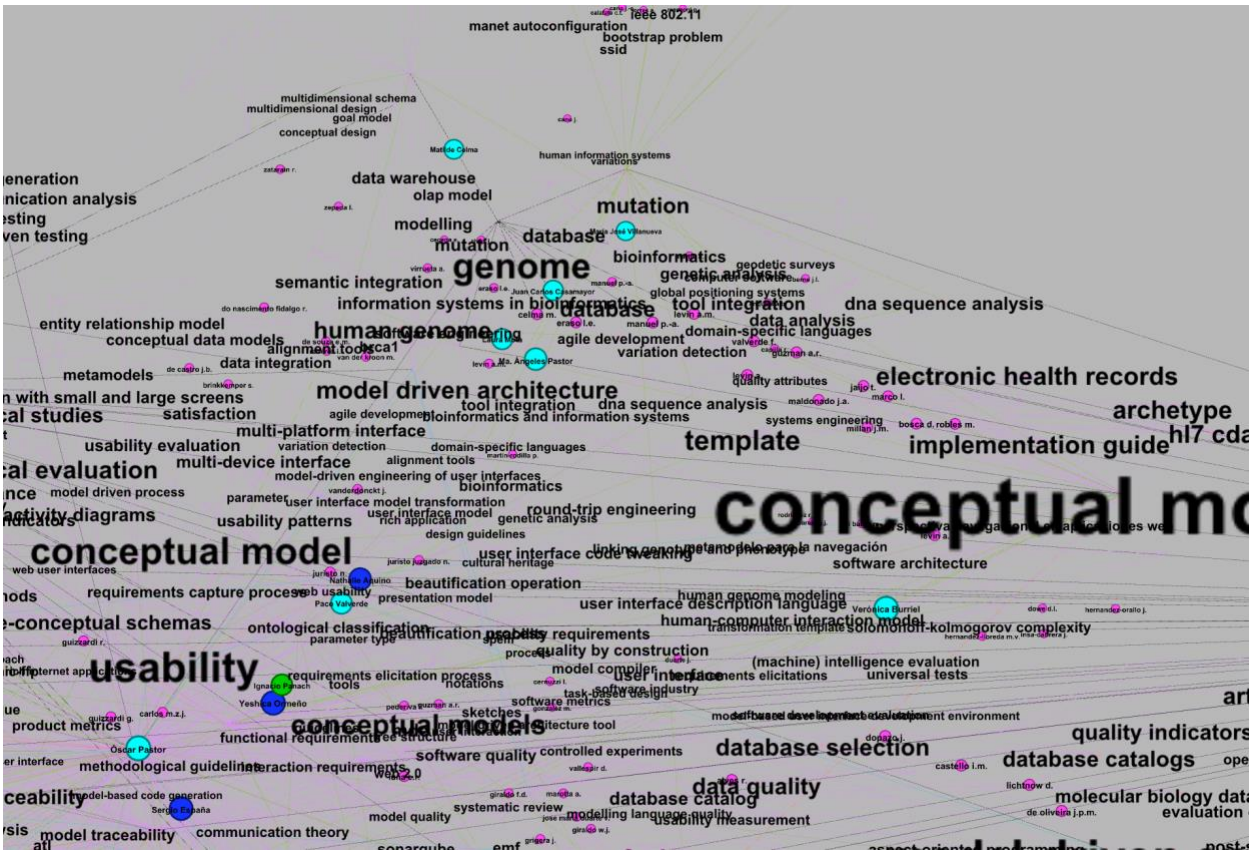


Figura 32: Visualización de las palabras claves asociadas al grupo de 'Genómica'. (J. A. Cid, 2018)

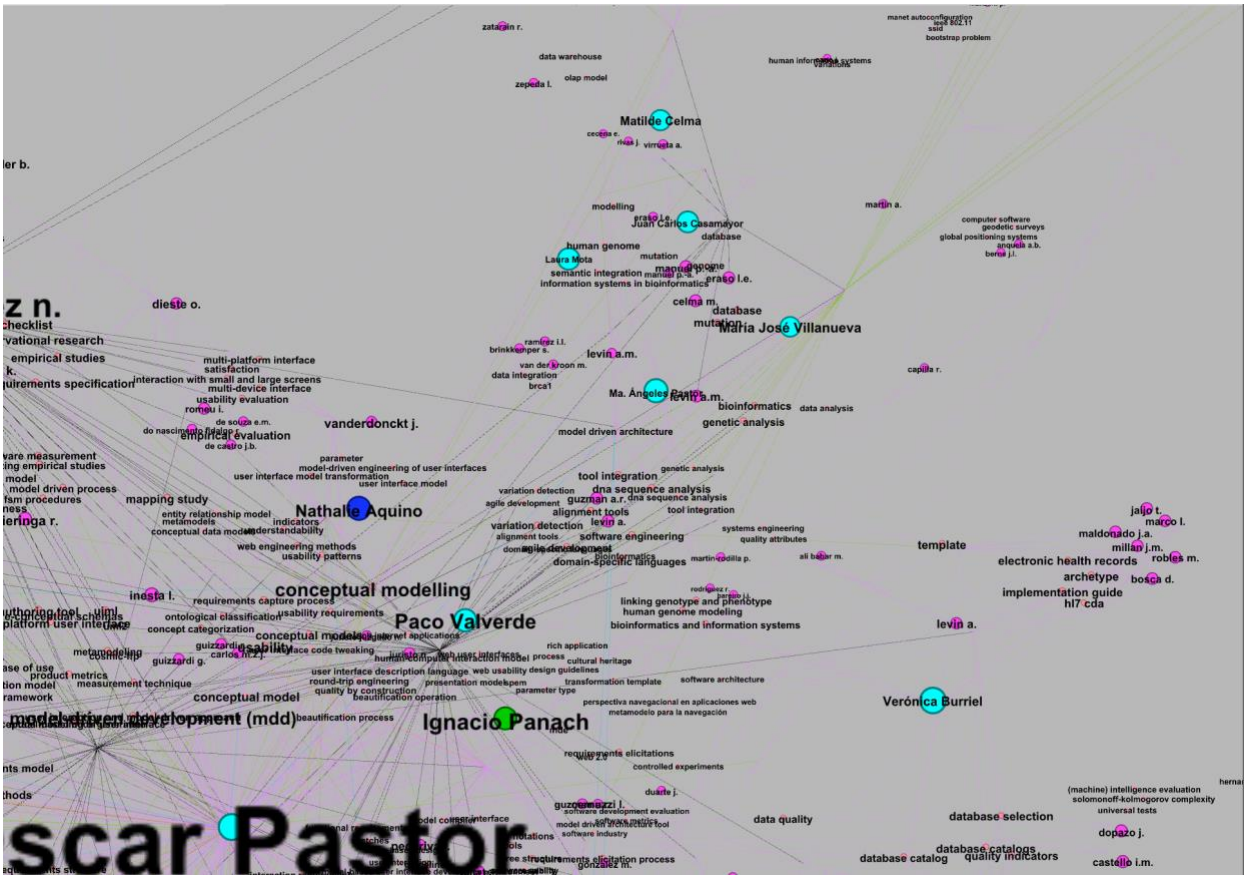


Figura 33: Visualización de las colaboraciones del grupo de genómica. (J. A. Cid, 2018)

La figura 33 muestra la espacialización de las colaboraciones mayormente con investigadores fuera del centro Pros. Esto puede deberse a que los temas informáticos son de menor importancia que los temas de genómica. A pesar de ello, visualmente no es posible destacar alguna colaboración en particular.

Visualización del grupo de 'Usabilidad'

El grupo de usabilidad está compuesto por un solo miembro: Ignacio Panach. Panach, a diferencia del resto de los miembros del Centro Pros, no está adscrito a la Universidad Politécnica de Valencia sino a la Universidad de Valencia, que es de un corte menos tecnológico. Panach cubre un área con la cual el resto de los miembros no está enfocado y es el tema de la 'Usabilidad' que, de acuerdo a la norma internacional ISO 9241-11:2018 sobre la ergonomía de interacciones entre humanos y sistemas, refiere a "la medida en que un producto específico puede ser utilizado por usuarios específicos para lograr objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción de uso" (iso.org, accedido el 23 de enero de 2019).

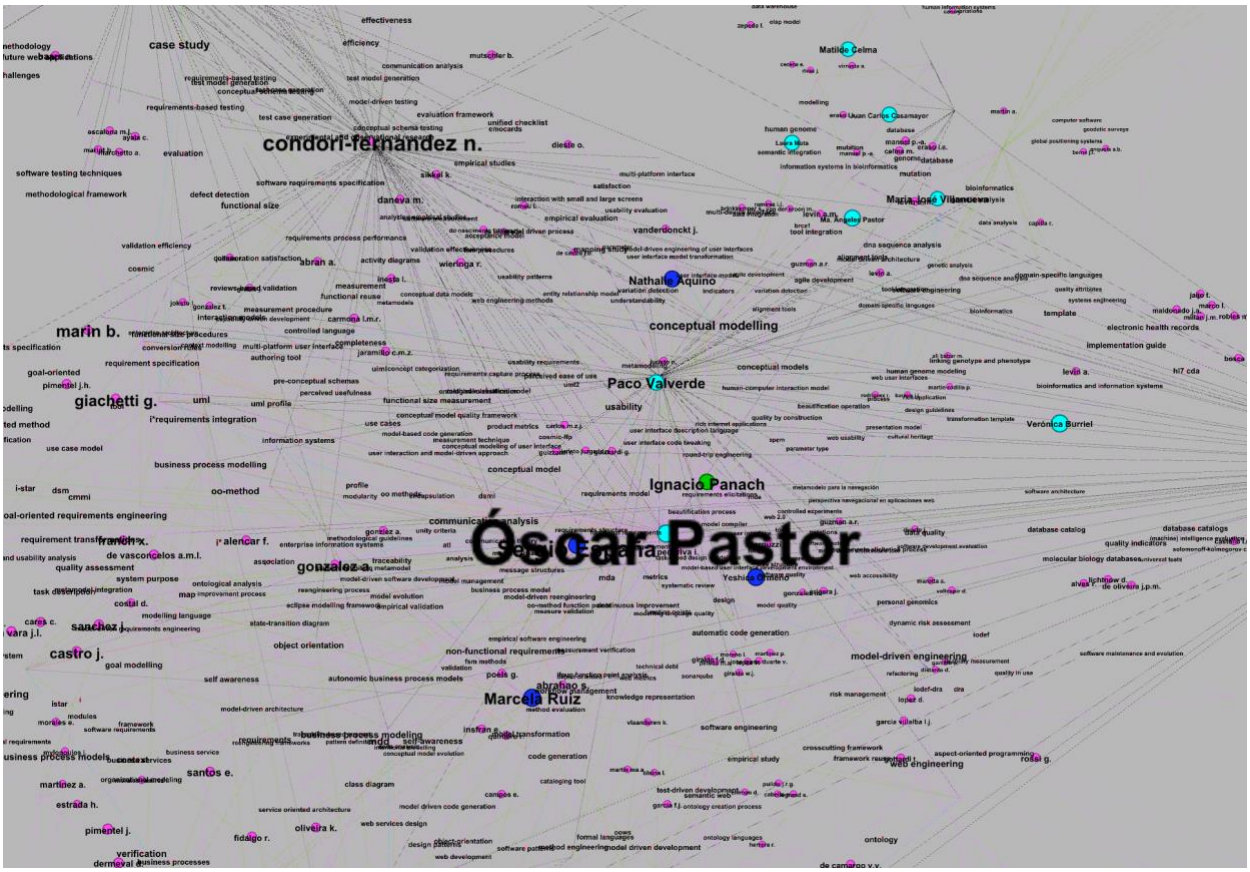


Figura 34: visualización del grupo de 'Usabilidad' integrado por Ignacio Panach. (J. A. Cid, 2018)

La figura 34 nos muestra a Panach espacializado al centro muy cercano a Óscar Pastor y al grupo de 'Requerimientos de sistemas'. Esto se debe a que sus colaboraciones son más variadas lo que es posible comprobar cuando enfatizamos las palabras claves que ha usado en sus publicaciones (ver figura 35). También es posible ver que comparte palabras claves con el grupo de 'Inteligencia del Entorno' y con el grupo de 'Evaluación de Software'. El tema de la usabilidad puede aplicarse a casi cualquier desarrollo informático que implique la interacción humano-computadora, esto ayuda a entender porqué Panach se encuentra espacializado hacia el centro de la red.

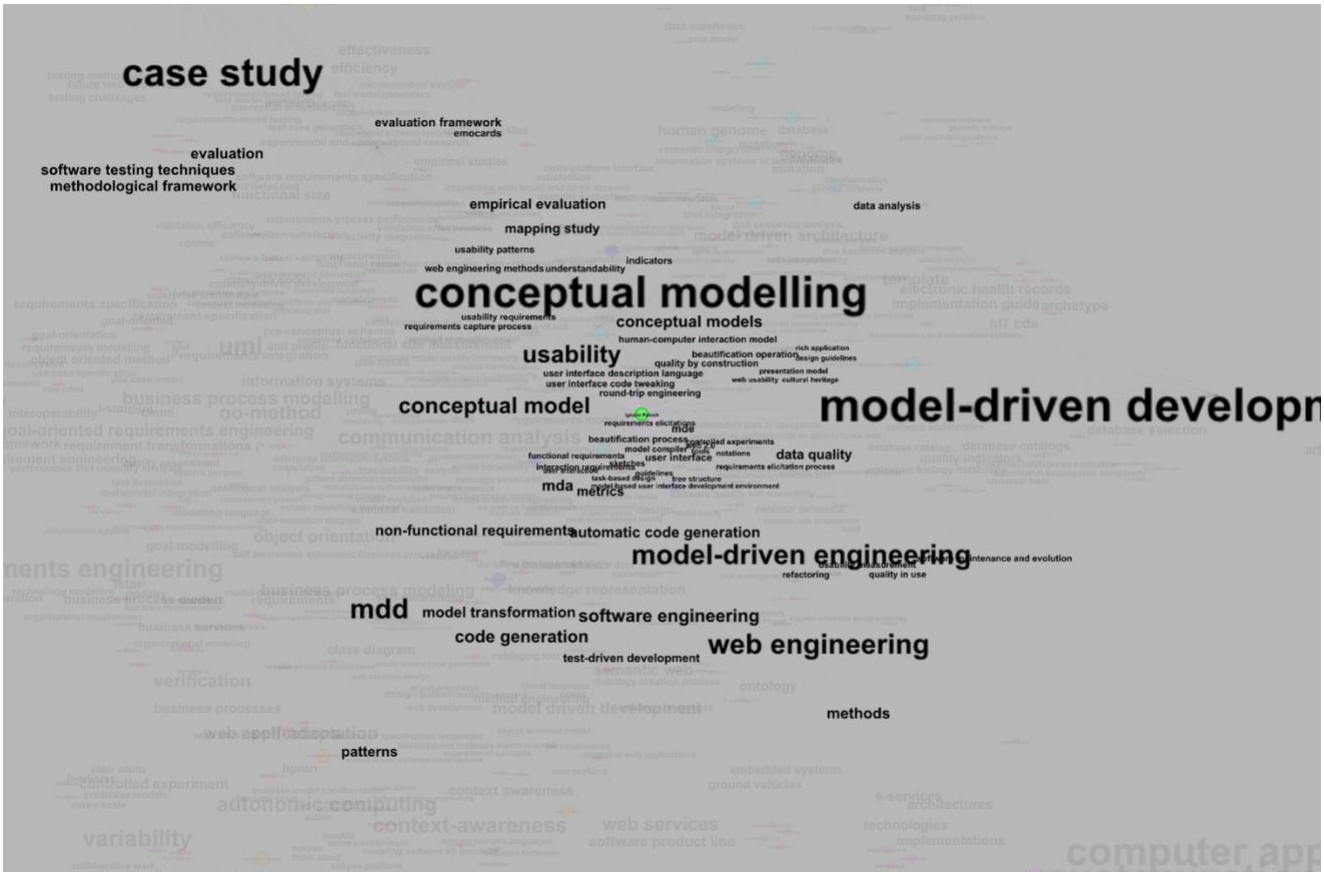


Figura 35: Palabras clave del grupo de investigación 'Usabilidad' distribuídas entre los grupos de 'Requerimientos de Software', 'Inteligencia del Entorno' y 'Evaluación de Software'. (J. A. Cid, 2018)

Sobre las colaboraciones de este grupo de investigación, se realizó una captura de pantalla donde se aisla al colaborador Vanderdonckt, J. ya que durante mi estancia de investigación en Valencia tuve contacto con él, los miembros del Centro Pros comentaban que era una de las personalidades importantes en los temas de usabilidad dentro de la red de colaboradores del Centro. Al aislar su red de palabras claves vemos como temas relacionados con la ingeniería de interfaces, la interacción humano-computadora, incluso temas estéticos

como “beautification operation’ son considerados al realizar evaluaciones de usabilidad de software (ver figura 36).

Figura 36: Visualización de la red de palabras claves asociadas al colaborador del grupo de ‘Usabilidad’, Vanderdonckt, J. (J. A. Cid, 2018)

Conclusiones sobre la visualización reticular de Centro Pros usando VRPAC

La espacialización de la red basada en el algoritmo *ForceAtlas2*, permite la realización de un análisis visual de la organización del Centro Pros. En sí, la lógica algorítmica de *ForceAtlas2* consiste en la mímica de fuerzas físicas de atracción y repulsión denominada: *spring-electric charge*, *spring* para la atracción y *electric charge* para la repulsión. De tal manera que los nodos

se distribuyen a partir de las relaciones directas y las relaciones que tienen en común con los otros nodos, lo que genera una topología de red en la que se generan grupos de nodos, ello permite mostrar comunidades. En el caso del Centro Pros, estas comunidades se construyen en torno de cuatro entidades principales: Óscar Pastor, *Model-Driven Development*, *Conceptual Modelling* y Vicente Pelechano, es decir dos investigadores (entidades físicas) y dos palabras clave (entidades conceptuales).

La espacialización reticular del Centro Pros, donde se muestran sus colaboradores y palabras clave; nos permite observar grupos de relaciones que se basan en las palabras claves en común. Esto facilita la organización de grupos de trabajo, como en el caso de 'Genómica', 'Inteligencia del Entorno' y 'Evaluación de Software', en grupos bien definidos con palabras claves propias de sus objetos de estudio. Aunque comparten con el resto de la red las palabras clave 'Model-driven Development' y 'Conceptual Modelling', se distinguen claramente (contrario a lo que pasa con los grupos de investigación 'Requerimientos de Sistemas' y 'Usabilidad' que están centralizados en torno a Óscar Pastor).

En el caso del grupo 'Requerimientos de Sistemas', su centralidad se debe en parte a que las palabras clave que usa son comunes a otros grupos de investigación, pero también a la presencia de Óscar Pastor en los temas de investigación. Por su parte el grupo de 'Usabilidad' igualmente se encuentra centralizado pero ligeramente desplazado hacia 'Requerimiento de Sistemas' e 'Inteligencia del entorno'.

Dado que la usabilidad es un tema de interacción con computadoras, particularmente interfaces gráficas, el grupo de 'Usabilidad' permea en temas donde se investiga la relación entre usuarios finales y software. Son los casos de 'Requerimientos de sistemas', que desarrolla software para empresas e instituciones donde usuarios finales trabajan con ese software y de 'Inteligencia del Entorno', que además de las edificaciones inteligentes realiza estudios sobre ingeniería Web, otra área que tiene usuarios finales.

La retícula que nos ofrece el algoritmo *ForceAtlas2* nos permite confirmar qué los temas en común organizan toda la red a partir de las palabras clave y que los investigadores más

visibles son los líderes de las diferentes áreas. Estos trabajan en conjunto con el resto de los investigadores por área, pero también se auxilian, aunque en menor medida, de investigadores externos, sobre palabras clave muy particulares. Cabe destacar la presencia de la Investigadora Nelly Condori Fernández, quien colabora con diferentes áreas del Centro Pros, particularmente con las áreas de 'Requermientos de Sistemas' y de 'Evaluación de Software'.

También la red permite dar cuenta del desplazamiento de algunos miembros del área de 'Requerimientos de Sistemas' al área de 'Genómica' razón por la cual, algunos de sus integrantes se encuentran distribuídos entre los dos grupos.

La mayor ventaja de la VRPAC es que la aplicación del algoritmo *ForceAtlas2* facilita el anális visual de las relaciones de los diferentes grupos de investigación a partir de las palabras claves que usan sus miembros en las publicaciones que realizan. También permite observar la distribución de los colaboradores dentro de los grupos de investigación mediante las mismas palabras clave. Bajo esta dinámica es posible seleccionar una entidad para aislar sus relaciones directas con otras entidades y seleccionar alguna de esas otras entidades, lo que nos mostrará las relaciones de la nueva entidad seleccionada con lo que se construye un 'camino' de relaciones de la primera entidad elegida a las siguientes, esto puede realizarse usando el VRPAC, pero no es posible hacer una captura de pantalla de un camino de relaciones para mostrarla en este ejercicio, lo que se expresa como una desventaja de la propia herramienta.

Otra desventaja de la VRPAC es que no permite observar la evolución del Centro Pros desde su origen hasta la fecha de la extracción de los datos (primavera de 2015), para ello es necesario otro ejercicio de manejo de la base de datos en la que se filtren los datos por años de publicación. En sí, esto nos mostraría diferentes topologías que pueden llevar a un análisis más interesante y completo.

Entendemos estas desventajas como limitantes analíticas que pueden ser objeto de rediseño. Sin embargo, consideramos en lo general, que la VRPAC facilita la representación de datos en expresiones reticulares que permiten ganar comprensión sobre la erstructura del

Centro Pros a partir de un análisis general (como en el caso de las figuras 20, ver página 135) y a detalle como en el caso de las visualizaciones por grupos de investigación.

En general el diseño del VRPAC, tiene limitantes tecno-epistémicas por ejemplo, está basado en los datos que ofrece Scopus, lo que quiere decir que si hay información fuera de Scopus, ésta no es considerada en las representaciones finales. Para rediseñarla primero sería necesario identificar los datos, crear las tablas necesarias para convertirlas en datos relacionales y luego importarlas a Gephi. Este trabajo en principio es manual aunque podría programarse, lo que requiere un análisis técnico de cómo acceder a esa información para luego traducirla a archivos de valores separados por comas, y con ello automatizar las traducciones.

A pesar de que nos permite observar la producción del Centro Pros, al mismo tiempo que nos ofrece una ruta de software ya creado para la visualización heterogénea, la VRPAC se centra sobretodo en la dimensión conceptual, es decir en la producción de tecnología intelectual representada en los índices de publicación académica. Aún cuando podemos realizar hipótesis sobre la producción de tecnologías artefactuales[77], no ofrece con claridad una expresión visual de la heterogeneidad reticular del Centro PROS a partir de su organización interna, sino a partir de su visibilidad en Internet, mediante los datos que ofrece el portal *Scopus* por lo que ha sido neceario plantearnos otra herramienta.

[77] Las cuales consisten en modelos conceptuales que son compilados en las denominadas tecnologías CASE (Computer-Aided Software Engeenering)

4.3.4. Diseño de una herramienta de visualización heterogénea usando *Rinho* y *Grasshopper*.

Dadas las necesidades particulares de integrar y visualizar la heterogeneidad propia del Centro Pros, fue necesario desarrollar una herramienta digital capaz de cumplir con nuestras necesidades, es decir, describir la heterogeneidad del Centro Pros, identificando las tecnologías conceptuales y materiales articuladas por personas y artefactos en asociaciones particulares denominados 'Proyectos de I + D'. Ya se había probado el potencial del VRPAC, para ensayar la visibilidad académica, ya que como herramienta de diseño de escenarios de trabajo, permitió redirigir los esfuerzos del Centro Pros hacia la genómica, con la finalidad de aumentar su presencia en las divulgación de investigaciones centradas en la aplicabilidad del *'Model-Driven Development'* apartir de una extracción de datos dentro de Scopus[78]. A pesar de ello, no respondía al interés de mostrar la tecnologías conceptuales y artefactuales que usan los investigadores en sus proyectos.

Durante la estancia de investigación el colega Josué Tello exploraba el diseño algorítmico con un marco de programación visual denominado *Grasshopper*. Dentro de este marco, Tello, exploró la programación visual y sus flujos en la construcción de geometrías 2D y 3D. Sus investigaciones permitían entender la ingeniería de computo vinculada al modelado y comunicación Hombre-máquina desde un lenguaje del diseño. Así que nos vinculamos para explorar el diseño de una herramienta que cubriera las necesidades epistémicas y visualizar el Centro Pros, enfocados en las posibilidades computacionales de la herramienta *Grasshopper*.[79]

Como resultado de la colaboración, se construyó 1) una herramienta digital que permite observar la heterogeneidad del centro Pros mediante la representación reticular de *dataviz*

[78] En un encuentro informal con Óscar Pastor se le mostró el avance en la construcción de la herramienta y preguntó por el nodo del área de genómica, la herramienta computaba un nodo a penas visible en relación con el resto de los trabajos del centro pros, que por cierto, integró información de 2007 a 2015. Luego de observar la nula visibilidad del área, Pastor indicó a uno de sus colaboradores, quien se encontraba en el mismo laboratorio en ese momento, que vinculara a dos de sus investigadores al área. Luego pregunté a uno de ellos porque era importante tener esa visibilidad y respondió que el tema de computar el ADN representaba una carrera económica y tecnológica dentro de la Unión Europea.

[79] Grasshopper es un editor gráfico de algoritmos generátivos integrado a la plataforma de diseño y modelado Rhinoceros. Está concebido para facilitar la creación de algoritmos a partir de la representación gráfica de objetos y relaciones, básicamente es un editor conceptual, donde ciertos parámetros están predefinidos y en su caso se explora la conectividad entre objetos para construir algoritmos representacionales basado en datos de entrada. Disponible en http://www.grasshopper3d.com/

llamado *Chord Diagram.*[80] Este facilita visualizar diferentes categorías de datos representadas por entidades que guardan relaciones de semejanza, dentro del marco de las categorías primeramente definidas. Gráficamente se dibuja un círculo en el que las entidades se disponen sobre la circunferencia y las relaciones simulan "cuerdas" o *chords* en inglés, que unen las entidades por el interior del círculo. Mediante el uso del color se diferencian las entidades y sus cuerdas con lo que es posible visualizar fácilmente las relaciones y compararlas.

2) La herramienta se convirtió en un proyecto de diseño de medios digitales que además representó un problema conceptual y procedimental de diseño visual al usar como base material software de representación de geometrías y modelos 2D y 3D (Rhino + Grasshopper[R+G]). Esto se volvió en un reto de diseño, en tanto que era necesario construir una base de datos que facilitara su traducción a una "nube de puntos",[81] que pudiera ser leída por el software para traducirla en una representación visual útil. También se buscaba que la representación fuera interactiva de tal modo que al posicionar el cursor sobre alguna de las entidades; visualmente se aislara del resto de las entidades para observar su propia red tecno-epistémica.

3) Se exploró un software enfocado al modelado industrial junto a un plugin *open source*, lo que representa un trabajo pionero en la comunidad de desarrolladores del entorno de trabajo R+G en la visualización de datos, ello no solo contribuye con herramientas y conocimientos para la comunidad de diseñadores de información, también para la comunidad de modelado de geometrías, la figura 37 muestra el esquema de programación que se realizó para esta herramienta a la que llamamos 'herramienta R+G" (hR+G).

[80] *Chord Diagram* es un modelo de representación circular de redes que facilita la visualización y comparación de relaciones entre diferentes entidades agrupadas árboreamente (datavizcatalogue, 2018)

[81] La nube de puntos es un concepto del modelado computarizado que refiere a un conjunto de puntos dispuestos en un espacio virtual cuyas relaciones permiten la creación de topologías y con ello dibujar líneas, superficies y volúmenes.

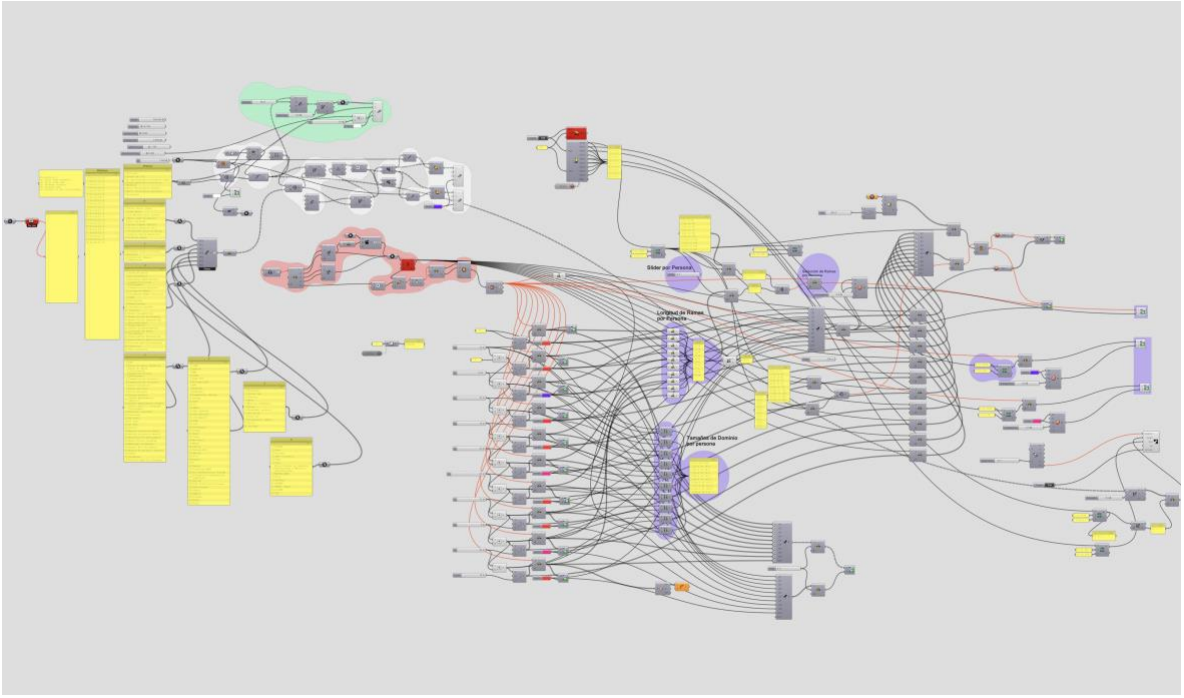


Figura 37: Diagrama de programación en *Grasshopper* de la visualización en red de las heterogeneidad del Centro Pros. (Tello, J., 2015)

El flujo de trabajo de modelado de la hR+G comenzó con la generación de una encuesta usando *Formularios* de *Google* que se constituía de preguntas cerradas y abiertas, las preguntas cerradas se referían a las áreas de investigación y proyectos de I+D, publicados en el sitio web del Centro Pros. Las preguntas abiertas se refirieron a los marcos tecnológicos y conceptuales con los que abordan sus investigaciones y desarrollos tecnológico.[82] Todas los resultados se guardaron en una tabla relacional construida en *google sheets*.[83] Luego ésta fue exportada a Excel para el tratamiento de los datos.

El primer problema procesual de diseño consistió en traducir la lista relacional de Excel a datos manipulables dentro de *Grasshopper*. Nos dimos cuenta que no podíamos automatizar la traducción de la tabla Excel a números computables por Grasshopper que fueran útiles para la representación del diagrama de cuerdas. Así que, de forma manual convertimos los datos en valores numéricos: cada cadena de caracteres formaba parte de una lista de datos, también las listas se tradujeron a representaciones numéricas. Se construyeron 8 listas: por categorías,

[82] Una vez realizado el formulario se envío a través de la lista de correos del centro Pros a los miembros. Tras dos semanas de enviado el correo, se recibieron pocas respuestas por lo que se reenvío insistiendo en que estos datos se usarían en un modelo de visualización de información sobre la forma en que el centro Pros se organiza en sus proyectos de I+D. Al final solo se recibieron nueve respuestas, todas ellas de los investigadores que estaban en el mismo laboratorio que yo.

[83] Google sheets es el homólogo de Microsoft Excel elaborado por Google

personas, grupos de I+D, Proyectos, Marco tecnológico digital, marco tecnológico análogo, marco epistemológico depalabras clave y marco epistemológico de teorías y modelos. Lo siguiente fue computar las relaciones de manera manual en un cuaderno, por ejemplo el dato 1 de la lista 1 se relacionaba con los datos 4, 0, 1, 2, 1 y 0 de las demás tablas de acuerdo a las respuestas vertidas en las encuestas (ver figura 38).

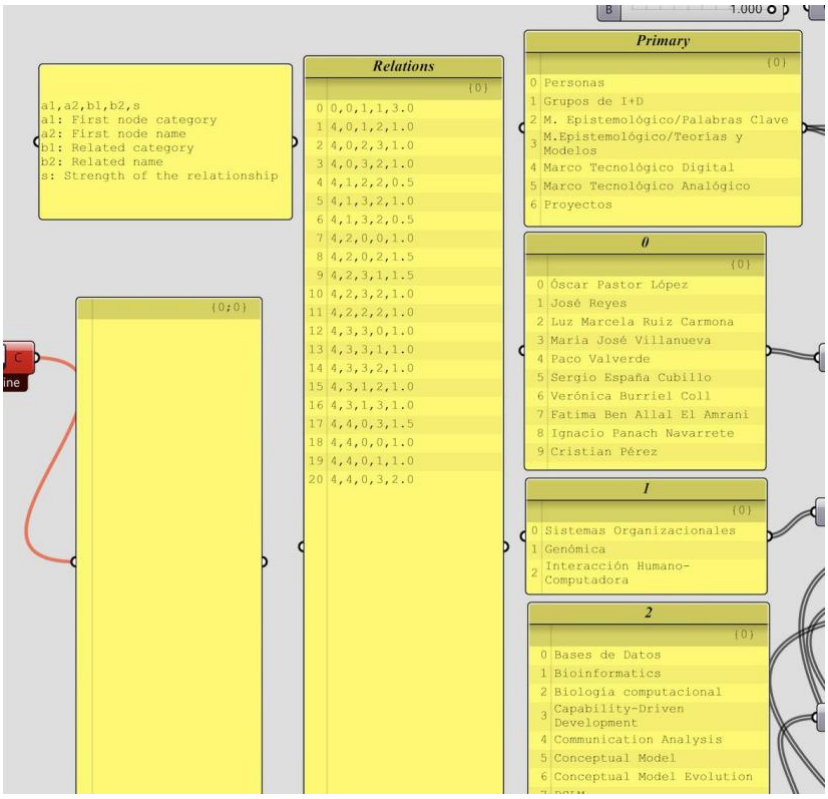


Figura 38: Impresión de pantalla de las tablas relacionales. (Tello, J., 2015)

Una vez determinadas las relaciones, se procedió a programar la representación de la red. Fue un proceso heurístico, pues primero se determinó que se quería un diagrama de cuerdas ya que estas permiten visualizar patrones de relación organizadas por categorías (a diferencia de la VRPAC, que organizaba por fuerzas de relación). También se buscó que al posicionar el cursor sobre cualquiera de los datos, éste y sus relaciones, resaltaran visualmente; los otros gráficos se dibujaron semi-transparentes, facilitando la visualización de relaciones particulares.

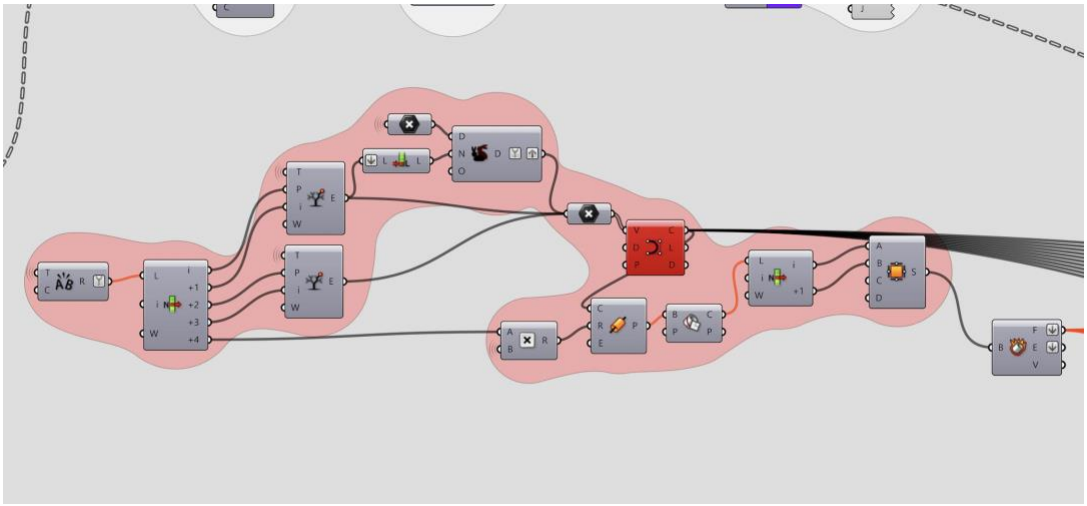


Figura 39: Sección de *Grasshopper* en la que se modela la programación para la asignación de valores en la construcción de relaciones y nodos. (Tello, J., 2015)

Se construyó una geometría semi-esférica en la que los datos fueron organizados sobre la línea de la circunferencia (ver figura 40). A partir de las categorías, se asignaron diferentes valores cromáticos a los datos y las líneas que representan las relaciones. Se determinaron los grados de curvatura de las líneas y su altura con la finalidad de obtener un modelo 3D de la red. Se programaron las acciones del cursor para resaltar los datos y se ensayaron diferentes mecanismos de exploración interactiva usando *Leap Motion*, un hardware con sensor infrarojo para reconocer movimientos y con ello programar interacciones a partir de los gestos de las manos.[84] Mientras que estos prototipos solo se exploraron, mostrando ciertas deficiencias y dejando abierta la posibilidad de mayor investigaciones al respecto; el resultado final fue un archivo editorial en PDF donde se muestra un conjunto de redes que se refinaron usando Corel Draw y Adobe Illustrator.

[84] Los ejercicios de prototipado rápido quedaron como propuestas para futuros desarrollos dado que requieren mayor tiempo del que se dispuso para ese trabajo, además que requiere de una investigación más profunda sobre la creación e integración de *plug-ins*. Esto en su sentido tecnológico, en su sentido como herramienta analítica, los ejercicios de prototipado rápido no arrojan los suficientes datos para exponer su potencial, debido a que cuando se realizaron eran acercamientos muy someros lo que significa que se requiere más conocimientos y habilidades para la integración de hardware de interacción como *Firefly* y *Leap Motion*.

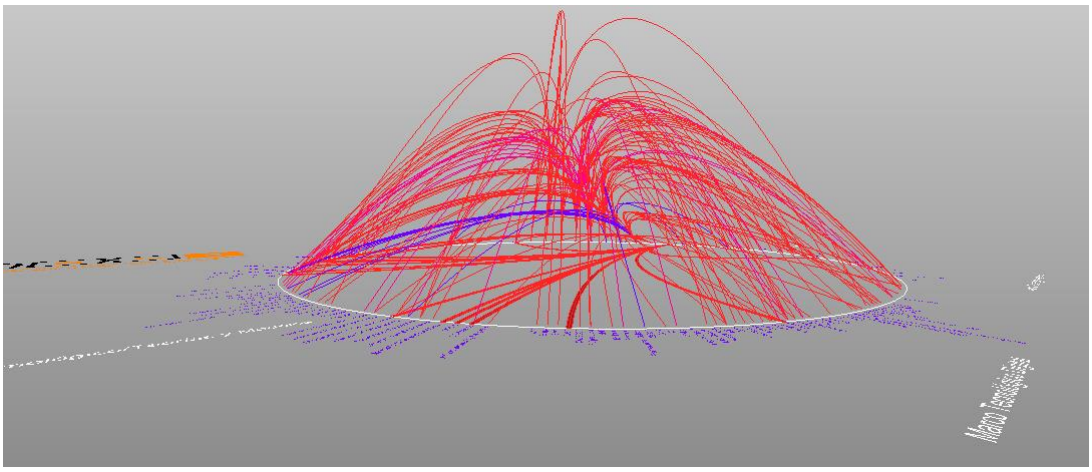


Figura 40: Geometría tridimencional para prototipo de exploración interactiva del hR+G. (Tello, J., 2015)

El documento PDF contiene cuatro partes.[85] La primera muestra la representación completa de la red heterogénea del Centro Pros. La segunda, muestra el área de investigación Genómica, la tercera al grupo de Sistemas Organizacionales y la cuarta, el área de Interacción Humano-Computadora. La visualización no solo nos permitió observar los patrones de "ocurrencia",[86] en las relaciones de los nodos conceptuales y tecnológicos, también nos permitió conocer identificar esas tecnologías y en qué desarrollos se aplican.

De la misma manera que en la VRPAC, la hR+G para la visualización de la red heterogénea promueve la exloración general y a detalle mediante la vista con *zoom* (está opción está disponible en el documento PDF). En el caso de la hR+G, la razón de usar la vista mediante zoom, se debe a la cantidad de entidades que se obtuvieron de las encuestas en línea. Por lo que al distribuirlas en la geometría, aumentaban el diametro del diagrama de cuerdas que se generaba, dificultando la legibilidad.

[85] Disponible en https://github.com/JorgeAlSidi/CentroPROS/blob/master/Cartografia%20Centro%20PROS.pdf
[86] Esto es la cantidad de veces que un dato aparece en la encuesta y por tanto la cantidad de relaciones que ese dato tiene.

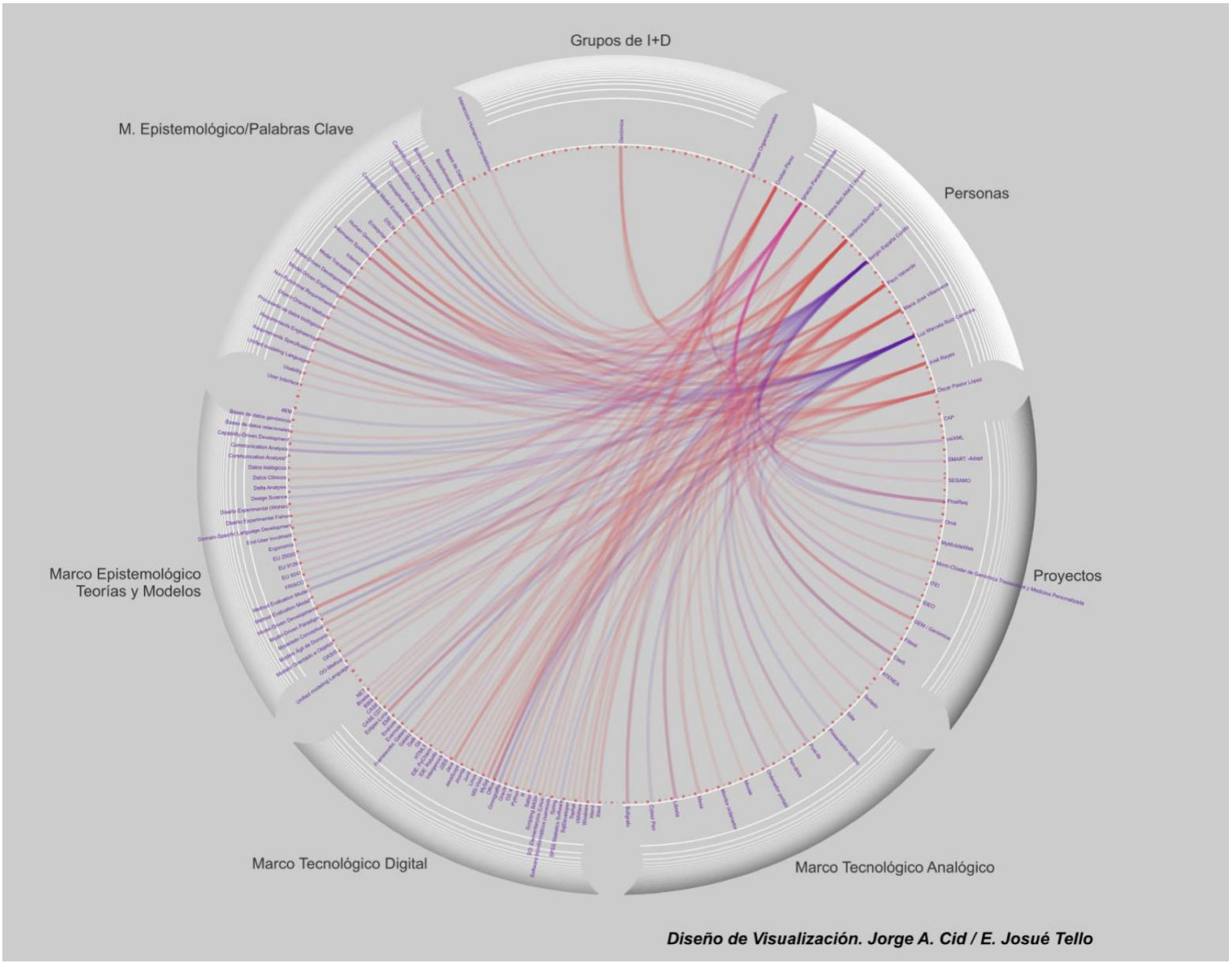


Figura 41: Representación general de la red de Conceptos y Tecnologías del Centro Pros.[87] (Cid, J. y Tello, J, 2015)

Las entidades se organizaron en siete grupos: 1) Grupos de I+D, que refiere a los grupos de investigación. Donde solo respondieron miembros de los grupos de investigación: Requerimientos de Sistemas (en el trabajo se le llamó 'Sistemas Organizacionales'), Genómica, e Interacción Humano-Computadora (que refiere al grupo de 'Usabilidad')[88]. 2) Personas, este

[87] las líneas curvas con mayor saturación de color representan los datos con mayor cantidad de relaciones, así mismo, aquellos menos visibles contienen las menores relaciones

[88] Coloquialmente los miembros del Centro Pros reconocen los grupos de investigación con los nombres asignados en hR+G, mientras que los nombres en la VRPAC corresponden a la información publicada en el sitio web del Centro Pros (disponible en http://www.pros.webs.upv.es/).

grupo se refiere a los investigadores, indistintamente de si son colaboradores o miembros fijos de Centro Pros. 3) Proyectos, agrupa a los programas de I+D en los que han participado los encuestados. 4) Marco tecnológico analógico, denominamos así al conjunto de tecnologías artefactuales consideradas analógicas o físicas que fueron mencionadas en la encuesta. Mientras que llamamos 5) Marco tecnológico digital, al conjunto de herramientas computacionales y aplicaciones Web y de escritorio en las que se apoyan los investigadores. 6) Marcos epistémológicos, teorías y modelos; agrupa al conjunto de tecnologías conceptuales que son la base conceptual sobre la que soportan los proyectos de investigación y 7) concentra los Marcos epistemológicos representados por las palabras clave que los encuestados relacionan con su actividad dentro del Centro PROS y que ellos mismos definieron.

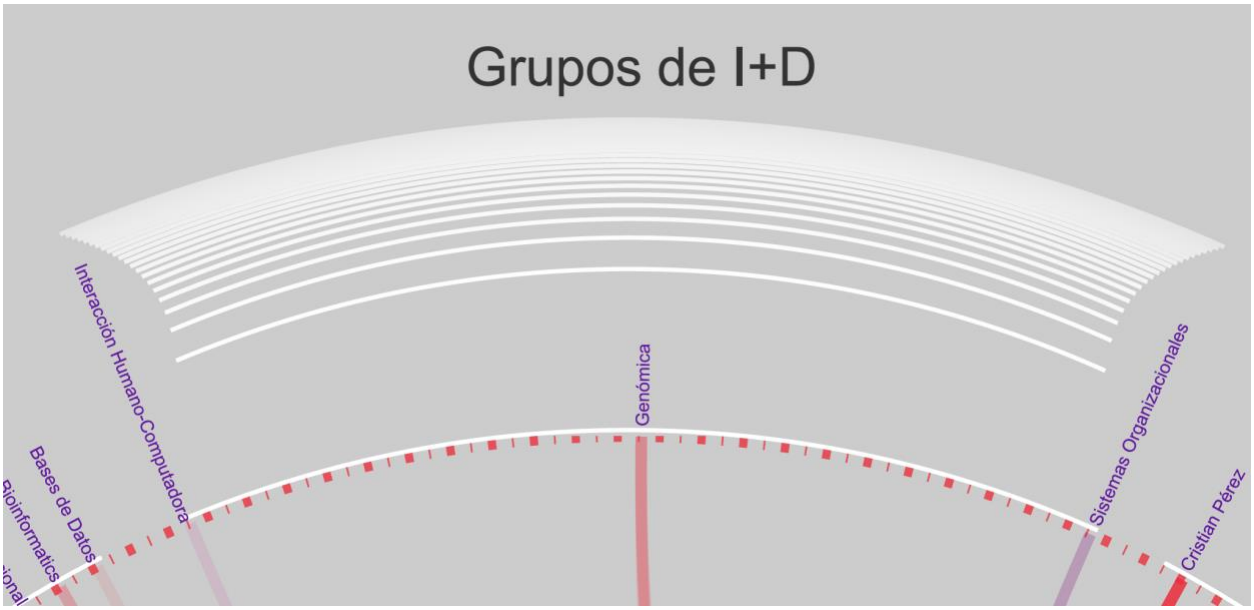


Figura 42: Visualización a detalle de los grupos de investigación donde muestra que la línea más opaca se corresponde con Genómica, mientras que la menos opaca, se corresponde con Interacción Humano-Computadora. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

De esta manera distribuímos las entidades en categorías medibles por métodos visuales con los que es posible identificar la heterogeneidad del Centro Pros a partir de los datos obtenidos de sus miembros. La estrategia de análisis visual consiste en aprovechar las diferentes opacidades de los colores para identificar la cantidad de relaciones que cada entidad posee. Con la hR+G es posible aislar cada entidad y visualizar sus relaciones particulares mediante el control “fader” de un dispositivo físico denominado “Firefly” y únicamente se programó para visualizar las relaciones a partir de la categoría ‘Personas’. Para

la presentación del reporte PDF se exportaron visualizaciones correspondientes a cada grupo de I+D, estas imágenes son las que se presentan en este documento (ver figuras 42-48).

Los hallazgos de este método de análisis nos aportan que las principales tecnologías conceptuales son, por palabra clave: 'Conceptual Model', 'Human Genome', 'Information Systems', 'Model-Driven Development', 'Model-Driven Engeenering' y 'Requierments Engineering' (ver figura 43). En Teorías y Modelos destaca 'Model-Driven Development', 'Modelado Conceptual' y Communication Analysis. Mientras que las palabras clave guardan estrecha relación con las observaciones realizadas con la VRPAC, en el caso de hR+G, nos muestra otras tecnologías conceptuales para el caso de la categoría Teorías y Modelos (ver figura 44).

Otros marcos teóricos que no son visibles en la VRPAC son 'Datos Biológicos', 'Design Science', 'Diseño experimental (Wholin)', 'Diseño experimental Fisher', 'Ergonomía', estos últimos relacionados a la disciplina del diseño. También destaca la mención de estándares ISO como 'EU 25000', 'EU 9126', 'EU 9241', que son estándares europeos de usabilidad (ver figura 44).

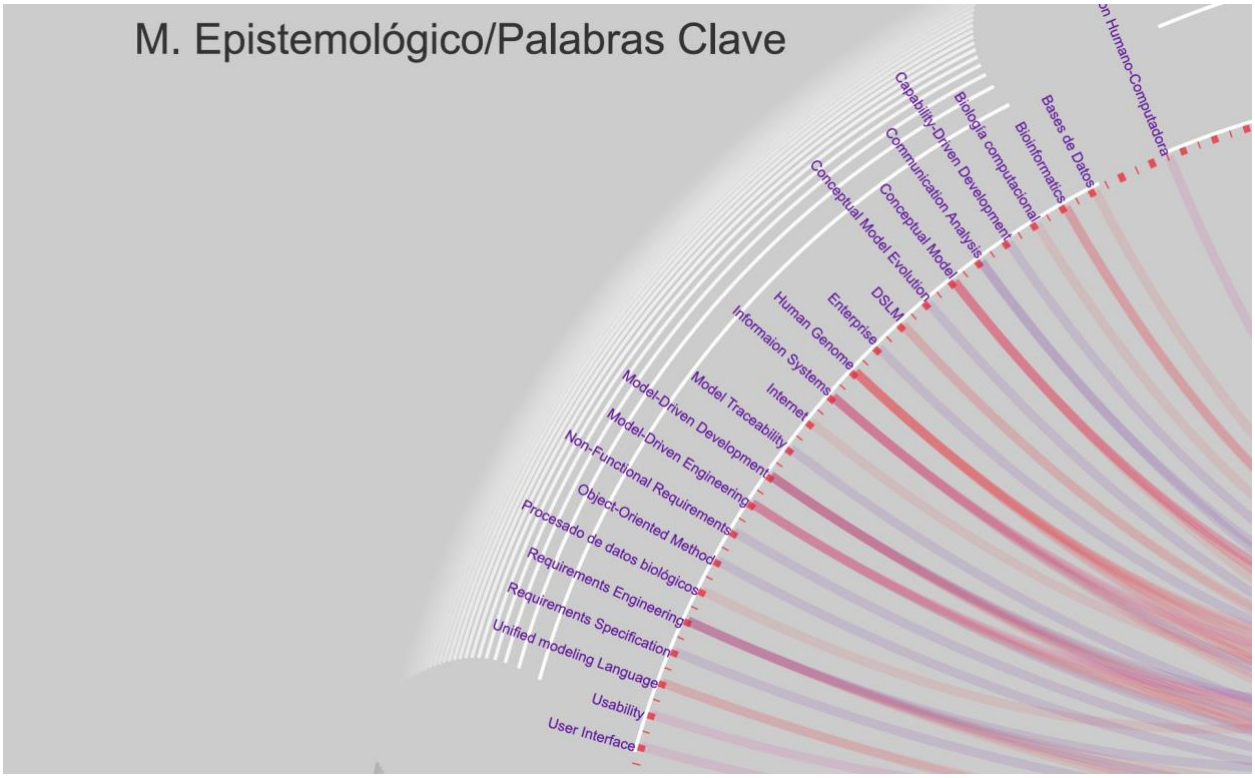


Figura 43: Detalle de la categoría Marco Epistemológico por palabras clave. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

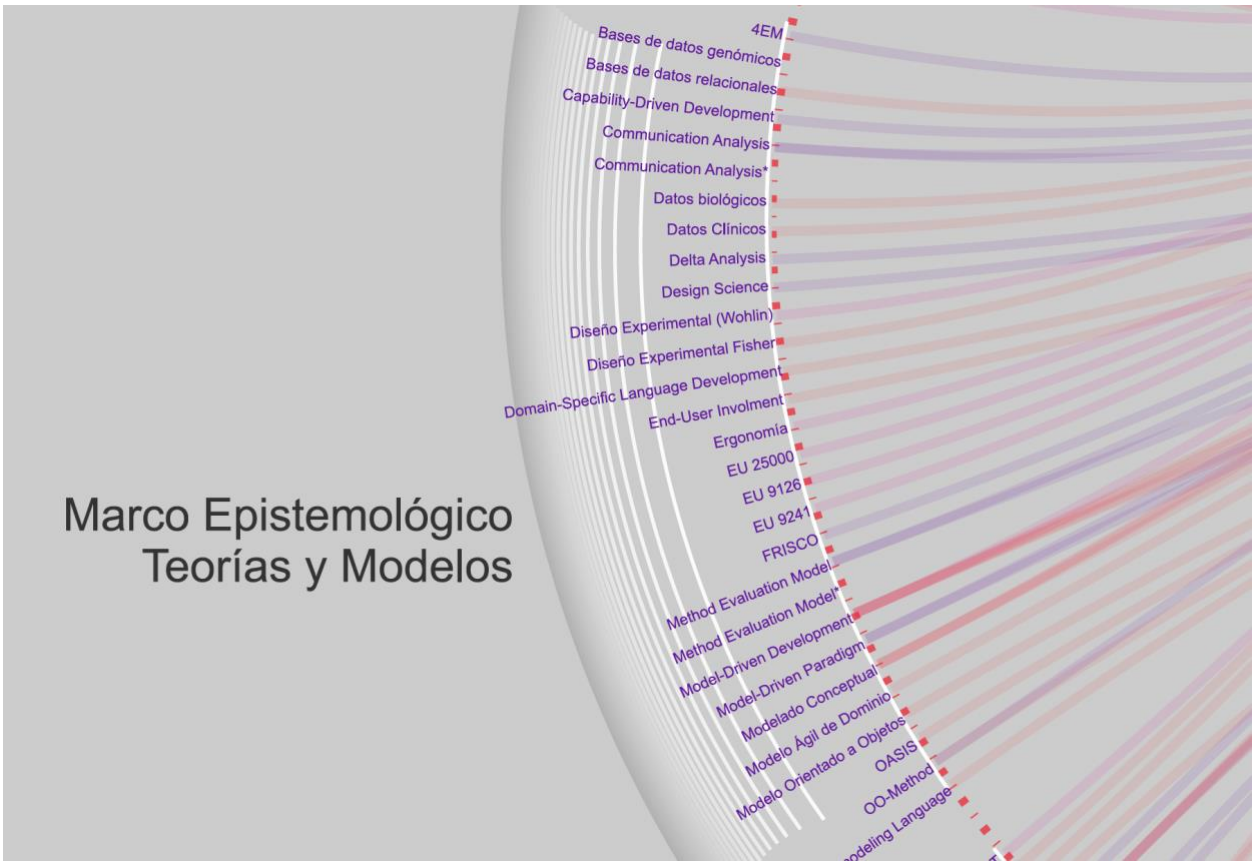


Figura 44: Detalle del Marco Epistemológico: Teorías y Modelos. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

En el caso de los marcos tecnológicos digitales, las entidades más mencionadas son Eclipse-Luna.[89] Esto hace congruencia con la mención del entorno de programación Java, ya que Eclipse está optimizado para programar en Java. Las otras dos menciones más importantes son el sistema de administración de bases de datos *MySql,* un estándar de administración de base de datos de gran utilidad en los entornos informatizados, finalmente Office, la suite de herramientas digitales de Microsoft para la generación de documentos y administración de proyectos (ver figura 45).

[89] Una plataforma para la producción de software desarrollada por *IBM*, que luego fue puesta para su uso libre y que es muy usada por los desarrolladores basados en *Model-driven Engineering.* (eclipse.org, accedido el 30 de enero de 2019)

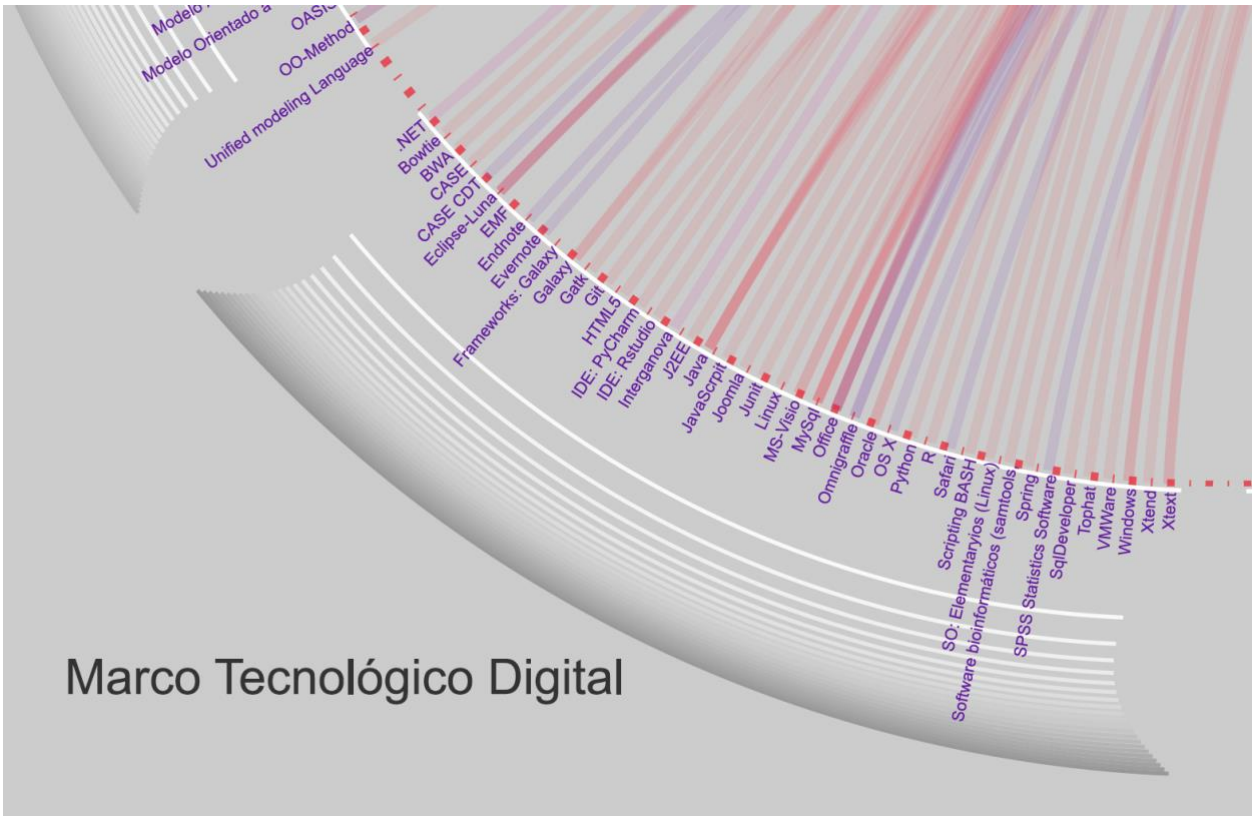


Figura 45: Visualización del marco teórico digital. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

Otras menciones tienen que ver con entornos de programación como Endnote, Evernote, Galaxy con los cuales se escribe software. Lenguajes de programación como Java, javascript, Python, R. Sistemas operativos Linux, Windows, Os X y herramientas para la administración de proyectos como Omnigraffle, Ms-Visio. Esto sugiere que los recursos tecnológicos son diversos aunque sobresalen las principales tecnologías informáticas como los mencionados en el párrafo anterior. En el caso del marco tecnológico analógico las mayores menciones fueron bolígrafo, libreta, ordenador portatil y *post-its*. El resto de las menciones corresponden a artefactos de oficina: mesas, sillas y colourPen. Extenciones para computadoras como: pen-drive, mouse, teclado, monitores, presentadores remótos. En suma son artefactos para la investigación y la presentación de avances y resultados de investigación. (ver figura 46)

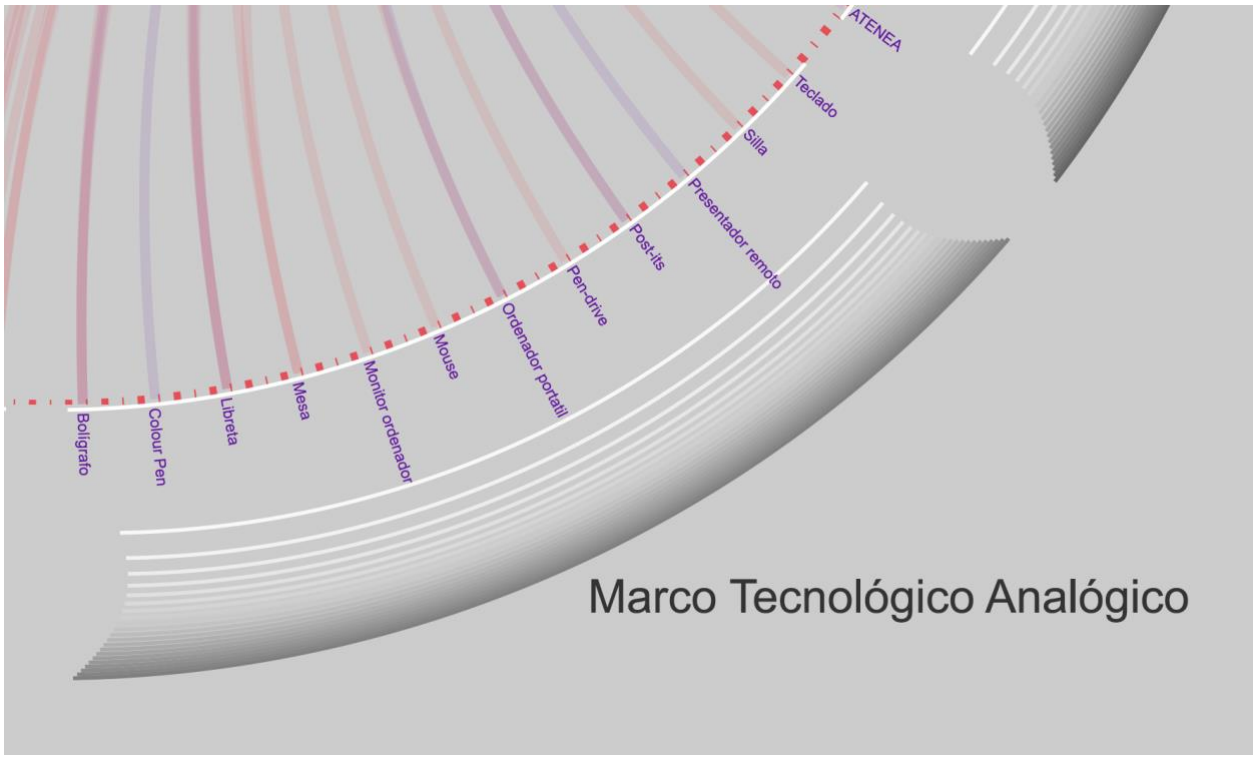


Figura 46: Detalle las menciones del marco tecnológico analógico. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

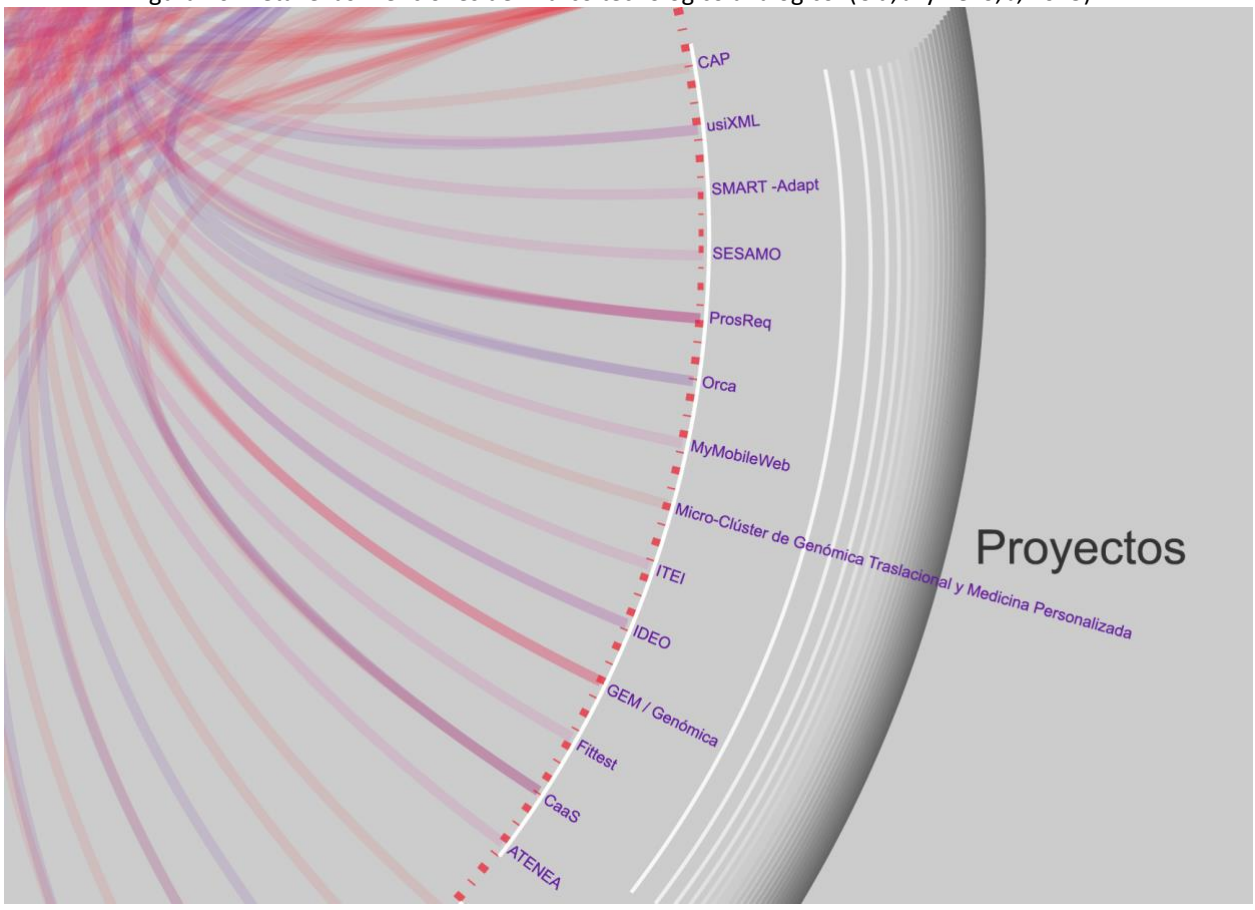


Figura 47: Detalle de la sección de proyectos del diagrama de cuerdas. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

La figura 47 nos muestra los proyectos en los que han participado. Los proyecto CaaS y ProsReq tienen miembros de 'Requerimientos de Sistemas' y de 'Genómica', por otra parte GEM/Genómica tiene la mayor cantidad de participantes. El grupo de investigación de 'Usabilidad' participa en la mayor cantidad de proyectos, lo cual sugiere la relevancia de la *usabilidad* en los proyectos del Centro Pros a pesar de estar constituído por un solo miembro (ver figura 48).

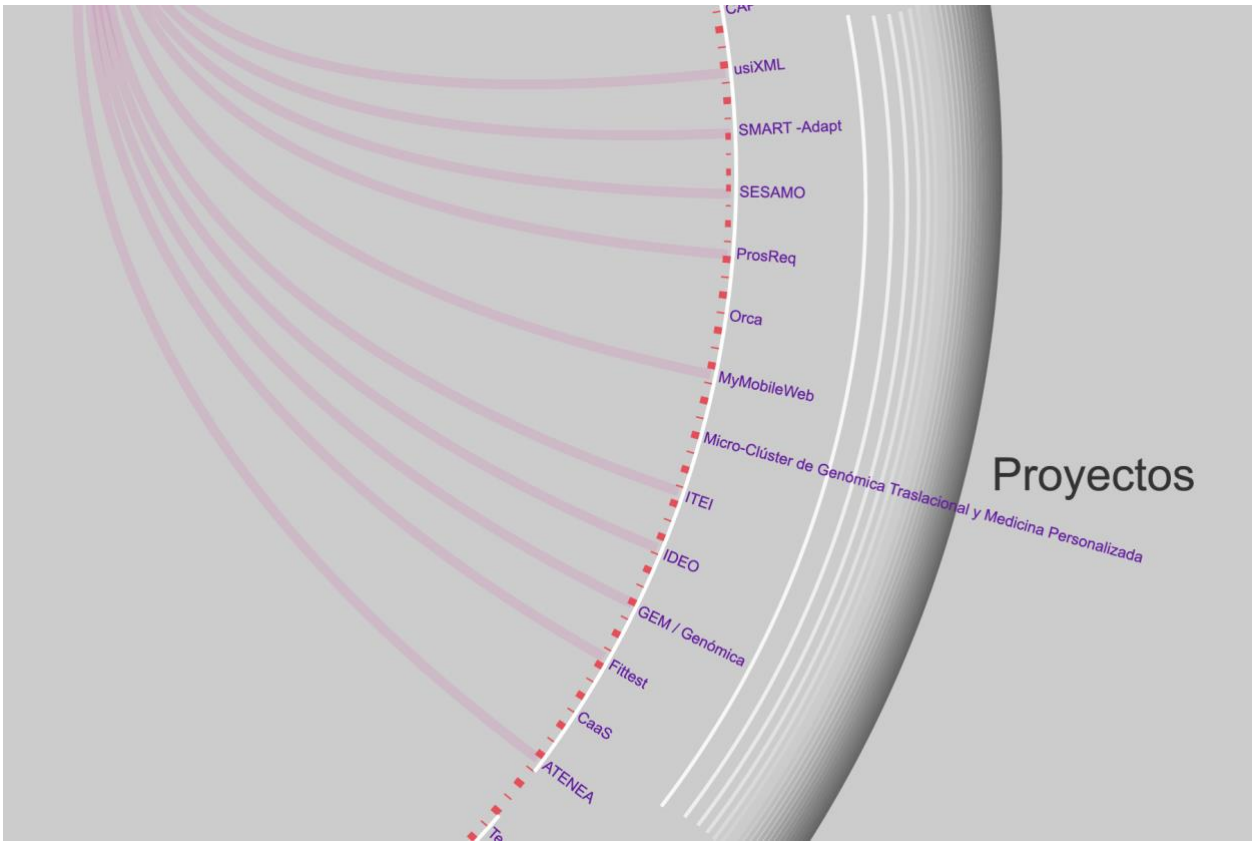


Figura 48: Detalle de las relaciones del grupo de investigación 'Usabilidad' disponible en el documento PDF. (Cid, J. y Tello, J, 2015)

Sobre la aplicación de la hR+G, concluímos varios puntos: 1) en relación al diseño factual de la herramienta, 2) en relación al analísis del Centro Pros y 3) sobre las limitantes tecnológicas y analíticas de nuestra herramienta para futuras mejoras.

La producción de una herramienta de análisis visual con sistemas CAD como es *Rinho* más su extensión open source, *Grasshopper* representó un reto de diseño de información en el cual era necesario converir una serie de tablas relacionales dibujadas en excel en un 'diagrama de cuerdas' que ofreciera información particularizada sobre las relaciones de todas las entidades (conceptuales, artefactuales, proyectos y personas) de las que se obtuvieron datos. Su principal

complicación radica en que Rhino, no es una herramienta que esté creada con fines de visualización de datos, sin embargo gracias a la integración de *Grasshopper* es posible combinar *plug-ins* que nos permitan realizar una *dataviz*, que al mismo tiempo permita dar cuenta de la información organizada.

Nuestras limitantes para automatizar los datos de excel y traducirlos a números que fueran importados por *Grasshopper* supuso la traducción manual de los datos, lo cual no tomó mucho tiempo para procesarlos, recordando que fueron nueve respuestas, consideramos que de haber sido más, el trabajo habría sido extenuante, sin duda esto se podría resolver con un diseño de base de datos o con una programación especializada para la traducción de las respuestas a números para que después, estos se organizacen en tablas relacionales.

Sobre los aportes al análisis, la hR+G, nos permite visualizar con mayor puntualidad la heterogeneidad tecnológica del Centro Pros. Pues tuvimos la libertad de construir las categorías organizadas en grupos de datos que se convirtieron en preguntas del formulario. La elección del Diagrama de Cuerdas nos permite visualizar relaciones y compararlas.

Consideramos que la elección de la opacidad como cualidad gráfica para faciitar análisis, nos permite identificar ocurrencias en el uso de las tecnologías. La opacidad tiene la característica de que, a medida que diferentes aristas convergen en un nodo, los colores y porcentajes de opacidad se mezclan generando variaciones de tono en las cuerdas, con ello se visualizan patrones de ocurrencia.[90] Esto nos permite conocer quienes hacen uso de cierto artefacto. Otro aspecto relevante consiste en la capacidad de poder aislar entidades para mostrar únicamente sus relaciones, lo que permite una visualización más detallada de cada entidad y permite profundizar en el estudio de la heterogenidad.

Finalmente, sobre las limitaciones tecnológicas y analíticas, nos queda claro que es necesario realizar más investigaciones sobre la creación de software para la visualización de datos, también sobre el uso de entornos de programación que nos permitan automatizar ciertos

[90] Por ejemplo, el azul de 'Requisitos de Sistemas', se mezcla con el naranja de 'Genómica' en el nodo Eclipse-Luna (ver figura 46)

procesos y por tanto enfocarnos en el análisis visual, más que en la construcción de la herramienta misma. Una vez que sea posible tener una herramienta refinada, entonces un sistema como este podría ser de utilidad en la investigación heterogénea de proyectos de diseño.

La limitación analítica consiste en que solo se muestra una parte de los investigadores del Centro Pros, pues la mayoria no participó en responder al cuestionario. Por ello consideramos necesaria la creación de otra estrategia para hacer que el resto de los miembros participen en la construcción de los datos.

4.3.5. Conclusiones de las visualizaciones del Centro Pros

El centro Pros representó diferentes problemas de complejidad desorganizada y por tanto de diseño de información con métodos digitales. El primero de ellos consistió en obtener los datos relacionales que nos permitieran construir su retícula heterogénea. Segundo, identificar los conceptos y tecnologías que forman parte de sus desarrollos de I + D y tercero, representar las relaciones que surgen al procesar los datos usando software de computación por grafos como Gephi o software de modelado virtual como Rinho + Grasshopper. De ello se obtienen las siguientes conclusiones.

Para la obtención de datos relacionales se usaron tanto la etnografía como la captura digital de datos. La segunda consistió en extraer los datos digitales que produce el Centro Pros y en generar los propios a partir de formularios. En el ejericio que se desarrolló se usó la base de datos de *Scopus* y, siguiendo la línea de los Métodos Digitales expuesta por Rogers (2013), usarlos con fines de investigación social y cultural, en nuestro caso, trazar las asociaciones tecno-epistémicas. El primer diseño de Información configurado al que denominamos VRPAC, claramente sigue la línea expuesta por Rogers en el cual el diseño propuesto se generó a partir de una combinación de software accesible desde Internet que está pensado para el estudio de la producción académica. Sobre esta base se integraron herramientas para realizar consultas refinadas en *Scopus* junto con herramientas de comunicación y administración de información. Este proceso integra las principales áreas del diseño de información, es decir la generación de información-recurso, la modelística de datos y la generación de información-producto.

Mediante procesos iterarivos del uso de las herramientas, fue posible identificar patrones entre los datos que fueron contrastados con la estructura formal del Centro Pros a partir de la etnografía. De tal modo que la integración de ambos procesos permitió modelar y refinar los datos para construir la herramienta analítica. Con ello fue posible identficar los grupos de investigación, las tecnologías conceptuales y artefactuales visibles a través de *Scopus*.

Construir sobre los métodos existentes conlleva algunas limitaciones, el rango de preguntas y respuestas que se puede obtener están determinados sobre los métodos digitales por lo que si buscamos mayor libertad para el análisis, es necesario construir nuestros propios artefactos para el diseño de información digital. Ésta línea requiere estudiar la tecnicidad detrás del problema de diseño planteado y cómo resolverla para prototipar información. El caso de hR+G ilustra este proceso.

Desde la perspectiva de Diseño de Información, la traducción de datos a nubes de puntos es un área de potencial desarrollo, dentro del cual, aplicaciones para el diseño CAD pueden ser exploradas para la generación de *dataviz* e *infoviz*, lo que permitiría a los diseñadores que conocen estas herramientas, usarlas con fines de representación y análisis de datos. Es posible configurar herramientas de diseño de información que permitan representar datos usando software para el diseño de objetos físicos, lo que es en sí un producto de desarrollo tecnológico, de innovación y de producción de conocimiento que puede sumarse a los esfuerzos para la generación de innovaciones tecnológicas para la investigación desde el diseño.

Las dos herramientas diseñadas a partir del Centro Pros, nos ofrecen la oportunidad de configurar tecnologías de observación de la producción académica usando como epistemes las palabras clave que a su vez representan tecnologías conceptuales y artefactuales, presentes en, por ejempo, artículos de investigación o ponencias. Pero también es posible configurar diseños de información a la medida, se pueden prototipar visualizaciones heterogéneas no solo de centros de investigación, también puede ser de centros de desarrollo, organizaciones, industria, sectores comerciales, etc. con dichas visualizaciones es posible re-

diseñarlos, actualizarlos, iterarlos, todo ello representa retos particulares de complejidad desorganizada y por tanto análisis y síntesis particulares de Diseño de Información con métodos digitales.

Las experiencias recogidas de estos ensayos experimentales permiten dar cuenta de procesos particulares de diseño de información usando herramientas disponibles en la web y prototipando nuestras propias herramientas a partir del dominio tecnológico que se posee. Si hay lagunas tecnológicas es posible acceder a foros de discusión, revisar manuales y explorar diferentes módulos de software lo que quiere decir que un diseño de información con medios digitales es al mismo tiempo un proyecto de investigación y desarrollo que puede no solo dar respuesta a un diseño en particular, sino que también puede ofrecer soluciones a un conjunto más amplio de necesidades de diseño de información.

4.4 Conclusiones: Propuesta para el diseño de un ML en la UAEMéx

"I believe that by bringing together design and science we can produce a rigorous but flexible approach that will allow us to explore, understand and contribute to science in an antidisciplinary way". Joichi Ito (Design and Science, 2017)

Hemos tejido una retícula sobre la heterogeneidad del diseño de información con medios digitales, donde ubicamos dicho objeto de estudio en el interior de los ML. Como se ha descrito; los ML surgieron como propuesta a las necesidades de innovar en el modo de hacer la investigación científica y el desarrollo tecnológico. Sin limitarse a estos ámbitos, en nuestra investigación organizamos este desarrollo como activiadades de diseño donde hay una mezcla de ingeniería y arte, es decir una relación entre la función, la forma y la significación propia de los artefactos diseñados, en el marco de tres niveles de desarrollo de diseño, el epistémico-conceptual, la planificación y la artefactualidad en sí.

Está claro que la informática tiene una influencia muy fuerte en la generación de éstas nuevas prácticas, de hecho; parece que no serían posibles sin ella. A pesar de que antes de la intervención computacional ya se respondían preguntas y se diseñaba información, la práctica que integra recursos informáticos en la investigación y desarrollo experimental ofrece diferentes tecnologías conceptuales y artefactuales para construir nuevos modelos y diseñar información: la noción de método digital, software, hardware, redes pervasivas de producción de información, prototipado rápido, *Scrum*, *canvas*, información-fuente, información-producto, etc.

Al incio de este trabajo se presentó la noción de "medialab de diseño dirigido por datos" como escenarios de innovación y desarrollo basado en la captura y modelado de datos para producir información y guiar el entendimiento, simplificamos el título de estos escenarios con el acrónimo ML para designar y proponer una manera particular de abordar nuestros propios

problemas de diseño de información usando software para la representación de datos, particularmente la representación de redes heterogéneas. Esto nos permite abordar desde nuestro contexto, problemas de heterogeneidad 'desorganizada', al hacer transparentes nuestras preguntas de investigación mediante el diseño de artefactos analíticos a nivel de prototipo, que puedan adaptarse a distintos intereses de investigación y necesidades de diseño de información.

Nuestra intención en este apartado consiste en concluir la investigación desarrollada y proponer las pautas para el diseño de un ML que asista a los intereses de los investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de México en el que se observe la pertinencia de las herramientas ensayadas.

4.4.1 Conclusiones

Primeramente retomaremos las preguntas de investigación iniciales:

1.- ¿Qué relaciones se construyen cuando se generan diseños de información con medios digitales?

Relaciones tecno-epistémica entre temas disciplinares particulares y tecnologías informáticas elaboradas para abordar tales temas. Tanto personas como computadoras ponen en circulación ideas y programas de cómputo para organizar datos y encontrar sentido de ellos a partir de la representación impresa o en pantalla, lo que permite a los investigadores realizar descripciones de los datos e informar el conocimiento.

2.- ¿Cómo resolver preguntas de investigación diseñando e implementando herramientas digitales?

Es importante reconocer y dominar el potencial que tiene el software que se posee para responder a las preguntas que nos hacemos, investigar sus alcances y asumir sus limitantes como limitantes tecnológicas (conceptuales y artefactuales) que otros softwares o bien una mezcla de softwares puede ayudar a solventar. Está claro que el software no es la respuesta total a las preguntas que se hacen sino herramientas que nos permiten realizar invetigaciones para ofrecer

mapeos que ayuden a generar diferentes observaciones. Por tanto, a medida que el software avanza permite reorganizar ideas y trabajar sobre las conclusiones logradas.

En la aplicación de software a proyectos de investigación las preguntas que se buscan resolver por estos métodos deben estar ligadas a la forman en que el software trabaja, de lo contrario se puede caer en la manipulación analítica para alinear nuestros intereses a las capacidades del software, por lo que se recomienda elaborar investigaciones entendiendo la capacidad que tiene el software para procesar datos y entregar información. De tal modo que se puede decir que el entendimiento logrado tras correr un software está determinado no solo por el software sino por la batería de saberes que se poseen.

Sobre el trabajo realizado:

Construimos información para poder visualizar y estudiar objetos de investigación, para ello es necesario generar conocimientos y tecnologías que nos permitan diseñar la información. Así mismo, tanto los conocimientos, como las tecnologías son resultados de la producción de información previa. En sí, un diseño de información resulta de una red heterogénea de entidades de diferente ontología que para poder identificarlas se proponen las categorías tecnologías conceptuales y artefactuales. Las cuales representan las dimensiones físicas, culturales y sociales que integran las retículas heterogéneas.

La información es un orden en la naturaleza, pero también es un orden en el entendimiento humano sobre fenómenos observados. Estos fenómenos se registran obteniendo datos que al ser organizados bajo un sistema particular de encodificación pueden producir sentido. Lo que deriva en la generación de explicaciones y demostraciones de los fenómenos. Por tanto, es posible hacer preguntas, generar datos, ensayar organizaciones de los mismo para realizar analíticas sujetas a discusión y argumentación.

Cuando abordamos la producción de información como un problema tecno-epistémico, es decir como un problema de ¿qué artefactos nos pueden ayudar a producir conocimientos sobre los fenómenos observados? nos enfrentamos a un proyecto de diseño, pues este pretende decir

algo sobre otra cosa y al mismo tiempo representarlo, ya que diseñar es designar, esto es asignar un valor semiótico a un elemento material y viceversa, asignar una cualidad material a un valor semiótico.

En el caso del diseño de información estas dimensiones son traducidas a tecnologías artefactuales y conceptuales en dinámicas relacionales que derivan en la producción simultánea de conocimientos y artefactos. Debido a que la información surge de la relación de tecnologías conceptuales y artefactuales y deriva en la producción de nuevas tecnologías conceptuales y artefactuales, surgen dos tipos de información: Información-fuente e información-producto. La primera corresponde a la información de la cual se parte para generar nueva información y la segunda es resultado de la relación de los distintos datos puestos en circulación en la generación de la nueva información.

A finales del siglo XIX, el diseño se concentró en el embellecimiento de la forma de los artefactos domésticos. Pero eventualmente se fue desplazando hacia la integración de otras características de los objetos, lo que llevó a reconocer que el diseño responde a la fórmula "no sólo… sino también…". Esto quiere decir que los diseñadores constantemente están intentando resolver otras problemáticas además de las ya identificadas, lo que deriva en la innovación.

Latour identifica varias cualidades del diseño que ayudan a argumentar en favor de la capacidad del diseño para adecuarse transversalmente a otras disciplinas y poder trabajar en conjunto con ellas, esta visión se sostiene de la noción de red, lo que permite ver al diseño como una actividad cuyo fundamento es la existencia de "algo previo", la atención a los detalles, la presencia de significados en los diseños, el diseño como una actividad colaborativa, además de que el diseño siempre busca agregar algo diferente a lo ya establecido. En suma, estas cualidades del Diseño decantan en la noción de re-diseño y las nociones de los tres nivels de diseño (epistémico-conceptual, de la planificación y al ertefactual) bajo lo cual es posible argumentar en favor de la creación simultánea de teorías y artefactos en procesos de diseño.

En este marco se integran tres niveles del diseño que se desarrollan conjuntamente: el epistémico-conceptual, la planificación y las prácticas artefactuales. Los tres niveles de la

actividad de diseñar se sintetizan en una red heterogénea de personas, artefactos y fenómenos donde, a medida que se relacionan producen iteraciones en las que un objeto de diseño se informa.

Del mismo modo, se propone que la ciencia se diseña toda vez que es resultado de procesos, planificaciones e interacciones tecno-epistémicas y factuales. Identificamos que estos abordajes han sido considerados como “problemas retorcidos”, de complejidad desorganizada o bien como les hemos llamado a partir de nuestras reflexiones: problemas de heterogeneidad desorganizada.

La interacción de conocimientos, procesos, artefactos y personas en actividades de diseño involucran el entrelazamiento de 1) Síntesis conceptuales, mediante la elaboración de acercamientos epistémicos a manera de diagramas, mapas y redes. 2) Diferentes procesos de diseño que se engloban en la noción de DT que de manera general refiere a la etiqueta que agrupa las actividades de diseño y las hace accesibles a otros campos disciplinares como la producción científica o la generación tecnológica. Ello deriva en la posibilidad de generar retículas entre diferentes disciplinas, (particularmente de las ciencias informáticas, las ciencias sociales y los diseños) lo que amplía la capacidad para resolver problemas de heterogeneidad desorganizada, evidentemente: las diferencias de paradigmas epistemológicos, influye en el proceso de diseño.

La generación simultánea de conocimientos y artefactos desde el diseño ha sido abordada mediante el DT y el método *Scrum* en los que, mediante iteraciones de diseño, se avanza en la comprensión del problema y de la solución de manera colaborativa y autogestiva, en tiempo reducidos, considerando las capacidades epistémicas y tecnológicas que se poseen. Su aplicación a nivel comercial se demuestra en casos como Toshiba, Honda, Apple, etc. Y a nivel de la investigación académica en proyectos como el *Digital Methods Summer* y *Winter School* de la Universidad de Ámsterdam en donde se ensayan ML transdisciplinarios.

La visualización de redes heterogéneas se instaura en el marco del proceso cognitivo denominado Continuo Dato-Información-Conocimiento-Entendimiento (C-DICE). A partir de ello

en el Diseño de Información se elaboran representaciones informáticas a manera de *dataviz* e *infoviz* que se insertan en el proceso C-DICE con la finalidad de posibilitar la analítica de datos logrando uno, o los tres posibles objetivos 1) recuperar información, 2) analizar la información o bien 3) diseminarla.

A partir de esos tres objetivos, dentro de la práctica de diseño de información con medios digitales; el proceso general para diseñar información consiste en 1) identificar el tipo de datos a organizar, luego 2) traducir esos datos a representaciones visuales e 3) implementar la interacción humano-computadora para que los investigadores o bien los interesados puedan acceder a esos datos. Con ello, epistémicamente se responde a tres preguntas ¿Cómo traducir los datos a representaciones visuales? ¿Cuál será el canal para acceder a la representación? En pantalla o impresa. Finalmente, la pregunta ¿Cómo se decodificará la representación, cuando se usan elementos visuales como el color, la espacialidad visual y las formas?

Para ello se abordó de manera general el Diseño de Información con Medios Digitales, cuya actividad primordial consiste en la implementación y/o configuración de software con el fin de implementarse en la actividad de los ML. Se expusieron cuatro nociones del termino 'medio', el medio como canal informacional, el medio como entorno donde acontecen procesos informacionales, el medio como tecnología artefactual y el medio como meta-medio. De los cuatros se extrae la idea que, en un ML, las cuatro nociones se ensayan para organizar datos mediante software y hardware de forma colaborativa orientados a un determiando campo de aplicación.

Se mostró que el paradigma denominado 'Modelado Orientado a Objetos' usa la representación diagramática de flujos de interacción ente objetos virtuales para diseñar software donde el objetivo del diseño es lograr la eficiencia computacional y la eficacia cognitiva en función del campo de aplicación. Esto es que el software se diseña en función de los usuarios a quienes pretende servir y del tipo de datos a procesar. Dado que cada campo de aplicación de software posee sus propios marcos epistémicos, el diseño de software requiere considerar las nociones epistémico-conceptuales de dichos campos para lograr la eficiencia y eficacia deseadas. En el caso del diseño de información, propusimos un flujo reticular de trabajo que involucra la

obtención de los datos, la generación de sentido en el campo de los especialistas y su traducción a representaciones comunicables dentro y fuera del campo de aplicación al que denominamos FRDIMD (ver pág. 93).

EL FRDIMD integró las nociones de información-fuente y de información-producto donde la primera es una fase enfocada en la 'sintáxis' de la información, es decir en hacer sentido de los datos dentro de un marco de codificación particular propio de la ingeniería informática y la segunda en la 'semántica' de la información, es decir en la correcta representación de la información con los datos que representa. Aquí los dos problemas computacionales consisten en: procesar los datos (función) y en representarlos adecuadamente (forma) y se reconoce que en tanto problema de diseño, es decir de heterogeneidad desorganizada; ambos problemas implican la intervención de especialistas de los campos de aplicación, que pueden ser científicos sociales, geógrafos, etc., con especialistas en cómputo para la elaboración y administración de bases de datos y de diseñadores para la representación de los datos en semánticas comunicables como resultados de procesos de *Design Thinking*. La finalidad es que la representación resultante pueda mostrar una organización gráfica de patrones que describan el objeto de estudio.

A manera de divulgación se expuso que el procesamiento computacional de información consiste en la obtención, almacenamiento y administración de datos mediante lenguajes de programación y protocolos de cómputo estandarizados. Se ofreció un lenguaje técnico propio del campo de la informática para ampliar nuestro conocimiento sobre el área computacional y así hacer comprensible, en el campo disciplinar del diseño, tales conceptos. Seguido de ello, se describió el uso de paquetería de software encaminada a la representación de los datos desde la práctica del diseño usando como base la noción de software cultural abordada por Manovich, con la cual, el software que se usa para diseñar puede también usarse en la representación de datos, de ello propusimos el término de re-codificación para designar al proceso por el cual el *blueprint* o modelado de datos, decodificable en el campo de los especialistas, puede ser traducido a una representación que sea comunicable fuera de ese campo.

Se expuso un caso de ML en el que se aborda la problemática de obtener y modelar datos desde la plataforma *Twitter*. El caso nos sirvió para exponer cómo la ontología de los datos

determina el mecanismo computacional que se tiene que construir para poder hacer sentido de ellos. Además, este caso está enfocado en la creación de una herramienta analítica que sea de utilidad para las ciencias sociales. Lo que demuestra este ejemplo es que la creación de la herramienta es iterativa y se basa en la estructura de los datos a obtener por lo que el potencial analítico y sintético de la herramienta depende en gran medida del medio en el cual se generan y se almacenan, es decir en el tipo de la base de datos que se construye y del tipo de datos que se guardan. Esto nos lleva a entender que, en un diseño de información, tener el control sobre el diseño de la base de datos es fundamental para poder convertirla en información significativa.

A partir de todo lo expuesto concebimos a los ML como escenarios heterogéneos para la practicas de diseño de información que usan tecnología digital para hacer sentido de los datos bajo un carácter iterativo, disruptivo y holístico.

En las interrelaciones transdisciplinares entre ciencias, tecnologías informáticas y diseño se gestan prácticas ineditas en las que la generación colectiva de tecnologías de diseño de información, enfocadas al estudio de fenómenos heterogéneos, resultan en la práctica simultánea de investigación y desarrollo.

En tal sentido, el primer ML identificado como tal surge en el MIT, en el corazón de la Escuela de Arquitectura y Planeación, donde ingenieros computacionales, artistas y diseñadores convergían para *imaginar el futuro* bajo una lógica procesual de despacho de diseño y la noción *'demo or die'* enmarcado en la *ética hacker*, es decir la ética de conocer a profundidad un sistema y buscarle nuevas funciones. Esto derivó en la formación de otros ML con una actitud política diferente, es decir, en lugar de perseguir la capitalización de proyectos de investigación y desarrollo buscaban ejercer una postura crítica al sistema de capital, este tipo de ML se denominó *'Tactical Media'*. Además de estas dos formas de medialab: los que tienen fines de capitalización, y los que tienen fines contra-sistémicos; identificamos un tercer tipo de medialab, aquellos encargados de asistir a la investigación académica, este es el tipo de medialab que ha interesado a nuestra investigación, pues su comprensión aporta elementos para proponer la creación de ML académicos desde el diseño.

Para mostrar el potencial de los ML desde el diseño se realizaron dos ejercicios de ML teniendo como objeto de observación la organización e investigación del Centro PROS. Los ejercicio consitieron en 1) identificar la visibilidad del centro Pros en *Scopus* para lo cual realizamos una mezcla de software a la que denominamos VRPAC y 2) el diseño de otra herramienta a la que llamamos hR+G. Ambas herramientas mostraron un potencial descriptivo diferente con limitantes y ventajas que sirven como antecedente para poder realizar futuras investigaciones de centros de investigación usando estos métodos. Lo relevante del ensayo de ambas herramientas es que se presentaron como ejercicios de diseño de Información en tanto que hay objetivos de investigación que se traducen en flujos de relaciones conceptuales y artefactuales mediadas digitalmente bajo un esquema iterativo, disruptivo y holístico. Dado que se ensayaron representaciones hasta llegar a las formas expuestas, en nuestro contexto no se habían presentado casos semejantes de visualización de centros de investigación por ejemplo con hR+G, y se exploraron diferentes caminos para mostrar la heterogeneidad del Centro PROS.

Ambas herramientas representaron sus propios retos tecno-epistémicos en tanto que: comprender su construcción digital y hacerla funcionar a nuestras necesidades requirió reflexión y ensayos que no fueron mostrados en este documento.

De todo lo anterior podemos sostener que la producción de información con medios digitales para la investigación científica y académica puede ser pensada, guiada y desarrollada desde el diseño. A este nivel los diseñadores no solo cuentan con capacidades artefactuales para traducir datos a representaciones significativas, si no que están en la capacidad de planificar e integrar diferentes tecnologías de acuerdo con la estabilización de elementos epistémico-conceptuales.

Sin bien es cierto que el diseño (gráfico) ha sido un área fundamental en la comunicación de los conocimientos científicos, el desarrollo de software de diseño paramétrico, interactivo y que se basa en la traducción de datos a números y estos a representaciones visuales; coloca a los diseñadores en el centro del diseño de información con medios digitales, es decir los coloca como agentes centrales en las prácticas de ML, toda vez que estos integran los tres niveles de diseño en la práctica de la investigación y desarrollo. Estas consideraciones permiten pensar la

posibilidad de realizar epistemología y tecnología[91] desde el diseño, y por tanto se sostiene que los diseñadores poseen la capacidad para abordar la creación de ML enfocados en la investigación reticular desde el diseño.

4.4.2 Pautas para el diseño de un ML en la UAEMéx

Consideramos que este trabajo, inédito en el campo disciplinar del diseño en el contexto de la UAEMéx, abre la ruta para la investigación a profundidad entre las relaciones de los ECTyS y las actividades de diseño. El campo de los ECTyS ofrece un marco tecno-epistémico que aporta nuevos enfoques con los cuales plantearse preguntas sobre el diseño y el modo en que este influye en las conformaciones sociales donde participan los diseñadores y los objetos diseñados.

La noción de 'Red Heterogénea' ofrece un marco conceptual que puede servir a la reflexión de estas influencias, pero también ofrece una ruta para la descripción de la conformación de grupos de trabajo donde los diseñadores o las nociones originadas en el diseño, se interrelacionan con otras áreas para conformar objetos inéditos, sean conceptuales o artefactuales. En todo esto es importante reconocer la relevancia que la información, y con ello su diseño, tienen en estos procesos. La ventaja de diseñar información con medios digitales es que los datos construídos puende usarse para correr diferentes modelados que deriven en diferentes visualizaciones para entender y abordar objetos de diseño y problemas de heterogeneidad desorganizada.

Debido a que la obtención y construcción de los datos es más factible, toda vez que el uso de Internet y su accesibilidad por medios mobiles domésticos, permiten a los investigadores reconstruir patrones de comportamiento, lo que nos abre la posibilidad de estudiar el espacio local usando mediaciones digitales. Ello nos permite, por ejemplo, acceder a la información que generan los habitantes de estos espacios locales y visualizar patrones que nos ayuden a comprender y conceptualizar problemáticas para conformar propuestas de diseño derivadas de las visualizaciones.

[91] En el sentido expuesto por Arellano (2007), como el estudio de las producciones tecnológicas.

Por otro lado, los ejercicios realizados en este trabajo, muestran que es factible la implementación de un ML con el cual podamos abordar nuestras preguntas de investigación y que seamos capacedes de realizar o implementar las tecnologías necesarias para su abordaje, poner en circulación nuestros conocimientos colectivos y producir investigación bajo este esquema, paticipar en la discusión global sobre los temas de estudio, las tecnologías digitales construídas para observarlos y las propuestas artefactuales generadas como resultado de estas interrelaciones. Por tanto, un ML generado en la universidad permitiría ampliar la capacidad de investigación de la UAEMéx, para insertarla en tendencias disruptivas como las mostradas por las escuelas de Ámsterdam, Paris y Milán. Más interesante sería acercarnos a la red académica formada en el marco de Latinoamérica y generar vínculos que permitan avanzar colectivamente en la problematización de nuestras herramientas digitales y los resultados que ofrecen.

Para ello es necesario la creación de un ML donde investigadores sociales, diseñadores e ingenieros computacionales interactúen problematizando el entorno y desarrollando tecnologías encaminadas a describirlo y estudiarlo para ganar entendimiento sobre fenómenos locales y poder abordarlos diseñisticamente.

Está claro que una de las principales complicaciones en estos procesos tiene que ver con el paradigma conceptual al que se suscriben los investigadores, lo que puede llegar a complicar la traducción entre sus estructras tecno-epistémicas. Pero también está claro que diferentes investigadores están interesados en intercambiar saberes entre sí, lo que permitiría la generación inédita de nuevos conocimientos y tecnologías, sin duda este es un proceso necesario en la conformación de un ML.

En el caso de la capacidad tecnológica, las computadoras personales han alcanzado un poder de procesamiento suficiente para poder correr el software de diseño y de analítica de datos por lo que es posible abordar temáticas de heterogeneidad desorganziada. Por lo que en principio no parece complicado la conformación de un ML desde nuestro ámbito con recursos tecnológicos de bajo costo.

En el caso específico de la conformación de un ML consideramos que hay mucho por explorar sobre todo en relación con el modo en que la construcción epistémico-conceptual, el DT y el diseño de Información, se incorporan en la investigación y el desarrollo tecnológico, sean como métodos para conceptualizar proyectos de investigación, mecanismos para integrar investigadores de diferentes áreas mediante el DT y para trabajar sobre la modelística de datos para casos singulares. Estas áreas pueden ser objeto de estudio y propuesta de desarrollo para el ML que proponemos por lo que el campo de investigación es muy concreto, al mismo tiempo que sus posibilidades de aplicación son variasdas. Además, existe poca investigación académica a este respecto por lo que se presenta como una oportunidad para la investigación inédita.

Nos gustaría llamar a este ML como *infolab*, es decir un laboratorio para el tratamiento digital de la información-fuente y la conformación de información-producto de utilidad a las investigaciones de la UAEMéx y para su socialización en encuentros, publicaciones y hacia la sociedad fuera del ámbito académico, lo que puede ayudar a su diseminación. Esto requiere que el ML sea conformado como una estructura administrativa reconocida por la UAEMéx y por las diferentes insituciones que le den legitimidad para poder actuar participando por recursos federales, estatales y municipales y hacerlos trabajar en función de las necesidades de investigación y desarrollo que se busque abordar, por ejemplo, el desarrollo social participativo.

Referencias de consulta

Ackoff, R. (1999) *From Data to Wisdom*, en Ackoff's Best, Ed. John Wiley & Sons, pp 170-172. Nueva York, Estados Unidos.

Ackoff, R. (1989) *From Data to Wisdom*, en Journal of Applied Systems, Volumen 16, p.3-9

Alexander, C. (1974) *Notes on the synthesis of Form*, Ed. Harvard University Press, Estados Unidos.

Arellano, A. (1999) *La producción Social de los Objetos Técnicos Agrícolas. Antropología de las Hibridaciones del Maíz y de los Agricultores de los Valles Altos de México*. Versión PDF disponible en https://www.researchgate.net/publication/305172771_La_produccion_social_de_objetos_tecnicos?enrichId=rgreq-f689d0eeea2948d415d7b7169139595e-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwNTE3Mjc3MTtBUzozODI3MzE5MzU2MDA2NDJAMTQ2ODI2MTgxMjUwNg%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicationCoverPd [Accedido en febrero de 2019]

Arellano, A (2007) *Capacidades epistemológicas foucaultianas: la posibilidad de los dispositivos tecnocientíficos*. Rev. Dep. Psicología, UFF Vol. 19, n 1, pp. 13-36

Arellano, A. (2011a) *Representación matemática de una terapéutica: circulación de inscripciones tecnocientíficas en el tratamiento de la litotripsia exteacorporal*, en História, Ciências, Saúde - Manguinhos, Río de Janeiro, v. 18 n.3, jul.set. P.829-849.

Arellano, A. (2011b) *Tramas Sociotécnicas, Conocimiento, Técnica y Sociedad en México*, Ed. Maporrua, México.

Arellano, A. (2014) *Epistemología Antropológica como conocimiento del Hombre: El papel de la Antropología de la Tecnociencia* en Acta Sociológica No.63 enero-abril de 2014 pp. 15-39

Asociación de Internet MX, (2018) *14 Estudio sobre los Hábitos de los usuarios de Internet en México 2018*. Disponoble en https://www.asociaciondeinternet.mx/es/component/remository/Habitos-de-Internet/14-Estudio-sobre-los-Habitos-de-los-usuarios-de-Internet-en-Mexico-2018/lang,es-es/?Itemid= [Accedido el 17 de enero de 2018]

Ben-Eli, M. (2007), *Design Science A framework for Change*. Disponible en https://www.bfi.org/design-science/primer/design-science-framework-change [Accedido en enero de 2014]

Bernstein, J. (2009) *The Data-information. Knowledge-Wisdom Hierarchy and its antithesis.* Publictions and Research, CUNY Academic Works, Nueva York, Estados Unidos. Disponible en https://academicworks.cuny.edu/kb_pubs/11/) [accedido el 29 de agosto de 2018]

Berstein, J. (2015) *Transdisciplinarity: A review of Its Origins, Development, and Current Issues* en Journal of Research Practices, Vol. 11 No.1 Ed. AU Press, Canadá.

Bertin, J. (2010) *Semiology of Graphics: Diagrams, Networks, Maps*. Ed. ESRI Press.

Bestiario.org (2016) *Data-Driven Design* en http://www.bestiario.org [accedido en diciembre de 2016]

Börner, K. (2015) *Atlas of Knowledges, Anyone can map*, Ed MIT Press, Londres, Inglaterra.

Borra, E. & Rieder, B. (2014). *Programmed Method: Developing a Toolset for Capturing and Analizing tweets*.en Aslib Journal of Information Management, Volume 66 Issue 3. págs. 262-278. [Disponible en: https://www.emeraldinsight.com/toc/ajim/66/3, Accedido en enero de 2016]

Brown, T. (2013) *Change by design, How design Thinking Transforms Organizaitions and Inspires Innovation*. Edición Kndle Ed. Harper Collings e-books

Buchanan, R. (1992) *Wicked Problems in Design Thinking*, Design Issues, Vol. 8 N.2 Ed. Spring, pp. 5-21

Cabrera, D. & Cabrera, L. (2016) *Systems Thinking Made Simple: New Hope for Solving Wicked Problems,* Disponible en https://www.researchgate.net/publication/283018355_Systems_Thinking_Made_Simple_New_Hope_for_Solving_Wicked_Problems [Accedido en junio de 2017]

Calle-Escobar, Et al. (2014) *Methodology for the implementation of heuristics in the design process*. En Virtual Concept Colombian International Workshop, Medellín Colombia, pp.1-7.

Callon, M. (1986) *Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallope and the Fishermen of St Brieuc Bay*, en Law, J. (ed): Power, action and Belief: A new Sociology of Knwoledge?,Ed. R.K.P. Londres, Reino Unido.

Chardronnet, E. (2011) *Media labs: Au-delà du mèdia? Media Labs: Beyond media?*, en MCD, Musiques & Cultures Digitales, No. 62. Francia

Chen, M. y Floridi, L. (2012) *An analisys of Information Visualisation*. Revista Synthese, DOI 10.1007/s11229-012-0183-y

Clitton, Y. (2011) *From Lab to Lab, From Labour to the Oratory*, en MCD, Musiques & Cultures Digitales, No. 62. Francia

Cross, N. (1993), *Science and Design Methodology: a review*, en Research In Engieneering Design, Ed. Springer- Verlag, Londres.

Cross, N. (2001), *Designerly ways of knowing: Design Discipline versus Design Science*, en Design Issues, Vol 17, no. 3, pp 49-55.

Cunningham, D. & Wallraven, C. (2012), *Experimental Design, From User Studies to Psychophysics*. Ed.CRS Press, Florida, Estados Unidos.

Daly, Et al. (2012) *Design Heuristics in Engineering Concept Generation* en Journal of Engineering Education. Vol. 101, N.4, pp. 601-629 [Disponible en http://www.jee.org]

datavizcatalogue (2018) *diagrama de cuerdas*, Datavizcatalogue.com disponible en https://datavizcatalogue.com/ES/metodos/diagrama_de_cuerdas.html [accedido el 8 de febrero de 2018]

Deleuze, G. & Guattari, F. (2010), *Mil meseras. Capitalismo y Esquizofrenia*, ed. Pre-textos. Valencia, España.

eclipse.org, (2019) *Eclipse Modeling Project*, disponible en https://www.eclipse.org/modeling/; [accedido el 30 de enero de 2019]

Floridi, L. (2010) *A very short Introduction to Information*. Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.

Floridi, L. (2011) *The Philosphy of Information.* Oxford University Press, Oxford, Inglaterra.

Floridi, L. (2013) *What is a Philosophical Question?* En Metaphilosphy, Vol 44 n.3. p.195-221.

Floridi, L. (2015) *Ciberpolítica en la tercera revolución de la informática mediada.* Mindalia televisión, disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=H6K2wq0_aXY [Accedido en julio de 2015)

gnu.org (2018) *What is Free Software*. Disponible en https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.en.html [Accedido en noviembre de 2018]

Hidalgo, C. (2015) *Why the Information grows, The evolution of Order, from Atoms, to Economies*. Ed. Basic Books, Nueva York, Estados Unidos.

Honderich, T. (2005), *Epistemology, en Oxford Companion to Philosopihy*, Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Investigación.faduaemex.org.mx (2018) en http://investigacion.faduaemex.org.mx/doctorado/ [accedido en setiembre de 2018

iso,org (2010) *Usability, ISO Online Browsing Platform* disponible en https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en, [Accedido el 23 de enero de 2019]

Ito, J. (2016) *Design and Science, Can design advance science, and can science advance design?*, disponible en https://jods.mitpress.mit.edu/pub/designandscience [Accedido en diciembre de 2016]

Jacomy , M. Et al. (2014) *ForceAtlas2, a Continous Graph Layout Algorithm for Handy Network Visualization Designed for the Gephi Software*, Disponible en https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0098679 [Accedido el 17 de enero de 2019

Jones, J. (1992) *Design Methods; seeds of human futures,* ed. John Wiley & sons, Nueva York, Estados Unidos.

Klavans, R, & Boyack, K. (2007). *Is There a Convergent Structure to Science? A Comparison of Maps using the ISI and Scopus Databases*. In *Proceedings of the 11th International Conference of the International Society for Scientometrics and Informetrics*, edited by Daniel Torres-Salinas and Henk F. Moed, 437-448. Madrid, Spain: Society for Scientific Information and Documentation.

Kolko, J. (2011) *Exposing the Magic of Design, a practitioner's Guide to the methods and theory of Synthesis*, Oxford University Press, Estados Unidos.

Latour B. (1993) *We've Never Been Modern,* Harvard University Press, Estados Unidos.

Latour, B. (2005) *Reassembling the Social, An Introduction to Actor-Network Theory,* Oxford Univesrity Press. Oxford, Reino Unido.

Latour, B. (2008) *A Cautious Promotheus? A few steps towar a philosophy of design (with Special attention to Peter Sloterijk)*. Conferencia en el encuentro Networks of Design Society. Cornwall, Reino Unido, disponible en: http://www.bruno-latour.fr/node/69 [accedido en febrero de 2013]

Latour, B. & Hermant, E. (2010) *París Ciudad Invisible,* [trad. Antonio Arellano], Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, México.

Latour B (2012) *Love your Monsters: Why we must care for our Technologies as we do our Children* diseponible en https://thebreakthrough.org, accedido en abril de 2015

Lenoble, C. (2011). *The Ability to Share What is Being Created*. MCD Musiques et Culures Digitales: L'europe des Media Labs Cartographie des Lieux et Réseaux (62), 10-11.

Les, Z. & Les, M. (2008) *Shape Understanding Systems: The First Steps toward the Visual Thinking Machines*. Ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg., Alemania.

Lima, L. (2017) *The Book of circles: Visualizing Spheres of Knowledge,* ed. Princeton Architectural Press, Nueva York, Estados Unidos.

Lima, M. (2011) *Visual Complexity: Mapping patterns of Information*, Ed. Princeton Architectural Press. Nueva York, Estados Unidos.

Lima, M. (2014) *The Book of trees, Visualizing Branches of Knowledges,* Ed. Princeton Architectural Press. Nueva York, Estados Unidos.

Lima, M. (2015) *A Visual History Of Knowledge,* disponible en: https://www.ted.com/talks/manuel_lima_a_visual_history_of_human_knowledge, [Accedido en]

Lotman, Y (1998) *Semiótica II:Semisofera de la cultura, del texto, de la conducta y el espacio,* Ediciones Cátera, Valencia, España.

Lupton, E. y Cole, J. (2016) *Diseño Gráfico: Nuevos fundamentos,* ed. Gustavo Gili,

Macluhan, M. (1994) *Understanding Media, The extensions of man.* MIT Press, Cambridge Massachussets, Estados Unidos.

Mahdjoubi, D. (2003*), Epistemology of Design, Integrated Design and Process Technology,* IDPT-2003, Society for Design and Process Science, Estados Unidos.

Manovich, L. (2008) *Software takes command,* Disponible en http://softwarestudies.com/softbook/manovich_softbook_11_20_2008.pdf [Accedido el 15 de mayo de 2016]

Marriot, K & Meyer, B. (1998) *Visual Language Theory*. Springer, Nueva York, Estados Undios.

MCD, (2011) *Editorial,* en MCD, Musiques & Cultures Digitales, No. 62. Paris, Francia.

Medialab Amsterdam (2014) *ediaLAB Amsterdam - Design Process and Programme.* En Medialabamsterda.com, Ámsterdam, Paises Bajos.

MIT Medialab, (2016) *About the Lab Mission and History*. Disponible en https://www.media.mit.edu/about/mission-history/ [Accedido el 16 de junio de 2016]

Moggridge, B. (2006) *Designing Interactions,* ed. MIT Press, Massachusetts, Estados Unidos.

Munzer, T (2015) *Visualization Analysis & Design*. Ed. CRC Press, Nueva York, Estados Unidos.

Noé, L. (2007), *Noéscritos sobre eso que se llama arte,* Ed. Adriana Hidalgo Editora, Buenos Aires Argentina.

Norman, D. (2013) *The Design of Everyday Things,* Ed. Basic Books. Nueva York, Estados Unidos.

Online Library Learning Center Glossary, (2017), *Database,* disponible en https://www.usg.edu/galileo/skills/ollc_glossary.phtml#d [Accedido en noviembre de 2017]

Ortega, C. & Arellano, A. (2010) *Relaciones Sociales de Genes, el primer vegetal transgénico mexicano*. Ed. Miguel Ángel Porrúa, México, D. F., México.

Pastor, O. y Molina, J. C. (2007). Model-driven Architecture in Practice; A Software Production Environment Based on Conceptual Modeling, ed. Springer. Berlin, Alemania.

Pierce, J. (1980) *An Introfduction to Information Theory, Symbols, Signals and Noise,* Ed.Dover Publications, Nueva York, Estados Unidos.

Reyes-Garcia, E. (2017) *The Image-Interface, Graphical Supports for Visual Information*, ed. ISTE ltd. Londrés, Gran Bretaña.

Rith, C. & Dubberly, H. (2007), *Why Horst W. J. Rittel Matters*. Design Issues: Volume 23, Number 4, Otoño, 2007, MIT Press, Massachusetts, Estados Unidos.

Rittel, H. (1987) *The reasoning of designers*, En. Proceedings of the International Congress on Planning and Design Theory, Boston, MA. Estados Unidos.

Rittel, H.& Webber, M. (1973) *Dilemas in a General Theory of Planning and Policy*, En Science No. 4 pp. 155-169, Ed. Elsevier Scientific Publishing Company, Ámsterdam, Paises Bajos.

Robinson, I. et al. (2015) *Graph Databases, New oportunities for connected data*, O'Reilly Media, Sebastopol Californa, Estados Unidos (versión electrónica descargada el 22 de octubre de 2018)

Robinson, Webber y Eifrem (2015) *Graph databases,* ed. O'Reilly, [disponible en https://neo4j.com/graph-databases-book-sx/?utm_expid=.f89pqWeVRD-ayapEElO02Q.1&utm_referrer=, accedido en juniode 2015]

Rogers, R. (2013) *Digital Methods,* ed. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

Rumbaugh, J. & Et Al. (1991) *Objetc.Oriented Modeling and Design.* Ed. Prentices Hall Int. Edition. Nueva Jersey, Estados Undios.

Rylander, A. (2009), *Design Thinking as Knowledge Work: Epistemological Foundations and Practical Implications*, Journal of Design, 2009

Schwaber, K. & Sutherland, J (2017) *The Scrum Guide, The definitive Guide to Scrum: The Rules of the Game.* Disponible en Scrum.org (accedido el 22 de agosto de 2018)

Shannon, C. (1948) *a Mathematical theory of communication,* Bell Systems technical journal Vo. 27 pp.379-423, 623-656. Estados Unidos

Shannon, C. (1945) *Communication Theory of Secrecy Systems*, Bell System Technical Journal, vol.28-4, pp 656-715, Estados Unidos.

**Shannon, C. & Weaver, W. (1949*)* *The Mathematical Theory of Communication*, ed. Urbana, University of Illinois Press, Estados Unidos.

Sharma, N. Et al., (2010) *Batabase fundamentals,* ed. IBM Canada, Marham, Ontario, Canadá.

Sharma, N. (2008), *The Origin of Data Information Knowledge Wisdom (DIKW) Hierarchy* disponible en: https://www.researchgate.net/publication/292335202_The_Origin_of_Data_Information_Knowledge_Wisdom_DIKW_Hierarchy. Accedido en octubre de 2016]

Shedroff, N. (2014) *Information Interaction Design: A Unified Field Theory of Design,* Disponible en nathan.com [accedido el 29 de agosto de 2018]

Siang, T. (2018) *What is Interaction Design*. Disponible en https://www.interaction-design.org/literature/article/what-is-interaction-design [accedido el 7 de enero de 2018]

Simon, A H. (1996) *The Science of the Artificial.* ed MIT Press, Cambridge, Estados Unidos.

Takeuchi, H. & Nonaka, I. (1986) *The new new Product Development Game.* Disponible en https://hbr.org/1986/01/the-new-new-product-development-game [Accedido en agosto de 2017]

Techtarget (2017), *What is a database*, en searchsqlserver.techtarget.com [disponible en https://searchsqlserver.techtarget.com/definition/database, accedido en noviembre de 2017]

TFM editors, (2008) *The concept of Tactical Media*. http://www.tacticalmediafiles.net Disponible en http://www.tacticalmediafiles.net/articles/44999 [accedido el 20 de abril de 2017]

Venturini, T. (2010) *Building on faults: How to represent controversies with digital methods*. en Public Understanding of Science. Vol. 21, n.7 p.796-812. https://medialab.sciencespo.fr/publications/Venturini-Diving_in_Magma.pdf [accedido en: abril de 2013]

Ware, C. (2004) *Information Visualization, Perception for Design,* ed. Elsevier, San Francisco, California

Ware, C. (2008) *Visual Thinking: For Design* , Ed. Elsevier, Burlington, Estados Unidos.

Wark, M (2011) *entrevista: The Marshall McLuhan legacy*, ABC Radio National en http://abc.net.au/rn/breakfast [accedido en febrero de 2016]

Weaver, W. (1948) *Science and Complexity*, en American Scientist, Vol. 36 p.536, disponible en: http://people.physics.anu.edu.au/~tas110/Teaching/Lectures/L1/Material/WEAVER1947.pdf

Wright, R. (2008) *Data Visualization en Software Studies, A Lexicon,* Editado por Matthew Fuller. Ed. Leonardo, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos

Wu, J. Et al. (2018) *And Information-Theoretic framework for Evaluating Edge Building Visualization,* Entropy, ed MDPI, No. 20, 625.