UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Pregrado de acceso ABIERTO

2018

CONVERGENCIAS DE PARADIGMA DE COMPLEJIDAD Y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS EN TEORÍAS DE DISEÑO COMPUTACIONAL EN ARQUITECTURA

ÁLVAREZ LORCA, NATALIA DENISSE

https://hdl.handle.net/11673/47044

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

CONVERGENCIAS de PARADIGMA DE COMPLEJIDAD y DESARROLLOS TECNOLÓGICOS en TEORÍAS de DISEÑO COMPUTACIONAL en ARQUITECTURA

Teoría Difusa (Fuzzy Sets) o de conjuntos borrosos (Zadeh, 1965), habla de un elemento de parámetros o características difusas, lo que hace complejo el poder hacer una clasificación de este en un conjunto A o B, ya que por sus características podría pertenecer al A, al B, a ambos o a ninguno. Actualmente tecnologías referidas a Machine Learning hace uso de técnicas difusas para la clasificación (Sans, 2016).

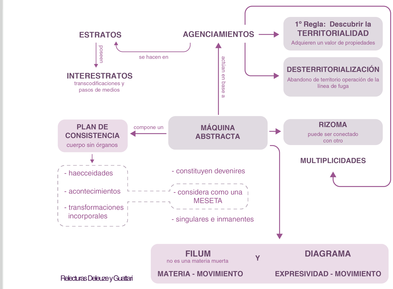
Agent Base Design (Sans, 2016) es una TDC que funciona como sistema dinámico y complejo, a partir de agentes simples que interactúan de forma no lineal y no trivial, lo que lleva a conductas no predecibles o caóticas (Forest, 2018), estas características están presentes en la *teoría del caos* (Prigogine, 1967), que es entendida como el equilibrio entre orden y desorden, causado por un grado de incertidumbre que no nos permite conocer el exacto estado inicial de un sistema, lo que lo hace impredecible e inmedible.

La *Teoría de las Catástrofes* (Thom, 1972) también se encuentra presente el tema de la continuidad y discontinuidad relacionada a la enfoque matemática y la continuidad estructural (Munné, 1995) habla de los cambios repentinos que ocurren en un sistema, sin perjuicio de su continuidad o estabilidad, como por ejemplo la ebullición del agua (punto 3 imagen 3). Características similares se encuentran presentes en

Topological Modeling, en donde los cambios ocurren a nivel geométrico topológico, en busca del aumento de la emergencia.
Definida como objetos que poseen divisiones fraccionarias de características no euclidianas, que siguen un patrón generador y pueden llegar a subdividirse hasta el infinito sin perder su semejanza con el conjunto, (punto 4, imagen 3) la *teoría de los fractales* (Maldelbrot, 1975) posee aplicaciones en algoritmos evolutivos a modo de exploración de patrones y formas complejas.

Deleuze hace su propia relectura de la Complejidad, de estas relecturas nacen dos conceptos claves para entender los sistemas complejos. El *Rizoma* (Deleuze & Guattari, 1977) hace alusión a la botánica a partir de una analogía con sus tallos subterráneos, de sus conexiones, particularidades y la heterogeneidad que se genera a partir de estas singularidades.

La noción de *Máquinas Abstractas*, se denominan como tal al ser inmateriales, cada máquina abstracta tiene características diagramáticas que no suelen parecerse a lo que producen y enfoca mayoritariamente su mirada en el proceso (Deleuze & Guattari, 1988). A partir de las relecturas y teorías deleuzianas se extraen gran parte de los conceptos que son relevantes para la base teórica de las TDC y que se presentarán con más detalle a continuación.



La *Geometría Computacional* (Computational Geometry) corresponde a la parte de la ciencia de la computación que trabaja las geometrías con estructuras de datos y algoritmos (Kortenkamp, 1999). Para su correcto funcionamiento utiliza álgebra, geometrías euclidianas y trigonometría.

Object Oriented (Nygaard & Dahl, 1978), se reconoce como un paradigma de programación en donde los programadores definen tanto los tipos de datos (variables) como las funciones (operaciones) que pueden ser aplicadas a una estructura de datos, con el fin de crear plantillas en base a reglas que permiten crear "objetos".

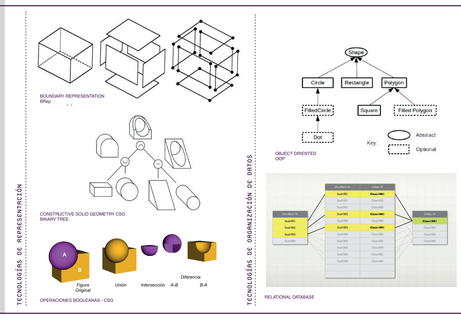
Relational Database (Cood, 1970) se define como un conjunto de tablas ordenadas desde las cuales se puede acceder o reensamblar datos de distintas maneras sin tener que reorganizarlas (Rouse, SearchDataManagement, 2018). Codd propuso pasar de almacenar datos en estructuras jerárquicas a modo de organización en filas y columnas, que posteriormente son relacionada entre sí.

Boundary Representations BRep, (C. Braid, C. Eastman, 1973) representa computacional y visualmente los sólidos a través de sus límites, logrando reconocer: vértices, segmentos o aristas y caras, sin la necesidad de convertirse verdaderamente en sólidos, es decir estos sólidos se encuentran vacios en su interior, lo que permite cierta facilidad al utilizar menos recursos de una computadora.

Constructive Solid Geometry CSG, (Mantyla, 1980) representan primitivas sólidas como bloques, cilindros o esferas. Se aplica para explorar formas de mayor complejidad. Sus nodos internos representan Operaciones Booleanas las cuales ayudan en primera instancia a complejizar la exploración formal, combinando estas nuevas formas primitivas. Dentro de estas operaciones encontramos: la unión, la intersección, y la diferencia.

Los bloques que se combinan pueden ser escalados, moverse o rotarse (transformaciones lineales) según corresponda. Y como se mencionó anteriormente se trabajan bajo las operaciones booleanas de Unión (∪), intersección ( ) y/o resta (-). Debido a que la geometría final cambia según el orden de las operaciones que pueden estar almacenadas en estructuras de binary tree o CSG tree (imagen 3.6).

Binary Tree, está conformado por un conjunto finito de elementos llamados nodos que impone una estructura jerárquica sobre una colección de datos conectada entre sí, en cada nodo tiene al menos dos hijos (Dale & Weems , 2009) como puede verse en la imagen 3.6, el árbol genealógico corresponde a un ejemplo simple de árbol binario.



Terminal Portuario Internacional de Yokohama / Foreign Office Architects.

MULTIPLICIDAD FUNCIONAL

Pabellón Serpentine Gallery Toyo Ito.

PATRÓN | FRACTAL

Riverside Museum of Transport de Zaha Hadid.

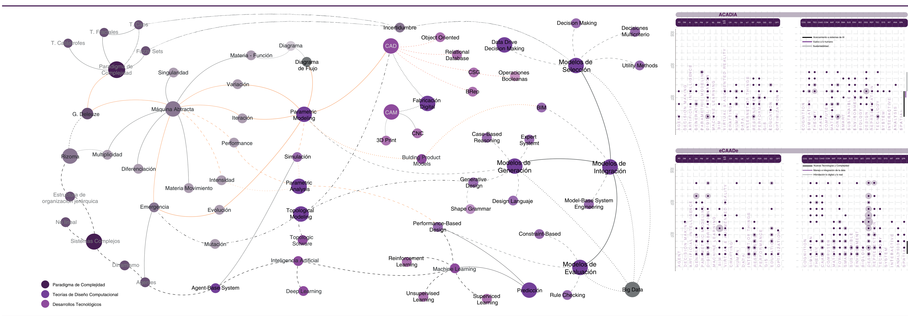
SUPERFICIES DISCONTINUAS

P_Wall, Andrew Kudless/ Matsys.

PATRONES | INCERTIDUMBRE

Torre 0-14, RUR.

DIFERENCIACIÓN | SINGULARIDAD



DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

AI	Inteligencia Artificial
OO	Objecto Oriented
VR	Virtual Reality
RD	Relational Database
BRep	Boundary Representation
CSG	Constructive Solid Geometry
PM	Parametric Modeling
AR	Realidad Aumentada
I.3D	Impresora 3D
ROB	Brazo Robótico
EP	Energy Pluss
ML	Machine Learning
BPM	Building Product Modeling
IoT	Internet Of Things
RVT	Revit
GC	Generative Components
AG	Agent
CAM	Computer Aided Manoacturing
GT	Modelación de Geometrías Topológicas

COMPLEJIDAD

1	Fuzzy Sets
2	Teoría del Caos
3	Heurística
4	Teoría Catastrófica
5	Teoría de los Fractales
6	Rizoma
7	Paradigma de Complejidad
8	Mil Mesetas

PRACTICA

FRAC	FRAC Centre
TIW	Terminal Internacional Waterloo
TPIY	Terminal Portuario Internacional Yokohama
MGB	Museo Guggenheim de Bilbao
NS	Expo Non Standar
3DH	3D Housing 05

ACADEMIA

SMA	Smart
REP	Representación
EDU	Educación
GEN	Generative
SIM	Simulación
PER	Performance
DM	Decision Making
TEO	Teoría
OPT	Optimización

TDC

BIM	Building Information Moldeling
PBD	Performance Based Design
DF	Fabricación Digital
DDDM	Data-Driven Decision Making
PD	Parametric Design

TEMÁTICA

Esta tesis de investigación se centra en las teorías de Diseño Computacional, las cuales emergen a partir del paralelismo entre el Paradigma de Complejidad y los Desarrollos Tecnológicos, específicamente la evolución del CAD. Estas teorías han permitido el desarrollo material, tecnológico y teórico en un acotado período de tiempo comprendido entre la década del 70 hasta hoy, buscando optimizar la resolución de problemas de índole arquitectónico a través de la generación, análisis, selección y fabricación. Específicamente, esta investigación construye una mirada al estado actual de las Teorías de Diseño Computacional (TDC) y una posible interpretación de los avances tecnológicos y exploraciones, teóricas y de diseño a futuro.

El objetivo de esta tesis es estudiar el Paradigma de Complejidad, comprender sus partes y conceptos más importantes, paralelamente entender el proceso de los Desarrollos Tecnológicos, a modo de extraer lo emergente correspondiente a las bases de las Teorías de Diseño Computacional y proyectar dicho progreso a su estado actual.
La búsqueda se realiza a través de una revisión profunda de la literatura, filosófica, tecnológica y teórica organizando cronológicamente la información, para luego realizar lecturas cruzadas entre: el Paradigma de Complejidad, los Desarrollos Tecnológicos, las Aplicaciones en Arquitectura y la Academia (conferencias CAD), con el fin de encontrar las convergencias que dan origen a la construcción teórica del Diseño Computacional.

Finalmente, esta investigación presenta en primera instancia las emergencias encontradas a partir de la convergencia entre las disciplinas que conforman las bases teóricas del Diseño Computacional, para luego exponer de los canales de desarrollo actual de la escena computacional, en cuanto a generación, análisis, selección y producción.

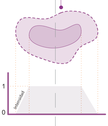
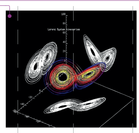
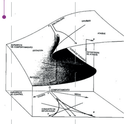
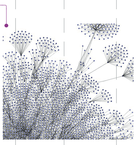
Esta tesis de investigación se centra en las teorías de Diseño Computacional, las cuales emergen a partir del paralelismo entre el Paradigma de Complejidad y los Desarrollos Tecnológicos, específicamente la evolución del CAD. Estas teorías han permitido el desarrollo material, tecnológico y teórico en un acotado período de tiempo comprendido entre la década del 70 hasta hoy, buscando optimizar la resolución de problemas de índole arquitectónico a través de la generación, análisis, selección y fabricación. Específicamente, esta investigación construye una mirada al estado actual de las Teorías de Diseño Computacional (TDC) y una posible interpretación de los avances tecnológicos y exploraciones, teóricas y de diseño a futuro.

PARADIGMA DE COMPLEJIDAD

TEORÍA BORROSA
Lotfi A. Zadeh
EL BERGSONISMO
Gilles Deleuze
TEORÍA DEL CAOS
Ilya Pregogine
HETEROTROPÍA
Michael Foucult
TEORÍA DE LAS CATÁSTROFES
René Thom
TEORÍA DE LOS FRACTALES
Benoit Mandelbrot
ZIZOÑA
Deleuzo
PARADIGMA DE LA COMPLEJIDAD
Edgar Morin
CINEMA I
La Imagen-Movimiento
Gilles Deleuze
CINEMA II
La Imagen-Tiempo
Gilles Deleuze
MIL MESETAS
Capitalismo y Esquizofrenia
Deleuze & Guattari

refecturas

MIL AÑOS DE HISTORIA NO LINEAL
Manuel Delanda
Deleuze un Mapa
Jhon Rajchman
ORGANO SIN CUERPO
Sobre Deleuze y sus Consecuencias
Slavoj Zizek

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

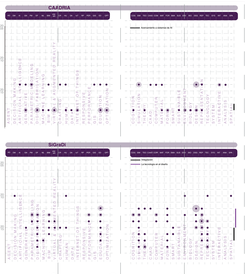
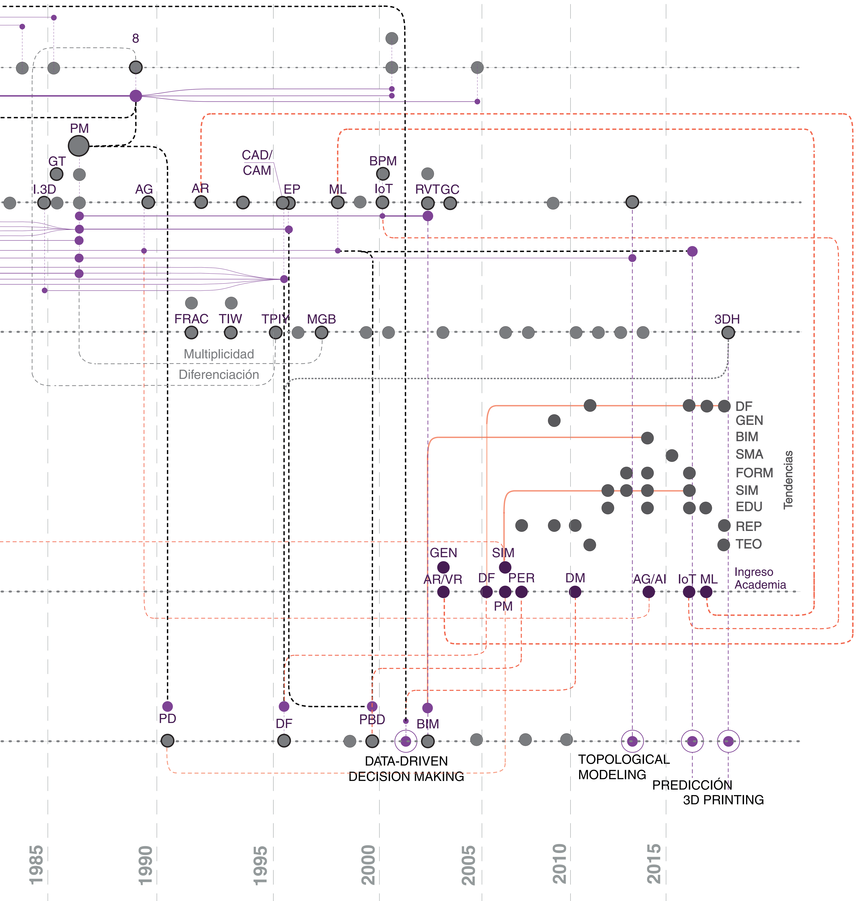
NUMERIC CONTROL
J. Parsons
PRONTO (Program for Numerical Tooling Operations)
Dr. Paul J Hanratty
DESARROLLO DEL LIPS
Locator/ Identifier Separation Protocol
MIT
Jhon McCarthy
INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Jhon McCarthy
OBJECT ORIENTED
Centro de Computación de Noruega, Oslo
AUTO TROL
Primer digitalizador
Bit Barnes
SKETCHPAD
1 Sistema CAD
MIT
Iván Sutherland
COON S PATCH
Steve Coons
HEAD-MOUNTED DISPLAY
Ivan Sutherland
Bob Sproull
BRAZO ROB TICO
RELATIONAL DATABASE
Edgar F. Good
SOLID MODELING
1 SISTEMA COMERCIAL CAD
Fontaine Richardson
APLICON I CALMA I AUTOTROL I INTERGRAPH I CADAM
COMPUTER AIDED MANOACTURING
BOUNDARY REPRESENTATIONS
BRep
C. Braid, Eastman Cambridge
OPERACIONES BOOLEANAS
Bruce Baumgart
Stanford
SIMULACI N
CATI
Diseabo asistido e interactivo en tres dimensiones
Avrons Marcel
Dassault
CSG
CONSTRUCTIVE SOLID GEOMETRY
RHINOCEROS 3D
Robert McNeel & Associates
IGES Initial Graphics Exchange Specification
U.S. National Bureau of Standards
ALIAS
Mckenna Springer Bingham McGrath
IMPRESORA 3D
Modelado de Geometra s Topol gicas
Kevin J. Weiler
Radar CH (ARCHICAD 1.0)
Graphisoft
RADIANCE
Greg Ward
VECTORWORKS
Diehl Graphsoft, Inc.
PTC (formerly Parametric Technology Corporation)
Samuel Geisberg
AGENT BASED SYSTEM
REINFORCEMENT LEARNING
Richard S. Sutt|AR
AR
Tom Caudel
ENERGY PLUS
Berkeley U. Illinois Ejército EE.UU.
STEP
Standar for The Exchange of Product model data
CAD/ CAM
Dynamo Software, Inc.
MACHINE LEARNING
Tom Mitchel
BIM
Building Information Modeling
DIGITAL PROJECT
Gehry and Associate Inc.
GENERATIVE COMPONENTS
Bentley Systems
BUILDING PRODUCT MODELING
Charles Eastman
Georgia Tech
IoT
Kevin Ashton
GRASSHOPPER
David Rutten at Robert McNeel & Associates
DYNAMO TOPOLOGIC
R. Aish

PRACTICA ARQUITECTURA

PROCESO DE HABILIDAD
PROCESO DE AUTOMATIZACIÓN

Korean Presbiterian Church of NY
Greg Lynn
Museo Guggenheim de Bilbao
Frank Ghery
Terminal Portuario Internacional de Yokohoma
Foreing Office Architects
FRAC CENTRE
Centro de Documentación, Exhibición y Publicación de Arquitectura Digital
Nunotaki Corporation Headquarters Building, Tokyo, Japan
Peter Eisenman
Terminal Internacional Waterloo, Londres
Nicholas Grimshaw
Greater Columbus Convention Center, Ohio
Eisenman Architects
Aronoff Center for Design Aand Art, Cincinnati, Ohio
Eisenmann Architects
EXPOSICI N ARQUITECTURA NO EST NDAR
Pompidou
P. Wall
Andrew Kudless
Mercedes-Benz Museum, Stuttgart, Germany
UNStudio
Guangzhou Opera House, Guangzhou, China
Zaha Hadid
Riverside Museum of Transport
Zaha Hadid
Cidade da Cultura de Galicia
Eisenman Architechts
Heydar Aliyev Center, Baku, AzerbaiyÆn
Zaha Hadid
Pabelln
Serpentine Gallery
Tayo Ito
Sala de Conciertos de Walt Disney
Frank Ghery
Mediateca de Sendai
Toyo Ito
Torre 0-14
RUR
Hungerburg Station, Innsbruck, Austria
Zaha Hadid
Galaxy Soho, Beijing, Chine
Zaha Hadid

ACADEMIA



TEORÍAS DE DISEÑO COMPUTACIONAL