Programación Emergente Auto-organizada en Sistemas Multiagentes

Profesor: Jose Aguilar

Sitio de Trabajo: Prometeo EPN, Yachay EP y UTPL

Contacto: aguilar@ula.ve

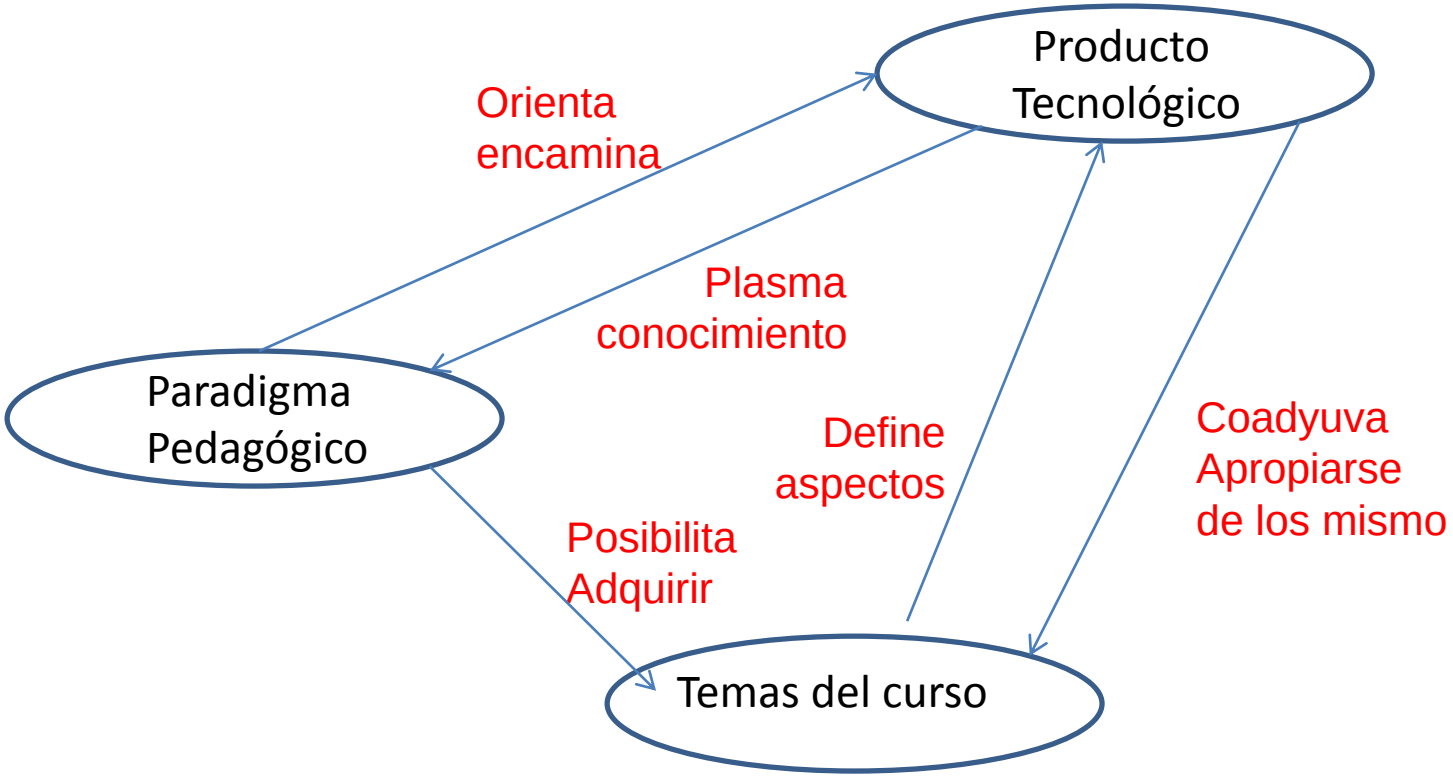
Consulta: por email cuadrar cita

Información del curso: lista, dropbox y www.ing.ula.ve/˜aguilar

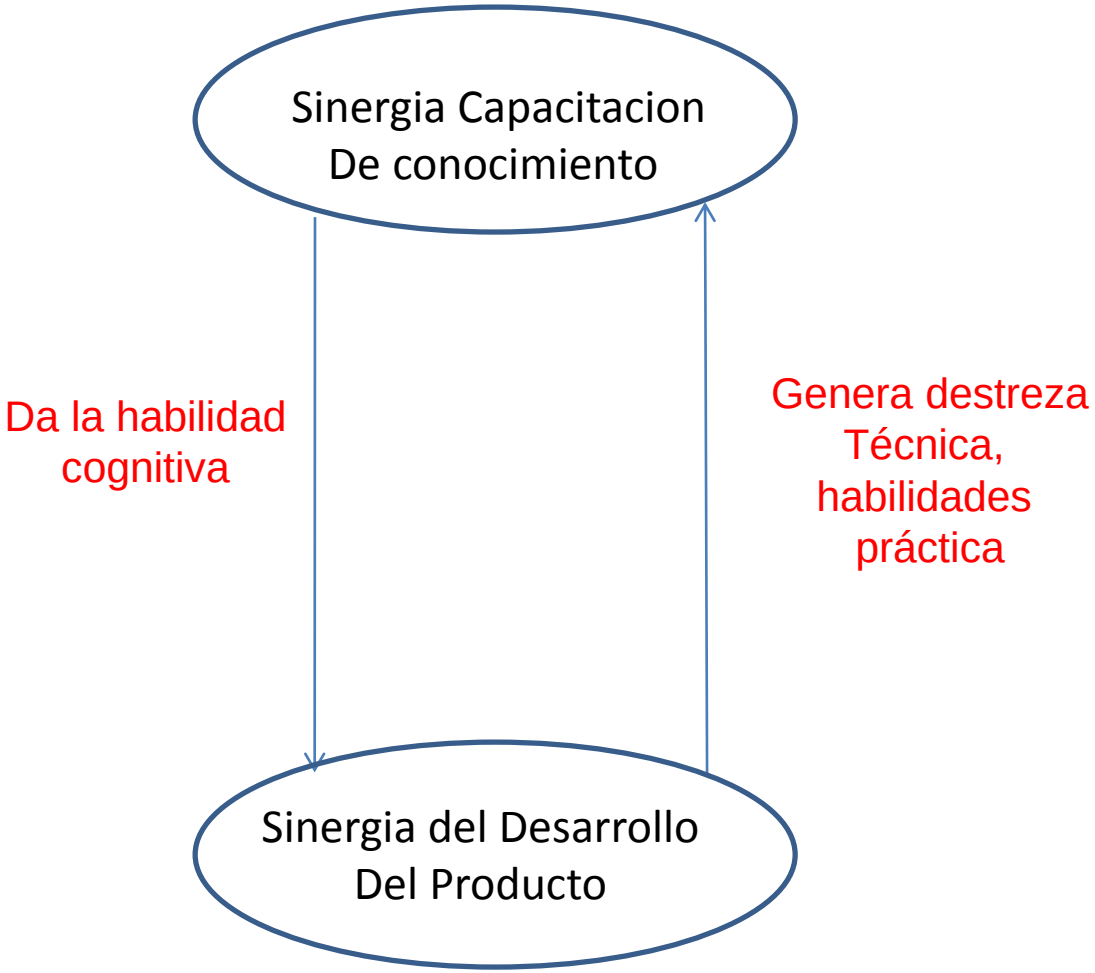
OBJETIVO

Bases de la programación emergente, y de los aspectos alrededor de ese tema: sistemas emergentes, conceptos vecinos, etc.

Dinámicas del Curso



Dinámicas del Curso



Dinámicas Sinergias

- Nos moveremos en las dos esferas

- Se introducirán los conceptos de base

Sinergias

Sinergia Desarrollo de Productos (SDP)

- Se trabajará en obras/proyectos,
- Trabajarán en grupos
- Los productos (obras) irán plasmando el conocimiento adquirido
- Los productos (obras) al final deberán contener todo el contenido adquirido en el curso inmerso en ellos
- . Además del trabajo en clase se requiere también de trabajo fuera de las clases.
- ¿Cómo se trabaja?:
  - Metodología Ágil para la gestión y construcción del proyecto
  - Se debe dar cuenta del recorrido del desarrollo del producto diariamente (dejan informes de avances en dropbox)

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Contenido

Día	Actividad Docente	Actividad Práctica
13.11.16	• Bases filosóficas del Curso • Metodologías bases del Curso • Conceptos Introductorios	Definición del contexto del Problema
14.11.16	• Conceptos Vecinos. Bases para la CE • Modelos de Insectos	Especificación de la aplicación emergente
15.11.16	• Modelos de Insectos • Modelos Sociales	Diseño General de la aplicación emergente 1. Mecanismos completamente distribuidos 2. Tablas MASINA
16.11.16	• Emergencia Computacional • Ejemplos de Aplicaciones	Diseño Especifico de la aplicación emergente 1. Proceso de retroalimentación 2. Espacio de memoria compartida 3. Reglas locales de decisión
16.12.16	• Presentación del Proyecto	Implementación y Experimentación

Recorrido Sinergia Desarrollo de Productos

- Se seguirá metodología **yPBL ,MASINA, MIDANO** y **aprendizaje invertido**
  - **yPBL:**
    - Ramas de: diseño (funcional y técnico) y desarrollo
    - Iterativo (ágil)
    - Fases de análisis, diseño, implementación y pruebas
  - **MASINA**
    - Especificación de Sistemas Inteligentes
    - Modelos , diagramas UML, y Fases de concept., análisis y diseño
  - **ApEm**
    - Pasos para desarrollar aplicaciones Emergentes

yPBL

- **Metodología de aprendizaje inspirada en Ingeniería de software**
- **Permite construir aplicaciones reales de software mientras se aprende.**
- **Cada Iteración:**
  - Cubre un tópico del curso aplicado al producto tecnológico
  - Se redefinen roles en los grupos, recursos usados, cronogramas
  - Interactuamos todos para alcanzar los objetivos de aprendizaje

Desarrollo del curso

Requerimientos:
Lista de requerimientos
(Por iteración)

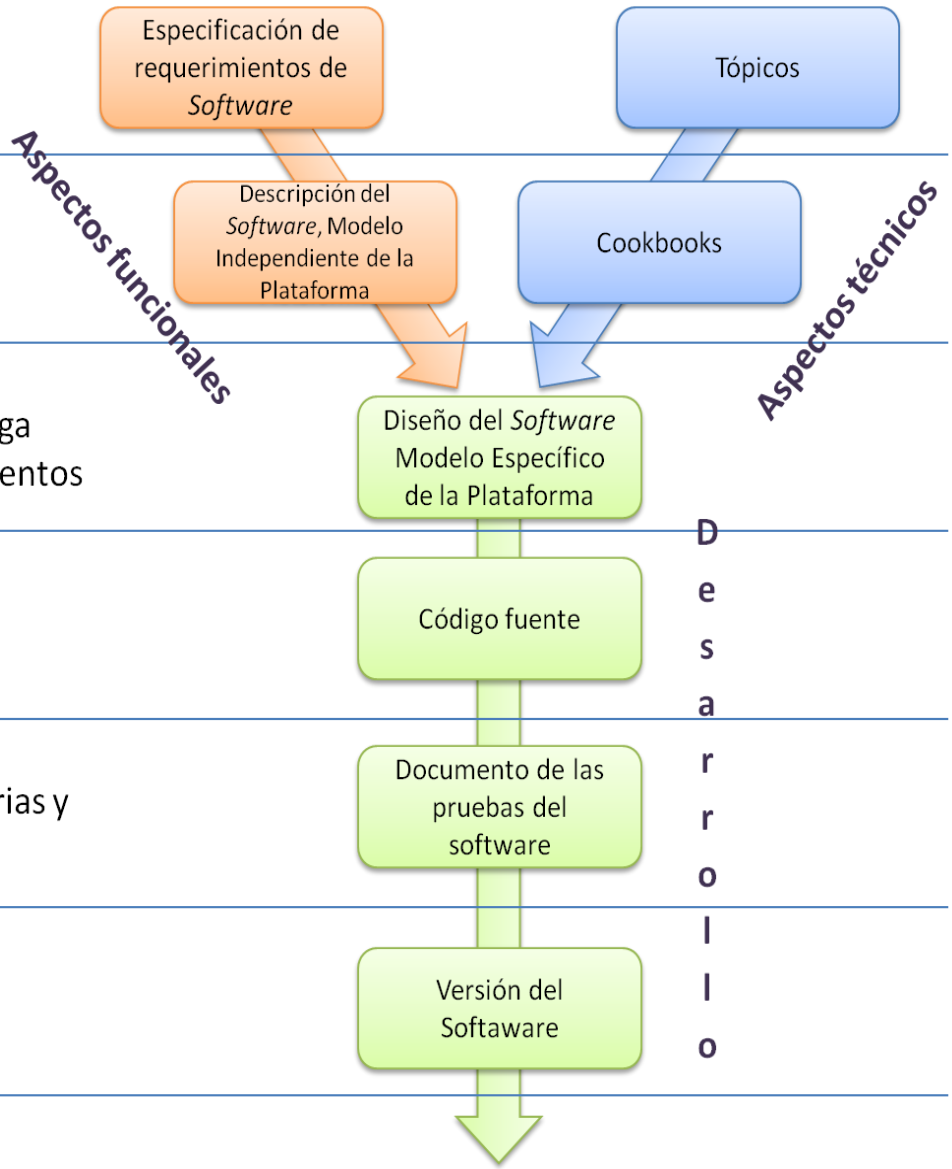
Análisis:
Entender el problema y plantear posibles soluciones

Diseño:
Proponer una solución que satisfaga parcial o totalmente los requerimientos

Implementación:
Desarrollar la solución

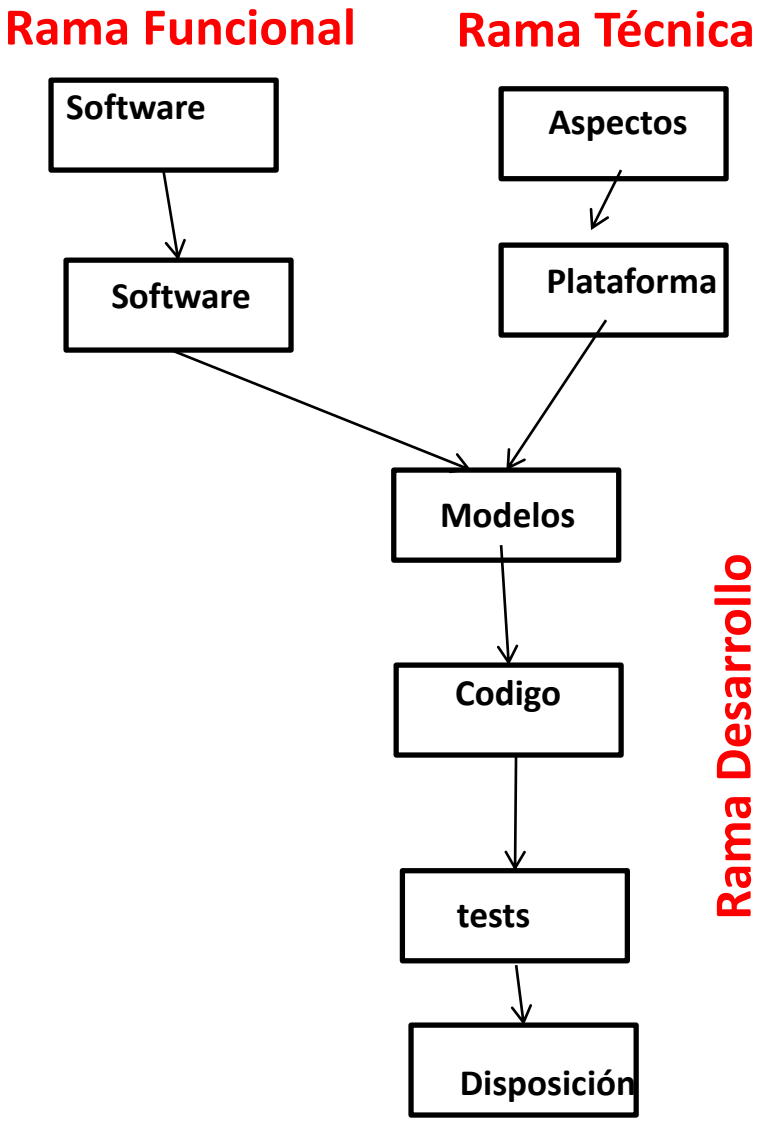
Prueba:
Evaluar la solución (pruebas unitarias y de integración)

Entrega:
Entregar la solución al cliente



yPBL

- Requerimientos
- Análisis
- Diseño
- Implementación
- Pruebas
- Liberación



Iteraciones

I1 I2 I3

Unidad 1
Unidad 2
Unidad 3

MASINA

Jose Aguilar

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Metodología MASINA

Metodología que permite especificar Sistemas Multi-agentes, la cual es una extensión de MAS-CommonKADS.

Fases

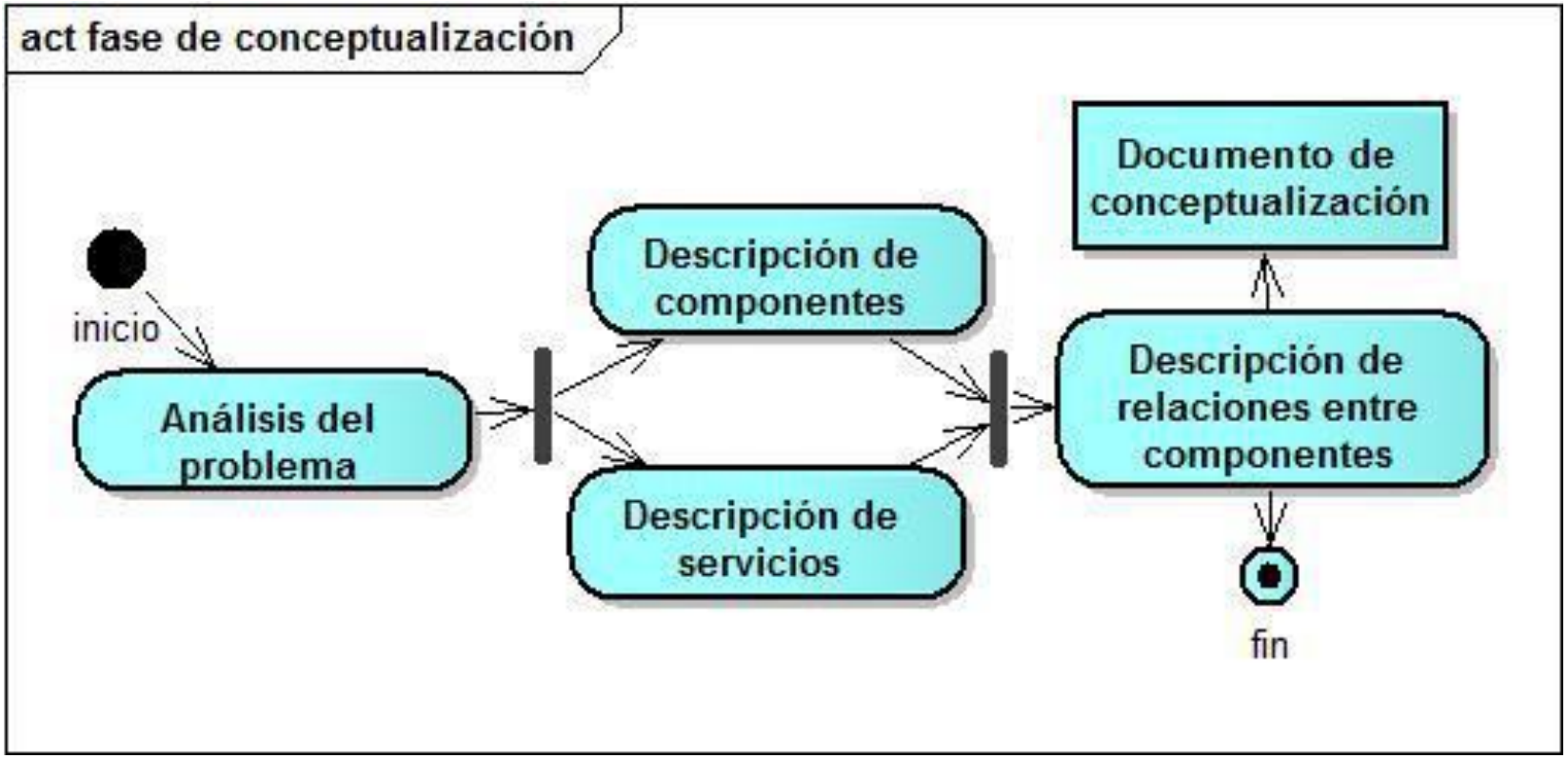
- *Conceptualización*
  - Casos de uso
  - Actores
- *Análisis y Diseño*
  - Modelos para describir los agentes del sistema, sus tareas, su organización y los medios de comunicación.
  - Diseño técnico del sistema.
- *Codificación y prueba*
- *Integración*
- *Operación y mantenimiento*

14

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

Fase de Conceptualización



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

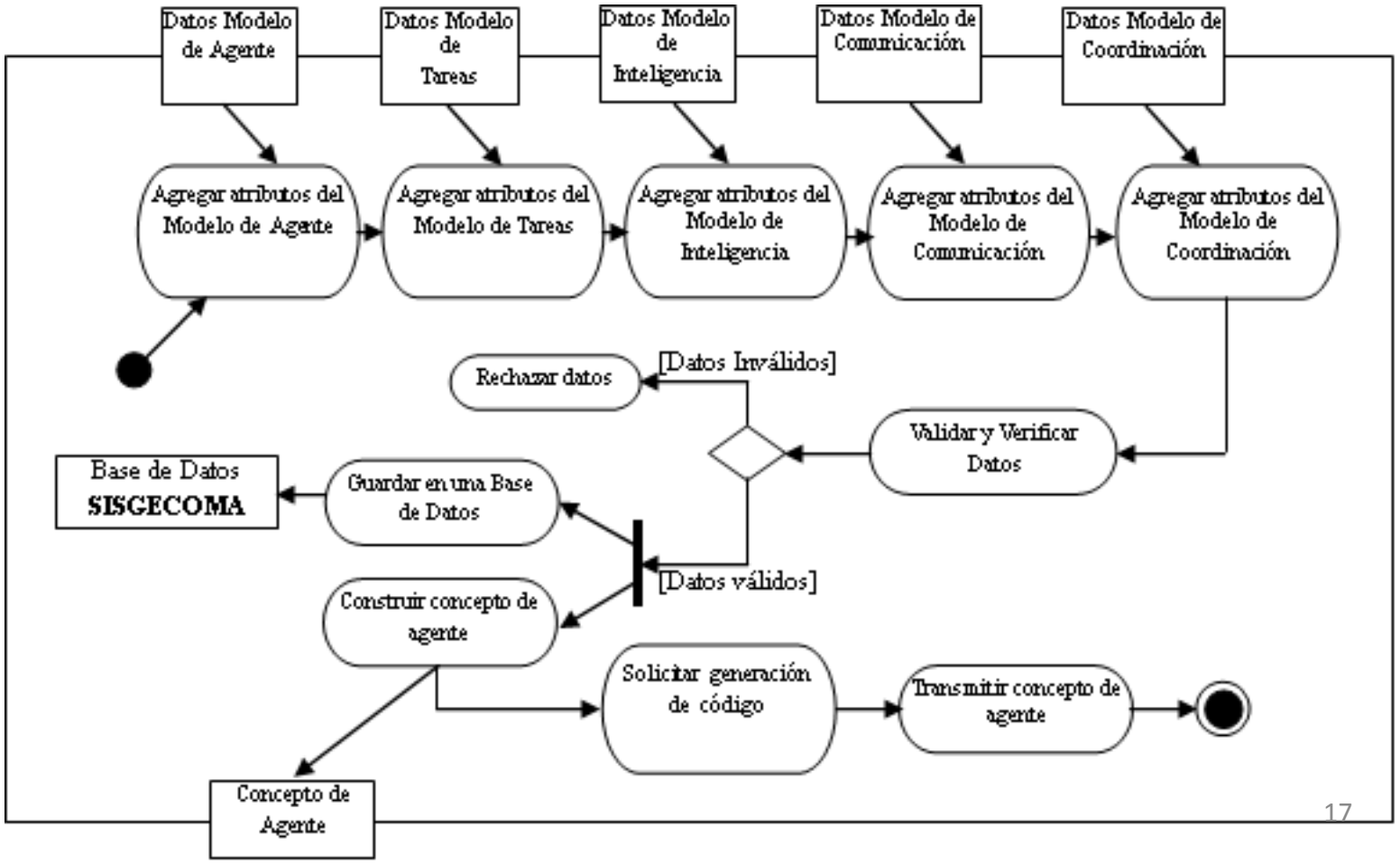
- El producto de esta fase es un documento de conceptualización:
  - La descripción de los componentes del sistema,
  - La especificación de los servicios y de las actividades para prestar los servicios ofrecidos por cada componente del sistema
  - La descripción general de las relaciones entre los componentes del sistema.
- Para eso se usan: casos de uso y diagramas de actividades

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

Fase de Conceptualización

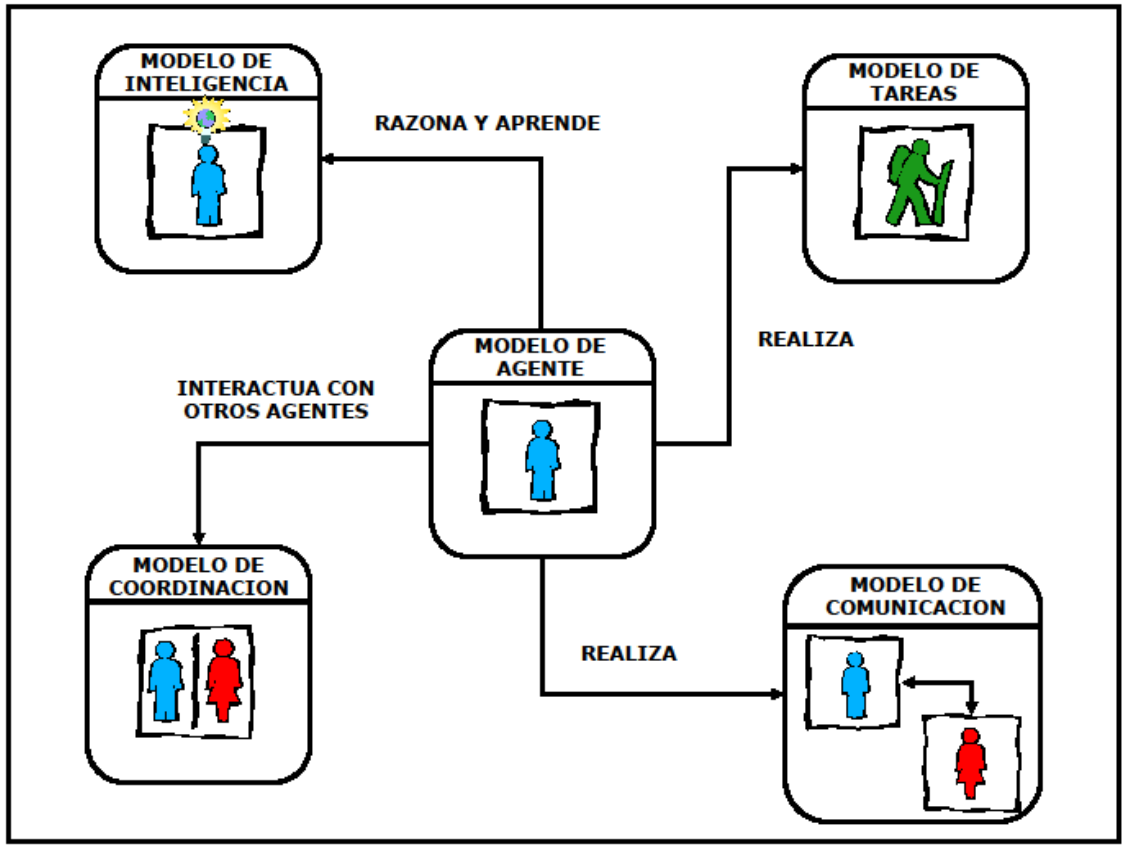
Diagrama de actividades



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

Fase de Análisis

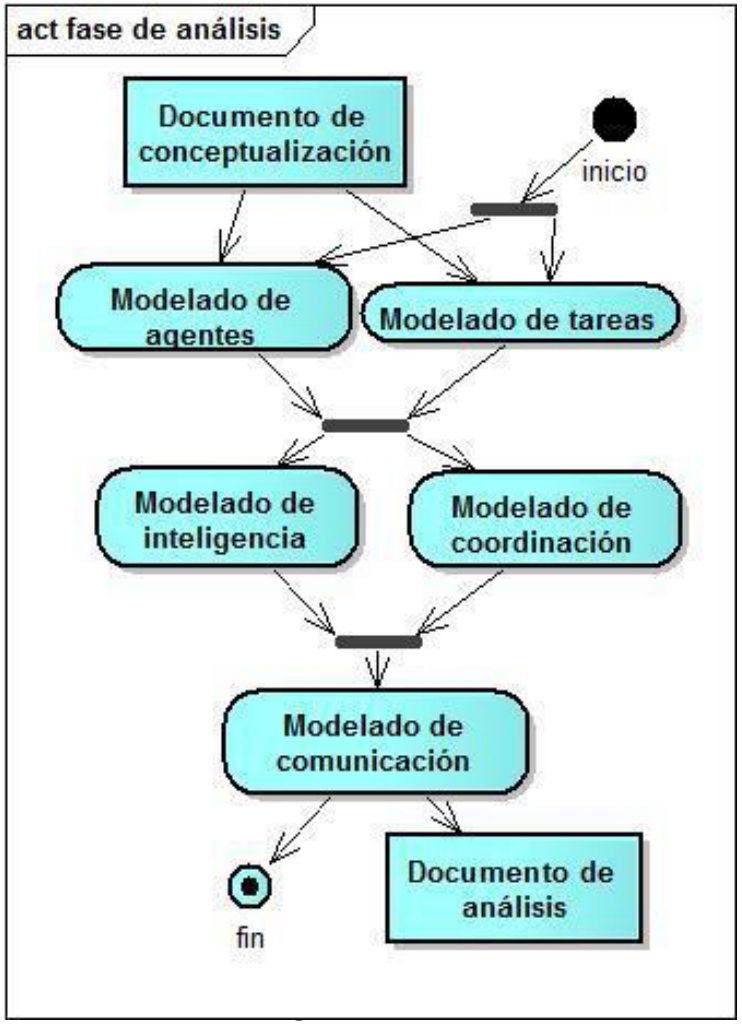


18

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

Fase de Análisis



19

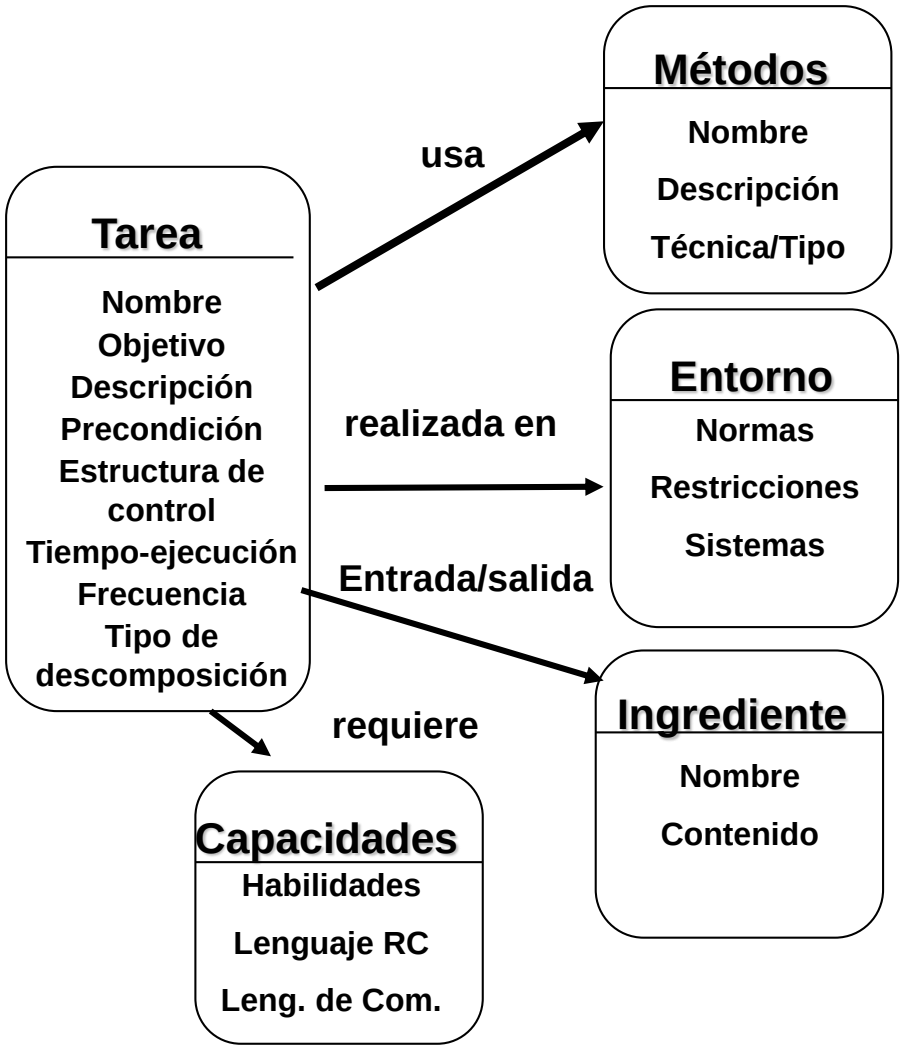
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

MASINA

- El producto de esta fase es un documento de análisis contentivo de:
  - Modelo de agentes,
  - Modelo de tareas,
  - Tabla relación Agentes-Tareas
  - Modelo de inteligencia
  - Modelo de Coordinación/conversación
  - Diagrama de Interacción
  - Modelo de comunicación.

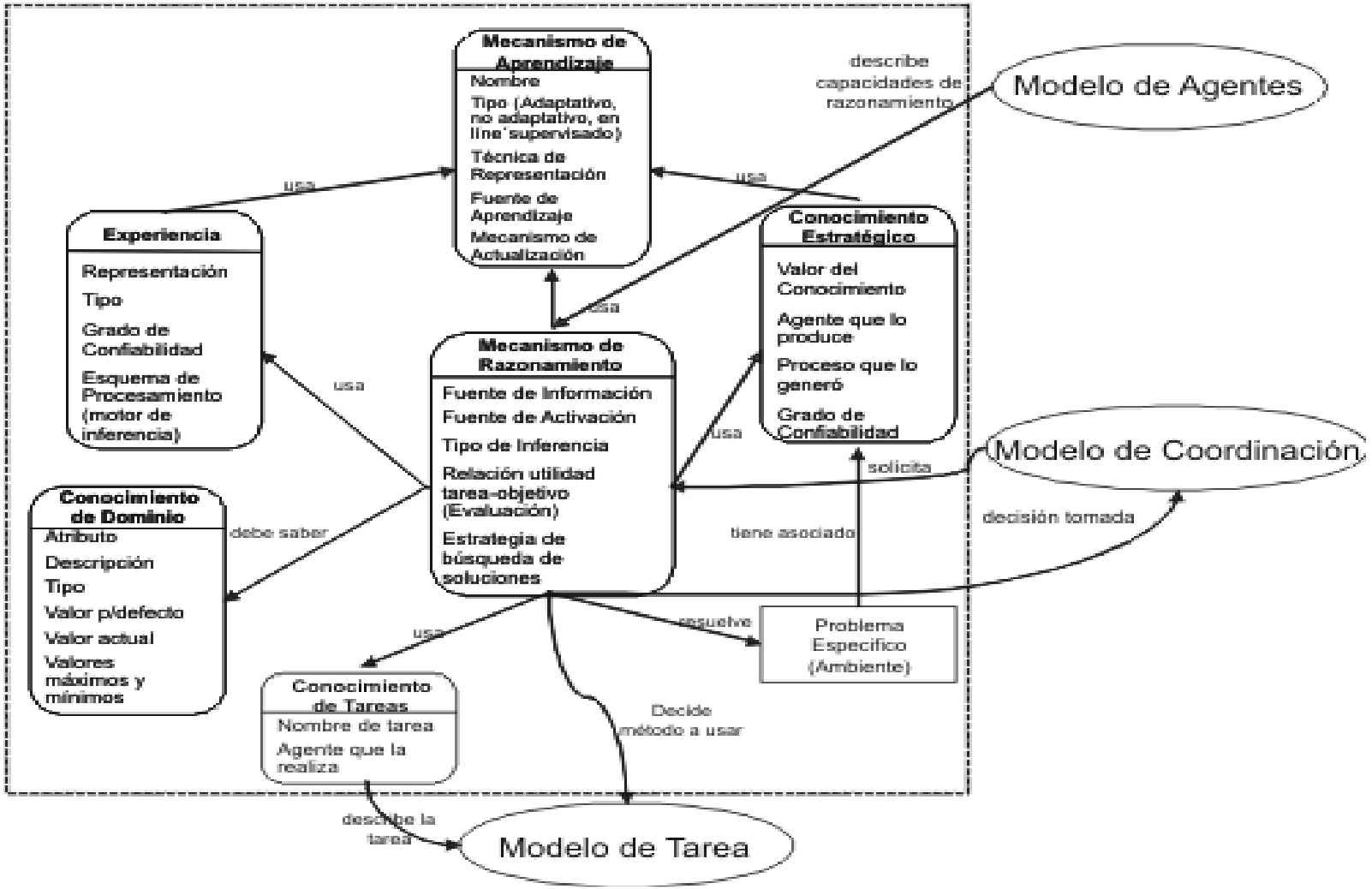
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Modelo de Tareas

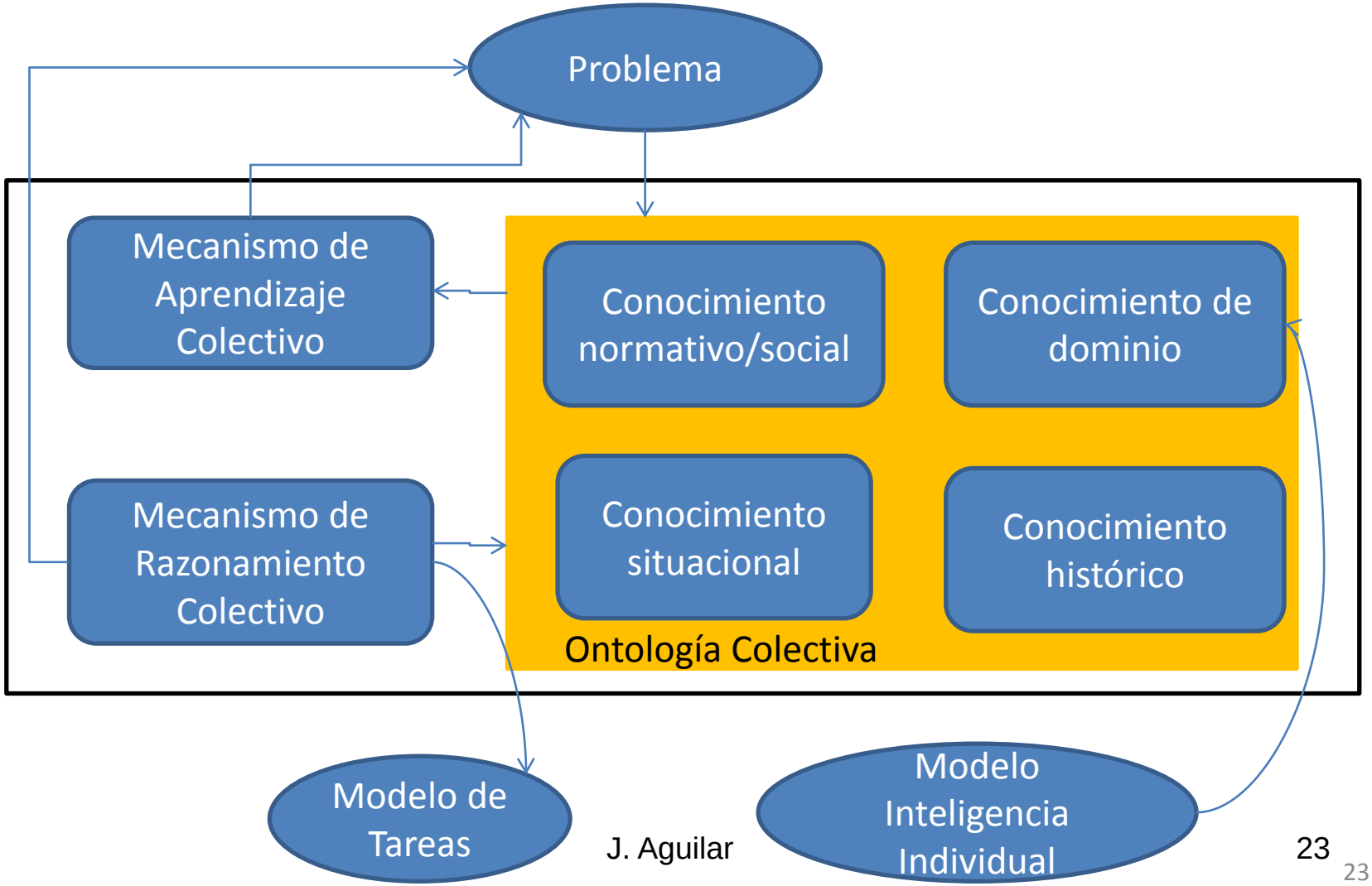


UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Modelo de Inteligencia



Modelo de Inteligencia Colectiva



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Modelo de Inteligencia Colectiva

Mecanismo de Aprendizaje Colectivo	
Nombre	Nombre del mecanismo de aprendizaje
Tipo	Supervisado, no supervisado, reforzamiento
Técnica de representación	Redes neuronales, Arboles de decisión, reglas, clasificación, redes bayesianas, minería de datos, etc.
Fuente de aprendizaje	Origen de la información que se usa para aprender. la misma normalmente se divide en una parte para entrenar y otra para probar
Mecanismo de actualización	hebbiano, corrección de error, etc.

Mecanismo de Razonamiento Colectivo	
Fuente de información	Origen de la información utilizada para el proceso de razonamiento.
Fuente de alimentación	Tareas que requieren el proceso de razonamiento.
Técnica de inferencia	Lógica difusa, reglas, lógica de predicados, etc.
Lenguaje de representación de conocimiento	OWL, RDF, etc.
Relación tarea-inferencia (Resultado esperado)	Relación que existe entre la tarea que activo el proceso de razonamiento y el resultado obtenido.
Estrategias de razonamiento	Deductivo, inductivo, abductivo

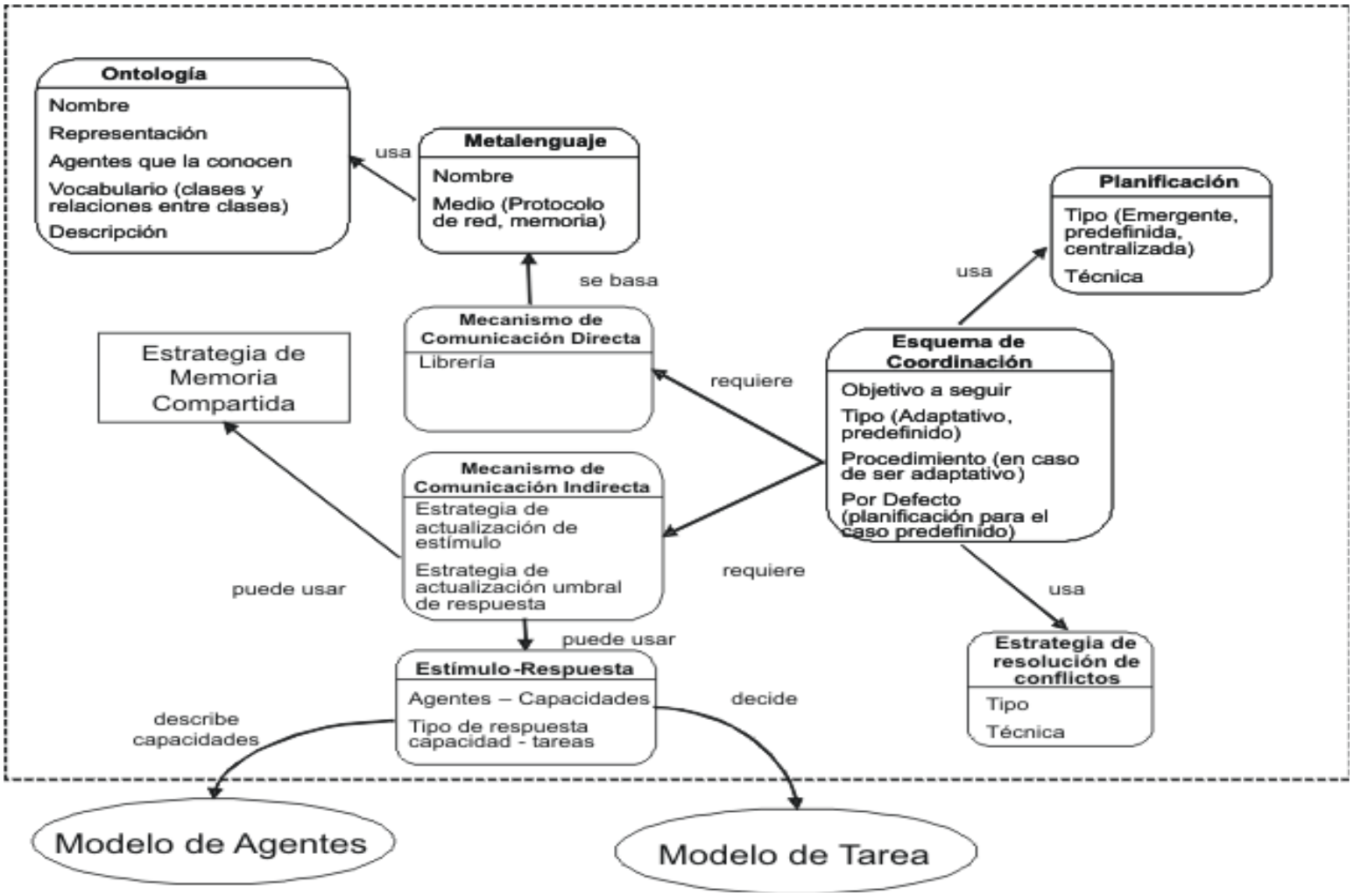
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Modelo de Inteligencia Colectiva

Ontología situacional colectiva	
Descripción	Conocimiento colectivo
Caracterización	Conceptos, relaciones, propiedades, etc
Fuente	Quien la genera, quien la actualiza, en el SMA
Grado de confiabilidad	Nivel de certitud del conocimiento adquirido
Caracterización	Conceptos, relaciones, propiedades, etc.
Valores por omisión (para cada concepto)	Valor inicial
Valores max y min	Valores máximos y mínimos que puede tomar la variable, rangos o bandas.

Marco Ontológico colectivo	
Nombre	Nombre de la ontología
Objetivos colectivos para lo que se usa	Qué tareas colectivas lo usan para alcanzar objetivos grupales
Descripción	Descripción de “lo que conoce el agente”
Ontologias que la integran	Listado de ontologías situacionales que lo componen
Agentes que la conocen	Miembros del SMA que usan esa ontología en sus tareas colectivas

Modelo de Coordinación



Modelo de Coordinación y Comunicación

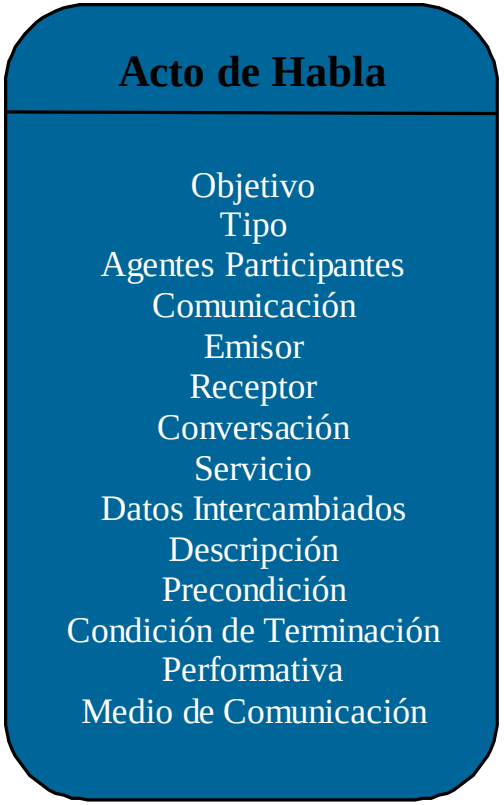
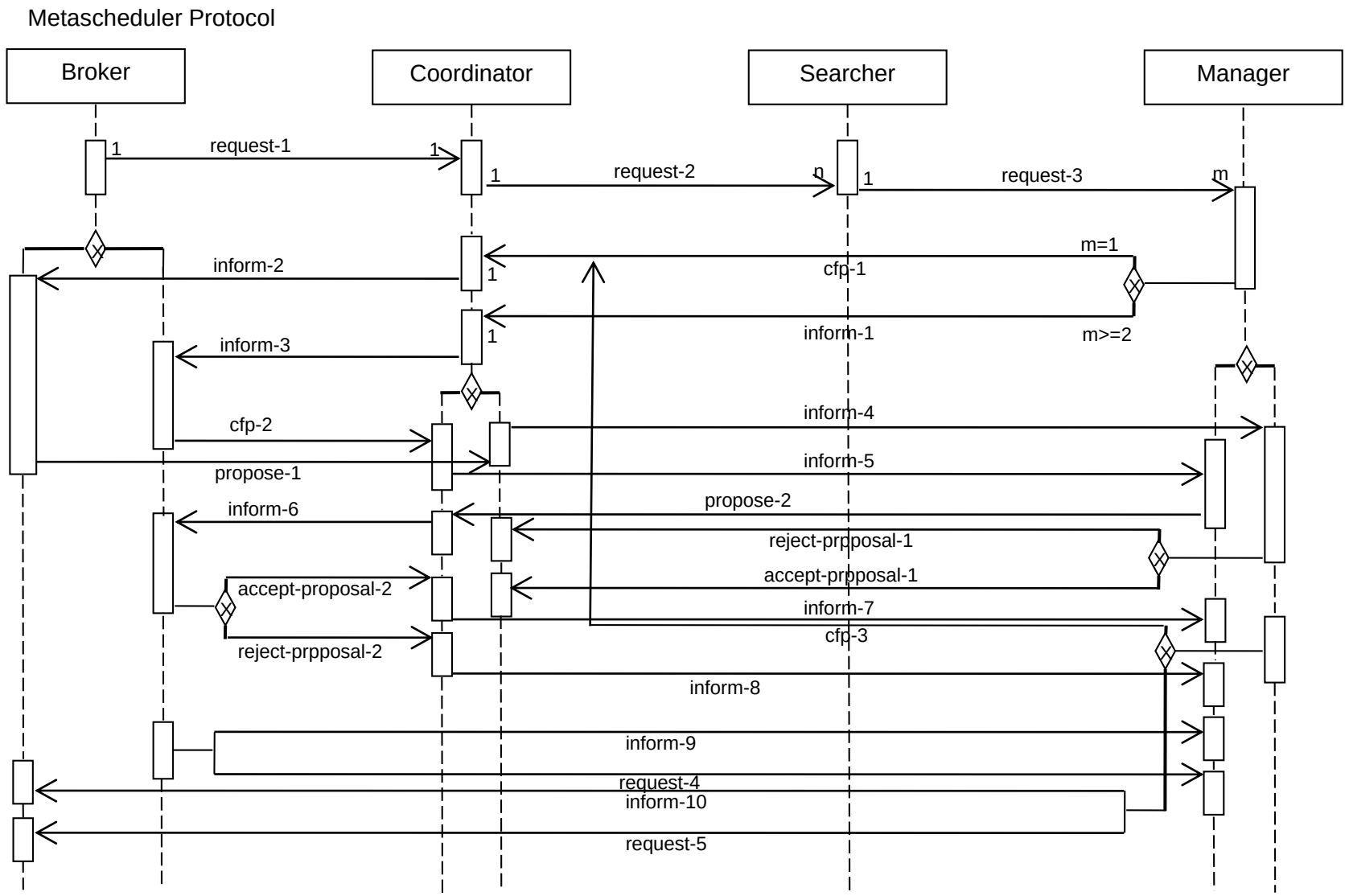


Diagrama Interacción: Protocolo de interacción FIPA



Aplicaciones Sistemas Emergentes: ApEm

Jose Aguilar

Se pueden lograr sistema artificiales emergentes como el de una colonia de hormigas combinando, entre otras cosas

- Retroalimentación positiva y negativa,
- Aleatoriedad estructurada,
- Interacciones entre vecinos (acera, no autopista) y
- Control descentralizado (todos los miembros aportan en cierta manera para el control del sistema global)

Características de una aplicación emergente

- Proceso de retroalimentación
- Espacio de memoria compartida

Interacción

- Reglas locales de decisión
- Mecanismos completamente distribuidos

Multiples Procesos

Proceso de retroalimentación

- Subyace el mecanismo de aprendizaje.
- Los formas de aprendizaje pueden ser múltiples
- Es la única manera que el sistema acumule experiencia
- Es el cierra del lazo, de tal manera que el sistema pueda reajustarse basado en las decisiones tomadas, y efectos de las mismas

Espacio de memoria compartida

- Cualquiera lo puede actualizar y revisar
- Es completamente distribuido, de tal manera que la información local es la que un ente puede ver en un momento dado
- Cada individuo plasma allí su experiencia a través de alguna forma de comunicación (clásicamente indirecta)

Reglas locales de decisión

- Cada individuo tiene sus propias reglas de decisión
- Son basadas solamente en la información local (parte de ella puede/debe venir de la memoria compartida) que pueda percibir el individuo, además de su conocimiento

Mecanismos completamente distribuidos

- Las reglas de decisiones locales de los individuos entre si pueden ser diferentes
- La memoria compartida se esparce, tal que en un momento un individuo solo percibe parte de ella (la local)
- Proceso de aprendizaje es completamente distribuido (colectivo)

ApEm

- Proceso de retroalimentación
- Espacio de memoria compartida
- Reglas locales de decisión

ApEm

Modelo de Emergente

Modelo de Emergente	
Conversación	Nombre de la conversación.
Objetivo de la emergentes	Para qué sirve el mecanismo de coordinación a implantar
Agentes que participan	
Tipo de emergencia	
Técnica de Emergencia de inspiración	Por ejemplo, de umbral de respuesta
Espacio de memoria compartida (estructurada de datos de las variables)	Variables Compartidasque verán todos los agentes
Proceso de retroalimentación (macroalgoritmo de aprendizaje para la Actualización de variables)	• Descripción General de los mecanismos de aprendizaje (actualización de variables, tanto las compartidas como las individuales de cada agente) • Definir agentes que realizan cada mecanismo de aprendizaje y que variables actualizan (sean estas variables compartidas o no) • Macroalgoritmo Detallado de cada mecanismo de aprendizaje
Reglas locales de decisión (ecuaciones + macroalgoritmo de toma de decisiones)	• Definir agentes que toman decisión con esas variables actualizadas • Definición de las Ecuaciones de Toma de Decisión: • Algoritmos que las invoca (puede ser diferente para cada agente)

yPBL, MASINA y ApEm para el desarrollo de la Obra

- **Metodología de base: yPBL**

- **SaCI**
  - **Fase análisis de la Rama Funcional de yPBL se basa en las fases de conceptualización y de análisis de MASINA**
  - **Fase de diseño y desarrollo de yPBL se basa en MASINA**
  - **Especificación de la emergencia con ApEM**

Desarrollo del curso

Requerimientos Funcionales

I1/ Definir Pb PE
y Diseñar Proceso

I2/ Especificación de la AE

I3/ Diseño General de la AE

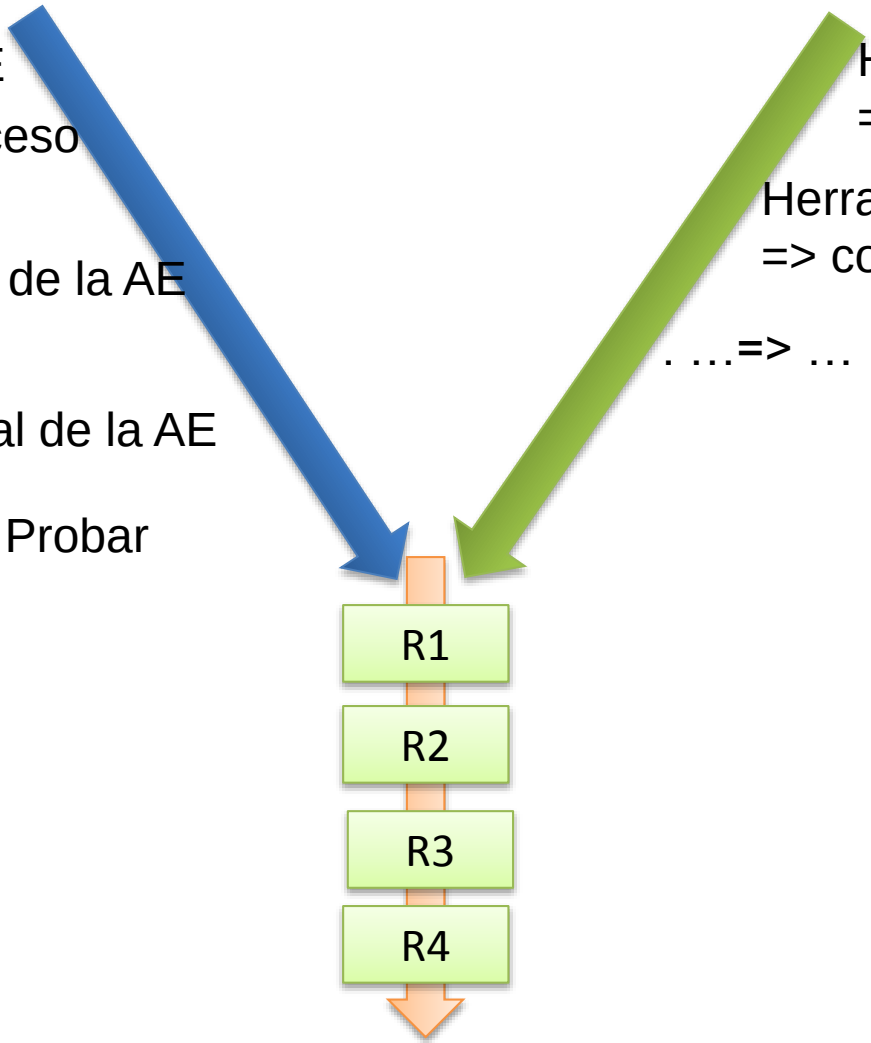
I4/ Implementar y Probar

Requerimientos Técnicos

Herram. Diseño
=> CookBook

Herramientas Desarrollo
=> cookbooK

. …=> …



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

Plantillas

Informe Final

- Introducción
- Marco Teórico específico para el Producto
- Presentación del producto
- Diseño del producto
- Desarrollo del producto
- Prototipos y pruebas
- Conclusiones

Formato IEEE

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

UTPL
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEREIS MIS TESTIGOS

Ambientes Inteligentes Educativos: Salones Inteligentes

POLITÉCNICA
"Ingeniamos el futuro"

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

INSA
TOULOUSE

Motivación

Vivimos en una sociedad donde nuestra relación con "las tecnologías duras" es constante

Nos comunicamos por teléfonos con otros, usamos en nuestras casas lavaplatos, vemos televisión, trabajamos en oficinas con computadoras, nos movemos en vehículos, etc.

Existe una larga lista de objetos de uso cotidiano, los cuales están incorporados a nuestras vidas, casi sin darnos cuenta…

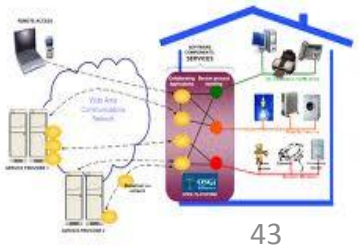
Motivación

Las capacidades de las computadoras se han venido incorporando en muchos dispositivos de nuestra sociedad (artefactos electrónicos, etc.).

Las TICs están produciendo una auténtica revolución, con cambios importantísimos en nuestra sociedad.

Particularmente, la inteligencia ambiental abrirá una nueva perspectiva a nuestro entorno físico más próximo.

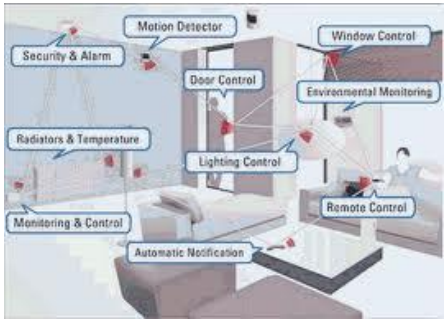
Los ambientes inteligentes son una de las grandes apuestas tecnológicas del futuro



Conceptos de Base

Ambientes o Entornos inteligentes

Ambientes físicos en los que las tecnologías de información y comunicación y los sistemas de sensores se integran en los objetos físicos, en la infraestructura, y en el entorno.



Espacios físicos en los que la información y otras tecnologías de la computación ubicua se tejen y se utilizan para lograr objetivos específicos para el usuario, el medio ambiente, o ambos

Conceptos de Base

Propiedades básicas

- **Ubicuidad** para tener la información y los servicios en el sitio donde lo requiera el usuario,
- **Transparencia** para pasar desapercibidos en el medio físico
- **Inteligencia** para adaptarse a las preferencias de cada individuo.

La Inteligencia permite componer automáticamente servicios complejos a partir de servicios básicos que los dispositivos desplegados en el entorno poseen, para alcanzar un determinado objetivo

Emergencia

Conceptos de Base

Aula inteligente

Espacio donde la tecnología ubicua ayuda al **proceso de enseñanza-aprendizaje** de una manera transparente.

Conceptos de Base

Áreas Afines

- **Analítica de Datos** para descubrir y explotar todo el conocimiento presente en esos ambientes.
- **Pedagogía** para determinar indicadores y criterios sobre las dinámicas (paradigmas, estilos, etc.) presente en los procesos de aprendizaje.
- **Automatización** para posibilitar la integración y control automático eficiente de dispositivos, procesos, etc.
- **Inteligencia Artificial** para darles capacidades adaptativas, autonómicas, inteligentes, al entorno.
- **Sistemas Distribuidos** para explotar las capacidades de un entorno compuestos por componentes desplegados: comunicación, reflexión, compartir recursos, etc.

Analítica de Aprendizaje

Computación Autonómica

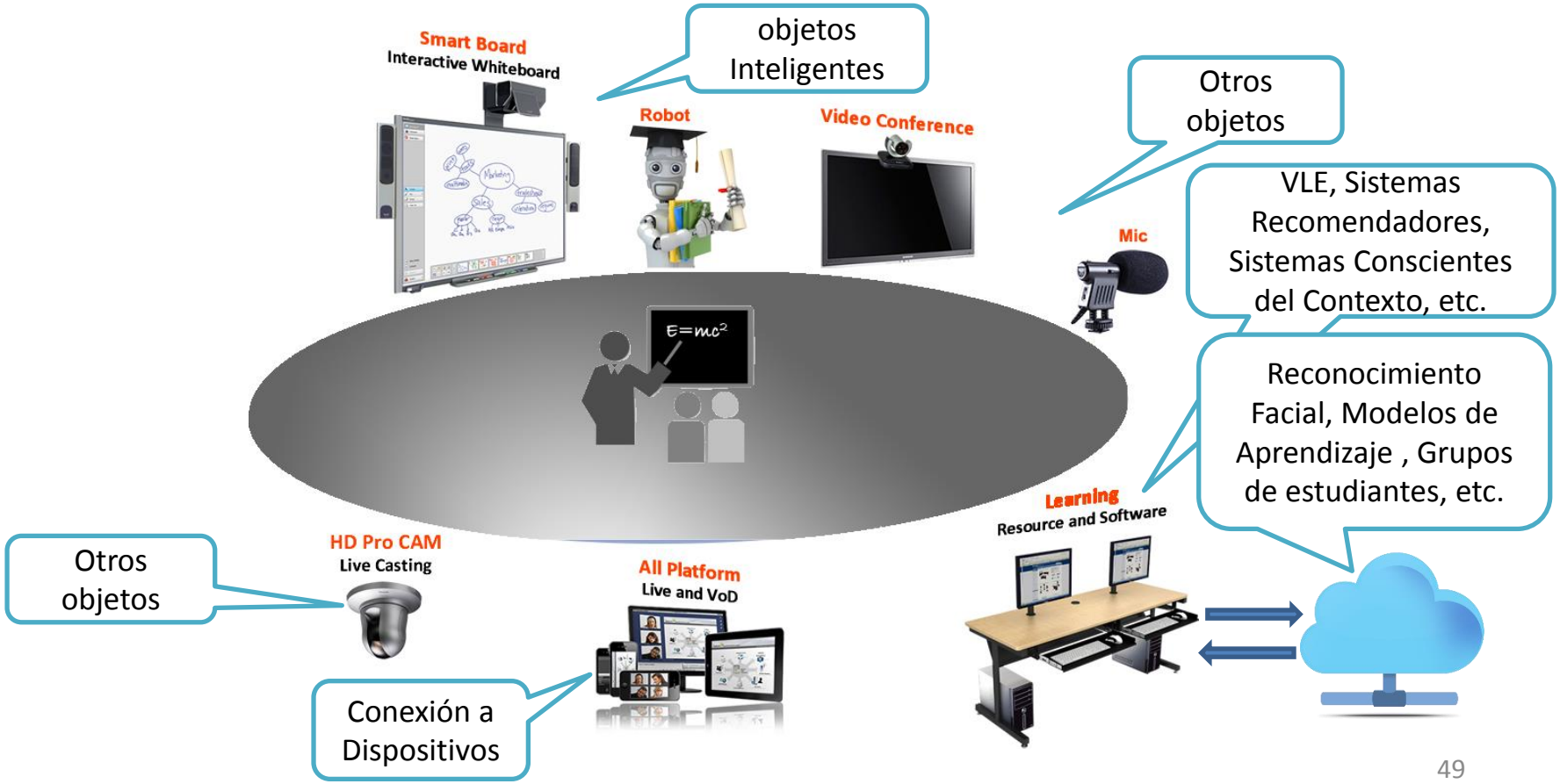
Middleware Reflexivo

Avances

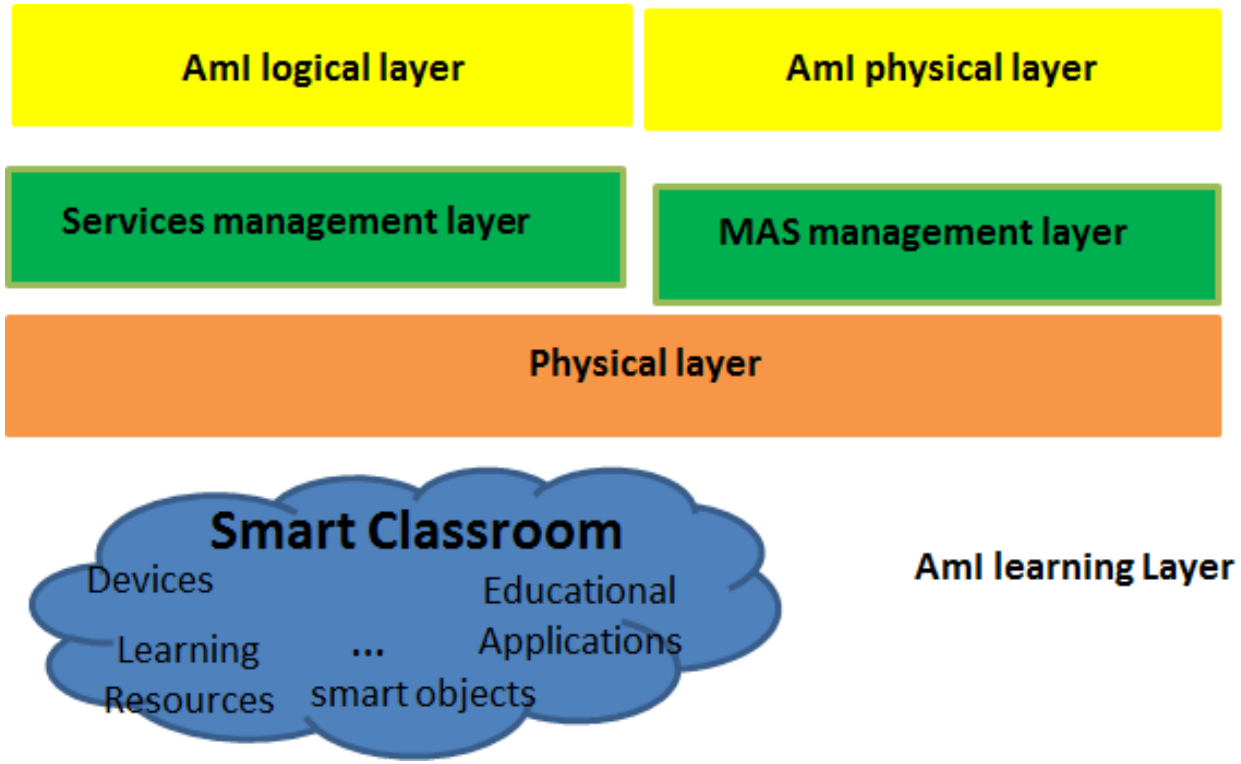
- **Caracterización de un aula inteligente** teniendo en cuenta diferentes aspectos vinculados a la educación virtual y presencial, utilizando el paradigma de los **sistemas multiagentes.**
- Definición de los diferentes **componentes de un aula inteligente** con sus propiedades.
- Definición de **dos frameworks de agentes** que describen los diferentes tipos de componentes en un aula inteligente.
- Definición de un **Middleware Reflexivo Autonómico de SaCI**
- Definición de las **comunidades de agentes que compone a SaCI**
- Implementación de un **Primer prototipo de SaCI en la UTPL**

Avances: Especificación de SaCI

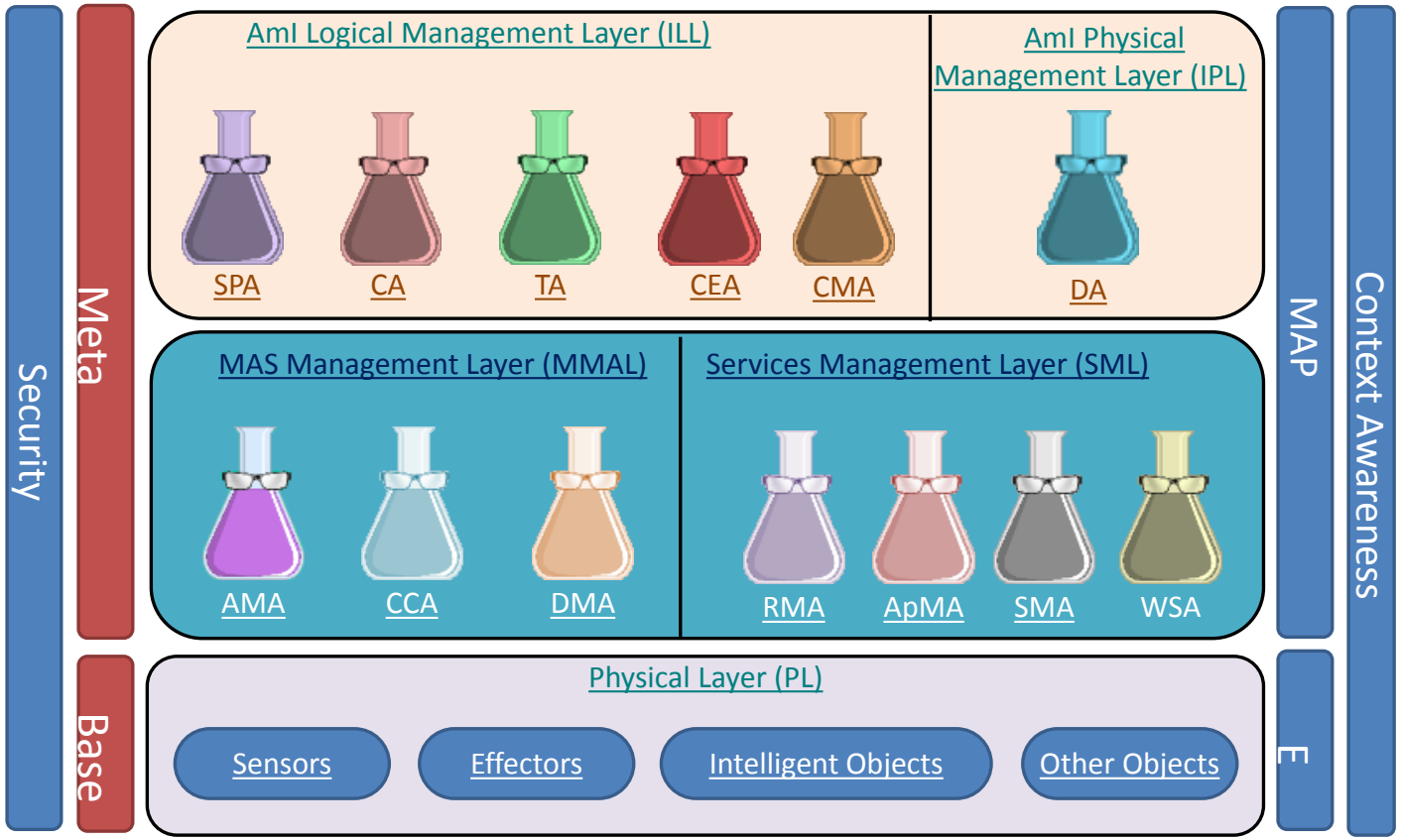
Componentes de un aula inteligente



Avances: Middleware de SaCI



Avances: Middleware de SaCI



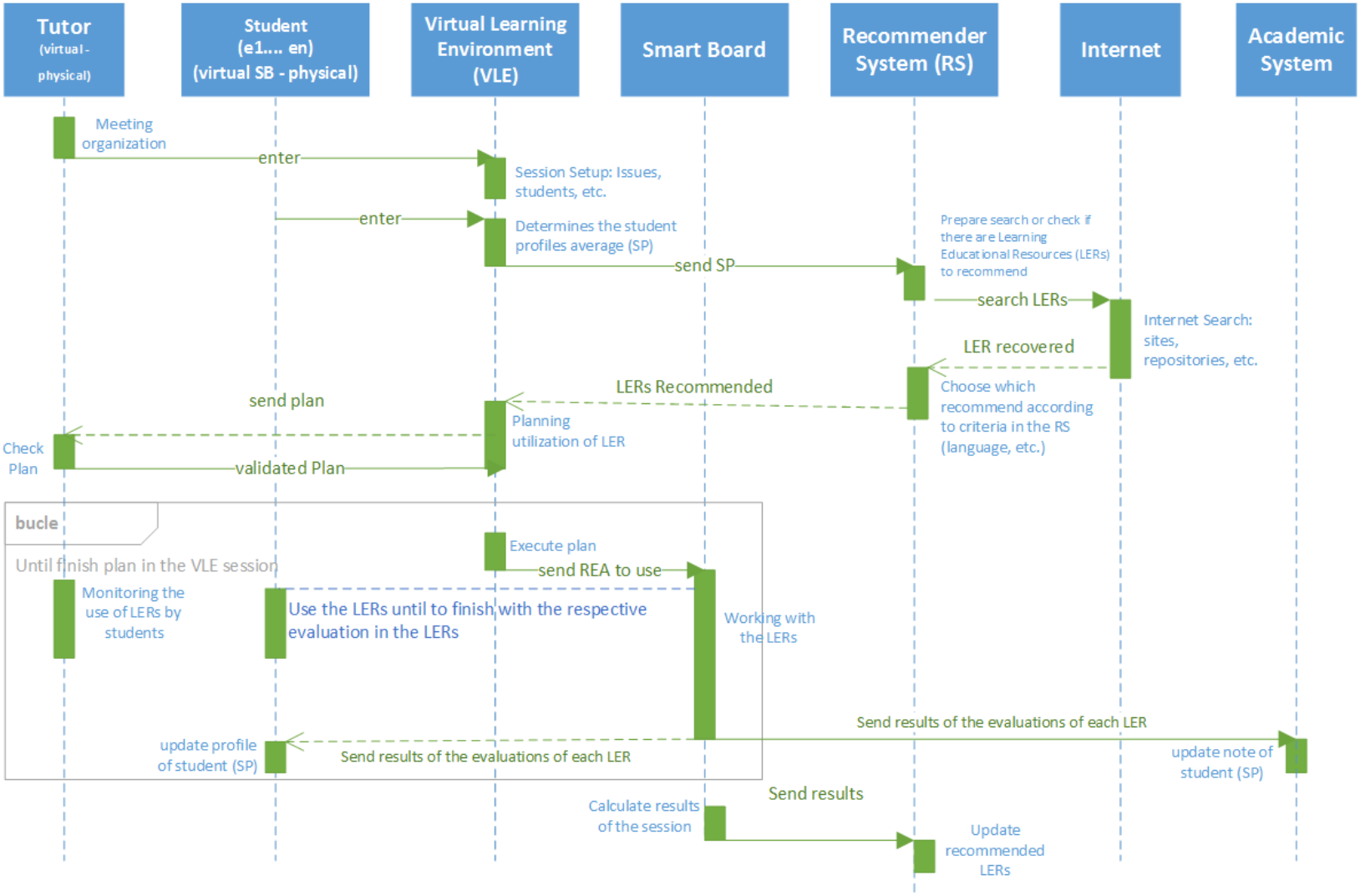
Avances: Hardware & Software

Hardware	Software
Student board Smart board Smart camera Interact desk Social Robot Augment Reality System	Virtual Learning Environment (VLE) Repository of learning objects Recommender system of educational resources Academic System

Algunas conversaciones en SaCI

- Proceso de tutoría en línea
- Set-up de Variables de entorno
- Estimular proceso de aprendizaje
- Guía del profesor del proceso de aprendizaje
- Procesos de retroalimentación

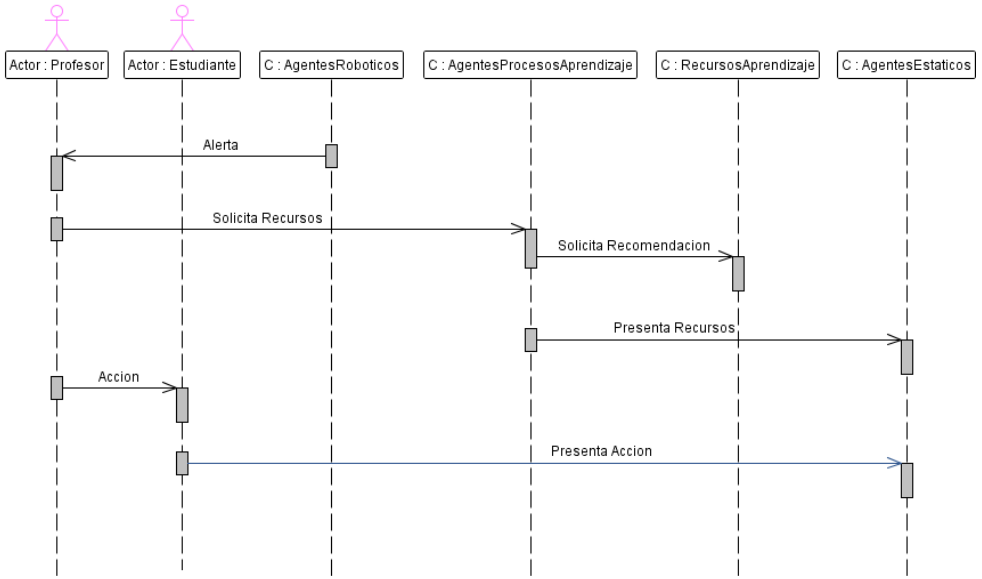
Ejemplo conversations in SaCI: tutoría en línea

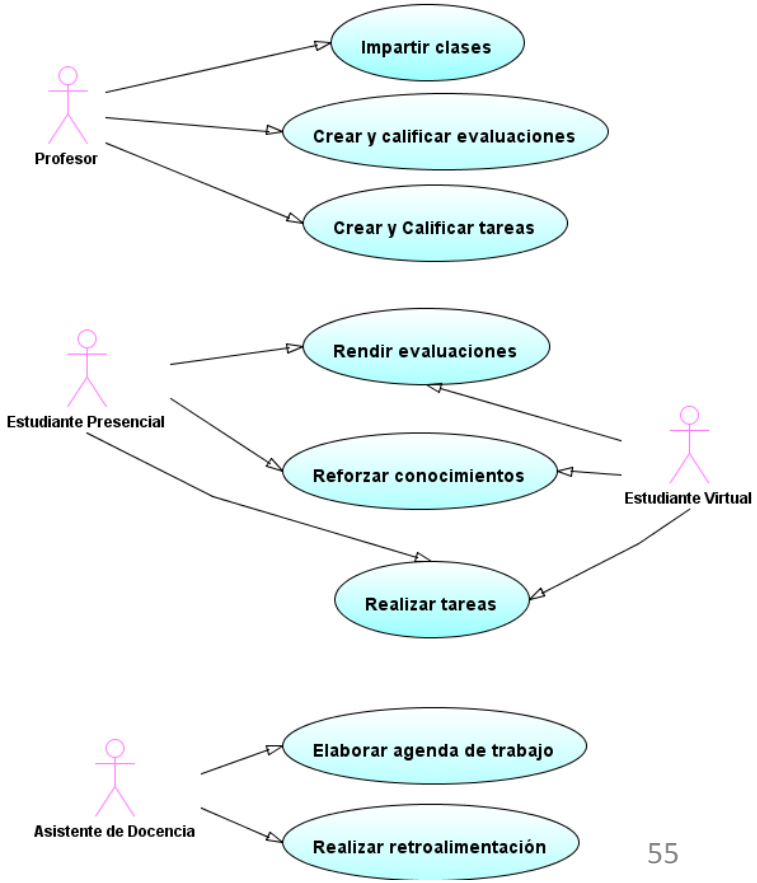


Comunidades que compone a SaCI

- Comunidad de Agentes que **representan Humanos en el AmI**

Tiene como finalidad representar a profesores y estudiantes en un ambiente inteligente

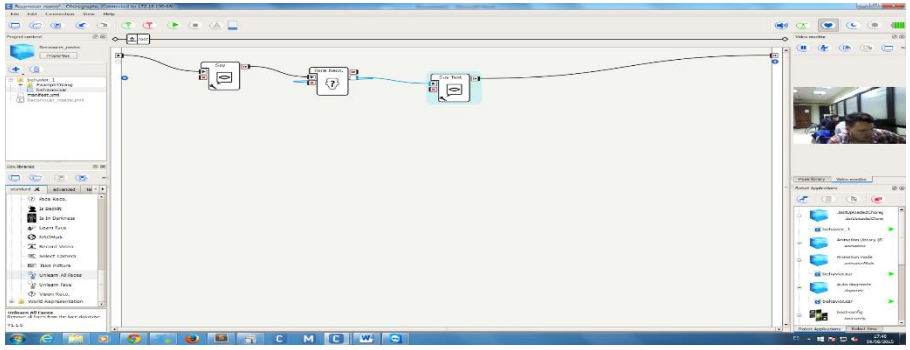


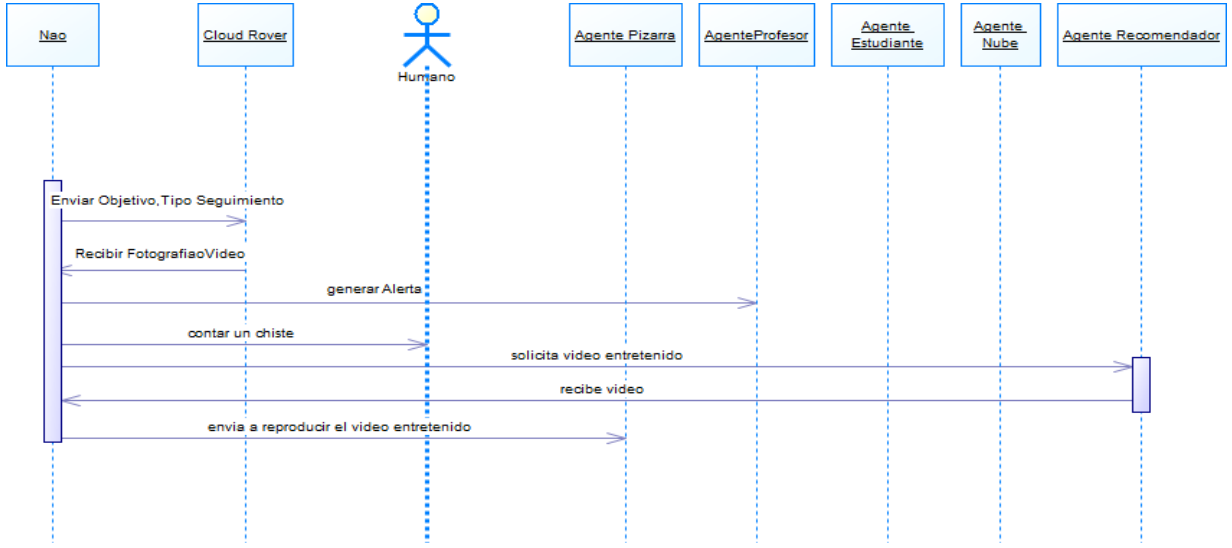


Comunidades que compone a SaCI

- Comunidad de **Agentes Robóticos** del AmI

Decir hola y el nombre



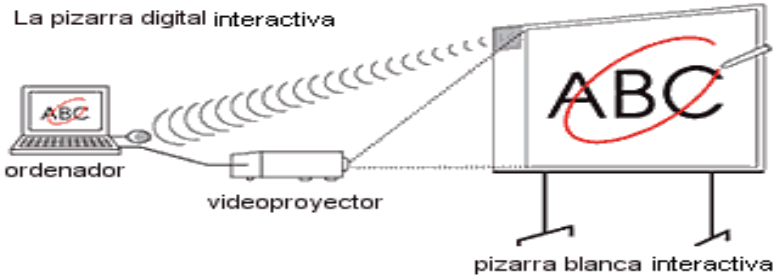


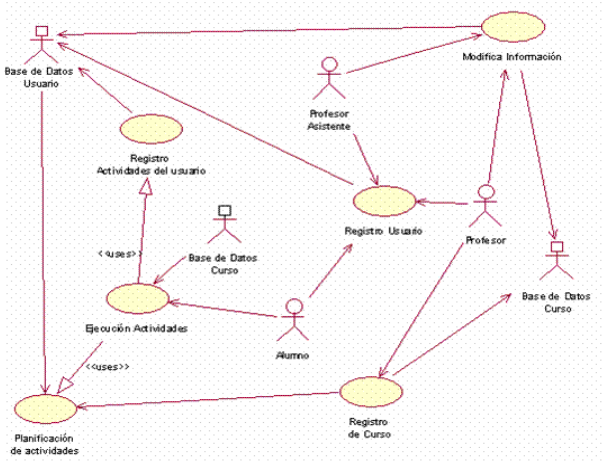
Agentes que representan los Objetos Móviles en SaCI

Comunidades que compone a SaCI

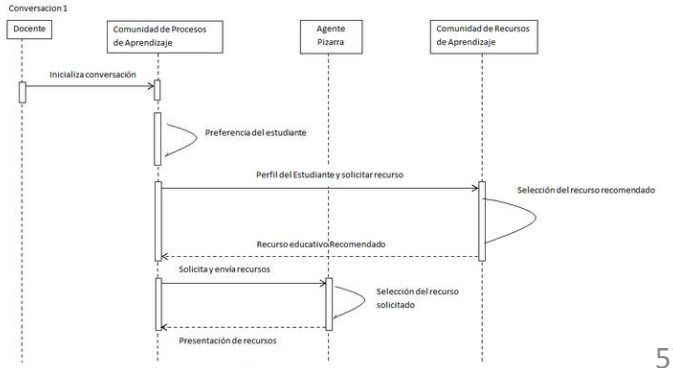
- Comunidad de **Objetos Inteligentes Estáticos** en el AML

Agentes que representan todos los Objetos Estáticos en SaCI: pizarras inteligentes, cámaras inteligentes, etc.





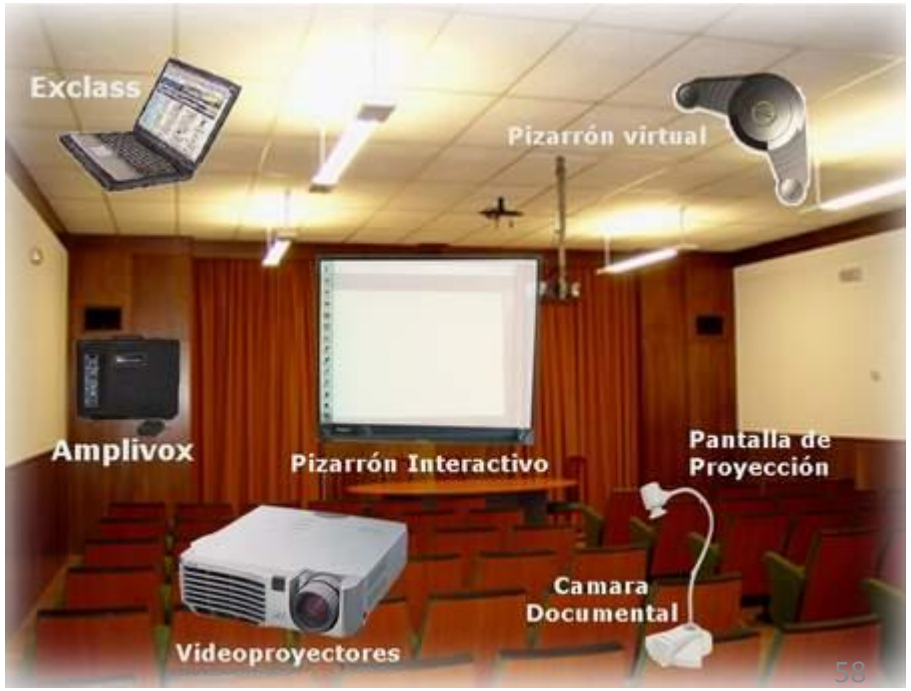
Agente Pizarra



Primer prototipo de SaCI en la UTPL

- Servidor con Jade
- Prototipo pruebas conceptuales comunidaes
- Dos robots: Nao y Cloud Robert
- Pizarrón Inteligente
- Cámara Inteligente

Laboratorio de e-learning



Próximos pasos

Análisis del Contexto

Minería Ontológica

Programación emergente auto-organizada

Paradigma Emergente en SaCI

Control Dinámico Híbrido

Conversaciones no Predefinidas

Análisis de Redes Sociales

Minería Semántica

Big Data

Analítica Académica y de Aprendizaje en SaCI

Conocimiento como Servicio (KaaS)

Analítica de Datos En tiempo real

Juegos Serios

Próximos pasos

- Learning and Academic Analytical
  Data mining
- Social Learning Analytical Services
  Web mining, big data
- Emergent Ontologies Framework
  Ontology mining
- Intelligent Recommender System
  Match by reasoning mechanisms
- Emotional Recognition System
  Chronicles
- Specific Agents: SmartBoard, VLE, Recommender System
  MASINA, EDISMAS
- Connectivity learning (Learning process)
  Serious Games

Framework for KaaS

Sistemas Emergentes

Noción de “emergencia”

Término utilizado de forma diferente por diversos autores.

- Dicha idea la asociaremos a un comportamiento de un sistema, que "emerge" de las interacciones entre sus componentes, difíciles o imposibles de predecir.

- Es un concepto que típicamente se define como una característica de un sistema, la cual no se limita a la suma de las características de los componentes individuales de dicho sistema.

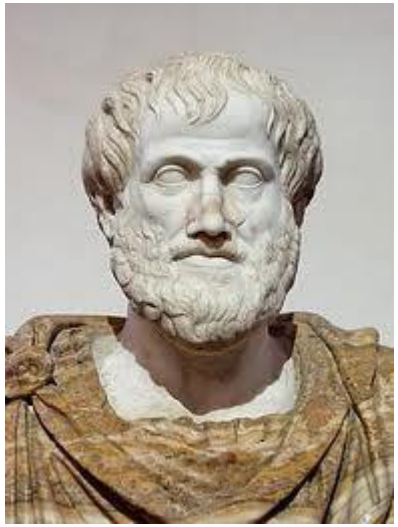
Noción de “emergencia”

Término utilizado de forma diferente por diversos autores.

La emergencia de orden y de organización en los sistemas compuestos de muchas entidades autónomas, tiene que ver con la pregunta fundamental:

"¿Cómo un sistema llega a existir?

Antecedentes Noción de "emergencia"



El todo es más que la suma de sus partes

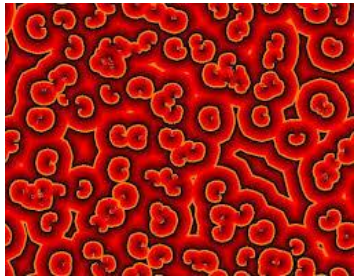
Aristóteles, *Metafísica*

Holismo o enfoque holista

Opuestos:

- En el mundo científico: el reduccionismo.
- En las ciencias sociales: el individualismo

Holismo a veces se usa como sinónimo del enfoque sistémico o de pensamiento complejo.

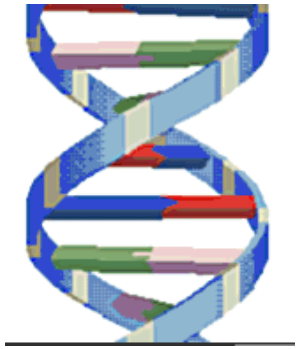


Pueden servir para intentar justificar posiciones poco formales!!

Cerebro y colonia de hormigas son la suma de miles de decisiones de sus componentes interactuando

Hormigas	⟷	Neuronas
feromonas	⟷	Neurotransmisores
Colonia de hormigas	⟷	Cerebro humano

La emergencia como una forma de reflexión, modelado y análisis de nuestro entorno, que transforma nuestra comprensión del desarrollo biológico y social, impactando áreas como la neurociencia, diseño de software, estudios urbanísticos, entre otros.



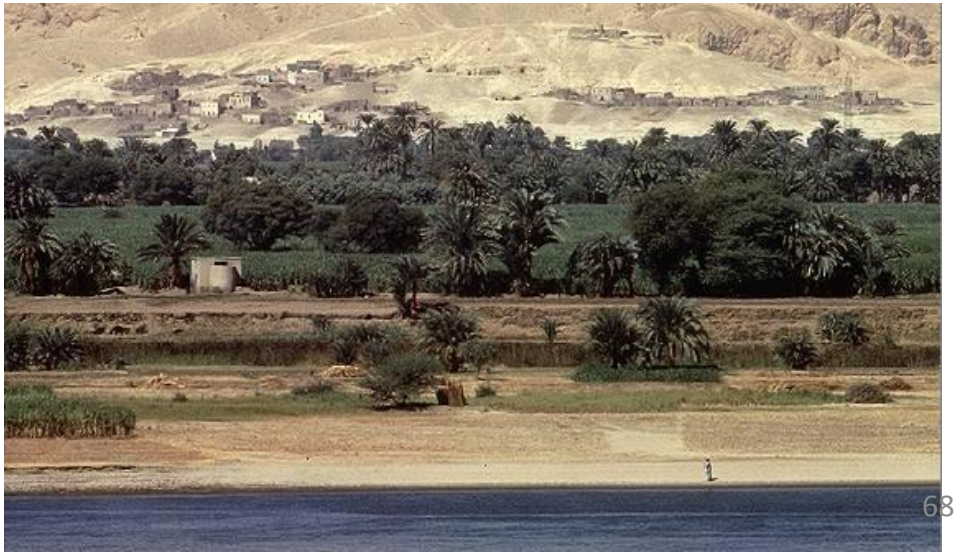
Sistema Emergentes

- Estamos naturalmente predispuestos a pensar en términos de “marcapasos”, tanto si hablamos de hongos como de sistemas políticos o de nuestro propio cuerpo.

- La mayoría de nuestros actos parecen gobernados por las células “marcapasos” del cerebro, y durante milenios hemos construido células “marcapasos” para nuestras organizaciones sociales, tanto si toman la forma de reyes como de dictadores o alcaldes.

Buena parte del mundo que nos rodea puede explicarse en términos de sistemas de mando y jerarquías

Ese mito de la **hormiga reina** es la creencia mágica desde los tiempos antiguos de que el bienestar de la sociedad depende del bienestar del monarca



Sistema Emergentes

- Segel y Keller probaron que las células del moho de fango se organizaban desde abajo: “en términos de un fenómeno colectivo”

simulación del moho de fango: http://llk.media.mit.edu/projects/emergence/contents.html

La agregación del moho de fango es reconocida como un caso clásico para el estudio de la conducta ascendente

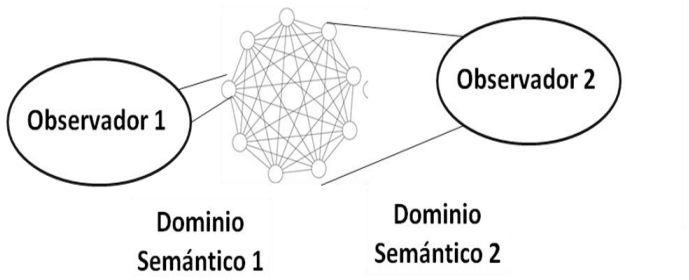
- Algunas de las grandes mentes de los últimos siglos que intentaron comprender las leyes de la emergencia : Adam Smith, Friedrich Engels, Charles Darwin, Alan Turing.

Noción de “emergencia”

- Algo será considerado emergente si tenemos indicadores del fenómeno en un nivel macro (es observable).

Clásico indicador de emergencia son *patrones* observables en un nivel superior, con características temporales y espaciales específicas

- Un sistema emerge en un ambiente dado capaz de detectarlo, tal que esa detección le es útil.



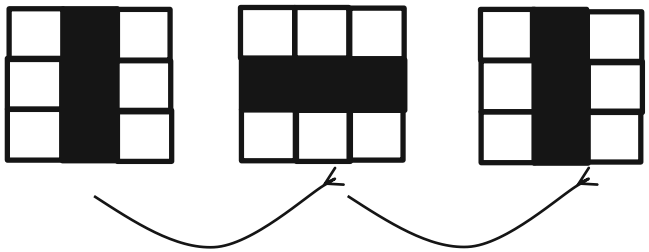
Doble lectura del fenómeno de emergenc

Noción de “emergencia”

Simulación de un Autómata Celular en el caso del Juego de la Vida, basado en 3 reglas simples

que generan un efecto de oscilación

1. Si el color actual de la casilla es negro, y 2 o 3 de sus 8 casillas vecinas son negros, su siguiente color es negro
2. Si el color actual de la casilla es blanco, y 3 de sus 8 casillas vecinas son negros, él cambia a negro
3. En el resto de casos cambia a blanco



patrones complejos pueden provenir de la implementación de reglas muy sencillas

Noción de “emergencia”

- Son muchos los sistemas naturales que muestran las características antes nombradas

estructura, funcionamiento u organización aparece a un nivel macro.

- Se encuentra en la encrucijada de varias disciplinas y prácticas
- La idea de emergencia la encontramos en todos los ámbitos científicos, biológicos, filosofía, etc.

Emergencia de la vida, de la conciencia, etc.

Algunas definiciones de "emergencia"

Según (De Wolf, 2007) un sistema exhibe emergencia cuando hay una **coherencia macroscópica** (características, comportamientos, estructuras, etc.), a partir solamente de las **interacciones microscópicas o locales** entre agentes que *no tienen ningún conocimiento explícito* de las características macroscópicas deseadas. Esos son *aspectos nuevos del sistema* que **van más allá** de las partes individuales de sus componentes

Noción de “emergencia”

procesos emergentes

1. Es casi imposible predecir por adelantado quienes participarán en el proceso.

2. El conocimiento e información se distribuye (conocimiento local).

Características de la emergencia

- Según (Clayton, 2004):
  - la **complejidad jerárquica**,
  - la no existencia de una **ley monolítica de emergencia**,
  - la **aparición de patrones** en todos los niveles, y
  - el **pluralismo emergente**.

- Según (Aguilar, 2014):
  - Las entidades emergentes obedecen **leyes de orden superior**.
  - Las entidades emergentes son caracterizadas por **lo imprevisible**.
  - Las **entidades emergentes se componen** necesariamente de **entidades de nivel inferior**.
  - Algunas entidades emergentes son capaces de **la causalidad de arriba hacia abaj**o.
  - Las entidades emergentes se realizan de **formas múltiples**.

Noción de “emergencia”

***procesos emergentes*: tres aspectos importantes.**

- **La *estructura* del proceso**. Los procesos de interés son los semi-estructurados y no estructurados,
- **Los *usuarios* del proceso**. Un proceso emergente significa que es casi imposible que un diseñador del sistema sepa por adelantado la clase de gente que será su usuario.
- **Los *requisitos de información***. son absolutamente diferentes al de los procesos de negocio clásicos.
  - En un proceso emergente los usuarios deben **buscar a menudo la información que necesitan** (muchas veces mal indicada), etc.
  - Muchos **conocimientos implícitos en dichos procesos son tácitos, no explícitos**. Consecuentemente, es difícil capturarlos y compartirlos.
  - **El conocimiento se distribuye en mucha gente**. Algo del conocimiento es local y algo es general.

Noción de “emergencia”

enfoque emergente desde la teoría de los sistemas multiagentes,

- La descripción formal del fenómeno global que el sistema multiagentes modelará.
- La proyección de este fenómeno global sobre la estructura de interacciones a nivel microscópico, para determinar la identidad de los agentes y la dinámica de las interacciones.
- La especificación de los comportamientos individuales de los agentes para producir las interacciones que generan el fenómeno global que se quiere modelar.

Sistema Emergentes

¿Qué características comparten estos sistemas?

- Resuelven problemas recurriendo a masas de elementos relativamente no inteligentes en lugar de hacerlo recurriendo a un solo “brazo ejecutor” inteligente.
- Son sistemas ascendentes, no descendentes. Extraen su inteligencia de la base.
- En estos sistemas, los agentes que residen en una escala comienzan a producir comportamientos que yacen en una escala superior a la suya

Son sistemas complejos de adaptación que despliegan comportamientos emergentes

Sistema Emergentes

- Un sistema no es considerado *emergente* si las interacciones locales no son, en alguna forma, de **macroconducta observable**.

Eso indicaría el comienzo de la emergencia, un patrón de un nivel superior que surge de interacciones complejas paralelas entre agentes locales.

- La complejidad emergente sin adaptación es como los intrincados cristales que forman un copo de nieve: **un bello diseño que no tiene ninguna función**.

Las formas de comportamiento emergente interesantes exhiben la cualidad peculiar de hacerse más inteligentes con el tiempo y de responder a necesidades cambiantes y específicas de su entorno.

Extensiones Conceptuales

Características de la emergencia:

1. Las entidades emergentes obedecen leyes de orden superior.
3. Las entidades emergentes son caracterizadas por lo imprevisible.
4. Las entidades emergentes se componen necesariamente de entidades de nivel inferior.
5. Algunas entidades emergentes son capaces de la causalidad de arriba hacia abajo.
6. Las entidades emergentes se realizan de formas múltiples.

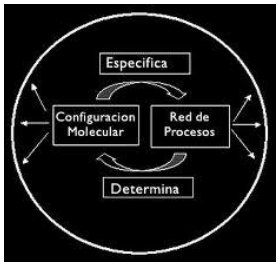
Conceptos que coadyuvan a la Emergencia

Lógica del Enjambre

Auto-organización

Auto-poyesis

Estigmergia



Retroalimentación

Inteligencia Colectiva o Social

Sabiduría de la Multitud

Lógica del Enjambre

munidades que intentan resolver colectivamente problemas, requieren de mucha flexibilidad e improvisación

- *Entre más miembros es mejor*.
- *La ignorancia es útil*.
- *Se deben provocar encuentros casuales*.
- *Se deben buscar patrones en los signos*.
- *Es importante prestar atención a sus vecinos*

Sabiduría de la Multitud

Principios:

Diversidad de Opinión
Independencia de Opinión
Descentralización
Agregación

Fallas

- Demasiada centralización
- Demasiada división
- Demasiada imitación

Recomendaciones

- Lazos flojos entre los miembros
- Cada miembro debe estar expuesto a tanta información como sea posible
- Grupos cuyos miembros sean lo más diversos posibles, que procedan de diferentes ámbitos, jerarquías, etc.

Aprendizaje colectivo

La capacidad de aprendizaje permite a los agentes/individuos adaptarse a las nuevas situaciones que aparecen en el entorno.

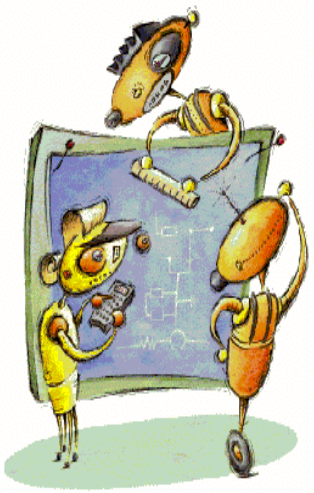
cada agente debe aprender a adaptarse al comportamiento dinámico y desconocido de los otros agentes y/o ambiente, para competir o colaborar eficazmente.

El aprendizaje y la inteligencia son fenómenos sociales.

Los agentes/individuos aprenden de forma distribuida e interactiva, afectándose los unos a los otros.

Aprendizaje colectivo

Es el aprendizaje que llevan a cabo agentes/individuos como grupo, e. g., mediante el intercambio de conocimientos o la observación de otros agentes



Algunas técnicas del aprendizaje colectivo:

- Aprendizaje reactivo
- Aprendizaje basado en la lógica
- Aprendizaje social
  - Comportamiento contagioso
  - Seguir conducta líder
  - Aprendizaje por observación
  - Mapeo Cross Modal
- Basados en la Teoría de Juegos
- Por reforzamiento (p.e. Q-Learning)
- Evolutivos

Inteligencia Colectiva

Autonomía vs. Control

Emergente vs. Programado

Distribuido vs. Centralizado

Tipos de Emergencias

Basadas en la amplificación de los patrones o configuraciones:

- **emergencias de *primer orden***; como relaciones de supervivencia, tal que las propiedades de los sistemas de orden superior dependen de su nivel inferior.

  Un ejemplo es el caso de la lluvia

- **emergencia de *segundo orden***, la cual se lleva a cabo a través del caos y la auto-organización, donde las condiciones ambientales juegan un papel formativo, en combinación con la historia concreta del sistema.

  Un ejemplo, es la formación de cristales de nieve,

- **emergencia de *tercer orden,*** se observa la evolución, al "recordarse" su historia mediante su inclusión en su programa de organización.

  Ejemplo de ello son todos los casos de aprendizaje evolutivo

Tipos de Emergencias

Otra clasificación basada en la causalidad es:

- ***Emergencia simple sin causalidad de arriba hacia abajo****:* describe la emergencia simple sin retroalimentación top-down (de arriba hacia abajo), como efecto de la auto-organización.

- ***Emergencia débil con causalidad de arriba hacia abajo****:* Esta emergencia puede ser estable e inestable, y corresponde a funciones flexibles que se pueden predecir, aunque no en todos sus detalles. Contiene los fenómenos clásicos de emergencia débil con retroalimentación de arriba hacia abajo y auto-organización.

Tipos de Emergencias

Otra clasificación basada en la causalidad es:

- ***Emergencia con múltiples retroalimentaciones****:* Emergencias con muchas causalidades, con gran capacidad de adaptación. Ella corresponde a la emergencia de nuevos roles y a la desaparición de antiguos, no predecibles en absoluto

- ***Emergencia fuerte****:* Emergencia con ninguna causalidad, sólo con relaciones de retroalimentación. Esta emergencia no se puede predecir, es un proceso creativo, contingente e imprevisible, que corresponde a la apertura a nuevas funciones.

Emergencia y Sociedad

La emergencia en una sociedad aparece en los procesos sociales que le dan vida a la misma.

Para comenzar a estudiar la emergencia en una sociedad, supongamos el tráfico en una ciudad.

A ese fenómeno social, desde esos dos ángulos, se le pueden hacer dos análisis sociales, uno cercano a los hechos y otro que refleje el comportamiento colectivo.

Emergencia y Sociedad

La emergencia en una sociedad aparece en los procesos sociales que le dan vida a la misma.

- Para N. Luhmann la dimensión social del comportamiento de los individuos es *la comunicación*
- la *inteligencia organizacional* como expresión de la inteligencia colectiva.

Un elemento fundamental para la inteligencia organizacional es el método para alcanzar decisiones colectivas y evitar conflictos, como parte de un proceso de dialogo y concertación

Emergencia y Sociedad

N. Johnson y otros demostraron que usando expresiones matemáticas basadas en el **promedio de las funciones de preferencia**, en una gran cantidad de agentes, como forma de decisión "colectiva", es mejor que la decisión tomada por un individuo al azar.

$$P_{col}(l_j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} p_i(l_j)$$

Emergencia y Sociedad

la emergencia en la *geopolítica*.

- la formación del *sistema de estados modernos* es el resultado de procesos de retroalimentación entre la economía, la sociedad, la política, entre otros.

- El modelo se basa en tres principios: la expansión de los estados se ve favorecida por el tamaño y la disponibilidad geográfica de recursos y por las ventajas geo-posicionales

- el poder militar de un Estado (P) en función de dos variables: la zona A y el perímetro F de un país.

$$P(A,F) = \frac{A}{\delta + \exp(\gamma F + \beta)}$$

El área A es simplemente el número de nodos de la red que ocupa el país, mientras que el perímetro es el número de nodos fronterizos de un país (suponiendo un modelado en un plano cuadriculado).

Emergencia y Sociedad

la emergencia en la *geopolítica*.

- una modificación, considerando ahora a las capitales de los países (centro de poder). De esa manera, ahora ellos hacen depender a P de la zona A y de una cantidad (D) que es la distancia promedio entre los puntos de frontera y el centro del poder. Físicamente, esta cantidad está asociada al momento de inercia de la frontera de un país en relación con su capital,

$$D_k = \sum_{b \in Q_k} \left[\left(i_b - i_{c_k} \right)^2 + \left(j_b - j_{c_k} \right)^2 \right]^{\alpha} \qquad P(A, D) = \frac{A}{\exp\left(\gamma D\right)}$$

Donde Q_k es la frontera del país k, i_b y j_b son las coordenadas del nodo fronterizo b, e i_{ck} y j_{ck} son las coordenadas de la capital. De esta manera, ellos redefinen al modelo de poder militar de un Estado (P) como:

Emergencia y Sociedad

Las *organizaciones sociales* como sistemas emergentes

Aspectos que la caracterizan:

- ***La construcción de la realidad compartida***. Las formas, estructuras y actividades de la organización, son el resultado de las complejas y continuas interacciones entre los miembros de la organización.

- ***La identidad y auto-referencia organizacional.*** Una organización utiliza su propia identidad como principal punto de referencia, cuando se rehace a sí misma

- ***La capacidad de auto-reproducirse***. La emergencia implica la reproducción organizacional, dejando claro que nada se reproduce de la misma manera.

Emergencia y Sociedad

Herramientas tecnológicas adecuadas a organizaciones emergentes:

- **No son resultado de *extensas fases de análisis y diseños***. Es preferible un análisis corto y menos esfuerzo de diseño, y darle un mayor peso al proceso de mantenimiento que requerirá la tecnología para adaptarse a la emergencia organizacional

- ***Satisfacer al usuario es improbable*.** Bajo organizaciones emergentes, las necesidades del usuario pueden desarrollarse rápidamente en direcciones que son poco conocidos por los propios usuarios.

.

Emergencia y Sociedad

Herramientas tecnológicas adecuadas a organizaciones emergentes:

- ***Los requisitos son imaginarios***. Los sistemas estables suponen que un conjunto estable de requisitos abstractos, deben ser descubiertos por los analistas talentosos. En una organización emergente, los requisitos están siempre en movimiento, sin congelarse, siendo negociables.

- ***Las especificaciones completas y sin ambigüedades son ineficaces***. Un sistema estable presume que la organización esta "quieta" el tiempo suficiente para su especificación, y su futura aplicación. En una organización emergente, eso es sencillamente imposible de suponer.

Emergencia y Sociedad

Herramientas tecnológicas adecuadas a organizaciones emergentes:

- ***La planificación de nuevos proyectos tecnológicos según moda tecnológica es absurda***. La evolución tecnológica de una organización emergente es producto de un proceso de reflexión, basado en su pasado, sus necesidades actuales organizacionales, entre otras cosas.

Emergencia y Sociedad

Emergencia y Sociedad

Los nuevos objetivos tecnológicos en las organizaciones emergentes

- ***Son producto de un análisis permanente***. Bajo los supuestos emergentes, un análisis debe ser continuo debido a que la organización está emergiendo, por lo que lo fundamental es que el hecho tecnológico debe cambiar y adaptarse continuamente.

- ***Los requisitos en que se basan son dinámicos y negociables***. Debido a que los requisitos nunca pueden ser completamente especificados, la satisfacción del usuario es improbable.

Emergencia y Sociedad

Los nuevos objetivos tecnológicos en las organizaciones emergentes

- ***Deben poderse reconstruir continuamente***. Este supuesto suplanta la idea de obsolescencia tecnológica. El objetivo es el de preservar todas las aplicaciones existentes mejorándolas/modificándolas de forma continua para que coincidan con los requisitos organizacionales que vayan emergiendo.

- Aquí hay dos aspectos interesantes a señalar:
  - El surgimiento de una anomalía.
  - El segundo se refiere a las implicaciones de un sistema legado.

Emergencia y Sociedad

Los nuevos objetivos tecnológicos en las organizaciones emergentes

- ***Sus especificaciones pueden ser incompletas y ambiguas, siendo muy útil lo anterior***. Si los requisitos se resumen en un imaginario, y las especificaciones sin ambigüedades son ineficaces, los analistas deben llegar a un acuerdo en torno a la ambigüedad.

- ***Deben tener la capacidad de adaptación***. Reconociendo que el hecho tecnológico debe someterse a continuas re-construcciones, el enfoque subyacente es que la arquitectura debe ser conducente a la reconstrucción.

Modelo de burocracia

La burocracia puede ser encontrada en una ciudad emergente en gobiernos, corporaciones, y otras instituciones sociales

- La eficacia de una burocracia se relaciona con el cumplimiento de sus metas, por lo que sería deseable aumentar su eficacia funcional.

La corrupción, la rigidez, y los retardos, son apenas algunos ejemplos de los obstáculos que imposibilitan la eficacia en las burocracias.

- Ella debería poder adaptarse a las demandas de cambio de su ambiente.

Modelo de burocracia

La ciencia organizacional ha desarrollado varios conceptos que son útiles para mejorar la emergencia y permitir la adaptación de las burocracias

- las organizaciones se pueden modelar como sistemas de tratamiento de la información (R), donde un agente es una entidad que actúa en su ambiente.
- De esta manera, no sólo la burocracia puede ser descrita como agentes, sino también departamentos, ministerios y el público.

una descripción de la burocracia puede ser hecha en términos de agentes que intentan satisfacer metas para aumentar su satisfacción.

- Se puede hablar de dos variables: **La fricción** tiene que ver con cómo un agente disminuye la satisfacción de otro agente al aumentar su satisfacción. **La sinergia** se refiere a cuando el comportamiento de un agente aumenta la satisfacción de otro agente.

la fricción debe ser reducida al mínimo y la sinergia maximizada

Modelo de burocracia

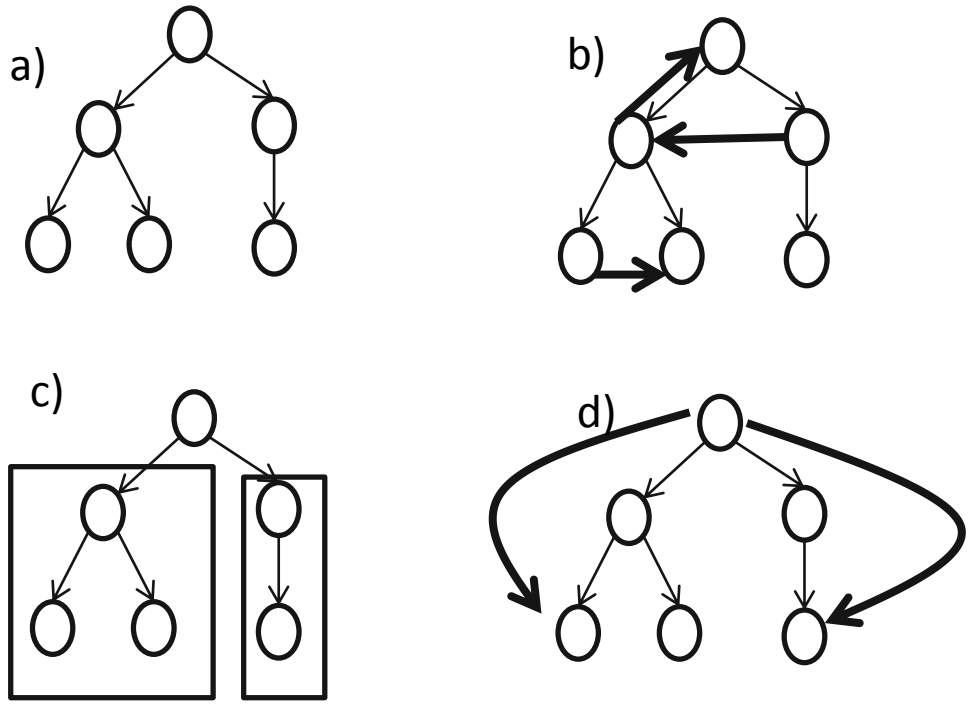
La eficacia en la burocracia, puede ser medida en términos de tiempos vinculados a retardos.

- Una visualización de las interacciones dentro de la burocracia (quién se comunica con quién) podría proporcionar ideas para mejorar su diseño (por ejemplo detectar agentes o interacciones redundantes, o crear “atajos” para los agentes que se comunican con frecuencia).

- Una burocracia debe auto-organizarse modificando en tiempo real sus propios estructuras, una vez que se sabe de dónde la fricción está viniendo. Las soluciones pueden variar: asignar a más individuos a un departamento, substituir a individuos, reorganizar departamentos.

Es emergente porque los cambios son dictados por el comportamiento de la misma burocracia.

Modelo de burocracia



Burocracia representada como red

a) Red jerárquica estricta.
b) El aumento de interacciones y dependencias rompe la jerarquía, pero aún está lejos de ser homogénea.
c) Módulos pueden ser creados cuando demasiadas interacciones causan retrasos.
d) "Atajos" se pueden hacer para evitar intermediarios

- El papel de los sensores en la organización es relevante. Los sensores permiten percibir y digerir información relevante a sus metas.

Sin los sensores apropiados ninguna emergencia adaptativa puede ocurrir.

Modelos de Preferencia

Probablemente el método más simple para alcanzar decisiones colectivas y evitar conflictos es votando.

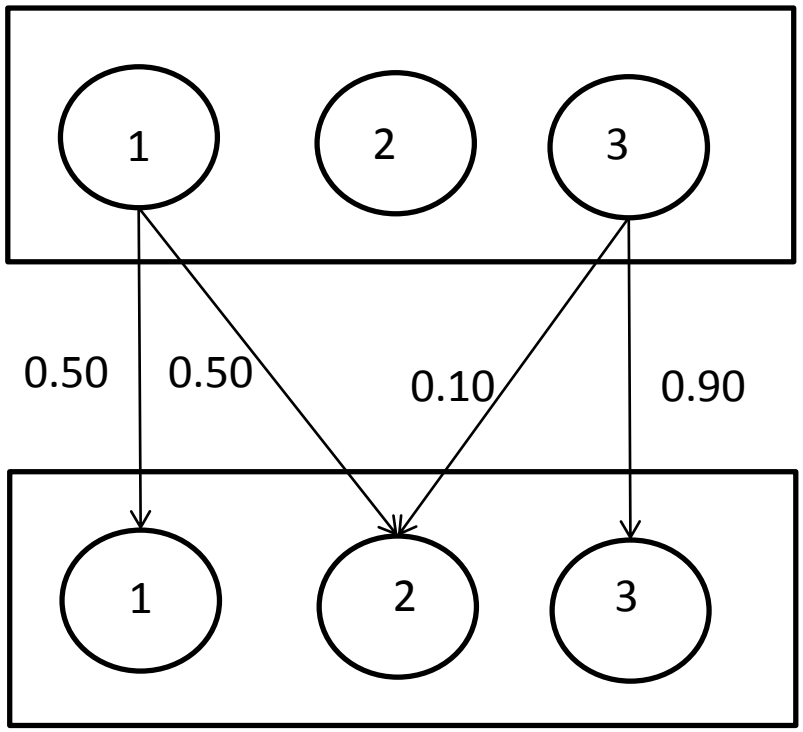
- En el caso más simple cada individuo tiene un voto, que se lo da a la opción que este individuo prefiere

- En una versión más sofisticada del mecanismo de votación los individuos pueden distribuir su votación sobre diversas alternativas, proporcionalmente a sus preferencias individuales. Por ejemplo, la alternativa A pudiera conseguir un voto de 0.5, B de 0.3, C de 0.2 y D de 0.0. En ese caso, la función de preferencia colectiva P_{col} es el promedio de las n funciones de preferencias individuales P_i:

$$P_{col}(l_j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i(l_j) = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i^j =$$

Donde l_j es el atributo que se está evaluando.

Algoritmos de Agregación



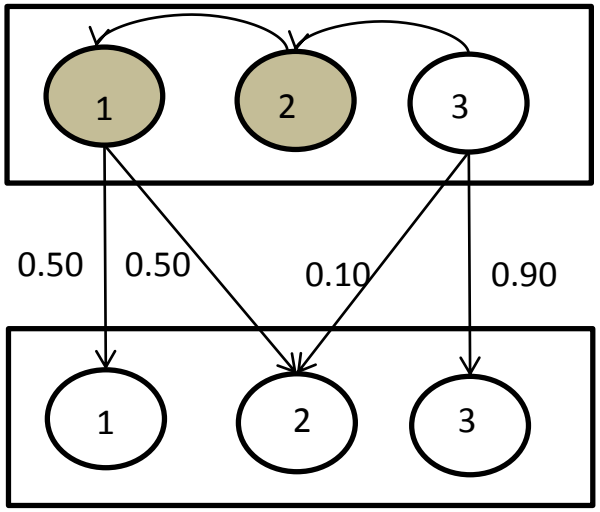
Colección de humanos

Solución al problema

solución colectiva: $s_1 = 0.25$, $s_2 = 0.30$, y $s_3 = 0.45$

Ejemplo de democracia directa

Algoritmos de Agregación

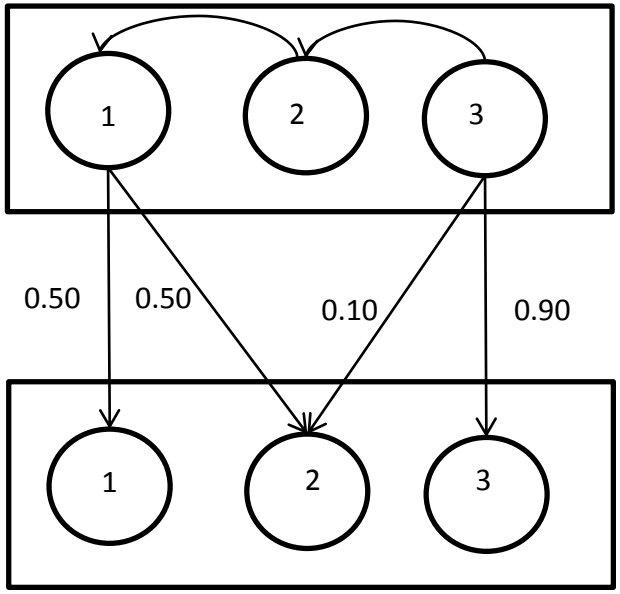


Colección de humanos

Solución al problema

Ejemplo de Democracia dinámicamente distribuida

$s_1 = 0.33$, $s_2 = 0.36$, y $s_3 = 0.30$



Colección de humanos

Solución al problema

Ejemplo de Voto de poder

solución colectiva: $s_1 = 0.400$, $s_2 = 0.42$, y $s_3 = 0.18$

Modelos de Preferencia

Otro ejemplo de preferencia es en la construcción de "filtrados colaborativos" o "filtrados Social" de información.

- La idea principal es automatizar el proceso de "boca-a-boca", a través del cual la gente recomienda productos o servicios entre sí.
- Para elegir entre una variedad de opciones de las que no se tiene ninguna experiencia, a menudo uno se basa en las opiniones de otras personas que tienen experiencia.
- Sin embargo, cuando hay miles o millones de opciones, como las que uno encuentra en la web, se hace prácticamente imposible para una persona localizar expertos que pueden dar consejos sobre cada una de las opciones.

Al cambiar de un modo de recomendación individual a uno colectivo, el problema se hace más manejable

Modelos de Preferencia

El mecanismo básico detrás de los sistemas de filtrado colaborativo

1. Se registra un gran grupo de preferencias de la gente
2. Se crea un subgrupo de gente cuyas preferencias son similares a las de la persona que busca asesoramiento, utilizando una métrica de similitud,
3. Se calcula un promedio (posiblemente ponderada) de las preferencias para ese subgrupo
4. se usa la función de preferencia resultante para recomendar.

Modelos de Preferencia

- Una métricas de similitud típica es el coeficiente de Pearson que establece coeficientes de correlación entre las funciones de preferencia de los usuarios El coeficiente de correlación entre dos usuarios a y b se define de la siguiente manera:

$$R_{ab} = \frac{\sum_i (P_i^a - \overline{P^a})(P_i^b - \overline{P^b})}{\sqrt{\sum_i (P_i^a - \overline{P^a})^2 \sum_i (P_i^b - \overline{P^b})^2}}$$

Donde P_i^a denota la preferencia de a por la opción i, y $\overline{P^a}$ denota la preferencia promedio de a sobre el total de opciones,

- Para ser fiable, el sistema necesita una gran número de personas (normalmente miles) que expresen sus preferencias acerca de un número relativamente grande de opciones (por lo general docenas).

Ciudades

La historia de las ciudades es una historia de signos mudos, construida a partir de la conducta colectiva de grupos, difícilmente detectados por quienes no pertenecen al grupo

Caso de las Ciudades

- Las ciudades nos permiten **extender la noción de super-organismos** en la escala de la vida humana.
- Las **ciudades evolucionan** de manera impredecible.
- Las ciudades se van **auto-organizando** a través del tiempo **emergiendo** zonas ricas o deprimidas, condicionadas por **fuerzas descendientes**, tales como las leyes y normas urbanas, pero también por **fuerzas ascendentes**.
- En particular, esas fuerzas ascendentes **no pueden predecir**, y muchas veces no compaginan, con la evolución que sigue la ciudad.

Caso de las Ciudades

- Igual que las hormigas, trabaja en dos escala:
  - Escala de la vida humana
  - Escala milenaria de las ciudades

- Macro-desarrollo pertenece a la ciudad: acontecimiento global significativo del pasado

- Por que triunfa ese macroorganismo?:

  por sus capacidades emergentes
  - Almacenan y recolectan información
  - Reconocen y responden a patrones

Todos contribuimos!!!

Caso de las Ciudades

Conducta de las ciudades sigue la lógica del enjambre

- Explotan las posibilidades de la emergencia: manzanas tienen valores (precio, contaminación), que cambian según valores de sus vecinas y decisiones que tomen los individuos (poner comisaría de policía, etc.)

- Aparecen patrones (p.e. barrios)
- Conllevan a macro-conductas en un nivel superior (ciudades)
- No necesariamente hay reglas que lo rigen, emergen a partir de consensos tácitos: la banca se sitúa en una zona, los latinos en otra zona, etc.

Caso de las Ciudades

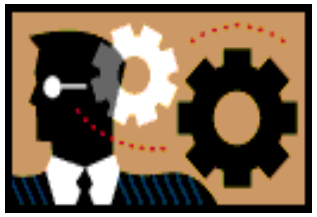
Las aceras son importantes

Fijarse en el comportamiento de los vecinos para saber que acción se ha de realizar

- Conductor primario de flujo de información de los residentes (comunicación banda ancha)
- Produce tanto la cantidad y calidad correcta de interacciones locales

Dichas interacciones posibilitan a la emergencia en las ciudades

Caso de las Ciudades



Cada individuo (ser humano) que conforma una ciudad piensa, a diferencia de cada individuo (hormiga) que conforma una colonia, por eso creamos organismos más complejos.

En el mundo real cada uno somos como termostatos sociales:

Leemos la temperatura grupal y ajustamos nuestra conducta o comportamiento de acuerdo con ella.

Emergencia y Sociedad

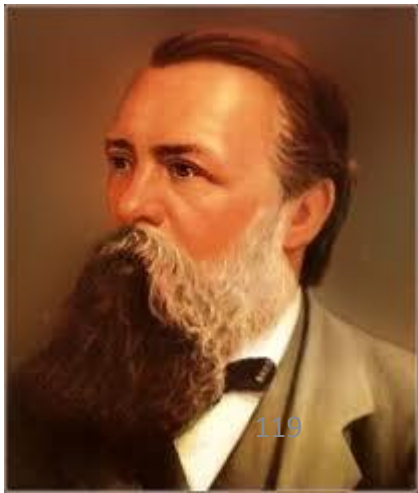
Primera caracterización emergente de las ciudades

- Primera caracterización emergente de las ciudades:

  trabajo de Engels en 1842, llamado "La situación de la clase obrera en Inglaterra", donde describe Manchester en el siglo XVII

- Engels describe el fenómeno de **emergencia en una ciudad**:

"La ciudad está construida de modo que puede vivirse en ella durante años, y pasearse diariamente … sin encontrarse con un barrio obrero o tener contacto con obreros … Esto se debe principalmente a que, sea por tácito acuerdo, sea con intención consciente y manifiesta, los barrios habitados por la clase obrera están netamente separados de los de clase media … igualmente, los comerciantes minoristas … ocupan las calles principales … Y sin embargo, **Manchester está construida con pocas reglas**".



Emergencia en las Ciudades

Diseño de ciudades estructuración y organización adecuada aunque sin premeditación en la cual las diferentes clases están lo suficientemente aisladas como para no cruzarse con la clase opuesta al realizar sus recorridos cotidianos.

Clase media alta - Clase media media, media baja - clase baja

Emergencia en las Ciudades

Engels observo patrones de conducta humana y de toma de decisiones que han sido escritos en los edificios, en los barrios, en las calles de la ciudad, patrones que **retroalimentaron** a los residentes de Manchester e influenciaron sus decisiones futuras.

En la ciudad se dan dos escalas, la escala de la vida humana y la escala milenaria de las ciudades. Los macro-desarrollos se dan en la escala milenaria a partir de las capacidades emergentes de la ciudad: recolectar y almacenar información, reconocer y responder a patrones, etc.

Esta situación perdura y perdurará por muchos años. “La ciudad parece tener vida propia”.

Emergencia en las Ciudades

- La ciudad produce comportamientos en los humanos que van prefigurándola a ella.
- El comportamiento emergente se dibuja, se constata, en la ciudad en sí mismo, y no en la percepción empírica del habitante.
- Los patrones retroalimentan a la comunidad, por lo que sus ajustes conducen a cambios mayores: Grandes tiendas en los bulevares, Los artistas viviendo en zonas especificas de la ciudad, etc.
- La ciudad termina comportándose como una maquina amplificadora de patrones: expresa la conducta repetida de colectivos mayores, recoge información sobre la conducta global, etc.

- Esas estructuras no surgen necesariamente de regulaciones ni planes urbanísticos, sino de miles de individuos y pocas reglas simples de interacción.

Emergencia en las Ciudades

- **Ciudad: Maquina de amplificar patrones a través de los barrios**
  - Mide y expresa la conducta repetida de colectivos mayores
  - Recoge información sobre la conducta global y la comparte con el grupo
  - Esos patrones retroalimentan a la comunidad

- **Lo único que se necesitan son**
  - Miles de individuos y unas pocas reglas simples de interacción
  - Pocos patrones de conducta repetidos, amplificados a formas mayores que perduren durante generaciones: barrios, vecindarios, etc.

Ciudades Emergentes

- Implica una visión de la ciudad que se corresponde con algo mayor que la suma de sus residentes, mas próximo a un organismo vivo, con capacidad de adaptación

  Jacob (1961)

- Toman su orden desde abajo, son maquinas de aprender, de reconocer patrones (un siglo después de Engels!!)

- Es decir, se modelo la vida urbana como una “complejidad Organizada” (ver a Weaver)

  Un orden superior puede emerger espontáneamente

  del caos subyacente

Ciudades Emergentes

Los barrios son patrones en el tiempo que emergen a partir de consensos tácitos:

- La zona financiera se ubica en una zona determinada, los bares en otra, las tiendas de venta de automóviles en otra, las prostitutas en otra, y así sucesivamente.
- Esos patrones de esas zonas urbanas son caracterizados por sus dinámicas culturales que determinan sus actividades, habitantes que las frecuentas, reglas sociales que las rigen, formas urbanísticas que se dan, lógicas que se perciben en sus aceras, entre otras cosas.
- Sus habitantes viven en dichas zonas siguiendo las normas sociales que les son propias a su patrón, sin que ninguna autoridad las ordene.

Ciudades Emergentes

- En particular, los **espacios públicos** (p.e. aceras, parques) son los conductores de base de los flujos de información entre los residentes de una ciudad (etc.),
- Proporcionan a la ciudad el **tipo y la cantidad correcta de interacciones locales** que ella requiere para su auto-organización.
- El **valor del intercambio** que se da en las aceras reside en **como beneficia al supra-organismo** llamado ciudad, como coadyuva a su orden global.
- La **vida de la ciudad** depende de poder **disipar** información/interacciones entre desconocidos para cambiar sus comportamientos individuales (por ejemplo, decidirse mudarse a un barrio porque le atrajo lo visto/escuchado, etc.).

Ciudades Emergentes

Son un organismo de nivel superior que reflejan la emergencia de formas, patrones generados por sus componentes de una escala inferior (sus habitantes). Son patrones multidimensionales que toman en cuenta la complejidad de los humanos (su cultura, sus intereses, etc.).

Ciudades Emergentes

- En las ciudades, como en las sociedades de insectos, los **humanos van tomando decisiones vinculadas a su supervivencia diaria** (que abarca al menos el periodo de sus vidas), las cuales afectan la escala milenaria definida por ellas.
- Esas decisiones individuales conscientes **contribuyen al macrodesarrollo de la ciudad**, la cual crece, evoluciona y aprende en ciclos de miles de años producto de muchas generaciones.
- Ese super-organismo social **ha triunfado** sobre otras formas sociales.

Una de las razones es por la inteligencia colectiva que emerge desde su dinámica

Ciudades Emergentes

- **Proceso de aprendizaje en la ciudad es vital.**

  Capacidad de poder almacenar información, saber cómo encontrarla, poder reconocer y responder a cambios de patrones, entre otras cosas.

- **La ciudad per se es un patrón emergente en el tiempo, producto de múltiples generaciones, donde las perturbaciones (cambios de gobiernos, innovaciones tecnológicas, etc.) van amoldándolo**

  en Florencia los hiladores de seda han estado agrupados en las mismas zonas por cientos de años, igual que la zona roja de Ámsterdam, ajustándose a la evolución de la ciudad

Ciudades Emergentes

- Algunos de esos patrones se mantienen porque están vinculados a estructuras físicas (iglesias como la de San Pedro han permitido la existencia de un barrio religioso alrededor de ella, puentes como el de Rialto de Venecia han mantenido una dinámica turística alrededor de él),

- Otros han surgido por las leyes de la emergencia (por ejemplo, el barrio de los hilares de seda no tienen una estructura física atractora). Y esto es así no por holgazanería

la emergencia cultural que se da a la escala de miles de años.

Ciudades Emergentes

Planificadores urbanos han atacado el problema de los barrios desde un enfoque descendente:

- Demoler barrios enteros y construir desoladores edificios dormitorios, rodeados de jardines, etc.
- Es una mejora en cuanto al espacio e infraestructura
- Pero, se convierte en zona de guerra que incrementa la tasa de criminalidad y destruye la sensación de pertenencia

Emergencia y Sociedad

El enfoque de una *planificación urbana emergente* consiste en observar sus calles, su funcionamiento, sus habitantes, etc., y aprender de ellos.

Desde esa mirada, el planificador urbano trata de extraer la identidad del barrio para establecer formas que permitan que emerja desde el hacer social del barrio cualidades como la seguridad en sus calles, los derechos y deberes de sus miembros, etc.

Implica ver a las ciudades, a los barrios, como maquinas de aprender, de reconocer patrones, y desde allí reconstruirse.

En esa mirada de las ciudades **las aceras son importantes**:

- Es el espacio de interacciones locales que conducen a un orden global.
- Produce los flujos de información primarios entre los residentes

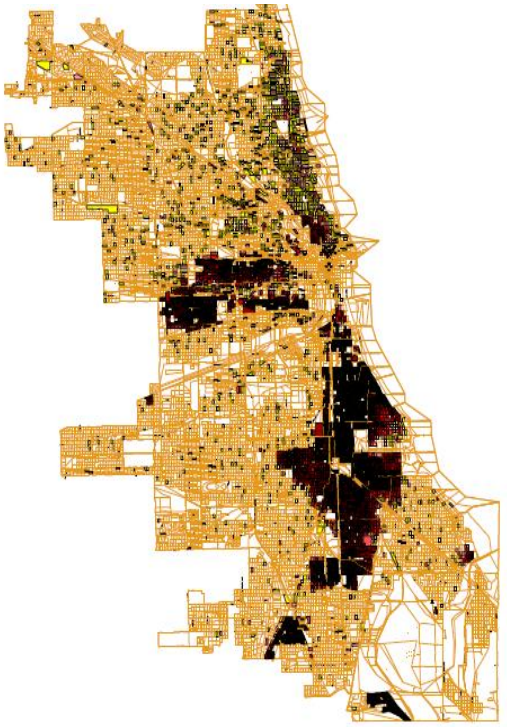
Ejemplos de Emergencia en las Ciudades

- **Tráfico vehicular**: A ese fenómeno social se le pueden hacer dos análisis sociales, uno cercano a los hechos y otro que refleje el comportamiento colectivo

- **Segregación o agregación de Schelling**: % mínimo de gente del mismo color, clase social, etc. en la vecindad

- **Desplazamientos en un espacio**: flujos peatonales, etc.

humanos responden de manera consciente ante condiciones del entorno

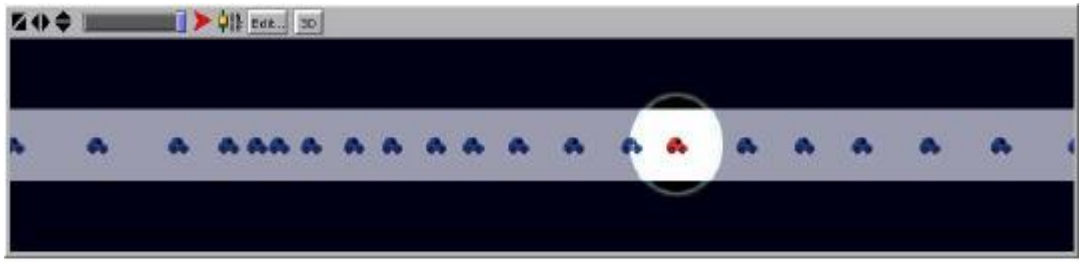


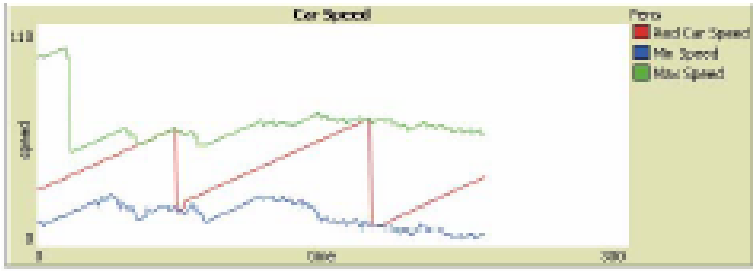
Mapa Étnico de Chicago 1960

Zonas con >95% negro

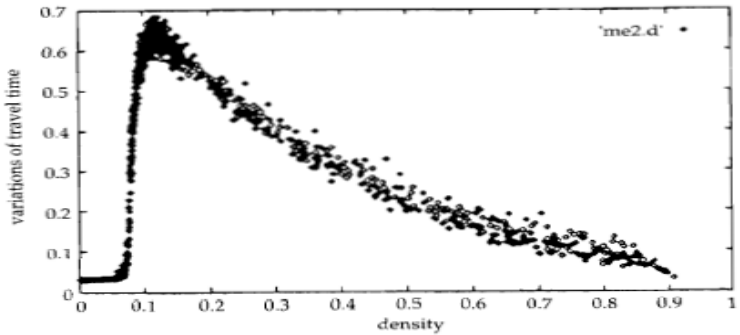
El tráfico vehicular

- Patrón emergente con oleadas de congestionamiento que van de derecha a izquierda
- Los atascos se producen por la presencia de algún factor exógeno: cuellos de botella, accidentes, maniobras descabelladas.





- En un sistema complejo no es posible pronosticar comportamientos con precisión.
- Existe una transición de fase en donde la variación en los tiempos de recorrido se incrementa súbitamente.



Segregación de las comunidades

- % mínimo de gente del mismo color en la vecindad.

- Al pasar un umbral de tolerancia la persona se mueve aleatoriamente a otro espacio en otro barrio que inicialmente cumple con sus preferencias.

- Migración se detiene cuando todas las personas están contentas con la composición de su barrio.

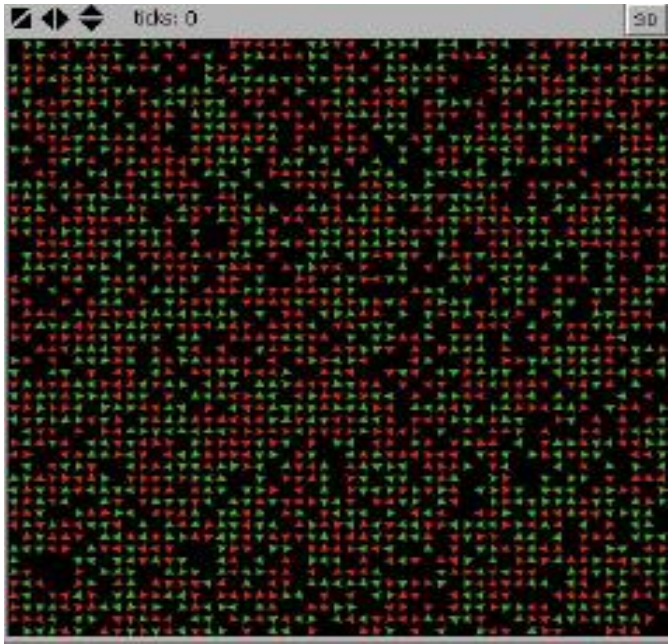
Segregación de las comunidades

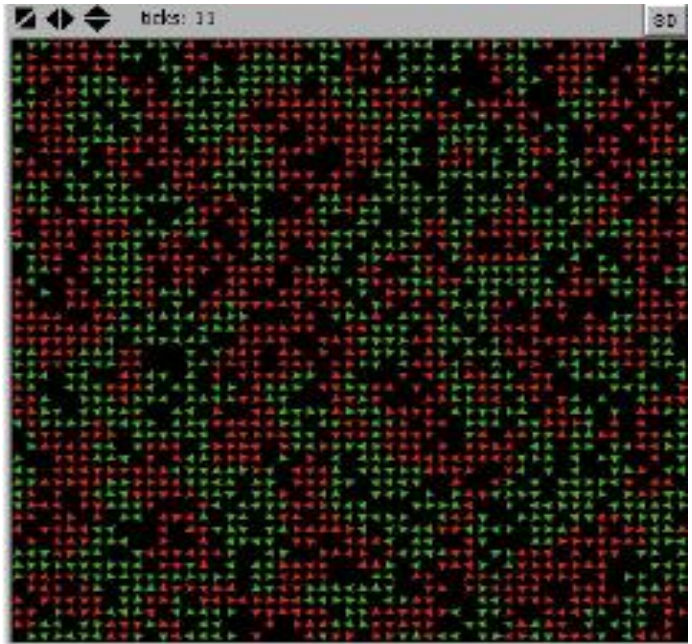
- Patrón emergente 1: interacciones con individuos aparentemente tolerantes (sólo 30% afines)

equilibrio de segregación.

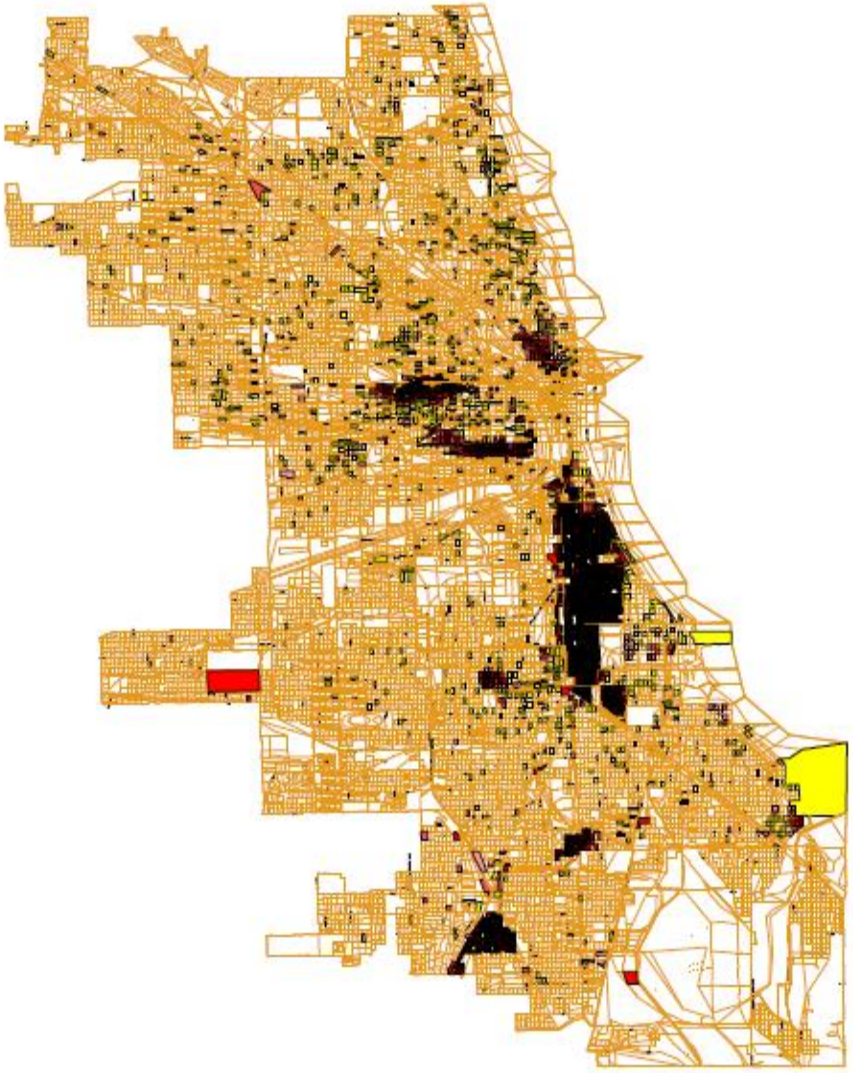
- Patrón emergente 2: alto nivel de intolerancia (e.g. 90% de personas afines).

continuo desequilibrio

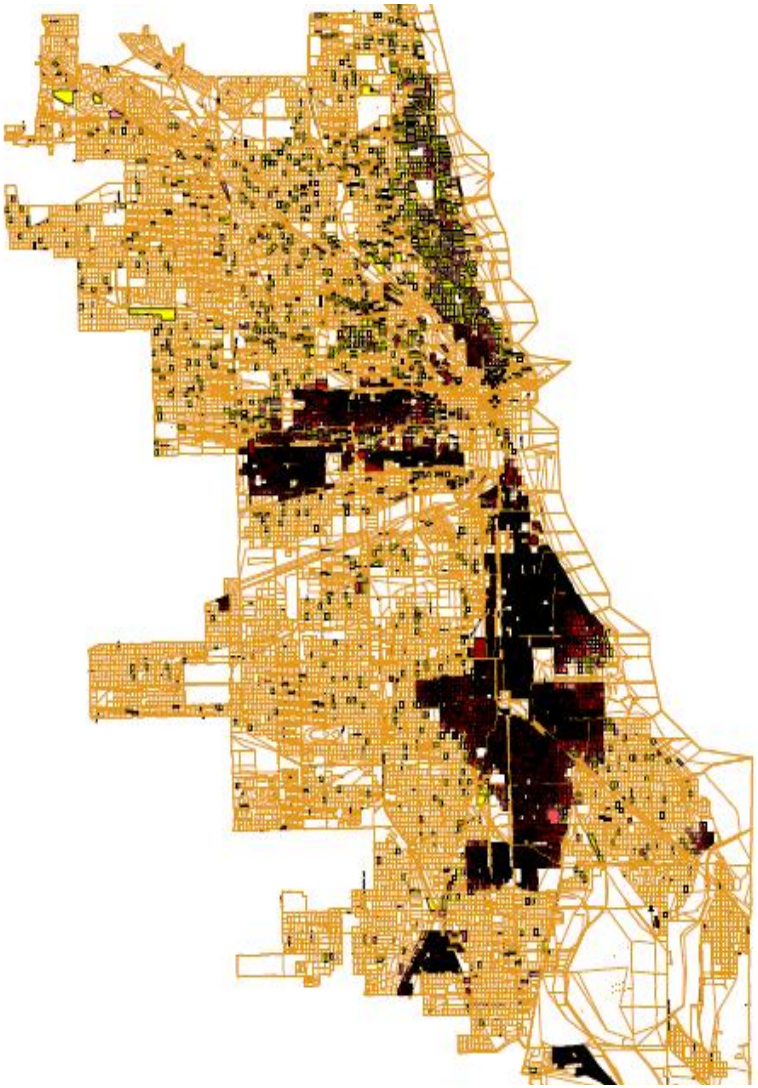




Segregación de las comunidades



Mapa Étnico de Chicago 1949

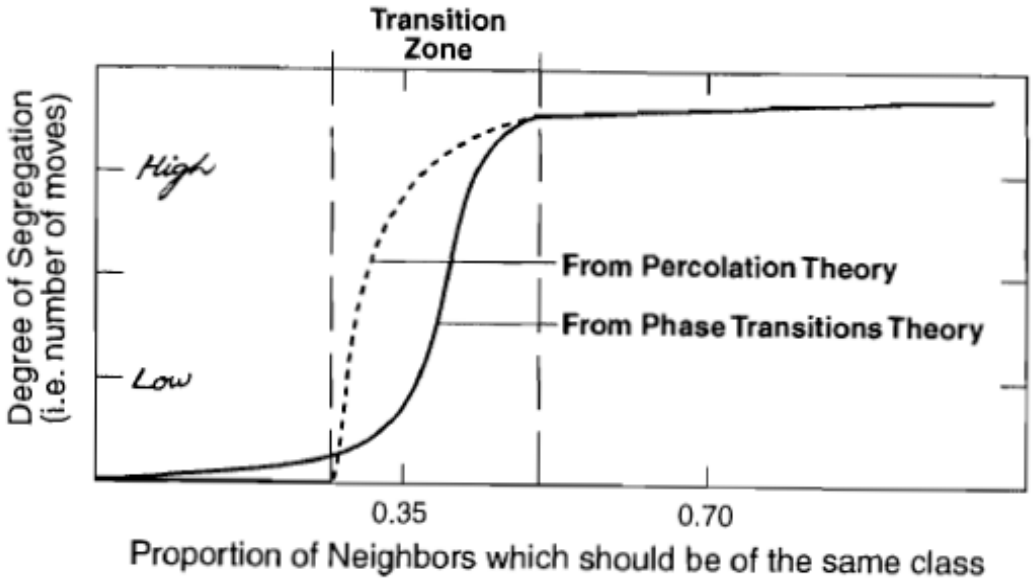


Mapa Étnico de Chicago 1960

Zonas con 1-5% de hogares de gente negra en amarillo, 5-10% rosa, 10-25% naranja, 25-50% rojo, 75-95% marrón y >95% negro

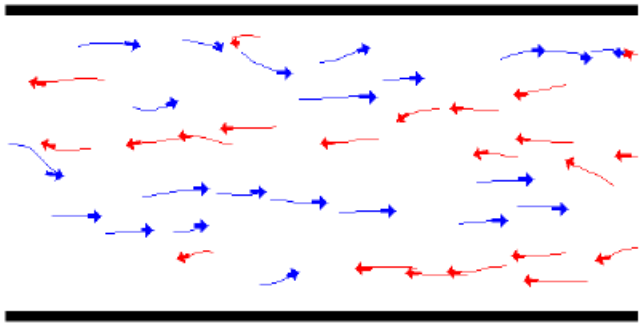
Segregación de las comunidades

- El nivel de segregación se incrementa repentinamente cuando el nivel de tolerancia pasa de cierto umbral

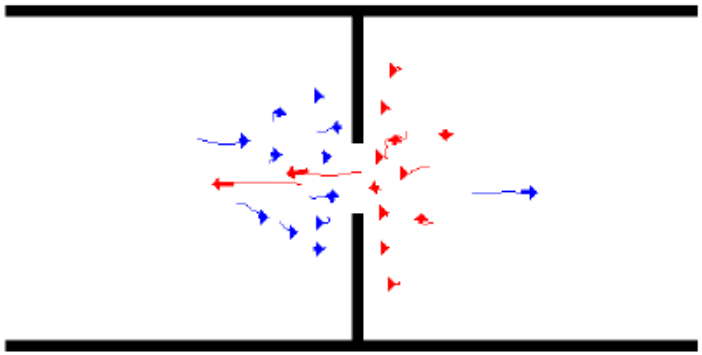


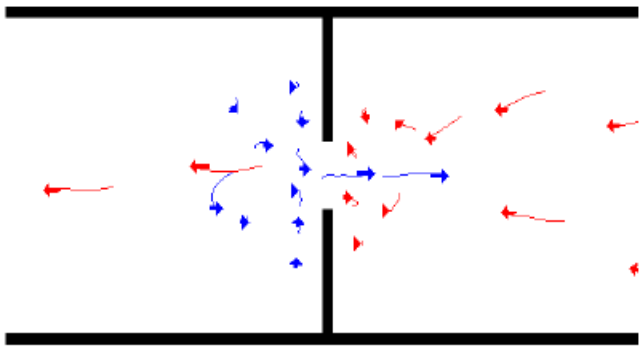
Movimiento de masas en los espacios

- Flujos de personas que se mueven en sentidos opuestos sin presencia de normas



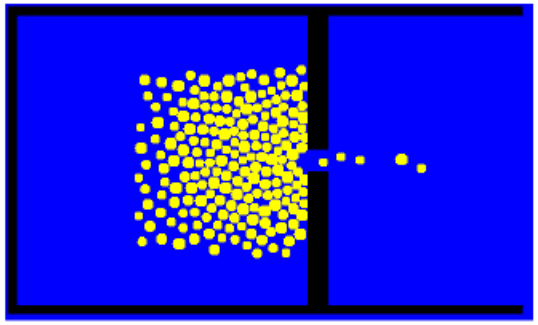
- Solo se combina intereses personales con percepción del entorno (‘espacio local personal’)
- Grupos que se intercalan para pasar por una puerta: la aparición de obstáculos.

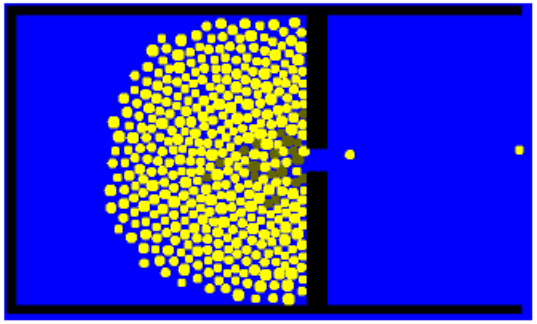




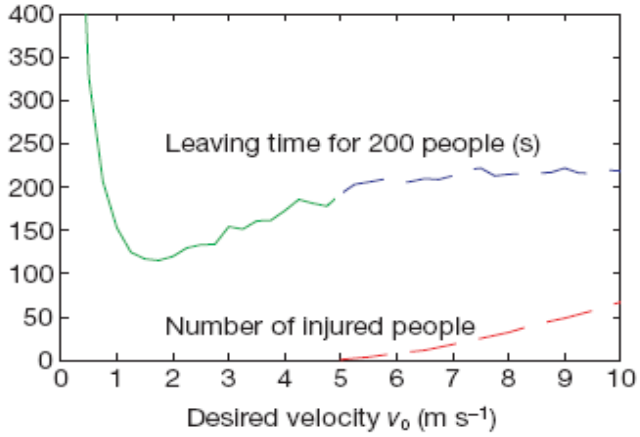
Caso de contextos de pánico

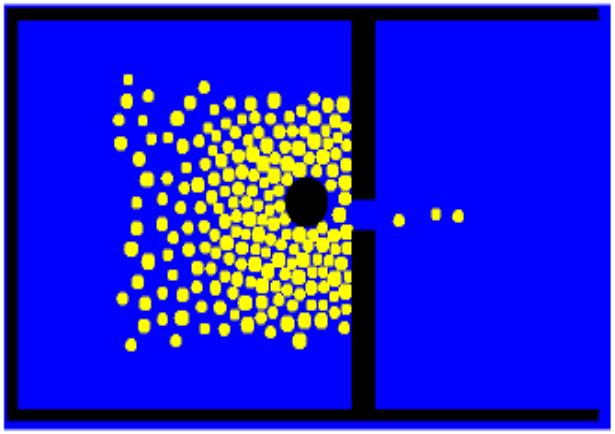
- Se eliminan restricciones que impiden tocarse, las fatalidades crean obstáculos





- En contexto de pánico el tiempo de evacuación se incrementa con la velocidad de desplazamiento





Dinámica de los Peatones

modelo del Comportamiento Colectivo de los Peatones

modelo de fuerza social (MFS)

(Helbing et al., 1995)

- **Fuerza Impulsora.**

$$\overrightarrow{F_\alpha^0}(\overrightarrow{v_\alpha}, v_\alpha^0\,\overrightarrow{e_\alpha}) = {}^1/_{\tau_\alpha}\,(v_\alpha^0\,\overrightarrow{e_\alpha} - \overrightarrow{v_\alpha})$$

Donde $\overrightarrow{r_\alpha}(t)$ es la posición actual del peatón α en el tiempo t. Además, el peatón en cada momento t se dirige a r_α^k (vector de posición del k-ésimo punto más cercano a α en el camino más corto al sitio destino). Si el movimiento de un peatón no se altera caminará hacia la dirección deseada $\overrightarrow{e_\alpha}(t)$ a una cierta velocidad deseada v_α^0 $\overrightarrow{v_\alpha}$ es la velocidad actual, y τ_α es el tiempo de relajación en el cual no hay mayores cambios de velocidades en el peatón

$$\overrightarrow{e_\alpha}(t) = \frac{\overrightarrow{r_\alpha^k} - \overrightarrow{r_\alpha}(t)}{|\overrightarrow{r_\alpha^k} - \overrightarrow{r_\alpha}(t)|}$$

Dinámica de los Peatones

- **Efectos Repulsivos. hacia los demás peatones β,**

$$\overrightarrow{F^{0}_{\alpha,\beta}}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,\beta}}\right) = -\nabla_{\overrightarrow{r_{\alpha,\beta}}} V_{\alpha,\beta}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,\beta}}\right)$$

Donde $V_{\alpha,\beta}$ es el potencial repulsivo, el cual define la distancia entre el peatón α y los otros peatones β, $\overrightarrow{r_{\alpha,\beta}}$ es la anchura del paso del peatón β

- **Efecto repulsivo con los bordes B de estos objetos**

$$\overrightarrow{F_{\alpha,B}}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,B}}\right) = -\nabla_{\overrightarrow{r_{\alpha,B}}} U_{\alpha,B}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,B}}\right)$$

Donde $U_{\alpha,B}$ es un potencial repulsivo y monótono decreciente y $\overrightarrow{r_{\alpha,B}}$ indica la ubicación del borde B más cercano al peatón α

Dinámica de los Peatones

- **Efectos de Atracción.**

$$\overrightarrow{F_{\alpha i}}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,i}}, t\right) = -\nabla_{\overrightarrow{r_i}} W_{\alpha,i}\left(\overrightarrow{r_{\alpha,i}}, t\right)$$

Donde $W_{\alpha,i}$ es el potencial atractivo que depende del tiempo, y $\overrightarrow{r_{\alpha,i}}$ es la distancia de i con respecto al peatón $\alpha.\beta$

- **Motivación total de un peatón**

$$\overrightarrow{F_\alpha}(t) = \overrightarrow{F_\alpha^0}(\overrightarrow{v_\alpha}, v_\alpha^0\, \overrightarrow{e_\alpha}) + \sum_\beta \overrightarrow{F_{\alpha,\beta}^0}(\overrightarrow{r_{\alpha,\beta}}) + \sum_B \overrightarrow{F_{\alpha,B}}(\overrightarrow{r_{\alpha,B}}) + \sum_i \overrightarrow{F_{\alpha i}}(\overrightarrow{r_i}, t)$$

- **Y la dinámica de MFS es definida por:**

$$\overrightarrow{w_\alpha}(t) = \overrightarrow{F_\alpha}(t)$$

Donde $\overrightarrow{w_\alpha}(t)$ es la velocidad del peatón α. Se le agrega un término de fluctuación que considera las variaciones aleatorias del comportamiento

Ciudad inteligente

Ciudad emergente donde proceso adaptativo esta vinculado a mejorar el bien-estar de sus pobladores

- Procesos que emergen posibilitan mayores niveles de calidad de vida en la población vinculados, entre otros. a:
  - Recolección de basura
  - Transporte publico y circulación del transito
  - Espacios públicos
  - Seguridad ciudadana

Requiere muchas interacciones (participación ciudadana) y retroalimentaciones en los procesos de toma de decisión

METROPOLIS

Juegos Emergentes

Emergencia: "es lo que ocurre cuando un sistema compuesto por elementos relativamente simples, se organiza espontáneamente, y sin leyes explícitas, para dar lugar a un comportamiento inteligente“

J. Aguilar, 2013

- ***Emergencia débil***: características sistémicas en el nivel "superior" no se pueden predecir, a pesar del conocimiento que se tenga de las características y leyes que rigen los componentes de ese sistema. Así, normalmente uno se limita a observar ese comportamiento que emerge.

Por ejemplo, viendo a una ciudad (nivel superior) como un sistema emergente débil, solo se constatarían los patrones urbanísticos que emergen en ella.

- ***Emergencia fuerte:*** fenómenos emergentes pueden obtener nuevas capacidades causales que hace posible que los sistemas puedan ejercer una influencia de arriba hacia abajo.

Por ejemplo, viendo a una ciudad (nivel superior) como un sistema emergente fuerte, ella tiene propiedades específicas que configuran un proceso de retroalimentación que permitirán amplificar o disipar los patrones urbanísticos de la ciudad.

Juegos Emergentes

En los juegos emergentes, la emergencia se basa en la creación dinámica de un mundo, derivado de las acciones del jugador, generando comportamientos en el juego basado en lo que está sucediendo en él.

- Un juego emergente responde a las acciones del jugador, lo que añade una nueva dimensión al juego
- Esto es lo que hacen juegos como SimCity, Lincity y Los Sims
- Un juego emergente requiere un alto nivel de interactividad.
- La creatividad humana para encontrar soluciones a los múltiples problemas en varios dominios, es lo que busca explotar los juegos emergentes.

"un juego emergente aparece cuando un conjunto relativamente simple de reglas conducen a juego complejo … un juego emergente significa que tiene vida propia, según lo que haga el jugador, tal que el entorno puede responder a sus acciones construyendo una historia que será siempre en esencia la misma, pero adaptada a las preferencias del jugador"

- El juego emergente puede verse como un concepto en el que emergen dinámicas sociales a partir de las decisiones que van tomando los jugadores

Las acciones del jugador influyen en el mundo que le rodea, conllevando a que se den en él comportamientos emergentes,

Formas de emergencia en un juego

- Aparición de nuevos comportamientos en el juego.
- Aparición de nuevas secuencias/escenarios, tramas o temáticas en los juegos.
- Surgimiento de nuevas propiedades en los objetos que los componen. Por ejemplo, en juegos como los Sims, los personajes que van apareciendo tienen sus propias personalidades.
- Aparición de patrones que reflejan los resultados finales de los juegos, derivados por las decisiones tomadas por los jugadores. Por ejemplo, en Metropolis aparecen patrones urbanísticos.
- Surgimiento de modelos de negocios alrededor de los juegos. Por ejemplo, en algunos juegos aparece un sistema de comercio para comprar e intercambiar personajes, herramientas, entre otras cosas.

Todo lo anterior surge producto de un conjunto de reglas simples, de las propiedades dinámicas de los objetos del juego, de las decisiones de los jugadores, de las interacciones de los jugadores, entre otras.

Emergencia

Tipos de emergencia de interés:

- Cuando en un juego, debido a las decisiones de los jugadores, surge un nuevo comportamiento.
- Cuando las reglas simples sobre las propiedades de los objetos del juego interactúan para crear un juego completamente nuevo

Metropolis

Metrópolis es un Simulador de Ciudades Auto-gestionadas.

- Se basa en la construcción de una ciudad, mediante la toma de decisiones colectiva de sus habitantes sobre las edificaciones a construir en la misma, haciendo uso de un presupuesto comunitario limitado.
- La toma de decisiones de cada jugador se basa en sus personalidades.
- De acuerdo a las decisiones tomadas colectivamente, tanto los índices de felicidad de la ciudad, como de cada jugador, se verán afectados

Premisas de Metropolis

- Es del tipo de videojuegos de construcción y gestión, subgénero de los videojuegos de simulación en el que los jugadores construyen, expanden o gestionan comunidades ficticias o proyectos con recursos limitados.

  . Ejemplos son SimCity, LinCity, City Life y OpenCity,

- Contiene reglas que regulan las interacciones entre los agentes (jugadores) que desempeñan roles sociales en la sociedad.

- Las ciudades se auto-gestionan a partir de las decisiones que se van tomando colectivamente, en un entorno en el que todos los agentes (jugadores) ejercen un rol de igual importancia, .

- En el juego se persigue planificar colectivamente el crecimiento de comunidades, para después observar las ciudades desarrolladas.

Metropolis

- El elemento fundamental del juego es la toma de decisiones colectiva, la cual se realiza en el consejo que gobierna la ciudad.
- En el consejo, cada jugador tiene la oportunidad de votar a favor o en contra de ciertos tipos de construcciones de edificios, utilizando el presupuesto de la ciudad.
- El juego tiene un sistema de puntuación, que se calcula cada año.
- La puntuación se basa en la felicidad de su población (la felicidad de todos los agentes afecta el índice de felicidad de la ciudad).
- La felicidad de los jugadores depende de las construcciones realizadas en la ciudad, y su relación con sus personalidades.
- Cada ciudad cuenta con 10 habitantes, en los que al menos 5 de ellos son artificiales, con el fin de simular la parte de los ciudadanos que no pueden ser controlados por los jugadores.
- Cada habitante tiene una personalidad, y toman decisiones normalmente según sus personalidades

Bases del Juego

- Elemento de base del juego : el consejo.

  En el consejo cada agente perteneciente a un colectivo tiene la oportunidad de votar a favor o en contra de construir cierto tipo de construcción,

- Agentes de dos tipos, unos que representan a los jugadores, otros generados aleatoriamente y controlados por el juego.

- Se asignan personalidades a los agentes que indican sobre qué tipo de construcción tienen más interés, tanto de construir como para votar en el consejo.

- La ciudad evoluciona según lo que los agentes decidan en cuanto a que se construirá o destruirá en la misma.

Bases del Juego

- Cada jugador no sólo se representa a sí mismo, sino a un porcentaje de la sociedad de la ciudad (a un colectivo).

- A la hora de construir algo en la ciudad, cada jugador somete su proyecto a una votación en el consejo.

- El juego lleva un sistema de puntuación, el cual es calculado cada año que pasa en la ciudad.

- La puntuación está basada en:
  - *Los índices de avance de la ciudad:* calculados según el balance que haya entre las diferentes áreas de desarrollo de la ciudad (ambiental, educativo, industrial, etc.).
  - *Los índices de felicidad de los habitantes* se establece según la relación entre el perfil de cada habitante y el desarrollo de la.ciudad

Reglas del Juego

- Pueden jugar uno o más jugadores.
- Se establece un tiempo límite, el cual es el número de años tras el cual el juego termina.
- Cada agente podrá votar en el consejo a favor o en contra de la construcción de una edificación en una determinada zona.
- Cada ciudad deberá tener 10 agentes, de los cuales al menos 5 son agentes artificiales.
- Los agentes pueden ser creados con personalidades al azar o definidos por el usuario al inicio del juego.
- El jugador podrá construir la edificación que desee, en la zona que prefiera.
- Cualidades de la ciudad: educación, ambiente, industria, ambiente, tecnologías. comercio

Caracterización de las Edificaciones

Num	Tipo	Grupo	Radio	Bono	Penalización	Costo $
0	Vacio	--	--	--	--	0
1	Árbol	--	--	+1 Ambiente	--	20
2	Residencia	--	--	--	--	500
3	Calle	--	--	--	--	40
4	Institución de Salud	Primaria	7	+250 Salud	--	7000
5	Institución Educativa	Primaria	4	+150 Educacion	--	4000
6	Institución Ambiental	Primaria	7	+100 Ambiente	--	4000
7	Comercio	Primaria	2	+50 Comercio	--	5000
8	Institución Industrial	Primaria	7	+200 Industria	-75 Ambiente	7000
9	Institución Tecnológica	Primaria	3	+170 Tecnologia	--	3000
10	Institución de Salud	Secundaria	2	+15% Salud	--	1000
11	Institución Educativa	Secundaria	2	+10% Educacion	--	800
12	Institución Ambiental	Secundaria	2	+12% Ambiente	--	800
13	Comercio	Secundaria	1	+7% Comercio	--	600
14	Institución Industrial	Secundaria	3	+ 18% Industria	-8% Ambiente	1000
15	Institución Tecnológica	Secundaria	2	+10%Tecnologia	--	800

Personalidades de los Agentes e índices de Felicidad

Trato	*Salud*	*Educación*	*Ambiente*	*Comercio*	*Industria*	*Tecnologia*
Hipocondríaco	1250	1000	1000	1000	1000	1000
Saludable	750	1000	1000	1000	1000	1000
Con Dificultades	1000	1250	1000	1000	1000	1000
Autodidacta	1000	750	1000	1000	1000	1000
Indiferente	1000	1000	1250	1000	1000	1000
Ambientalista	1000	1000	750	1000	1000	1000
Ahorrador	1000	1000	1000	1250	1000	1000
Comprador	1000	1000	1000	750	1000	1000
Anti- Industrias	1000	1000	1000	1000	1250	1000
Industrialista	1000	1000	1000	1000	750	1000
Anticuado	1000	1000	1000	1000	1000	1250
Geek	1000	1000	1000	1000	1000	750

Penalizaciones o bonificaciones por proximidad de construcciones

	Árbol	Residencia	S1	E1	A1	C1	I1	T1	S2	E2	A2	C2	I2	T2
Árbol														
Residencia					X		X						X	
CL														
S1			-4			-2	-6	-2	+3				-4	
E1							-4	+3	+3	+3			-3	+3
A1		X					-3	+2			+3		-2	
C1			-2				-3					+3	-2	
I1		X	-6	-4	-3	-3		-3	-5	-3	-3	-3	+3	-2
T1			-2	+3	+2		-3			+3	+2		-2	+3
S2			+3	+3			-5			+3			-3	
E2				+3			-3	+3	+3		+2		-3	+3
A2					+3		-3	+2		+2			-2	+2
C2						+3	-3						-2	
I2		X	-4	-3	-2	-2	+3	-2	-3	-3	-2	-2		
T2				+3			-2	+3		+3	+2			

Emergencia

de Patrones

Formulas Matemáticas

Penalización del *Solapamiento*

$$PO_i = \frac{VC}{NO_i * NCO}$$

Donde: PO_i: Penalización solapamiento de edificaciones de tipo *i*; VC: Valor de la Casilla; NO_i: Número de solapamiento (cantidad de construcciones *i* que tocan dicho espacio); NCO: Número de Casillas con dicho solapamiento.

Puntuación total de una construcción primaria *i*

$$PC_{ij} = \sum_r (P_{ij} - PO_i)$$

Donde: P_{ij} es el bono o penalización de la construcción i al índice j según tabla anterior, y r es la zona que abarca la edificación i

Formulas Matemáticas

Puntuación total de cada índice de felicidad *j*

$$PT_j = \sum_l \sum_i (PC_{ij}^l + \sum_s CER_{si}) + \sum_m \sum_k (PC_{kj}^m + \sum_s CER_{sk})$$

Donde: *l* recorre todas las edificaciones primarias y *m* las secundarias en la ciudad, respectivamente, y CER_{sk} son las bonificaciones o penalizaciones según las cercanías de las edificaciones *s* a *i* según la tabla anterior

Puntuación para el índice de felicidad del Jugador p

$$VI_p = \sum_j \frac{1000 * PT_j}{TRJ_{pj}}$$

Donde: TRJ_{pj} es el total Requerido por el Jugador p para el índice j.

Eventos naturales

Un evento se define como algo que ocurre al azar.

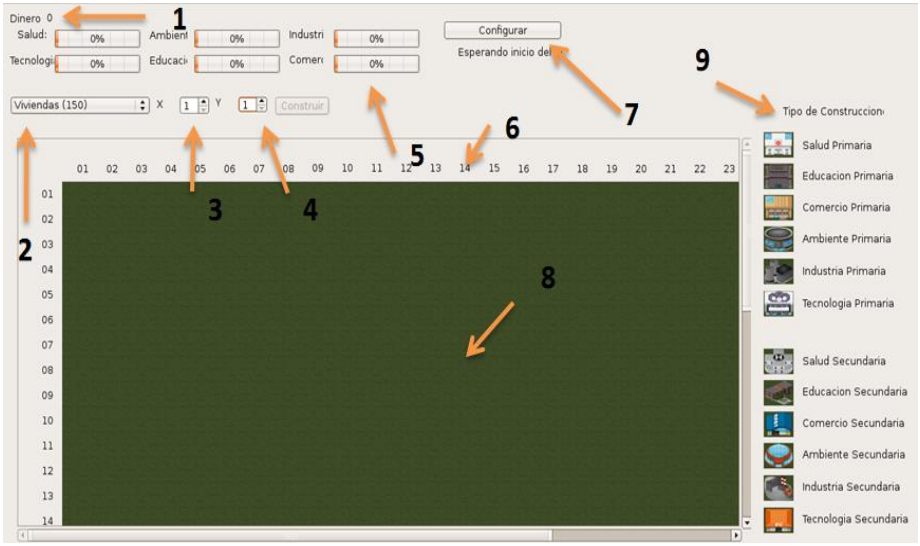
Se han definido 3 tipos de eventos: *incendios, terremotos y tornados.*

Estos están diseñados para destruir la ciudad, existiendo tres escalas de intensidad :1, 2 y 3; siendo tres la más devastadora.

La probabilidad de que ocurra un incendio es más alta de que ocurra un tornado o terremoto, siendo la probabilidad del tornado la menor

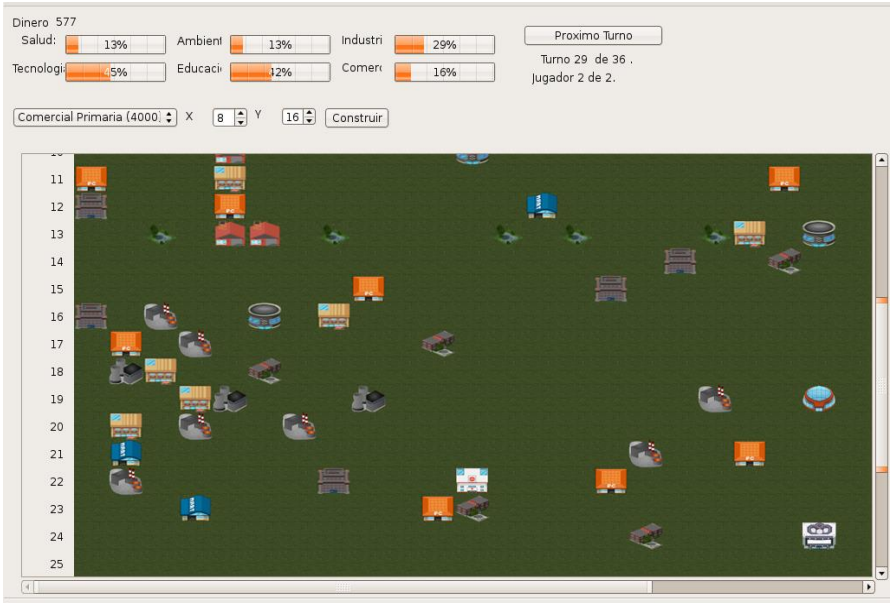
Un tornado de intensidad 3 destruye todo lo que está a su alrededor, mientras que un incendio de intensidad 1 destruye pocas cosas escogidas al azar (los dos extremos de efectos)

Pantalla Principal de Metropolis



1. Indica la cantidad de dinero que se tiene en el presupuesto actualmente.
2. Permite seleccionar el tipo de construcción e indica su costo.
3. Coordenada X del mapa.
4. Coordenada Y del mapa.
5. Indicadores de avance en salud, educación, ambiente, comercio, etc.
6. Muestra el número de la casilla para que el jugador pueda guiarse.
7. Botón de configuración de juego, es el primer paso para configurar los agentes.
8. Mapa donde se construyen las edificaciones.
9. Leyenda que muestra el icono asignado a cada tipo de construcción.

Caso 1: emergencia de patrones urbanísticos

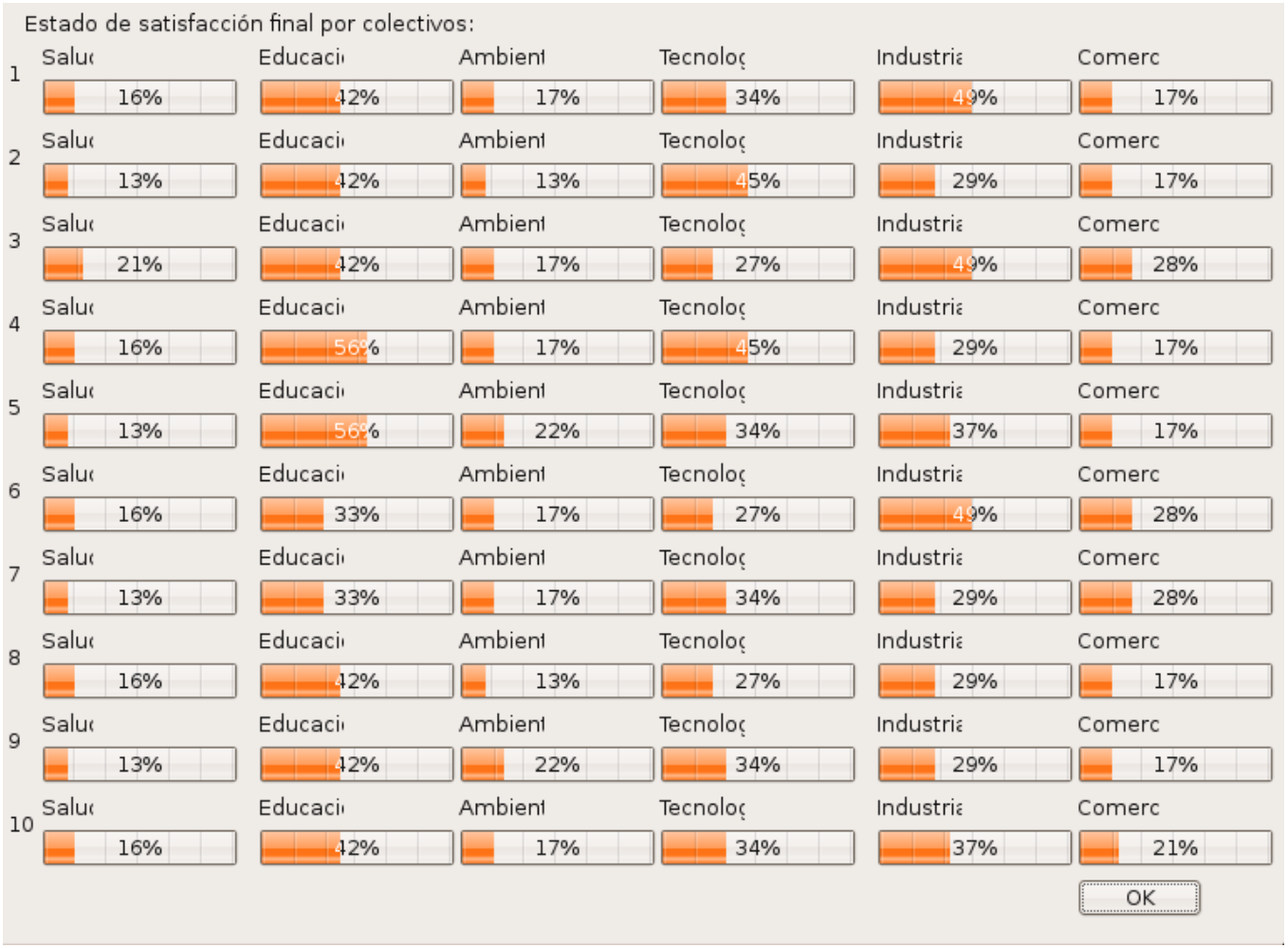


Turno 18

Índices de Avance de La Ciudad. Año 2

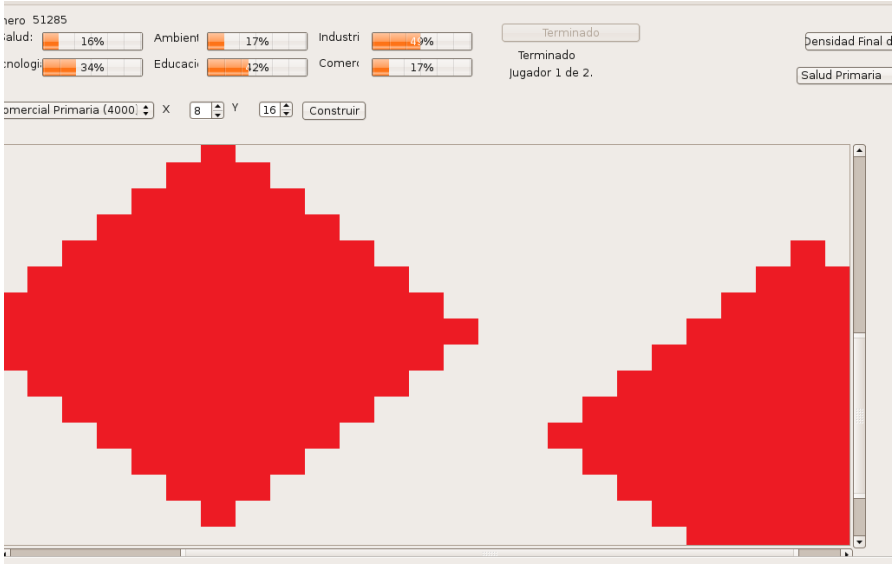
- Se seleccionan 2 jugadores y 3 años para el tiempo de juego.
- Se dejan las personalidades de los agentes al azar.
- Cada turno de juego representa un mes para cada uno de los jugadores.
- Para este caso se seleccionaron 3 años de juego,

Estudio de Comportamientos Emergentes



Índices de Felicidad para los Agentes Al 3r año

Estudio de Comportamientos Emergentes



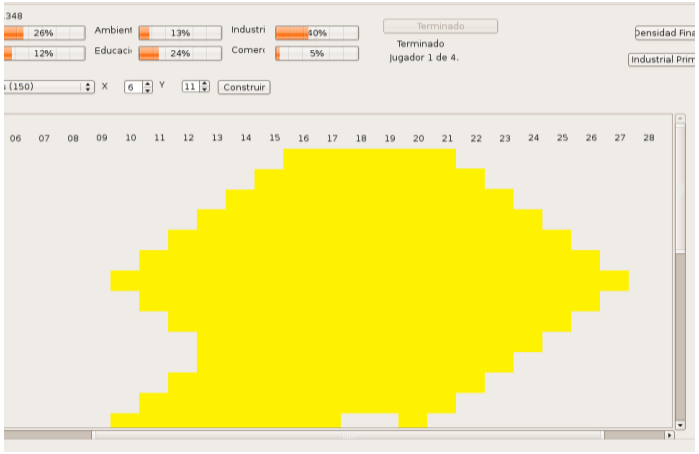
Densidad de Instituciones de Educación en la ciudad

```
Archivo  Editar  Ver  Terminal  Solapas  Ayuda
************************************************************
*                                                          *
*                    METROPOLIS V 0.0.6                    *
*                                                          *
*              Seleccione Tipo de Construccion             *
*         Institucion de Salud    1ria.....(1 )            *
*         Institucion Educativa   1ria.....(2 )            *
*         Institucion Ambiental   1ria.....(3 )            *
*         Institucion Comercial   1ria.....(4 )            *
*         Institucion Industrial  1ria.....(5 )            *
*         Institucion Tecnologica 1ria.....(6 )            *
*         Institucion de Salud    2ria.....(7 )            *
*         Institucion Educativa   2ria.....(8 )            *
*         Institucion Ambiental   2ria.....(9 )            *
*         Institucion Comercial   2ria.....(10)            *
*         Institucion Industrial  2ria.....(11)            *
*         Institucion Tecnologica 2ria.....(12)            *
*         Salir.....................................(0 )   *
*                                                          *
************************************************************

Opcion: 1
[ ][ ][ ][ ][ ][2][2][4][4][4][2][2][2][ ][ ][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][2][2][4][4][4][4][4][4][4][2][2][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][2][2][4][4][4][4][4][6][6][4][6][4][2][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][2][2][4][4][4][4][4][6][6][6][8][6][6][4][2][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][2][2][4][4][4][4][4][6][6][6][8][8][8][6][6][4][2][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][4][4][4][4][4][6][6][6][6][8][8][8][8][4][4][4][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ]
[ ][2][2][4][4][4][6][6][6][6][8][8][8][8][6][6][4][4][4][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][2][2][4][6][6][6][6][8][8][8][8][6][6][4][4][4][4][4][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][2][2][4][6][6][8][8][8][8][6][6][4][4][4][4][4][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][2][2][4][8][8][8][8][6][6][4][4][4][4][4][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][2][4][6][8][8][6][6][4][4][4][4][4][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][2][4][4][6][6][6][4][4][4][4][4][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][2][2][2][4][4][4][4][4][4][4][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][2][2][2][4][2][2][4][4][4][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][ ][2][2][2][2][2][2][4][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][2][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
[ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][2][2][2][2][2][2][2][2][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ][ ]
```

Salida por Consola

Estudio de patrones de ciudad particulares debido a necesidades especificas de los agentes



Para el segundo caso el tiempo de juego es 2 años y el número de jugadores es 4.

Se configuran los agentes 1 y 2 como:

Agente 1: con dificultades en la educación, industrialista e hipocondríaco.

Agente 2: hipocondríaco, ambientalista, ahorrador y autodidacta.

y el resto se dejan al azar

Los resultados finales de la ciudad son congruentes con las personalidades de los agentes

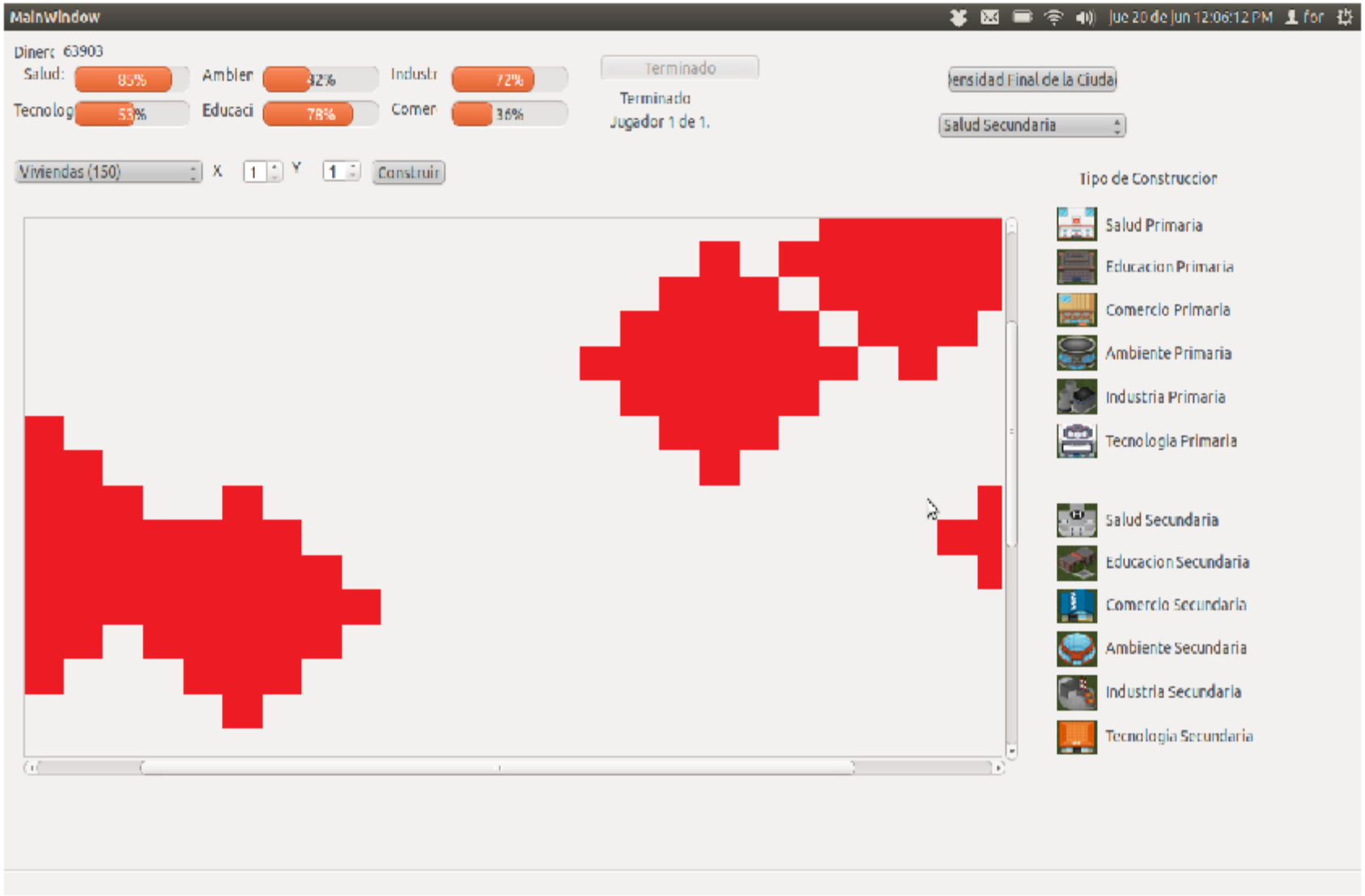
Emerge un patrón de conducta en la ciudad.

Metrópolis

Conceptos:

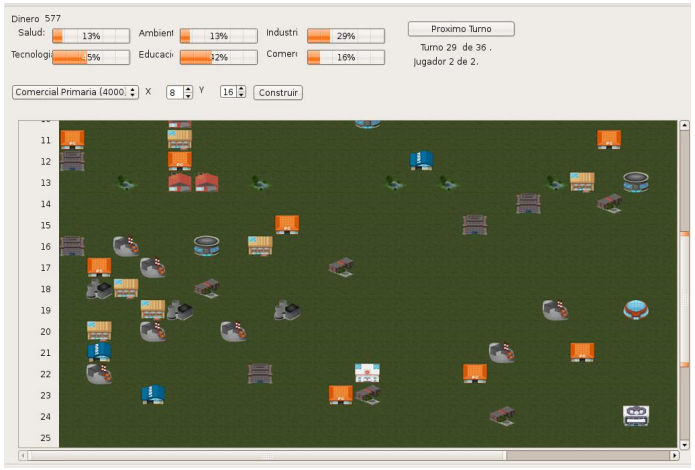
- Juegos Emergentes
- Radio de alcance
- Overlapping

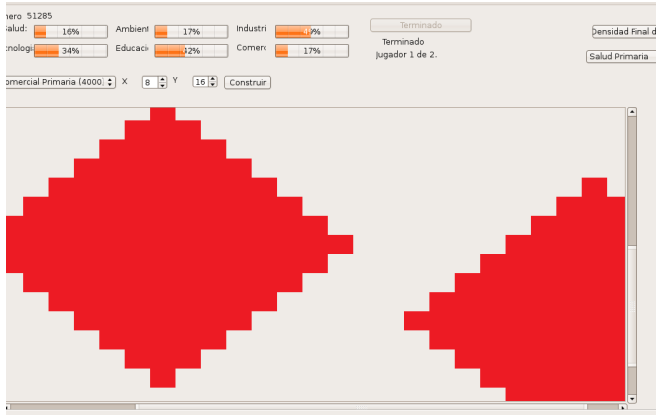
Metrópolis


MainWindow
Jue 20 de Jun 12:06:12 PM
Dinero 63903
Salud: 85%
Ambien 32%
Industr 72%
Tecnolog 53%
Educaci 78%
Comer 36%
Terminado
Terminado
Jugador 1 de 1.
ersidad Final de la Ciuda
Salud Secundaria
Viviendas (150)
X 1
Y 1
Construir
Tipo de Construccion
Salud Primaria
Educacion Primaria
Comercio Primaria
Ambiente Primaria
Industria Primaria
Tecnologia Primaria
Salud Secundaria
Educacion Secundaria
Comercio Secundaria
Ambiente Secundaria
Industria Secundaria
Tecnologia Secundaria

Metrópolis

Emergencia de patrones urbanísticos

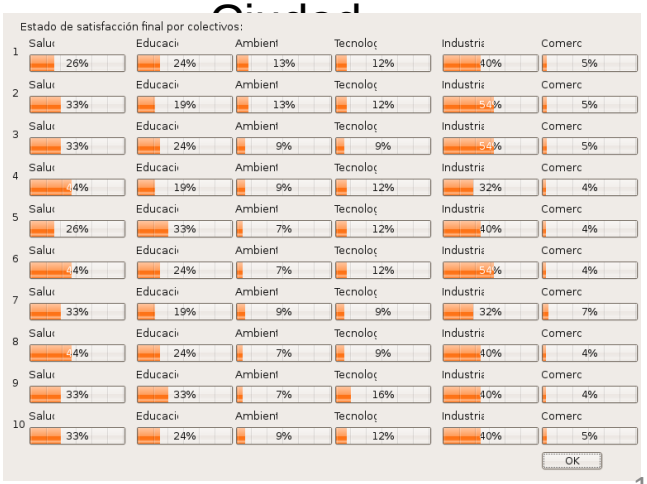




Densidad de Instituciones de Salud en la Ciudad

Estudio de patrones de ciudad particulares debido a necesidades especificas de los agentes

- Agente 1: con dificultades en la educación, industrialista e hipocondríaco.
- Agente 2: hipocondríaco, ambientalista, ahorrador y autodidacta.



Juego Culminado

Análisis de la emergencia Fuerte para Metropolis

La emergencia fuerte en Metropolis

- Determinar aquellos elementos que repercuten en los procesos de toma de decisión en el juego que se puedan paramétrizar.

- Determinar cómo desde la interacción de los jugadores de Metropolis, se pueden establecer mecanismos de aprendizaje de esos parámetros

Análisis de la emergencia Fuerte para Metropolis

En el caso de Metropolis, los procesos de toma de decisión determinan los índices de felicidad.

Ellos son afectados por los siguientes elementos:

- Las zonas de cobertura
- Las bonificaciones/penalizaciones que aporta cada tipo de edificación
- Las penalizaciones por las proximidades de las edificaciones de diferentes tipos
- Las penalizaciones por las intercepciones de las edificaciones del mismo tipo
- Los costos de cada tipo de construcción
- Los puntos que aportan las personalidades a los índices de felicidad

Esos son potenciales parámetros, que se pueden adecuar en el juego (que se pueden aprender),

Análisis de la emergencia Fuerte para Metropolis

En este trabajo vamos a analizar el comportamiento de uno de ellos: **el efecto por aprender el radio de cobertura de cada edificación.**

Este parámetro es fundamental, porque **posibilita dos aspectos**:

- La **aparición de patrones urbanísticos**, ya que determina los posibles agrupamientos que se dan por tipo de edificaciones.
- La **adecuación de la ciudad a los ciudadanos**, tal que sus índices de felicidad se logren mejorar.

El radio es un parámetro que se **podría adecuar a los usuarios**. Su **influencia en el índice de felicidad es importante**, ya que determina las penalizaciones, tanto de proximidad como de

Establecer valores de radio que maximicen los índices de felicidad de los jugadores sería el objetivo a alcanzar.

Análisis de la emergencia Fuerte para Metropolis

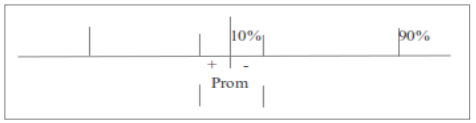
Consideraremos:

Variables adicionales por tipo de área para el ajuste de sus radios (salud, educación, ambiente, comercio, industria, tecnología): rS, rE, rA, rC, rI, rT.

Además, se calculará el valor promedio de felicidad por área de la ciudad, considerando a todos los habitantes de la ciudad.

En función de esas variables, se actualizan los radios de cada edificación, usando los siguientes criterios:

- Si el valor del índice se encuentra por encima del promedio en un rango inferior al 10%, se deja igual (rX=0).
- Si el valor del índice se encuentra por encima del promedio, entre el 10% y el 90%, se decrementa uno (rX=-1).
- Si el valor del índice se encuentra por encima del promedio, en un rango superior al 90%, se decrementa dos (rX=-2).



Para el caso contrario,

- Si el valor del índice se encuentra por debajo del promedio en un rango inferior al 10%, se deja igual.
- Si el valor del índice se encuentra por debajo del promedio entre el 10% y el 90%, se incrementa uno (rX=+1).
- Si el valor del índice se encuentra por debajo del promedio en un rango superior al 90%, se incrementa dos (rX=+2).

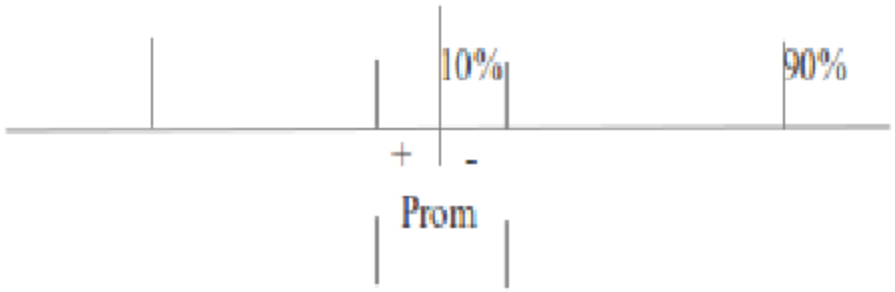
Metrópolis

Formulas Matemáticas

$$R_x = R_x \quad F_{xi} < F_{Prom} * 0{,}10$$
$$R_x - 1 \quad F_{Prom} * 0{,}10 \leq F_{xi} < F_{Prom} * 0{,}90$$
$$R_x - 2 \quad F_{xi} \geq F_{Prom} * 0{,}90$$

$$R_x = R_x \quad F_{xi} > F_{Prom} * 0{,}10$$
$$R_x + 1 \quad F_{Prom} * 0{,}10 \geq F_{xi} > F_{Prom} * 0{,}90$$
$$R_x + 2 \quad F_{xi} \leq F_{Prom} * 0{,}90$$

Promedio y Rangos de cercanía



Experimentos

Comparación general de Metropolis con modificación y sin modificación de Radios

Área vs Iteración	3	4	5	Promedio
Salud	24	100	85	69,67
Educación	62	99	100	87
Ambiente	49	57	100	68,67
Tecnología	21	99	37	52,33
Industria	56	54	65	58,33
Comercio	46	18	77	47,33
Promedio	43	71,33	77,33	

Metropolis con radios modificados por área

Área vs Iteración	3	4	5	Promedio
Salud	13	34	78	41,67
Educación	35	36	83	51,33
Ambiente	31	37	95	54,33
Tecnología	37	39	52	42,67
Industria	37	55	37	43
Comercio	19	30	40	29,67
Promedio	28,67	38,5	64,17	

Metropolis sin radios modificados por área

Se observa que con Metropolis adaptativo se obtiene:

- Que el valor de los promedios finales de los índices de felicidad por área son siempre superiores.
- Que el valor de los promedios generales del índice de felicidad de la ciudad por iteración (año) son siempre superiores.

Experimentos

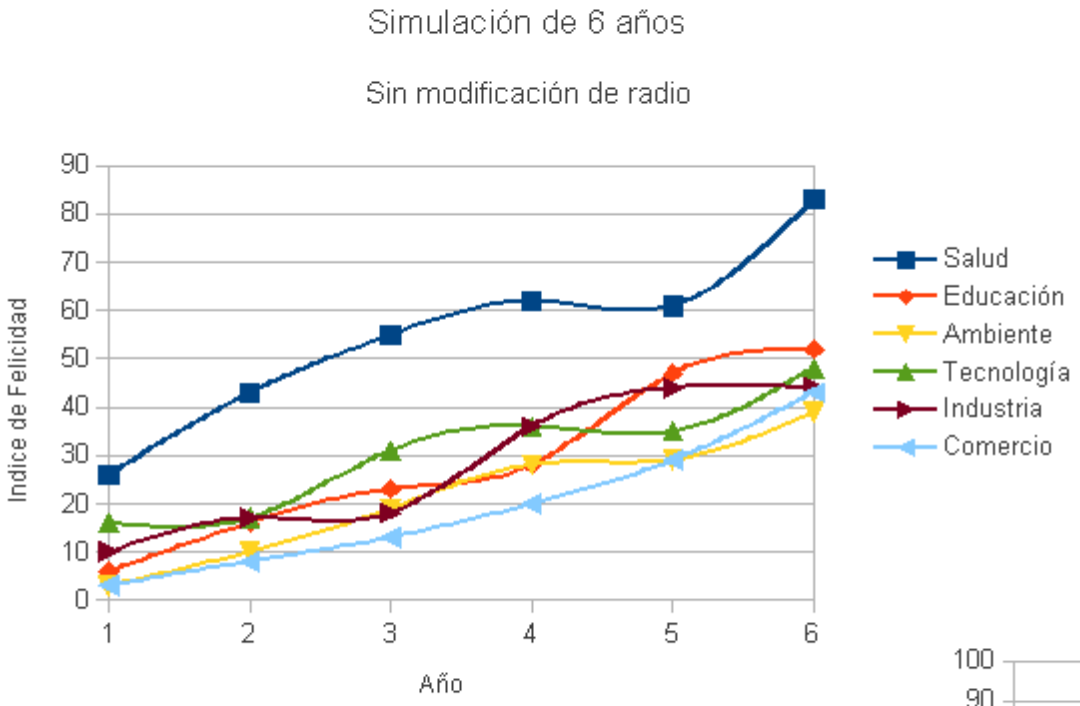
Comparación de Metropolis con y sin modificación de Radios, para una específica personalidad

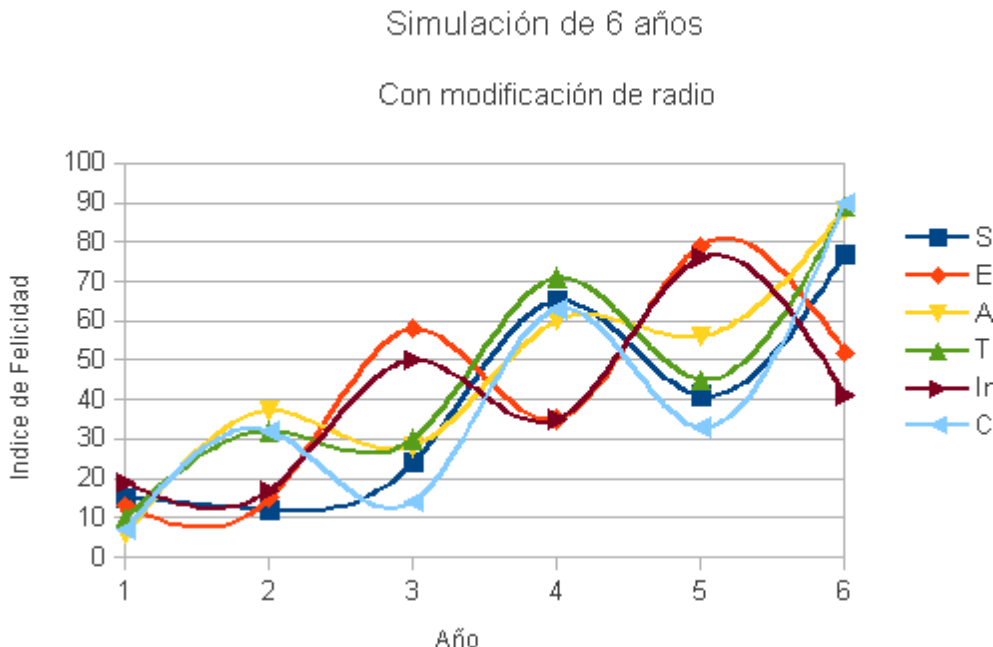
Área vs Iteración	Con Modif	Sin Modif
Salud	83	69
Educación	60	34
Ambiente	38	23
Tecnología	56	48
Industria	53	47
Comercio	61	27
Promedio	58,5	41,33

Se define un perfil de usuario hipocondriaco para todos los agentes (habitantes de la ciudad),

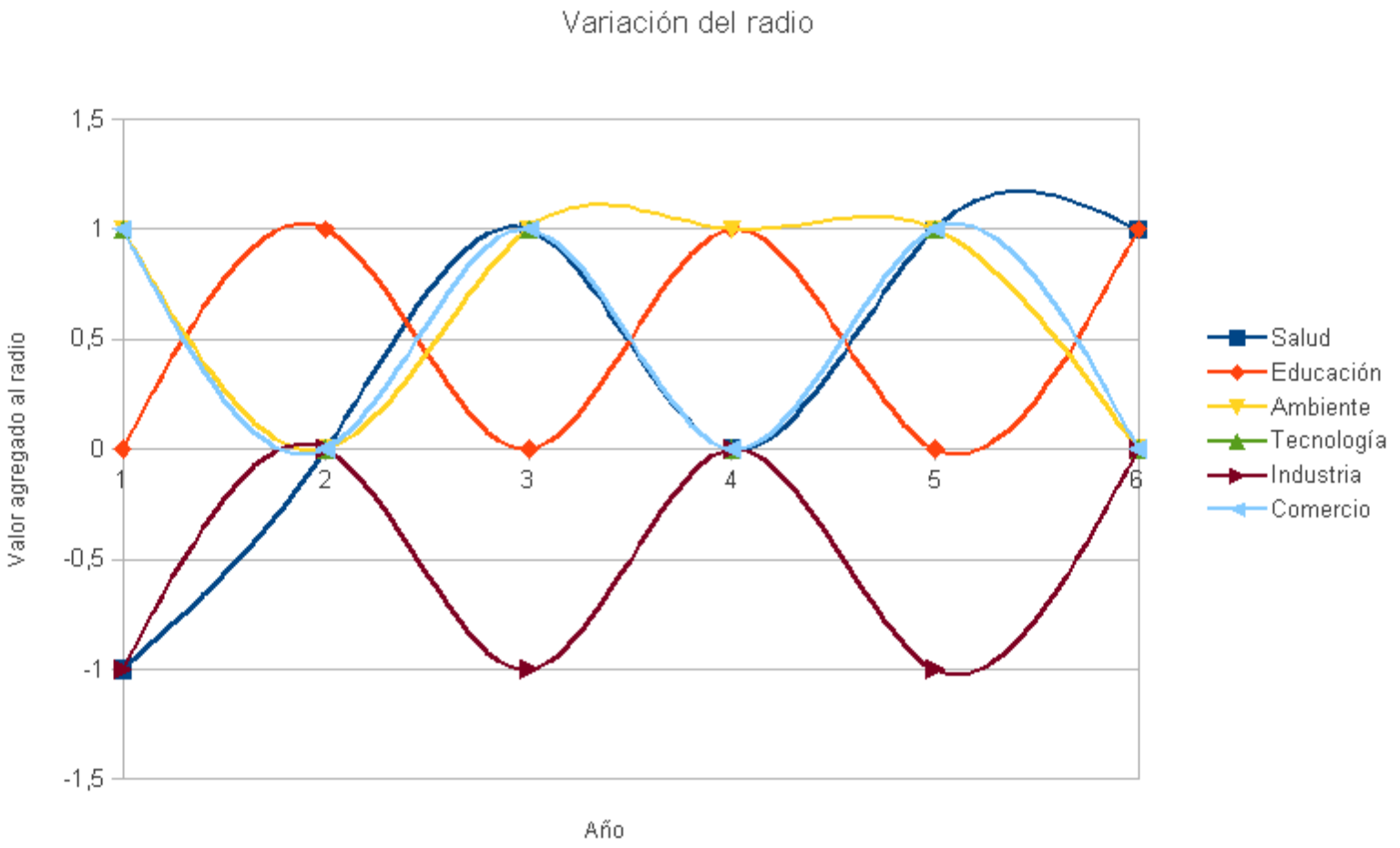
- Metropolis adaptativo alcanza un mejor valor en cada uno de los índices de felicidad por área.
- En particular, en el área de salud, que es fundamental para esa personalidad, se alcanza una mejora notable. Además, en otras áreas también se alcanzan mejoras importantes, como por ejemplo, en educación.

Prueba 4


Simulación de 6 años
Sin modificación de radio
Indice de Felicidad
Año
Salud
Educación
Ambiente
Tecnología
Industria
Comercio


Simulación de 6 años
Con modificación de radio
Indice de Felicidad
Año

Variación del radio agregado



Conclusiones

Hasta ahora se han estudiado sobre Metropolis dos tipos de emergencia,

- una emergencia débil, desarrollada en la primera versión, para hacer emerger patrones urbanísticos y comportamiento general de la ciudad, parecido a la de sus ciudadanos.
- una emergencia fuerte, derivada por la propia auto-modificación del juego según como van evolucionando los índices de felicidad de los jugadores (que es el enfoque planteado en este trabajo).

En específico, **se le permite aprender cual debe ser el radio de cobertura de las edificaciones**. Esto lo va haciendo en el tiempo, sin perder sus capacidades para hacer emerger patrones (emergencia débil).

Vemos como **el aprendizaje del valor del radio logra una mejor adecuación de los índices de felicidad de la ciudad**, derivado de una emergencia de patrones urbanístico que siguen los intereses de sus ciudadanos.

La versión adaptativa **permite alcanzar niveles de felicidad más adecuado a las personalidades de los agentes**.

Conclusiones

En Metropolis adaptativo **la ciudad se transforma en un sistema dinámico**, cuya evolución depende de las emergencias fuertes producto de las **decisiones colectivas de los agentes, y de su auto-modificación**.

En Metropolis adaptativo se **acelera el comportamiento emergente**.

Los **comportamientos emergentes que se aceleran** en Metropolis adaptativo:

- **Patrones urbanos en la ciudad,**
- **Patrón de felicidad en la ciudad,**

En el futuro, se deberán hacer dos tipos de trabajos:

- **Adaptación en Metropolis** para explorar **otras formas de emergencia fuerte:**
  - Aparición de nuevos comportamientos o temáticas en el juego,
  - Aparición de nuevas propiedades en los objetos que lo componen.
- **Análisis de los patrones que ahora surjan**, derivado de esos nuevos

Emergencia y Sociedad

Otro caso de emergencia en una sociedad está vinculado a la *economía*.

- M. Friedman lo introdujo al definir un orden económico como "… la consecuencia no intencional (?) … de las acciones de un gran número de personas movidas por sus intereses".

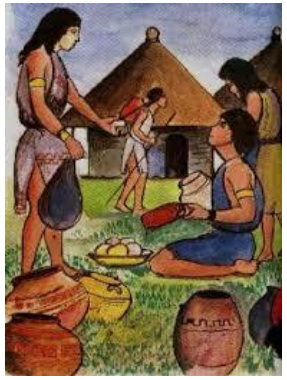
Según las reglas locales, las formas de emergencia económica son muy variadas (desde las que pregonan las teorías liberales a las que tuvieron muchos de nuestros pueblos ancestrales)

Emergencia y Sociedad

- Algunos economistas han definido los precios óptimos de los bienes en una economía como producto emergente de las interacciones de los agentes que siguen reglas locales de comercio, la ley de oferta y demanda, etc.

Este enfoque liberal nunca ha sido aplicado a ninguna economía por las formas proteccionistas, de subvención, de monopolio, etc. que, particularmente, los países desarrollados imponen a sus productos.

- Lo que es interesante de ese argumento es que en un **libre juego económico** podría emerger un **sistema de interacción sin mediadores**, basado en reglas locales, que definiría el precio ideal de los productos.



Si las reglas locales que imperan están vinculadas a formas de solidaridad, solicitud, intercambio, como muchos de nuestros pueblos ancestrales funcionaron, las formas económicas que emergerían serian de colaboración, de compartir, etc.

Emergencia y Sociedad

- Volviendo al tema de los precios óptimos de los bienes, algunos autores lo han explicado como el resultado de una emergencia basado en el fenómeno de retroalimentación.

Solo retroalimentación positiva puede conllevar a comportamientos económicos que se conservan durante mucho tiempo (monopolios)

- En esa lógica que venimos de discutir, la ley de oferta y demanda supone que el mercado es **perfectamente competitivo** y que los **agentes actúan racionalmente**.

Emergencia y Sociedad

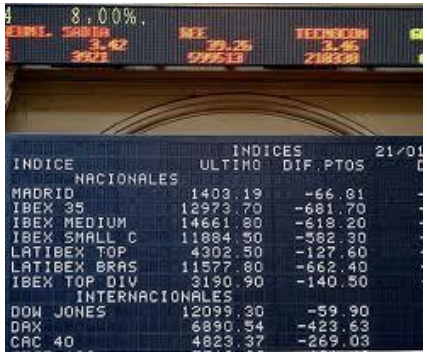
Caso del mercado de valores

- Se puede observar una combinación de retroalimentación positiva a corto plazo (conllevando a una imitación ciega) y negativa a largo plazo (conllevando a un examen cuidadoso).

comportamiento oscilante y caótico

- Cuando las reservas están aumentando, la creencia de que nuevas subidas son probables da a los inversores un incentivo para comprar, lo que elevará el precio aún más (retroalimentación positiva),
- El aumento del precio de las acciones y el conocimiento que debe ser finalmente un pico y que después los precios caerán, acaba por disuadir a los compradores (retroalimentación negativa).
- Una vez que el mercado empieza a caer, algunos inversionistas pueden esperar más y se abstienen de comprar (retroalimentación positiva), pero otros pueden comprar porque lo ven como una ganga (retroalimentación negativa).

Emergencia y Sociedad



Caso del mercado de valores

La combinación de retroalimentaciones positivas y de retroalimentaciones negativas lleva a efectos "burbujas".

Una burbuja es provocada por una fluctuación o irregularidad, que se expande a través de la retroalimentación positiva, y se contrae de nuevo a través de la retroalimentación negativa.