

MATRICES EVOLUTIVAS

Fernando Galindo Soria

www.fgalindosoria.com

www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/

fgalindo@ipn.mx

Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)

Versión Original Tenayuca, Ciudad de México, 27 de Septiembre de 1993
Ultimas modificaciones 31 de Mayo de 1998, 20 de Febrero de 1999,
1 de marzo del 2017

**las matrices evolutivas surgieron
de la conjunción de trabajos
sobre redes neurales
desarrollados en los años 70's y
sistemas evolutivos para
reconocimiento de imágenes
realizados durante los 80's**

las matrices evolutivas representan espacios n-dimensionales que permanentemente están cambiando. Originalmente la matriz evolutiva está vacía, por lo que el espacio que representa también lo está, mas adelante cuando llegan las primeras reglas o imágenes surgen los primeros puntos, pero estos no están fijos, ya que, cuando una regla de la matriz evolutiva se modifica el punto que la representa también cambia de posición, con lo que, en forma natural el espacio se está afinando y evolucionando.

Matrices Evolutivas y Dinámica Dimensional

<http://www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/>

A mediados de 1976 en el seminario de Inteligencia Artificial organizado en el Centro Nacional de Cálculo (CENAC) del IPN de la Cd. de México en colaboración con la Escuela Superior de Física y Matemáticas (ESFM) del mismo instituto, trabajando junto con Gustavo Nuñez Esquer llegamos a una representación de red neuronal



McCulloch y Pitts

Redes Neuronales de McCulloch y Pitts

McCullochsabía que cada una de las células nerviosas del cerebro disparan sólo después de alcanzar un umbral mínimo: basta que las células nerviosas vecinas envíen sus señales a través de las sinapsis para que la neurona dispare su propio potencial eléctrico. A McCulloch se le ocurrió que esta organización era binaria, la neurona disparaba o no. Él se dio cuenta de que, la señal de una neurona es una proposición y de que las neuronas funcionarían como puertas lógicas, con múltiples entradas y una sola salida. De modo que, variando el umbral de disparo de una neurona podrían llevarse a cabo las funciones “y”, “o” y “no”.

McCulloch y Pitts escribieron sus hallazgos en un artículo seminal:
“Un cálculo lógico de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa”,

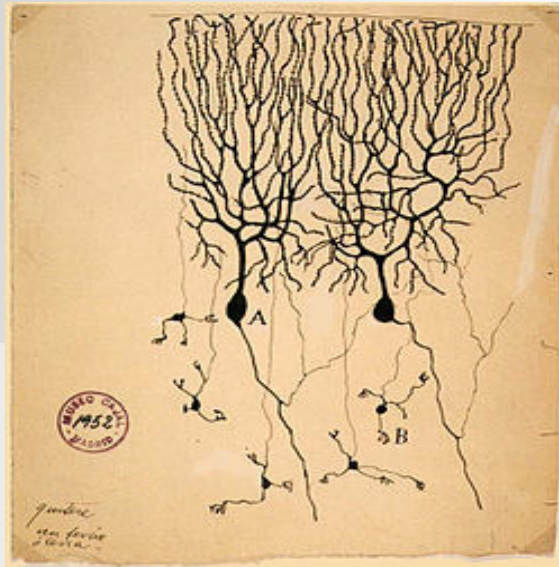
· A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity
Bulletin of Mathematical Biophysics, 1943

<https://pdfs.semanticscholar.org/5272/8a99829792c3272043842455f3a110e841b1.pdf>

Tomado de un artículo precioso sobre el tema, Altamente recomendable
El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica, Por Amanda Geffer
Traducido al español por Marta Lapid Volosin para Nautilus
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>

Neuronas



Drawing of neurons in the pigeon cerebellum, by Spanish

neuroscientist Santiago Ramón y Cajal in 1899.

(A) denotes Purkinje cells and (B) denotes granule cells, both of which are multipolar.

<https://en.wikipedia.org/wiki/Neuron>

Redes Neuronales de McCulloch y Pitts

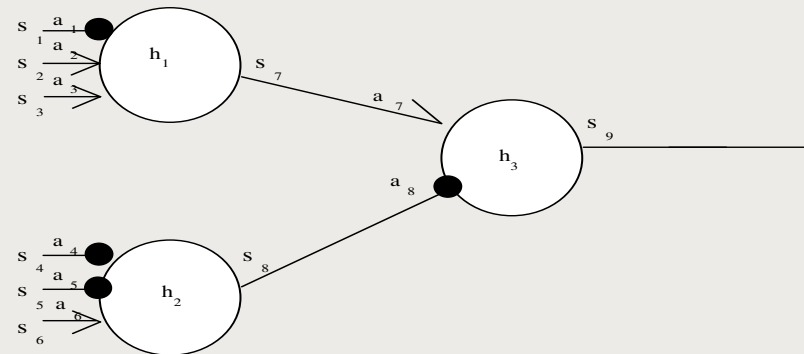


Fig. 3. A) *Neurona biológica*. B) *Neurona artificial*.

Sistemas bio-inspirados y aplicaciones energéticas

Julio R. Gómez Sarduy y Marcos A. de Armas Teyra

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia42/HTML/Articulo07.htm>



Ejemplo de una red neuronal


a partir del modelo de neurona desarrollado por Mc Cullot y Pitts generamos nuestra propia propuesta, basada en una representación matricial de la red neuronal, en la cual cada una de las señales de entrada a las neuronas se representa como una columna de la matriz y cada una de las neuronas equivale a un renglón, de tal forma que, en la intersección de cada renglón y columna se almacena el valor que toma la dendrita en caso de que reciba una señal de entrada

desde el principio se presentó el problema de obtener los valores de las neuronas y es ahí donde a mediados de los 80's, Cuitláhuac Cantú, al estar trabajando sobre reconocimiento de imágenes llegó en forma independiente a una representación matricial prácticamente equivalente a la encontrada para las redes neuronales, pero con capacidades evolutivas.

MATRICES EVOLUTIVAS

Matrices Evolutivas y Dinámica Dimensional

<http://www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/>



A mediados de los 80's, Cuitláhuac Cantú, al estar trabajando sobre reconocimiento de imágenes llegó a una representación matricial con capacidades evolutivas

En esta idea se parte de que originalmente la matriz está vacía y lo que hace el sistema es buscar una imagen,

como no encuentra nada la coloca en el primer renglón,

cuando llega la segunda imagen, si son similares la reconoce y la acumula con la primera

si no son similares entonces la coloca en el siguiente renglón y así sucesivamente.

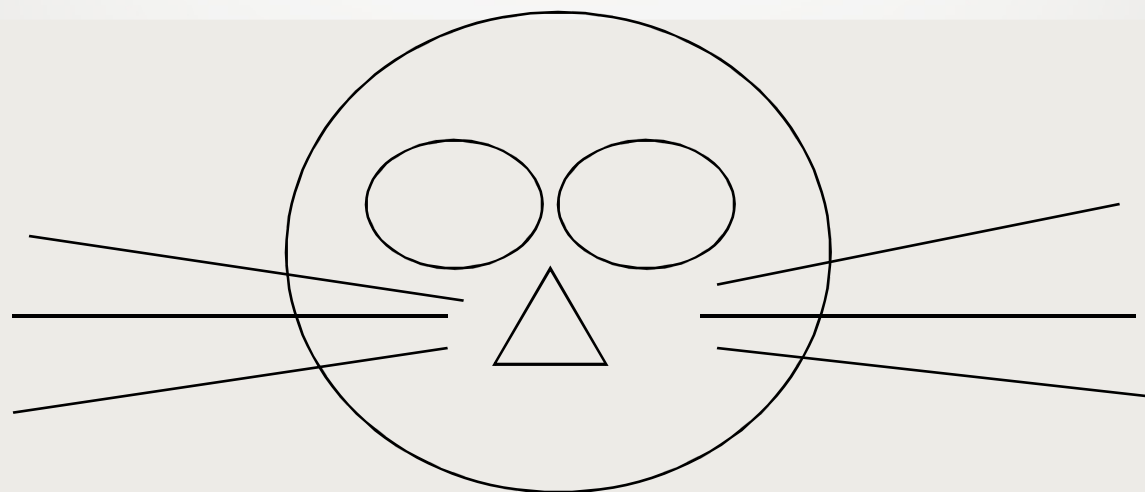
cada imagen se representa como un vector,
de tal forma que por ejemplo,
si se tiene un gato, un perro y un ratón,
cada uno de ellos se almacena como un vector
y entre los tres forman una matriz como la
siguiente

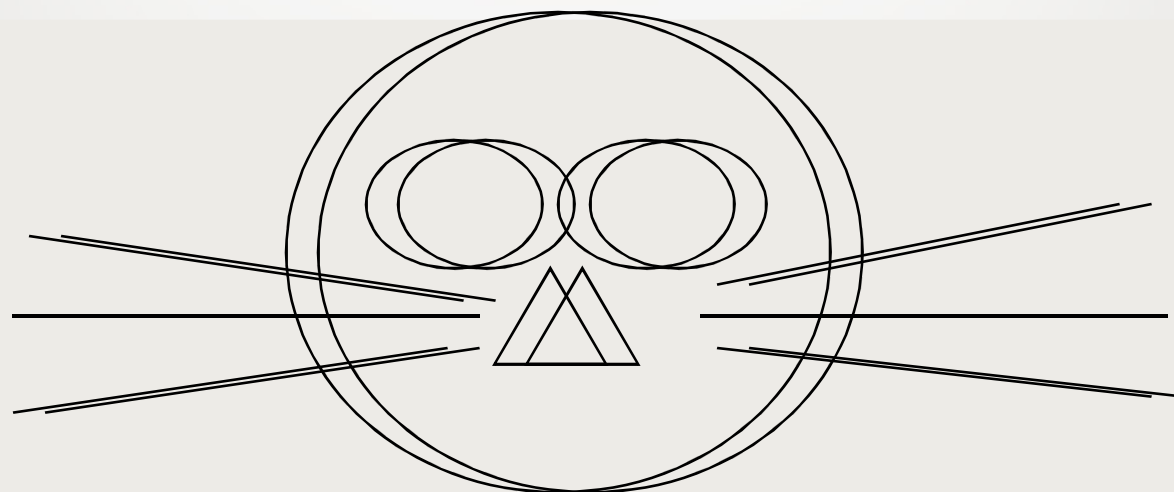
a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	
1	0	1	0	0	1	0	1	0	gato
0	1	0	1	0	1	1	0	1	perro
1	1	0	0	1	0	0	1	1	ratón

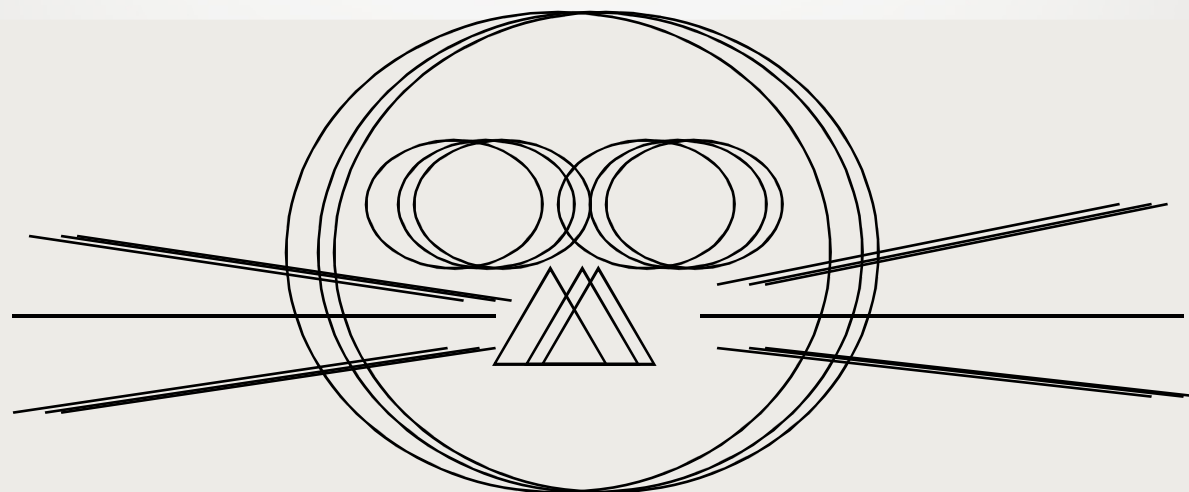
Si se perciben varios gatos,
en lugar de almacenar cada gato en un vector
independiente
se suman los vectores que representan cada uno
de los gatos y el resultado se toma como la
representación de la estructura general del gato
y se almacena en la matriz.

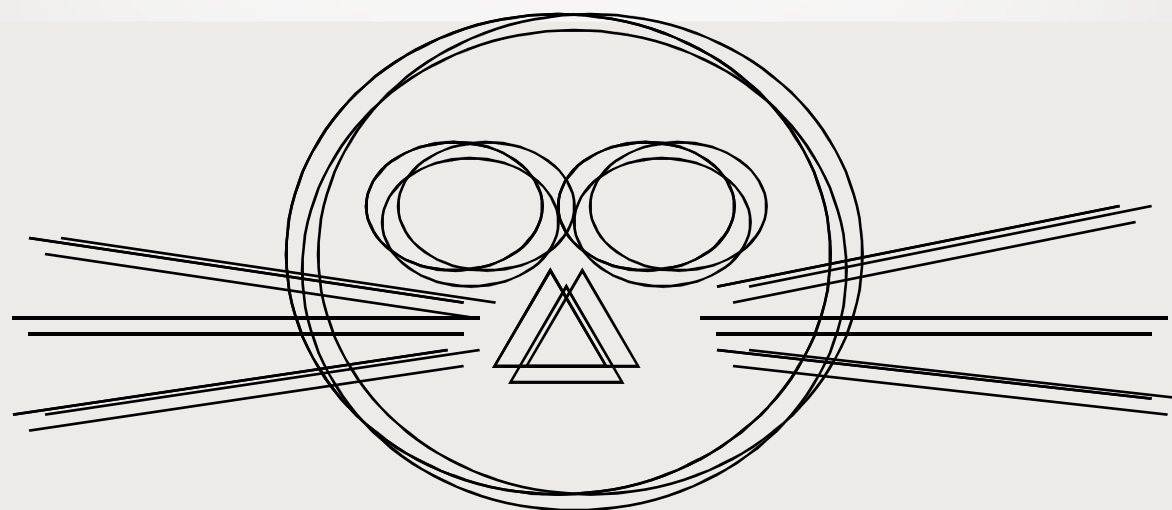
(5 1 4 0 0 5 0 4 1 20) gato

Lo anterior es equivalente a que cada gato se dibujara
en un acetato y posteriormente se sobrepusieran los
acetatos, con lo que las características repetitivas del
gato quedan más recalcadas y equivale a números
mayores en el vector que lo representa.









Por otro lado si se tienen varios gatos, perros y ratones, la matriz seria de la forma:

a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	h	
5	1	4	0	0	5	0	4	1	20	gato
0	3	0	3	0	2	3	2	1	14	perro
1	1	0	0	1	0	0	1	1	5	ratón

cada renglón representa un tipo de objeto y h es un valor donde se acumula el número de puntos en el vector

(En este caso se puso h como la suma de los valores del vector por facilidad del ejemplo, sin embargo existen otros métodos para asignar este valor).

Si se desea reconocer un nuevo objeto, se representa también como un vector, se multiplica por la matriz, se ve en que renglón se obtuvo el máximo valor y se le asocia a ese renglón el objeto.

Por ejemplo si tomamos la matriz anterior y llega el objeto 1 0 1 0 0 1 0 1 0, se multiplica por la matriz y les restamos el valor de h quedando:
-2 para el gato, -10 para el perro y -3 para el ratón.

De donde se propone que el objeto reconocido es un gato.

Como siguiente punto el sistema acumula el nuevo vector en la matriz, con lo que, en el ejemplo anterior el nuevo vector se suma al renglón del gato y la matriz queda:

a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	h	
6	1	5	0	0	6	0	5	1	24	gato
0	3	0	3	0	2	3	2	1	14	perro
1	1	0	0	1	0	0	1	1	5	ratón

Con lo que, el sistema evolutivo esta transformando permanentemente su imagen de la realidad.

Como se puede observar este método reúne la característica de que esta evolucionando en forma natural y encontrando la imagen acumulada (y por tal, la imagen promedio),

con lo que no existe un proceso previo de aprendizaje y otro de aplicación, sino que por el proceso natural de conocer y reconocer las imágenes va evolucionando.

Un ejemplo donde se pueden aplicar las matrices evolutivas es en el área de los sistemas expertos,

Si partimos de un sistema experto de diagnostico formado por reglas de la forma

$$S1 \ S2 \ S3 \ ... \ S_n \quad \Rightarrow \quad D_i : T_i$$

donde S_j son los síntomas, D_i los diagnósticos y T_i los tratamientos (un conjunto de síntomas generan un diagnostico y un tratamiento)

El sistema experto puede representarse como una matriz, cada columna corresponde a un síntoma y cada renglón a una regla del experto.

	S1	S2	S3	...	S _n
r1	1	0	0	...	0
r2	0	1	1	...	0
...
r _m	1	0	1	...	1

De tal manera que si aparece un 1 en el renglón i y la columna j , quiere decir que la regla i necesita el síntoma j para cumplirse.

Por ejemplo, si se tiene la siguiente matriz:

	S1	S2	S3	S4	S	S6
regla1	3.2	0	4.0	6.5	0	0
regla2	2.0	1.3	0	0	1.5	0
regla3	0	3.0	0	0	4.2	2.0

y llega un problema con los síntomas

(1.0 0 1.5 0 0 0.7)

entonces se multiplica la matriz por el vector
quedando el resultado:

regla1 9.2

regla2 2.0

regla3 1.4

de donde se propone la regla1 como el resultado
del sistema.

Una de las ventajas de representar al sistema experto mediante una matriz es que ahora se puede ver y atacar con múltiples herramientas incluyendo entre otras la lógica difusa, redes neuronales, teoría de la medida y sistemas evolutivos.

En particular podemos aplicar las técnicas de matrices evolutivas
partir de que la matriz está originalmente vacía
(*No tiene ni renglones, ni columnas, ni valores*)

cuando llegan los primeros síntomas y no encuentra nada
almacena el vector en el primer renglón y asigna el diagnostico (le
puede pedir el diagnostico al experto humano).

Por ejemplo, si llegan los síntomas
(1.2 0 0 2.3 0 0.7)

el sistema busca en la matriz el diagnostico,
pero como está vacía no los encuentra,
entonces pregunta por el diagnostico
y genera una matriz con un renglón.

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	diagnostico
r1	1.2	0	0	2.3	0	0.7	D1

Si llegan ahora los síntomas

(0.7 0 0 0 3.2 0),

como la colisión con el vector almacenado es baja, pregunta por el diagnostico,

si el nuevo diagnostico es diferente crea un nuevo renglón,

quedando la matriz:

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
r1	1.2	0	0	2.3	0	0.7	D1
r2	0.7	0	0	0	3.2	0	D2

Si llega una cadena de síntomas con alta colisión con D1, como por ejemplo:

(1.0 0 0 1.8 0 1.2)

el sistema emite el diagnostico D1 y acumula el nuevo síntoma sobre la matriz anterior en el renglón 1:

S1	S2	S3	S4	S5	S6		# de acumulados
r1	2.2	0	0	4.1	0	1.9 D1	2
r2	0.7	0	0	0	3.2	0 D2	1

Al tener el vector acumulado se están reforzando los síntomas y en forma natural cambian los pesos.

El sistema siempre se transforma.

Si llega una cadena de síntomas con alta colisión los suma al renglón diagnosticado.

Si llega una nueva cadena crea un nuevo renglón.

Si llega una cadena y el experto indica que corresponde a un diagnostico presente, la nueva cadena se acumula a este diagnostico.

Si se toma el vector acumulado y cada síntoma lo dividimos entre el número de acumulados tenemos una regla promedio, por lo que, lo que estamos encontrando es la regla promedio asociada a un diagnostico y mediante el mecanismo evolutivo esta regla se está depurando y afinando cotidianamente, o sea que, en forma natural y permanente se están encontrando y afinando las reglas del sistema.

Ejemplos

Musical Composer Based on Detection of Typical Patterns in a Human Composer's Style

Horacio Alberto García Salas, Alexander Gelbukh

Laboratorio de Lenguaje Natural,. Centro de Investigación en Computación,. Instituto Politécnico Nacional

<http://nlp.cic.ipn.mx/publications/2008/musical%20composer%20based%20on%20detection%20of%20typical%20patterns.pdf>

Sistema Evolutivo para el Diagnóstico de Fallas en Maquinas Rotatorias

Eduardo De la Cruz Sánchez, Luis C. Longoria Gándara, Rodolfo A. Carrillo Mendoza

[página html](#) [documento en Word](#) [documento pdf](#)

Sistema Evolutivo de Reconocimiento de Formas en dos Dimensiones

Diana Karla García García, Sergio Salcido Bustamante, Alfonso Ventura Silva

[página html](#) [documento en Word](#) [documento pdf](#)

Sistema Evolutivo Reconocedor de Textos

Jesús Manuel Olivares Ceja

[página html](#) [documento en Word](#) [documento pdf](#)

Sistema evolutivo reconocedor de huellas digitales

Paola Neri Ortiz, Celia Pérez, Araceli Tlamanca

Universidad Anahuac de Xalapa

<http://www.criminalistik.0fees.net/2009/10/sistema-evolutivo-reconocedor-de-huellas-digitales/>

Aplicación de los Sistemas Evolutivos en el Análisis de Espectros de Rayos Gamma

Luis E Torres Hernández, Luis C. Longoria Gándara, Antonio Rojas Salinas

[página html](#) [documento en Word](#) [documento pdf](#)

REFORNED: Reconocimiento de Imágenes por Medio de Redes Neuronales, Sistemas Evolutivos y Distribuidos

Alejandría Salazar Torres

[página html](#) [documento en Word](#) [documento pdf](#)

ESpertCOM Sistema Experto Evolutivo en Banca Múltiple

José de Jesús Acosta Marrón y Rodrigo Arenas Arriola

El Sistema Experto ESpertCOM utiliza un par de matrices de dos dimensiones que permanentemente están cambiando. Originalmente, la matriz evolutiva está vacía, por lo que la base de conocimientos que representa también lo está.

Conforme detecta nuevos síntomas y reglas aumentan los renglones y columnas de la matriz.

[Página html](#)

SAEVIUS DEUS, que significa "La ira de Dios", videojuego con Inteligencia Artificial

Alfredo Ramos Flores, Jesús Rodríguez Salazar, Jorge Israel Toledo Alvarado, José Rafael Vega Trujillo

Aportación a la Ingeniería: “Se desarrollo una alternativa de almacenaje de conocimiento, que consiste en una matriz de aprendizaje, que evoluciona dependiendo de los resultados obtenidos.”

<http://saevius.iespana.es/> <http://saevius.iespana.es/descargas/2o%20Reporte.pdf>

<http://saevius.iespana.es/aportacion.htm>

Trabajos de titulación sobre sistemas evolutivos y Matrices Evolutivas

Horacio Alberto García Salas, “*Aplicación de los sistemas evolutivos a la composición musical*”, IPN-UPIICSA, México, 5 de Marzo de 1999

Documento

www.fgalindosoria.com/informaticos/investigadores/Itztli/secm/aplicacion_sev_composicion_musical.pdf

Maria Paola Neri Ortiz, “*Mundo Artificial basado en sistemas evolutivos*”, IPN-ESCOM, México, Junio de 2001
[página html](#) [softwaredebichos.zip](#) [programas de bichos en java](#)

Fátima Margarita Lechuga Blanco y Mario César Lima Rodríguez, “*Sistema de mimetismo basado en gramática para ocultamiento de información*”, IPN-ESCOM, México, Junio del 2002
[Página html](#)

Itztli García Salas
Horacio Alberto García Salas
Modelo Generativo de Composición Melódica con
Expresividad

Tesis Doctoral
Centro de Investigación en Computación
(CIC) del IPN, México 2012

Modelo Generativo de Composición Melódica con Expresividad

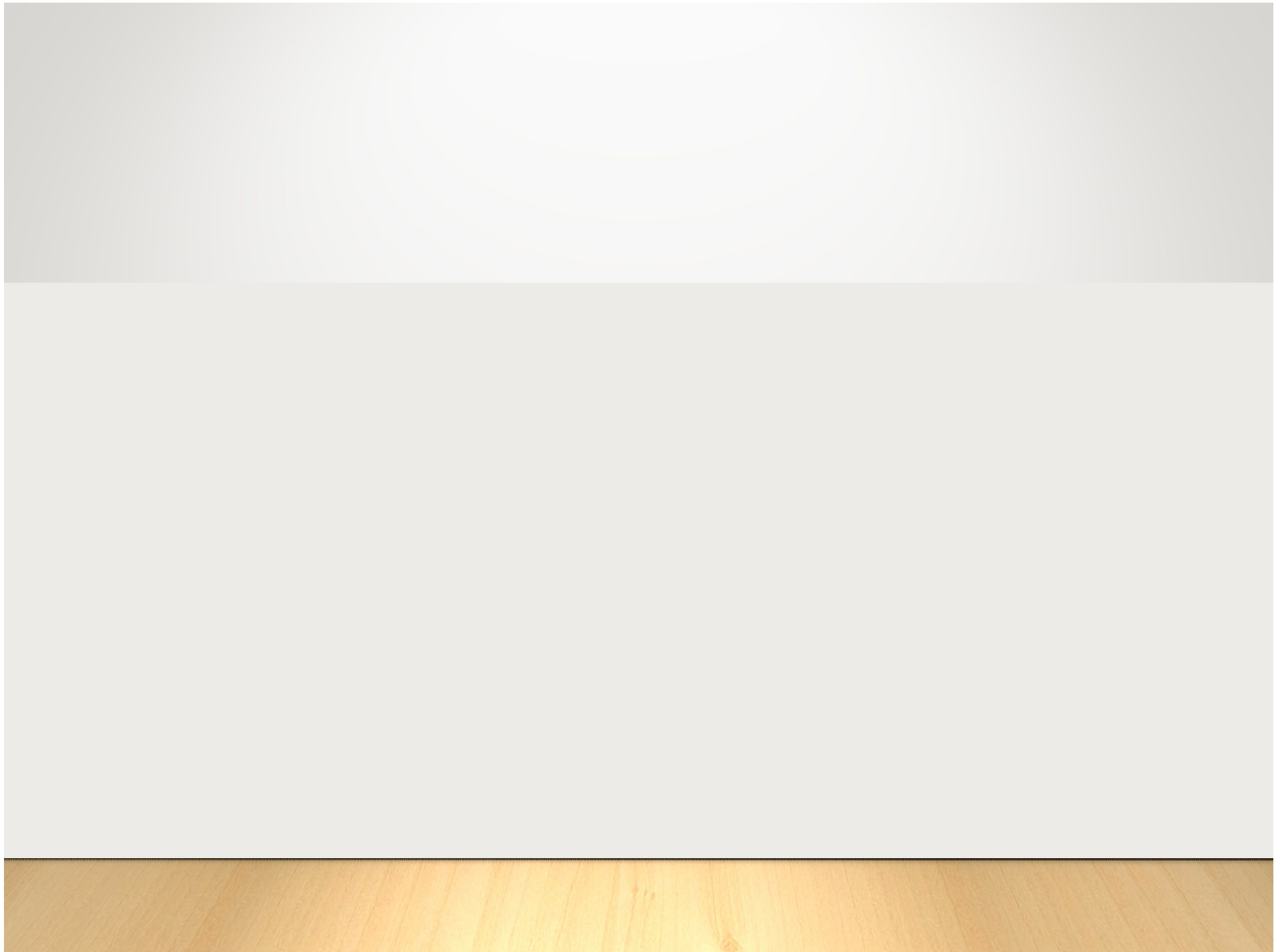
[www.fgalindosoria.com/informaticos/investigadores/Itztli \(Horacio Alberto\) Garcia Salas/PhD/
Horacio Alberto Garcia Salas PhD.pdf](http://www.fgalindosoria.com/informaticos/investigadores/Itztli_(Horacio_Alberto)_Garcia_Salas/PhD/Horacio_Alberto_Garcia_Salas_PhD.pdf)

Automatic Music Composition with Simple Probabilistic Generative Grammars.

Horacio Alberto García Salas, Alexander Gelbukh, Hiram Calvo, and Fernando Galindo Soria, Polibits (44)
2011

<http://www.scielo.org.mx/pdf/poli/n44/n44a10.pdf>

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90442011000200010



Una Representación N-Dimensional

Matrices Evolutivas y Dinámica Dimensional

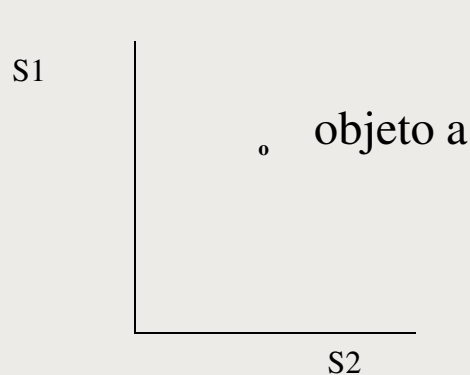
<http://www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/>

Espacios Transfinito Dimensionales y Dinámica Dimensional

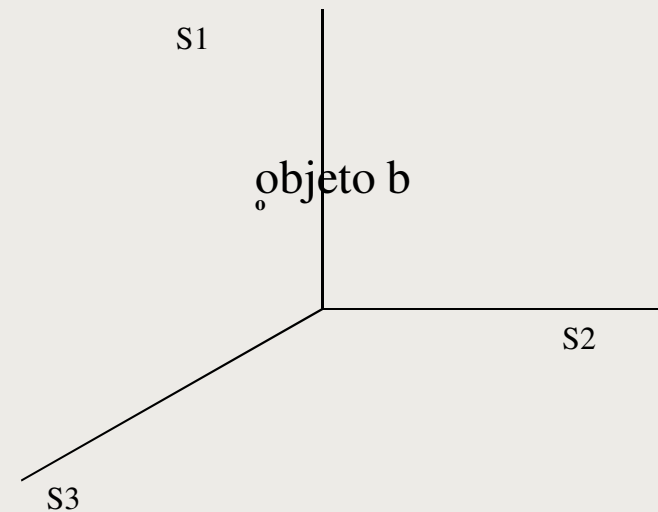
Un Universo Fractal

<http://www.fgalindosoria.com/transfinitoydinamicadimensional/>

Si analizamos un poco mas a las matrices evolutivas vemos que cada imagen, regla o cadena de síntomas promedio se representa mediante un conjunto de n síntomas o variables, si estas variables son independientes entre si entonces cada objeto (imagen, regla o cadena de síntomas promedio) representado por las n variables se puede visualizar como un punto en un espacio de n dimensiones.



El objeto a se representa con dos variable independientes, por lo que se puede visualizar como un punto en 2 dimensiones

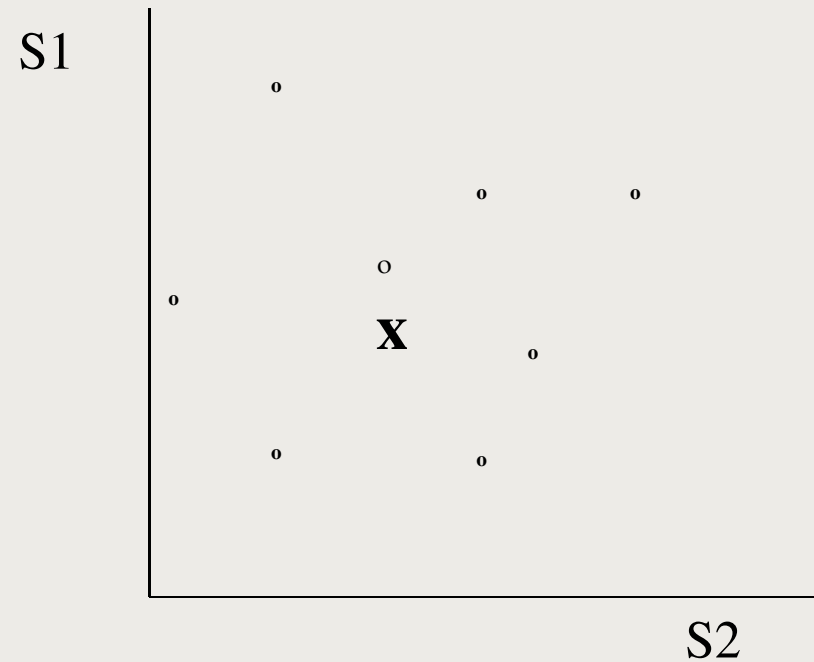
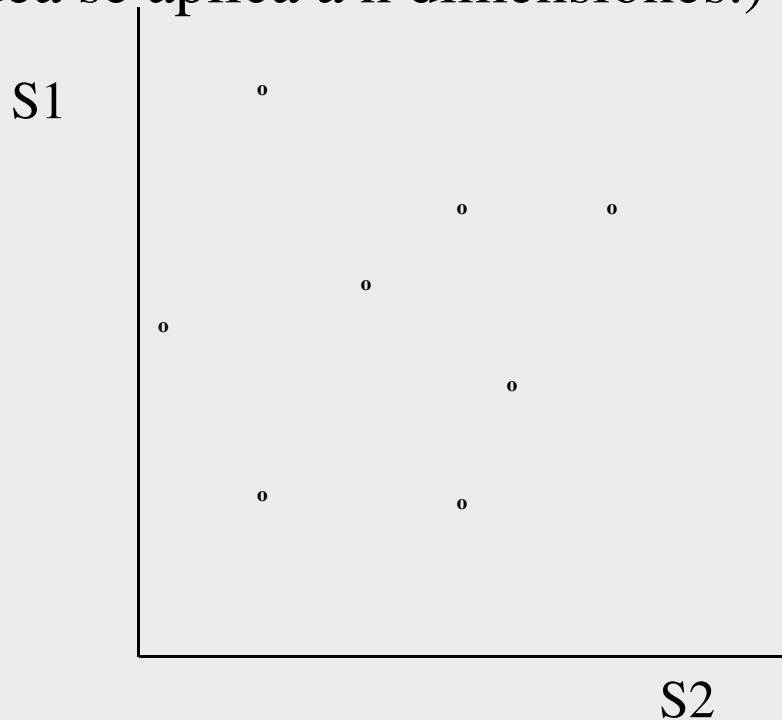


El objeto b se representa con tres variable independientes, por lo que se puede visualizar como un punto en 3 dimensiones

Si un objeto c se representa con cuatro variable independientes, entonces se puede visualizar como un punto en 4 dimensiones, y en general un objeto n que se representa con n variable independientes se puede visualizar como un punto en n dimensiones

O sea que cada vector de la matriz evolutiva representa un punto en un espacio multidimensional y todas las reglas forman una nube de puntos. De donde, por ejemplo, el proceso de encontrar el diagnostico asociado a un vector de síntomas X equivale a encontrar el punto que tiene distancia mínima con este vector.

(Por facilidad visual mostraremos imágenes en 2 dimensiones , pero la idea se aplica a n dimensiones.)

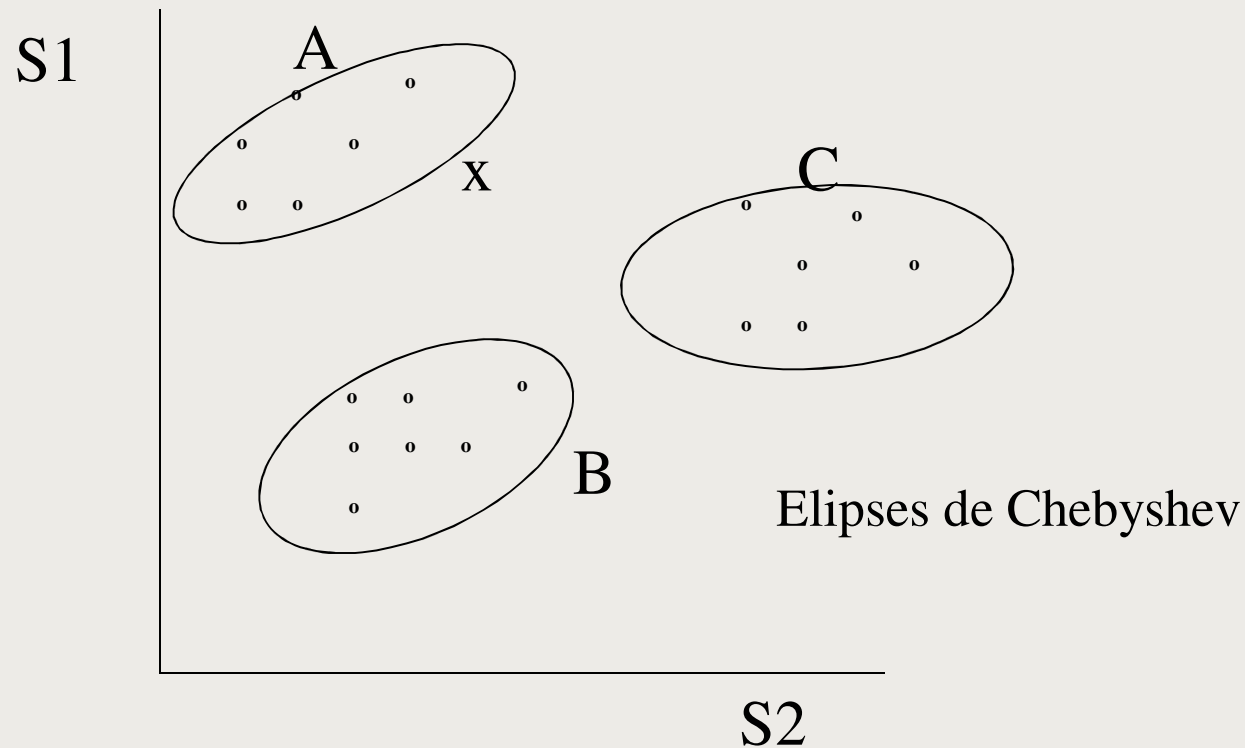




Espacios N-Dimensionales Evolutivos

Análisis de Cúmulos

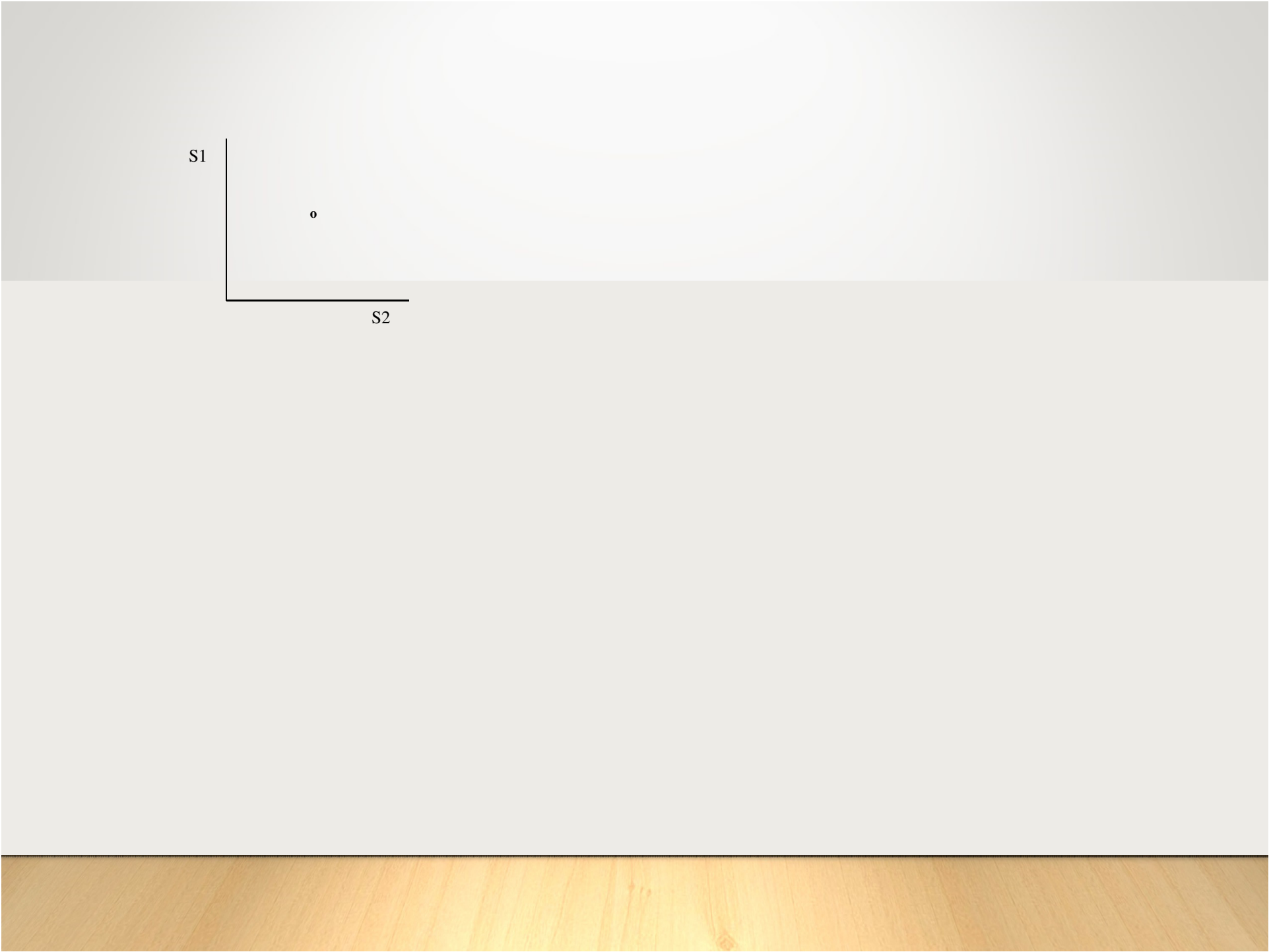
básicamente toma una muestra significativa de objetos similares, los representa como puntos en un espacio n-dimensional, encuentra la media y la varianza de estos puntos y cuando llega un objeto nuevo al sistema, mide la distancia entre el punto nuevo y el punto medio, si esta es pequeña lo reconoce como un objeto similar y si no lo desecha.



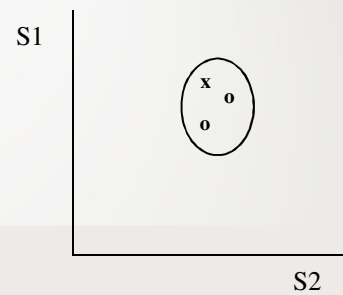
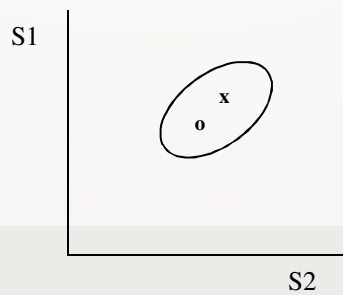
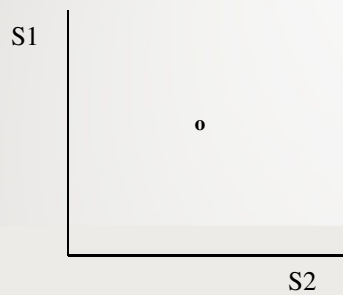
es común que cuando se aplica esta técnica, los patrones ya están prefijados, ya sea porque explícitamente fueron asignados o porque se obtuvieron mediante un proceso de aprendizaje y quedaron fijos e inmutables.

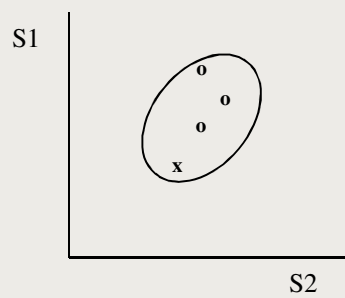
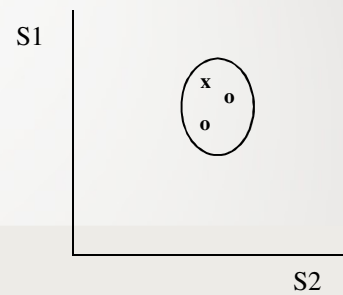
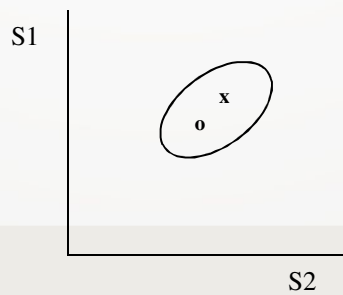
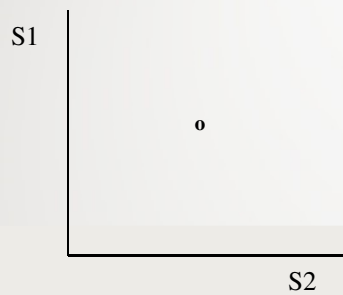
Ahora bien, en el caso de las matrices evolutivas también cada imagen, regla o cadena de síntomas promedio se representa como un punto en un espacio de n dimensiones, o sea que, todas las reglas forman una nube de puntos, pero con la característica de que *la matriz evolutiva permanentemente se esta modificando.*

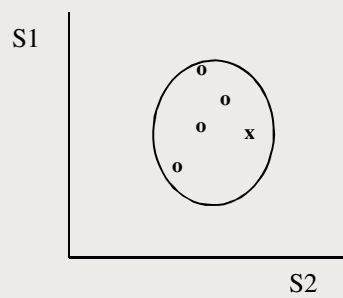
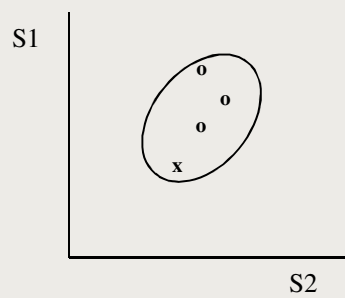
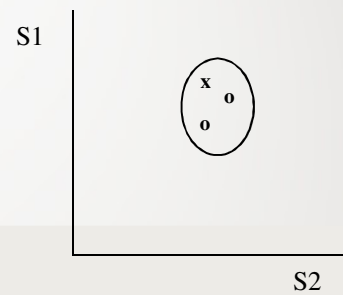
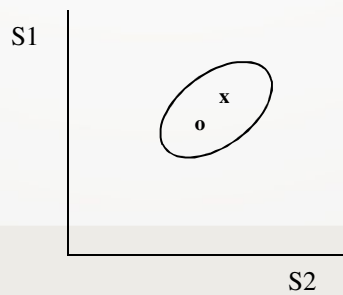
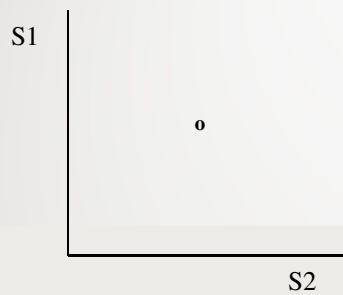
Originalmente la matriz evolutiva esta vacía y representa un espacio que también lo esta, más adelante cuando llegan las primeras reglas o imágenes surgen los primeros puntos, pero estos no están fijos, cuando una regla de la matriz evolutiva se modifica el punto que la representa también cambia de posición, o sea que, en forma natural y permanente el espacio n -dimensional se esta afinando y evolucionando.

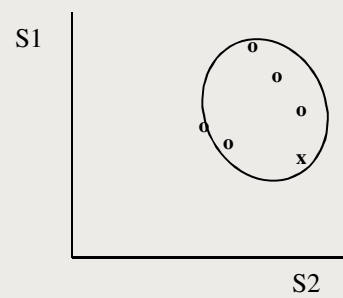
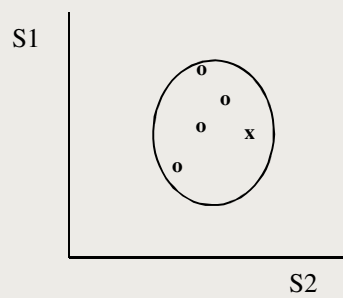
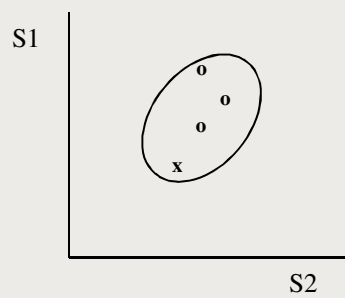
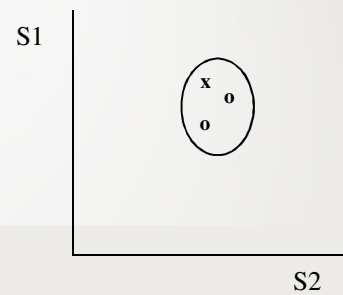
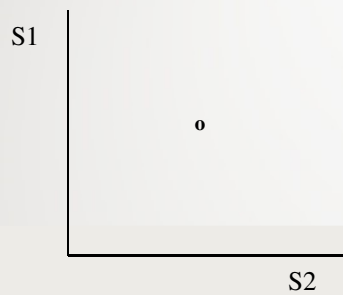




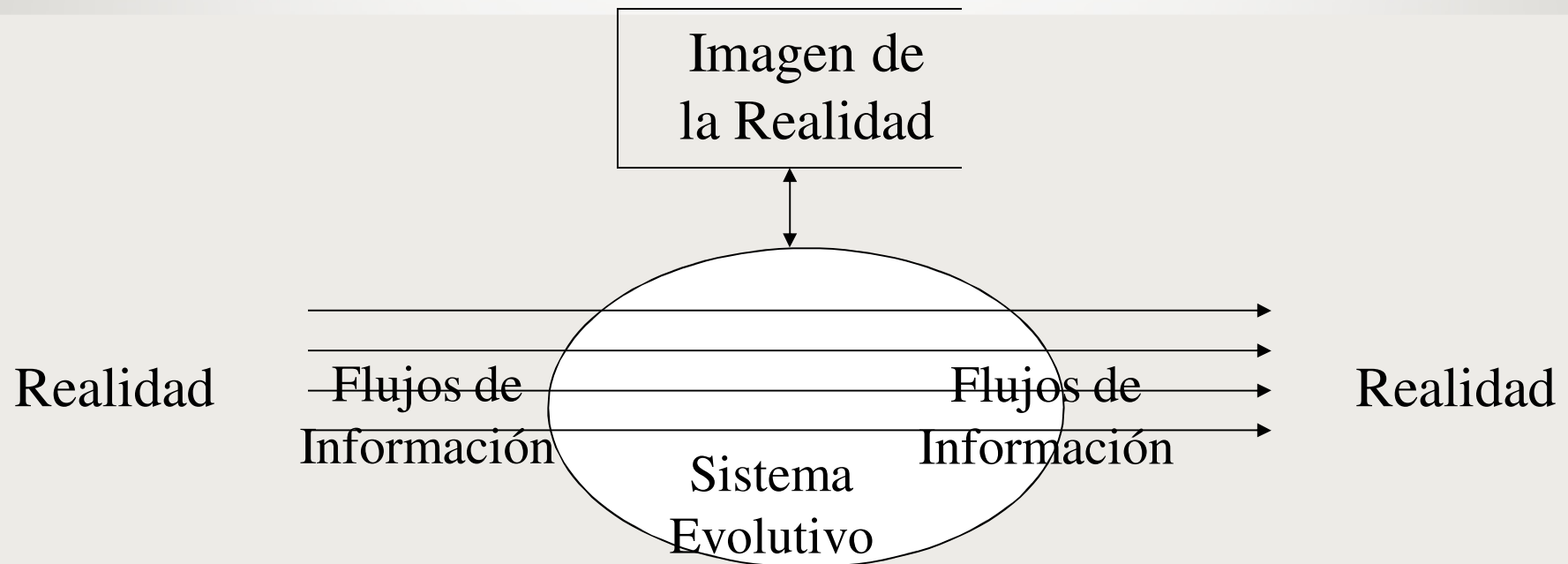








Con lo que el sistema evolutivo está transformando permanentemente su imagen de la realidad y no existe un proceso previo de aprendizaje y otro de aplicación, sino que por el proceso natural de fluir la información, el sistema evoluciona.



Por los flujos de información el Sistema Evolutivo se transforma

Sistema Evolutivo 1993

Los sistemas evolutivos y las matrices evolutivas en particular evolucionan a partir de los flujo de materia, energía e información que los cruzan,

en el caso mas general se asume que originalmente existe una Matriz Evolutiva 0 o Mev_0 que no tiene dimensiones, renglones, columnas, capas, o valores en la matriz

conforme el sistema empieza a interactuar con el universo, la matriz empieza a evolucionar y dependiendo de cada caso a generar nuevos elementos, renglones, columnas, capas, dimensiones, y propiedades.

las matrices evolutivas son ejemplo claro de la dinámica dimensional,
permanentemente están cambiando sus dimensiones,

este es un ejemplo de la fuerza de los sistemas evolutivos y de las matrices evolutivas en particular,

ya que en los sistemas tradicionales, no se pueden aumentar ni siquiera el número de renglones o columnas y en las Mev en ciertos casos es indispensable poder modificar las columnas renglones, capas, dimensiones

Matrices Evolutivas y Dinámica Dimensional

<http://www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/>

Sin embargo es común que cuando se aplica esta técnica, los patrones o espacios de Chevichev ya están prefijados, ya sea porque explícitamente fueron asignados o porque se obtuvieron mediante un proceso de aprendizaje y quedaron fijos e inmutables. Ahora bien, en el caso de las matrices evolutivas también cada imagen, regla o cadena de síntomas promedio se representa como un punto en un espacio de n dimensiones, o sea que, todas las reglas forman una nube de puntos, pero con la característica de que *la matriz evolutiva permanentemente se esta modificando.*

Originalmente la matriz evolutiva esta vacía y representa un espacio que también lo esta, más adelante cuando llegan las primeras reglas o imágenes surgen los primeros puntos, pero estos no están fijos, ya que, cuando una regla de la matriz evolutiva se modifica el punto que la representa también cambia de posición, o sea que, en forma natural y permanente el espacio n -dimensional se esta afinando y evolucionando.

CONCLUSIÓN

En las matrices evolutivas cada imagen, regla o cadena de síntomas promedio se representa como un punto en un espacio de n dimensiones, o sea que, todas las reglas forman una nube de puntos en un espacio n -dimensional. De donde por ejemplo, el proceso de encontrar el diagnostico asociado a un vector de síntomas equivale a encontrar el punto que tiene distancia mínima con este vector.

La idea de considerar algo como un punto n -dimensional no es nueva y se ha atacado dentro del reconocimiento de formas mediante el Análisis de Cúmulos y la Taxonomía Numérica. En particular si se representan todos los puntos que corresponde a un diagnostico específico éstos forman una nube, donde el vector promedio corresponde al centro de gravedad de la nube.

Ahora bien una de las características de *la matriz evolutiva*, es que *permanentemente se está modificando*, originalmente la matriz evolutiva esta vacía y representa un espacio que también lo está, más adelante cuando llegan las primeras reglas o imágenes surgen los primeros puntos, pero estos no están fijos, ya que, cuando una regla de la matriz evolutiva se modifica el punto que la representa también cambia de posición, o sea que, en forma natural y cotidiana el espacio n -dimensional se está afinando y evolucionando.

Con lo que el sistema evolutivo está transformando permanentemente su imagen de la realidad y no existe un proceso previo de aprendizaje y otro de aplicación, sino que por el proceso natural de fluir las imágenes o reglas va evolucionando.

MATRICES EVOLUTIVAS

Fernando Galindo Soria

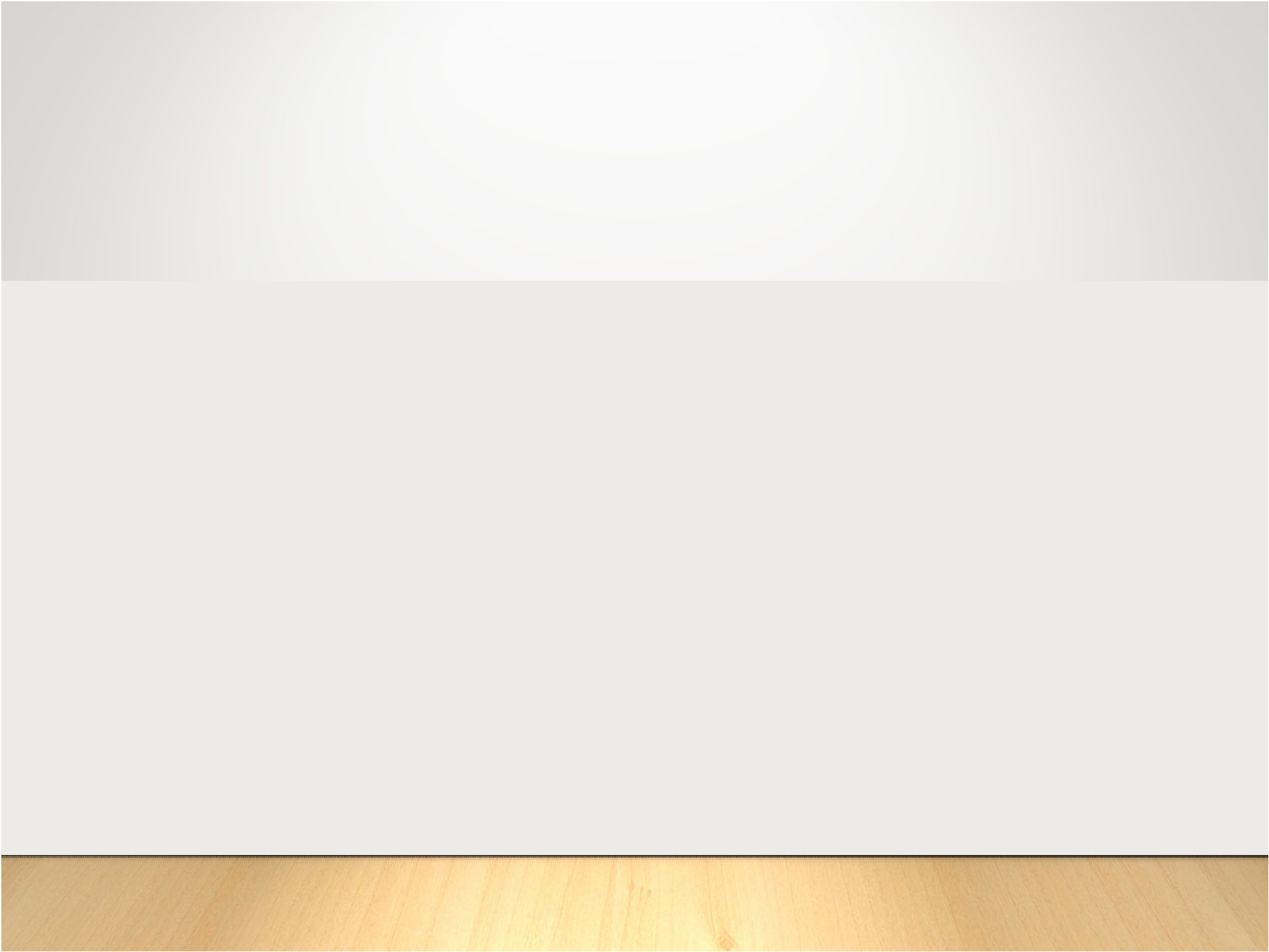
www.fgalindosoria.com

www.fgalindosoria.com/eac/evolucion/mev/

fgalindo@ipn.mx

**Escuela Superior de Cómputo (ESCOM)
Instituto Politécnico Nacional (IPN)**

*Original Tenayuca, Ciudad de México, 27 de Septiembre de 1993
Ultimas modificaciones 31 de Mayo de 1998, 20 de Febrero de 1999, 1
de marzo del 2017*



ANEXOS



McCulloch y Pitts

Redes Neuronales de McCulloch y Pitts

McCullochsabía que cada una de las células nerviosas del cerebro disparan sólo después de alcanzar un umbral mínimo: basta que las células nerviosas vecinas envíen sus señales a través de las sinapsis para que la neurona dispare su propio potencial eléctrico. A McCulloch se le ocurrió que esta organización era binaria, la neurona disparaba o no. Él se dio cuenta de que, la señal de una neurona es una proposición y de que las neuronas funcionarían como puertas lógicas, con múltiples entradas y una sola salida. De modo que, variando el umbral de disparo de una neurona podrían llevarse a cabo las funciones “y”, “o” y “no”.

McCulloch y Pitts escribieron sus hallazgos en un artículo seminal:
“Un cálculo lógico de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa”,

· A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity
Bulletin of Mathematical Biophysics, 1943

<https://pdfs.semanticscholar.org/5272/8a99829792c3272043842455f3a110e841b1.pdf>

Tomado de un artículo precioso sobre el tema, Altamente recomendable
El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica, Por Amanda Geffer
Traducido al español por Marta Lapid Volosin para Nautilus
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>

Antes de la llegada de Pitts, McCulloch había chocado contra una pared: nada impedía que las cadenas de neuronas se torcieran formando círculos continuos, de modo que la salida de la última neurona de la cadena se convertía en la entrada de la primera una red neuronal que se mordía la cola. McCulloch no tenía idea de cómo modelar esto matemáticamente. Desde el punto de vista de la lógica, un círculo continuo se parece mucho a una paradoja: el consecuente se convierte en el antecedente, el efecto se convierte en la causa. McCulloch había etiquetado cada eslabón de la cadena con un sello de tiempo, de modo que si la primera neurona disparaba a tiempo t , la siguiente lo haría en $t + 1$, y así sucesivamente. Pero cuando la cadena circulaba al revés, $t + 1$ se convertía de repente en t .

Pitts sabía cómo abordar el problema. Él utilizó la aritmética modular en la que los números «dan la vuelta» alrededor de sí mismos como las horas de un reloj. Así le demostró a McCulloch que la paradoja de un tiempo $t + 1$ precediendo a un tiempo t no era, en absoluto, una paradoja puesto que en sus cálculos el “antes” y el “después” habían perdido significado. El tiempo se eliminaba por completo de la ecuación. Al ver el destello de un rayo en el cielo, los ojos envían una señal al cerebro la que luego es transportada a través de una cadena de neuronas. Comenzando con cualquier neurona de la cadena, se podría volver sobre los pasos de la señal y averiguar cuánto tiempo atrás cayó el rayo. A menos que, la cadena sea un círculo continuo. En ese caso, la información que codifica al rayo gira solamente en círculos, sin fin. No tiene ninguna conexión con el momento en que se produjo realmente el relámpago. En las palabras de McCulloch, se convierte en “una idea extraída fuera del tiempo”. En otras palabras, en una memoria.

Para cuando Pitts había terminado el cálculo, él y McCulloch tenían en sus manos un modelo mecanicista de la mente, la primera aplicación de la computación al cerebro, y el primer argumento de que el cerebro, en el fondo, es un procesador de información.

El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica,
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>

Al unir neuronas binarias simples para formar cadenas y círculos continuos, habían demostrado que el cerebro podía implementar toda operación lógica posible y calcular cualquier cosa que pudiera ser computada por una de las máquinas hipotéticas de Turing. Gracias a esos círculos recursivos, también habían encontrado una manera para que el cerebro pudiera abstraer información, retenerla, y volver a abstraerla una vez más, creando así ricas y elaboradas jerarquías de ideas persistentes, en un proceso al que llamamos “pensamiento”.

McCulloch y Pitts escribieron sus hallazgos en un artículo seminal: “Un cálculo lógico de las ideas inmanentes en la actividad nerviosa”, publicado en el Bulletin of Mathematical Biophysics. Su modelo era sumamente simplificado para un cerebro biológico, pero tuvo éxito al mostrar una prueba de concepto. El pensamiento, dijeron, no necesita enmascararse en la mística freudiana o involucrarse en las luchas entre “el yo y el ello”. Por primera vez en la historia de la ciencia, McCulloch anunció a un grupo de estudiantes de filosofía: “Sabemos cómo sabemos”.

El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica,
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>

Cuando Pitts comenzó su trabajo en el MIT, se dio cuenta de que, aunque la genética podía codificar las funciones neuronales más generales, no había manera de que nuestros genes pudieran predeterminar los billones de conexiones sinápticas del cerebro; la cantidad de información que se requeriría sería enorme. Es probable, supuso, que esencialmente todos comenzamos con redes neuronales aleatorias, estados altamente probables que contienen una información insignificante (una tesis que sigue siendo objeto de debate hasta la actualidad). Pitts sospechó que alterando los umbrales de disparo de las neuronas a través del tiempo, el azar podría dar paso al orden y la información emergería. Se dedicó a modelar el proceso utilizando la mecánica estadística. Wiener lo alentó entusiasmado, porque sabía que si el modelo se materializaba en una máquina, esa máquina podría aprender.....

Con esta universalidad le fue imposible a Pitts proporcionar un modelo del cerebro que fuera práctico, y así su obra fue descartada y de algún modo olvidada por la comunidad científica que trabaja en el cerebro. Más aún, el experimento con las ranas había demostrado que una visión del pensamiento puramente lógica y centrada en el cerebro tenía sus limitaciones. La naturaleza había elegido el desorden de la vida por sobre la austeridad de la lógica, una opción que Pitts probablemente no pudo comprender. No tenía manera de saber que, si bien sus ideas sobre el cerebro biológico no habían dado el resultado esperado, estaban poniendo en marcha la era de la computación digital, el enfoque de red neural para el aprendizaje de máquinas y la llamada filosofía conexionista de la mente.

El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica,
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>

Con McCulloch, Pitts había sentado las bases de la cibernética y de la inteligencia artificial. Habían puesto a la psiquiatría lejos del análisis freudiano y cercana a una comprensión mecanicista del pensamiento. Habían demostrado que el cerebro computa y que el pensamiento, como actividad mental, es procesamiento de información. Al hacerlo, también habían demostrado cómo una máquina podía calcular, proporcionando la inspiración clave para la arquitectura de las computadoras modernas. Gracias a su trabajo, hubo un momento en la historia en que la neurociencia, la psiquiatría, la informática, la lógica matemática y la inteligencia artificial eran una misma cosa, siguiendo una idea vislumbrada inicialmente por Leibniz – en la que todos: el hombre, la máquina, los números y la mente hacen uso de la información como moneda universal. Los que parecían en la superficie ser ingredientes de mundos diferentes: trozos de metal, pedazos de materia gris, rayas de tinta sobre una página, eran totalmente intercambiables.

El hombre que intentó salvar al mundo con la lógica,
Calíope: Ciencia Con Cerebro, 5 octubre, 2016 5 octubre, 2016

<http://cienciaconcerebro.com/2016/10/05/el-hombre-que-intento-salvar-al-mundo-con-la-logica/>