

Perceptrón autosupervisado, un arteficio dirigido a simular la mecánica moral

Resumen

Al desarrollar agentes de inteligencia-artificial se dificulta dotarlos con capacidad de autonomía, debido en parte al problema de automatizar la adquisición del conocimiento artificial necesario para *hacer-bien* una tarea. Por lo tanto al considerar a la moral como un conocimiento adquirido por la autoorganización de la conducta humana, en este ensayo se analiza un modelo computacional, basado en redes neuronales artificiales, con la capacidad de asimilar un *deber-hacer* que supervisa moralmente un *saber-hacer*.

Palabras Clave: Redes neuronales artificiales, Perceptrón multicapa, Mapa autoorganizado de Kohonen, Dialéctica emocional, Autoorganización cognitiva y Autosupervisión moral.

Summary

In the development of IA agents, it is difficult to give them an autonomous ability. The main cause of this problem is to automate artificial knowledge acquisition needed to execute a task. So the deal is to considerate morality as knowledge learnt by self organization in human behavior. In this essay, it is analyzed a computational model, based on artificial neuronal nets with the ability to assimilate *should to do* that morally watches a *know to do*.

Keywords: artificial neuronal nets, multisheet preceptor, Kohonen self organized map, emotional dialectics, cognitive self organized, self watched moral.

¿Cómo piensa el Ser humano?

Un agente de "inteligencia-artificial" es un sistema con capacidad sensorial, motriz y cognitiva. Con lo sensorial el agente mide características propias del contexto donde debe solucionar alguna clase de problema. Con su respectiva motricidad ejecuta acciones en dicho contexto y mediante procesos cognitivos determina las acciones necesarias para solucionar efectivamente el problema en cuestión. De esta manera puede considerarse que esta clase de sistema posee ciertas semejanzas con el intelecto humano.

Como lo cognitivo debe garantizar el buen desempeño del agente, se requiere disponer de sensores, actuadores y conocimientos apropiados. La sensorial y la robótica atienden los primeros dos requerimientos, mientras la inteligencia-artificial permite disponer dichos conocimientos de manera simbólico-lógica ó conexionista.

En los sistemas simbólico-lógicos se utilizan proposiciones lógicas para representar las reglas utilizadas por un experto humano cuando soluciona un problema, y de esta manera se desarrollan agentes que aparentan poseer la misma pericia. Sin embargo la *habitación china* de Jhon Searle demuestra la incapacidad de estos sistemas para comprender sus decisiones (Copeland, 1996). Por su parte, los sistemas conexionistas están inspirados en la autoorganización natural y permiten considerar la posibilidad de adquirir artificialmente, desde

lo elemental hacia lo complejo, alguna pericia cuyo conocimiento sea significativo para el agente, lo cual no es posible en los sistemas simbólico-lógicos. De esta manera el comportamiento de un agente bioinspirado es autoorganizativo y de gran autonomía, pues parece aprender a resolver problemas al situarse y experimentarlos personalmente en sus respectivos contextos.

El gestor de la inteligencia-artificial, Alan Turing, sugirió que la implementación de máquinas pensantes podría ayudar a comprender la forma como funciona el pensamiento humano (Copeland, 1996) por ende, apuntando a dicho objetivo, este ensayo expone y reflexiona sobre un agente conexionista, inspirado en el cerebro, cuyo comportamiento se desarrolla sólo por la influencia de un medio ambiente simulado.

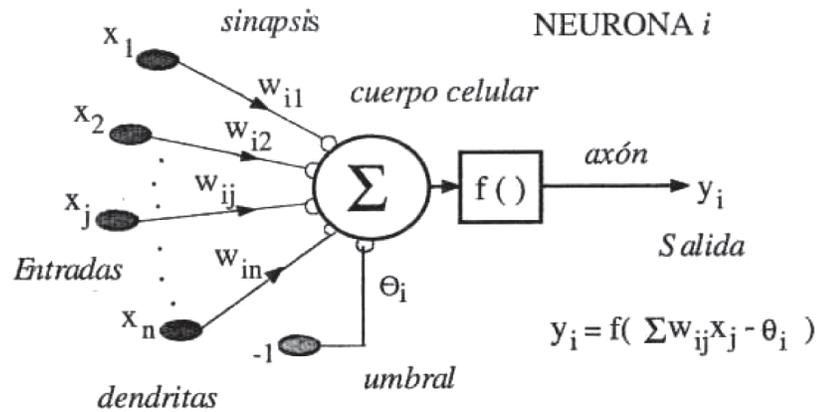
Redes neuronales artificiales

Las células del sistema nervioso humano pueden interpretarse como pequeños sistemas con la función de procesar información electroquímica dentro de un gran sistema cerebral encargado de garantizar la supervivencia de su portador. Aunque el cerebro humano aún no tiene equivalente, ni natural ni artificial, sus células pueden ser modeladas mediante una expresión matemática que representa la propagación del impulso electroquímico, desde las dendritas hacia el axón, mediante la polarización del cuerpo celular.

Con dicha expresión matemática se obtiene una reacción neuronal [y_i] mediante el resultado de una función [$f(\)$], calculada para la diferencia entre el nivel de estimulación [$\sum w_{ij}x_j$] y un valor de umbral [θ_i].

Esta operación define la función de transferencia de una neurona artificial, la cual se interconecta con otras neuronas mediante conexiones sinápticas [w_{ij}] para configurar una red neuronal artificial (ANN) (Figura 1).

Figura 1. Modelo de una neurona artificial



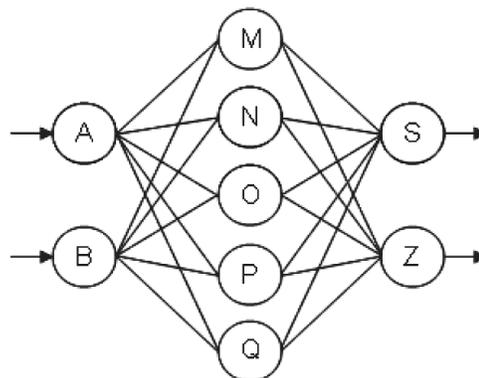
Perceptrón multicapa

El perceptrón multicapa (MLP) es una ANN capaz de *diferenciar* percepciones. Consta de tres tipos de agrupaciones o capas neuronales, una sensorial con la función de capturar estímulos provenientes del medio ambiente, una efectora con la función de manifestar resultados o realizar actuaciones, y una o varias intermedias con el propósito de agregar conexiones sinápticas para mejorar la capacidad de diferenciación.

Entre cada par de capas, las conexiones sinápticas se disponen en matrices cuya cantidad de filas

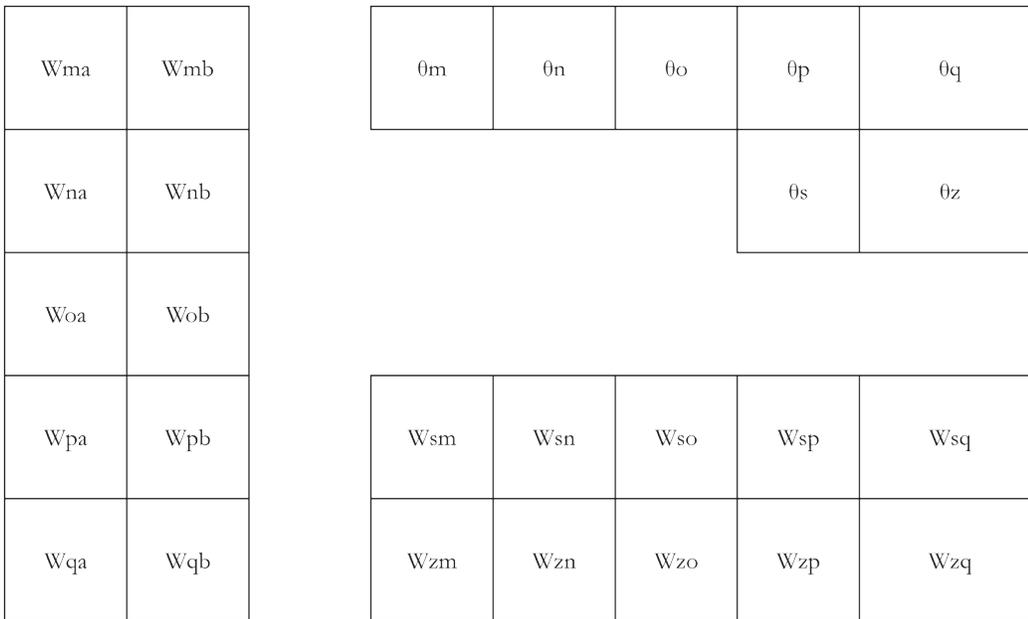
se define con el número de neuronas posinápticas y cuya cantidad de columnas corresponde al número de neuronas presinápticas. El contenido numérico de estas matrices representa el conocimiento de la respectiva ANN, y cada una de sus múltiples combinaciones numéricas representa un posible *saber-hacer* con el que la ANN actúa en alguna situación. Este es el conocimiento de tipo conexionista, distribuido y complejo, porque en cada acción particular se ve reflejada la totalidad cognitiva, lo cual difiere del razonamiento propio de los sistemas simbólicos.

Figura 2. MLP con [(5x2)+5]+[(2x5)+2] conexiones sinápticas.



Fuente: elaboración propia

Figura 3. Matrices sinápticas de dicho MLP



Fuente: elaboración propia

Aprendizaje supervisado

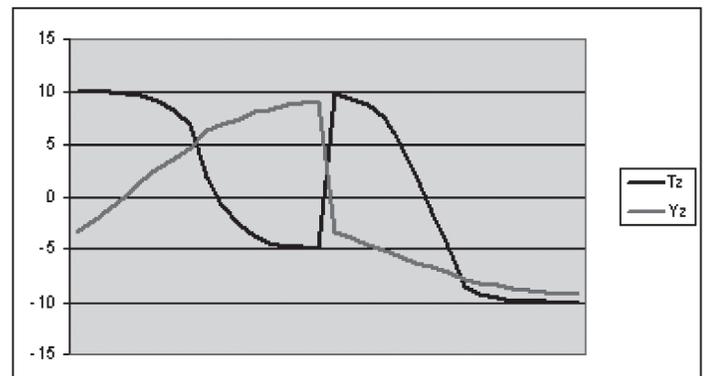
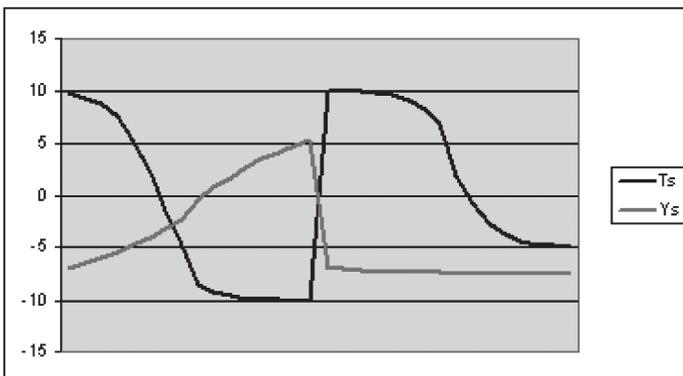
El funcionamiento del MLP permite manifestar patrones conductuales en función del conocimiento sináptico, pero dichas actuaciones podrían ser erróneas respecto a ciertos patrones de necesidad. Al considerar que el MLP debe lograr actuar según sus posibles necesidades, suele utilizarse un algoritmo conocido como retropropagación-del-error para modificar numéricamente las conexiones sinápticas;

así, los valores de salida logran acercarse a ciertos valores-objetivo.

Para el MLP de la Figura 2 se especificaron 32 patrones de necesidad $\{X_a; X_b; T_s; T_z\}$, relacionando 32 posibles combinaciones de entrada $\{X_a; X_b\}$ con ciertos valores deseables de salida $\{T_s; T_z\}$, y mediante un entrenamiento de 3000 repeticiones la respuesta del MLP se aproximó paulatinamente a lo necesario.

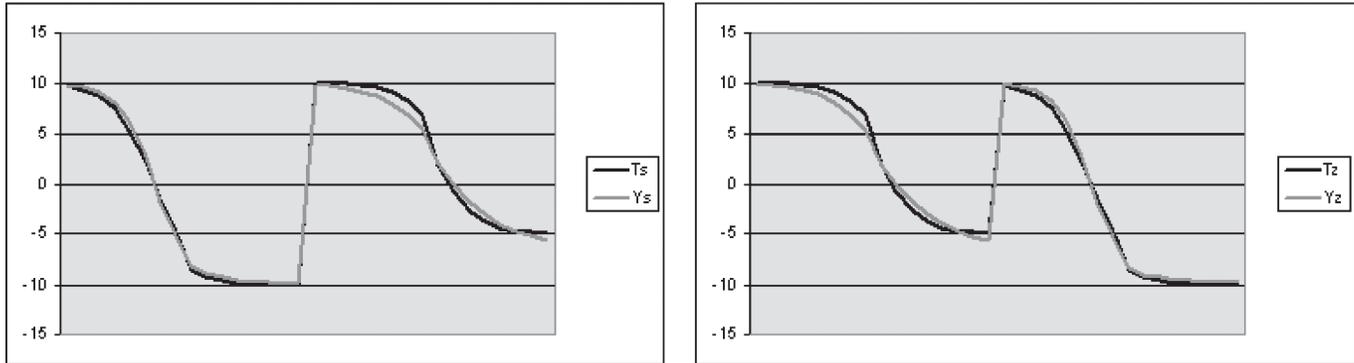
Figura 4. Patrones de salida-deseada $\{T_s; T_z\}$ y salida-obtenida $\{Y_s; Y_z\}$, antes del aprendizaje supervisado.

Error: [147,62; 82,73] respectivamente.



Fuente: elaboración propia

Figura 5. Patrones de salida-deseada {Ts; Tz} y salida-obtenida {Ys; Yz}, después del aprendizaje supervisado.
Error: [0,36; 0,39] respectivamente.



Fuente: elaboración propia

Este procedimiento es llamado aprendizaje por su capacidad de optimizar el contenido sináptico del MLP en función de una necesidad, de esta manera, el *saber-hacer* se modifica en función de un determinado *deber-hacer*, hasta lograr la *buena-conducta* que satisface la necesidad. A este tipo de aprendizaje se le considera supervisado porque el proceso de transformación sináptica siempre se refiere a un conjunto de patrones programados por el diseñador humano. Dichos patrones simbolizan el *deber-hacer* y de esta manera una especie de tutor-virtual procura el *buende desempeño* del MLP, lo cual puede notarse mediante la transición ocurrida entre las Figuras 4 y 5.

Sin embargo el conocimiento así adquirido no resulta de la interacción experimental entre el agente y el ambiente-problema que causa la necesidad, porque el MLP es entrenado por el tutor-virtual y luego, una vez minimizado el error, se pone en dicho ambiente para solucionar artificialmente el problema. Esta observación permite afirmar que la cogni-

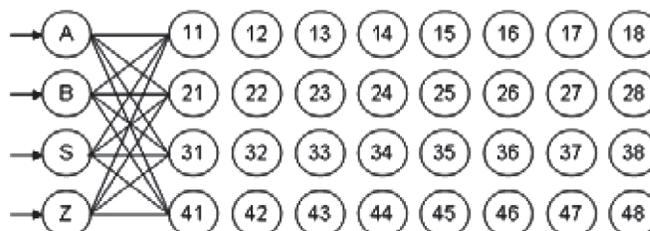
ción del MLP dista de la cognición natural, porque en esta última el sujeto aprende mediante su interacción con el medio ambiente y con otros sujetos, incluso cuando lee o escucha sobre cuestiones intangibles o personajes fallecidos.

Mapa autoorganizado

El mapa autoorganizado de Kohonen (SOM) pretende simular la estructura neuronal de la corteza somato-sensorial y consiste en una matriz de neuronas cognitivas interconectadas sinápticamente con un registro de neuronas sensoriales. Esta ANN es capaz de *aprehender* las regularidades entre una diversidad de datos y por ende reduce la multidimensionalidad informática al clasificar cognitivamente dichas regularidades.

Para desarrollar el modelo computacional detallado en este ensayo se implementó un SOM con cuatro neuronas sensoriales y [4 x 8] neuronas cognitivas (Figuras 6 y 7).

Figura 6. SOM con [4x(4x8)] conexiones sinápticas.



Fuente: elaboración propia

Figura 7. Matrices sinápticas de dicho SOM

W11a	W12a	W13a	W14a	W15a	W16a	W17a	W18a
W21a	W22a	W23a	W24a	W25a	W26a	W27a	W28a
W31a	W32a	W33a	W34a	W35a	W36a	W37a	W38a
W41a	W42a	W43a	W44a	W45a	W46a	W47a	W48a

W11b	W12b	W13b	W14b	W15b	W16b	W17b	W18b
W21b	W22b	W23b	W24b	W25b	W26b	W27b	W28b
W31b	W32b	W33b	W34b	W35b	W36b	W37b	W38b
W41b	W42b	W43b	W44b	W45b	W46b	W47b	W48b

W11s	W12s	W13s	W14s	W15s	W16s	W17s	W18s
W21s	W22s	W23s	W24s	W25s	W26s	W27s	W28s
W31s	W32s	W33s	W34s	W35s	W36s	W37s	W38s
W41s	W42s	W43s	W44s	W45s	W46s	W47s	W48s

W11z	W12z	W13z	W14z	W15z	W16z	W17z	W18z
W21z	W22z	W23z	W24z	W25z	W26z	W27z	W28z
W31z	W32z	W33z	W34z	W35z	W36z	W37z	W38z
W41z	W42z	W43z	W44z	W45z	W46z	W47z	W48z

Fuente: elaboración propia

Aprendizaje no-supervisado

Los valores de las conexiones sinápticas se modifican. En este caso, según la distancia euclídea entre el registro perceptivo y el registro sináptico, es decir la diferencia existente entre lo percibido y lo conocido. Al comparar las distancias de todas las neuronas del SOM sucede una competencia donde triunfa la neurona cuyo conocimiento sináptico sea el más parecido posible a la percepción ocurrente. Con cada nueva percepción la respectiva neurona ganadora se acerca cognitivamente a lo percibido y esta perturbación se propaga a las neuronas aledañas, según una función de vecindad que define un área inicial de varias neuronas alrededor de la ganadora.

De esta manera, en las inmediaciones de cada neurona ganadora se desarrollan sinapsis que, en el futuro del sistema, posiblemente sirvan para identificar patrones medio-semejantes a la percepción ocurrente. Al avanzar este proceso la vecindad se

cierra paulatinamente y las diferentes clases quedan distribuidas según sus afinidades. Esto puede compararse con un centro comercial en donde existe algún sector dedicado a joyerías, otro a dulcerías, otro a sastrerías y además, sectores vecinos a las dulcerías, donde hay restaurantes y juegos infantiles.

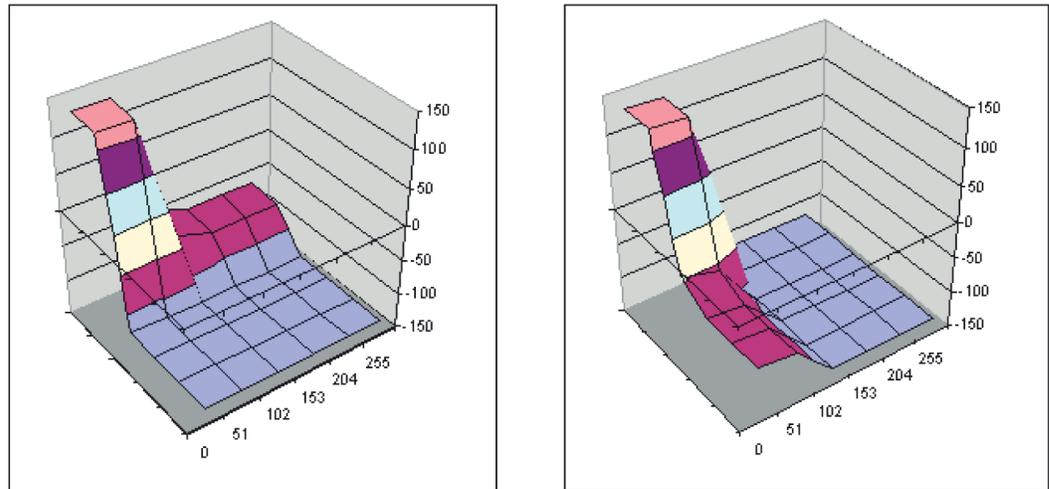
Este tipo de aprendizaje desarrolla un *saber-diferenciar* mediante la agrupación de las características inmersas en la diversidad propia del medio ambiente y cuando el SOM percibe nuevas características, el respectivo conocimiento se acomoda entre lo previamente conocido, según las posibles afinidades. Esta acomodación puede verse con el ejemplo del centro comercial, imaginando la repentina ubicación de almacenes de peluches entre los juegos infantiles y las dulcerías. Sin embargo, podría presentarse el problema del *deber-construir* el espacio destinado a incorporar lo nuevo.

Perceptrón autosupervisado (SSP)

Una vez comprobado el aprendizaje del MLP, se graficaron dos superficies 3D que representan matemáticamente la conducta adquirida en las salidas

{Ys; Yz}. Con éstas se definió un referente válido para verificar la capacidad del SOM como posible reemplazo del tutor-virtual, explicado en la sección "Aprendizaje supervisado" (Figura 8).

Figura 8. Conductas de salida {Ys; Yz} como función de las entradas {Xa; Xb}, después del aprendizaje supervisado.

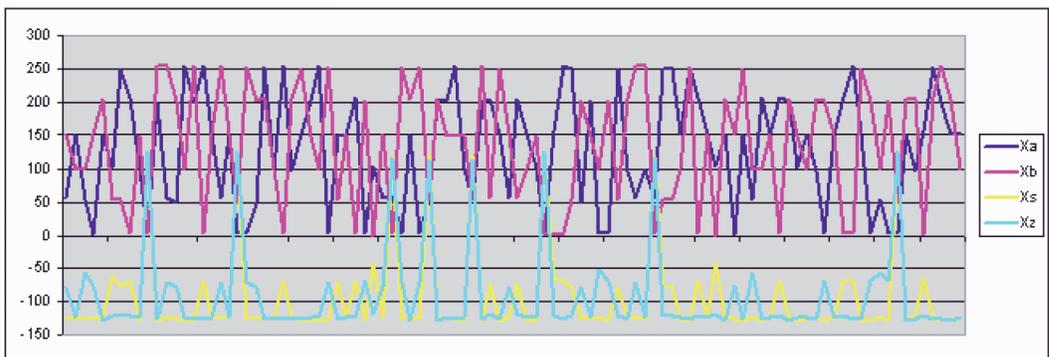


Fuente: elaboración propia

Con los valores numéricos de estas funciones se hicieron cuatro series-de-tiempo {Xa; Xb; Xs; Xz} utilizando fluctuaciones aleatorias de dichos valores, y así se especificó un historial infinito de con-

tingencias, a manera de medio ambiente simulado, el cual presentó al SOM diversas instantáneas-sensoriales sobre cierta situación (Figura 9).

Figura 9. Sección de 100 percepciones contingentes para el SOM



Fuente: elaboración propia

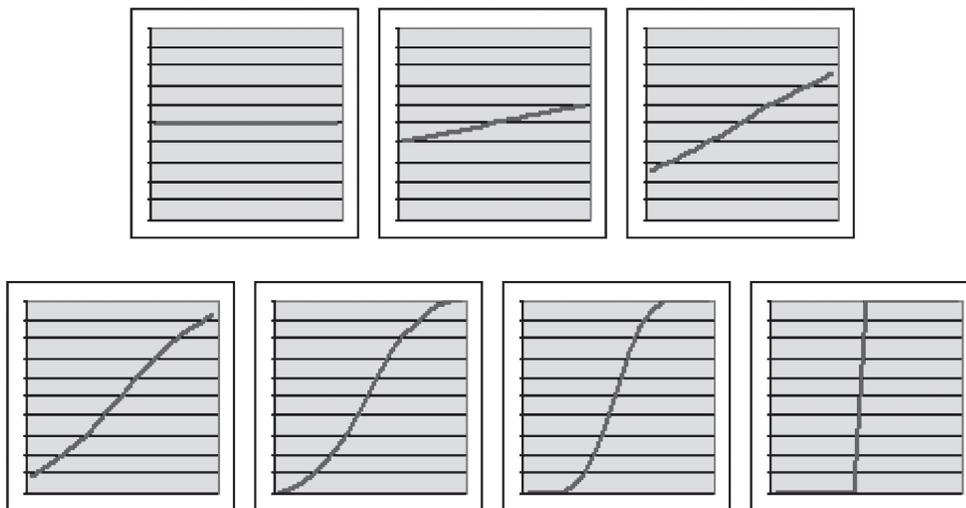
Cada uno de estos historiales fue percibido respectivamente por las cuatro neuronas sensoriales del SOM, con el fin de presentarle a este agenteaprendiz la conducta de otros agentes conductualmente semejantes entre sí. Los historiales {Xa; Xb} representan posibles situaciones de algún otro agente y los historiales {Xs; Xz} corresponden a sus respectivas actuaciones. Mediante aprendizaje no supervisado el SOM autoorganizó un conjunto de patrones {Xa; Xb; Ts; Tz} que se utilizó para definir el comportamiento del MLP mediante aprendizaje supervisado. De esta manera el SSP es un MLP entrenado mediante el conocimiento asimilado por un SOM.

Para visualizar este funcionamiento con un ejemplo humano puede considerarse la capacidad de imitación presente en un niño cuando observa a otros apilando cubos de madera. Los otros niños hacen parte del medio ambiente observado por el primero, quien puede aprender a realizar dicha actividad mediante la asimilando y habituandose de lo observado. Este tipo de aprendizaje se debe a las llamadas neuronas-espejo y sin necesidad de profundizar en su respectiva neurofisiología, puede

comparársele con el funcionamiento del SSP detallado anteriormente, pues al percibir una conducta ajena asimiló un patrón conductual que medió el desarrollo de una conducta propia. Por lo tanto el SSP puede utilizar instantáneas desordenadas del *observar-hacer* una tarea para aprenderla *hacer-bien* mediante la autoorganización de un patrón autoorganizativo.

Como los valores sinápticos de cada neurona-patrón se inician aleatoriamente con $\{-1; 0; 1\}$ se consideró que su influencia en el entrenamiento del MLP debe incrementarse según la experiencia adquirida. Para esto se utilizó en la salida de cada neurona cognitiva del SOM una función probabilística, que sirvió para filtrar la influencia de las neuronas-patrón poco o nada perturbadas durante el aprendizaje no supervisado. Dicha función inicia asignando 50% de probabilidad a cada posible neurona-patrón, y según varíe la respectiva frecuencia estadística de perturbación, dicha probabilidad varía gradualmente hasta asignar 0% o 100% de influencia a las neuronas-patrón cuya frecuencia resulte inferior o superior, respectivamente, a la frecuencia promedio de todo el SOM.

Figura 10. Algunos momentos en la variación del filtro probabilístico



Fuente: elaboración propia

En la prueba del SSP se especificaron 3000 perturbaciones para el cierre de la vecindad neuronal en el SOM y se garantizó que ninguna de las neuronas patrón adquiriera una cantidad de perturbaciones superior al doble de la máxima cantidad ocurrida en cada itera-

ción. Con esto se procesó una iteración del MLP tras cada iteración del SOM durante 6000 veces, durante las cuales hubo 5680 perturbaciones efectivas en las neuronas-patrón del SOM y 162000 transformaciones en las sinapsis del MLP (Figura 11-14).

Figura 11. Desorden inicial o desconocimiento del *deber-hacer*, y organización cognitiva final o conocimiento del *patrón-conductual*, respecto a una sola sinapsis de las neuronas-patrón en el SOM.

0	-1	-1	-1	-1	-1	1	0
1	0	-1	0	-1	-1	0	0
0	0	0	-1	1	-1	0	0
0	0	-1	0	1	0	1	1

245	199	148	148	97	21	0	46
223	148	97	76	97	0	0	46
226	148	97	46	0	0	0	40
234	148	97	46	23	0	0	46

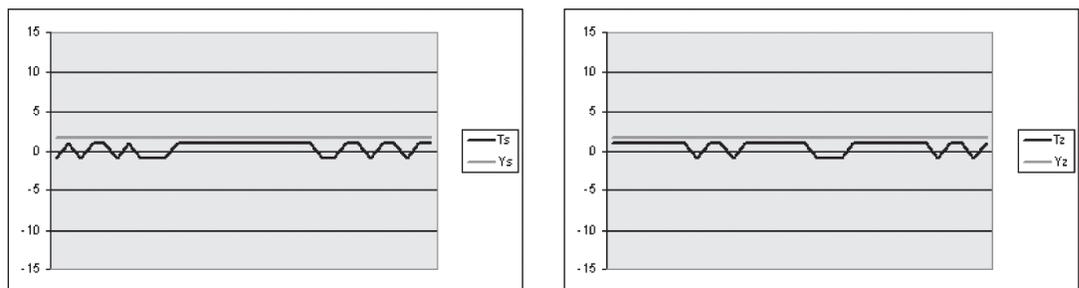
Fuente: elaboración propia

Figura 12. Desorden inicial o desconocimiento del *saber-hacer*, y organización cognitiva final o conocimiento de la buena-conducta, respecto a todas las conexiones sinápticas y umbrales en el MLP

-0,3	-0,9	-0,6	0,9	0,6	0,8	-0,2	0,32	0,34	-3,52	0,53	-3,43	-0,85	-1,47
0,8	0,2				0,3	-0,4	0,98	0,23				1,36	0,82
0	0,5						0,34	0,44					
0,2	-0,2	-0,4	0	-0,7	0,1	-0,5	0,58	-0,18	-1,36	0,09	-1,62	-0,04	-1,11
0,2	0,4	-0,5	-0,3	-0,8	-0,9	0,3	0,17	0,79	-1,43	-0,06	-1,5	-0,98	-0,12

Fuente: elaboración propia

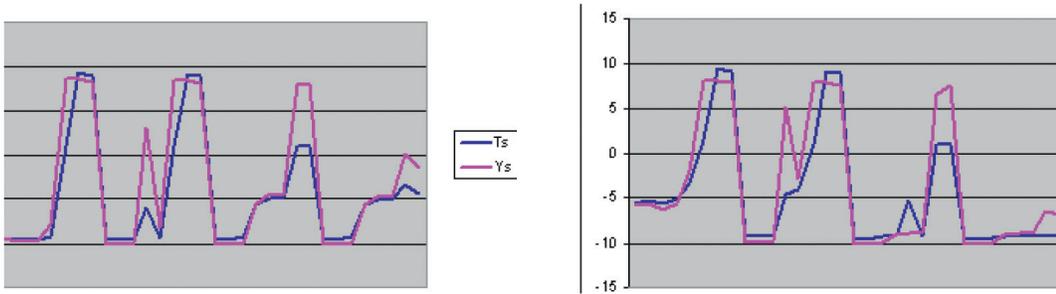
Figura 13. Patrones de salida-deseada {Ts; Tz} y salida-obtenida {Ys; Yz}, antes del aprendizaje. La medida del Error es imprecisa porque la necesidad es desconocida.



Fuente: elaboración propia

Figura 14. Patrones de salida-deseada {Ts; Tz} y salida-obtenida {Ys; Yz}, después del aprendizaje autosupervisado.

Error: [0,28; 0,44] respectivamente.



Fuente: elaboración propia

Al concluir las 6000 iteraciones, sólo 15 de las 32 neuronas del SOM terminaron influyendo 100% en el entrenamiento autosupervisado del MLP, porque la frecuencia de perturbación promedio fue 177,5 y por lo tanto, las neuronas cuya frecuencia estadística

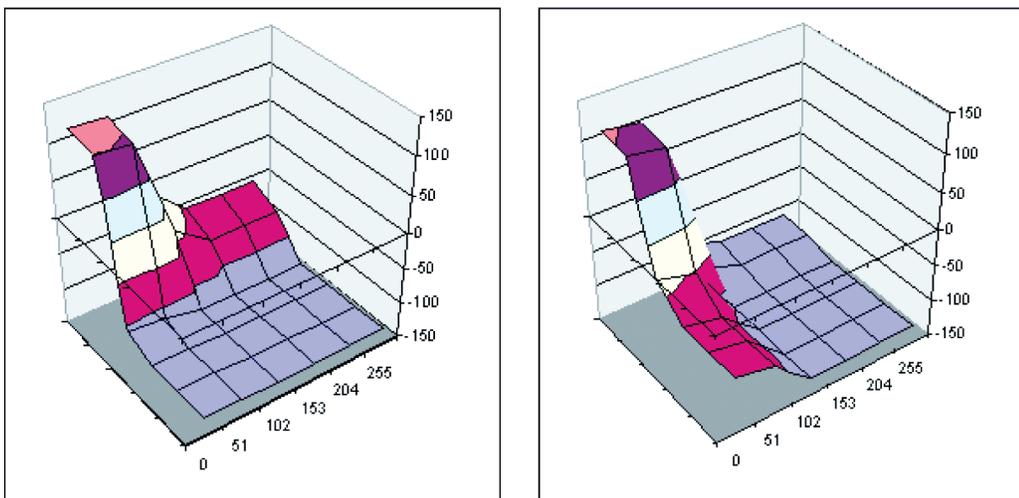
resultó menor adquirieron 0% de influencia. Sin embargo en la Figura 16 se muestra que la conducta desarrollada mediante este método autosupervisor correspondió a la aprendida con el tutor-virtual explicado en la Sección "Aprendizaje supervisado".

Figura 15. Frecuencias estadísticas después del aprendizaje autosupervisado.

335	245	184	183	183	13	167	182
266	194	185	48	177	11	164	133
326	165	177	171	19	152	11	18
355	319	331	208	301	150	163	144

Fuente: elaboración propia

Figura 16. Conductas de salida {Ys; Yz} después del aprendizaje autosupervisado. Compárese con la Figura 8



Nota: Comparese con la Figura 8

Fuente: elaboración propia

Con la anterior descripción funcional se ha demostrado la capacidad cognoscitiva del SSP; esto si se considera como evidencia el haber autoorganizado el conocimiento sináptico necesario para imitar una conducta ajena, asimilándola del medio ambiente mediante percepción y transformación sináptica.

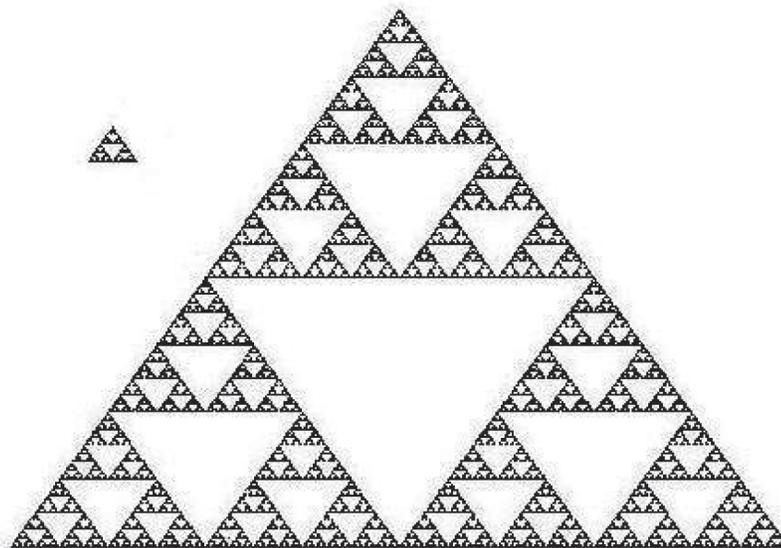
Matrix, la Madre-mental del Yo

La psicología humana es muy compleja y la simple autosupervisión en el desarrollo de una habilidad sensoriomotriz no se le puede equiparar. Sin embargo la teoría de la complejidad permite afirmar que toda estructura compleja es de tipo fractal, por ser la organización de reflejos elementales de sí misma. En este ensayo se propone ver la complejidad del Yo como una posible estructura fractal, quizás celular y distinta a la red neuronal, donde cada parte elemental cumpla con evidenciar

características micro similares con las macrocaracterísticas de la personalidad humana, entre las cuales se propone resaltar tres: la emoción, la cognición y la acción-moral.

Sin reduccionismo, el triángulo de Sierpinski puede detallar hipotéticamente dicha estructuración. En dicho fractal, la simplicidad consiste en formar un triángulo equilátero con tres triángulos equiláteros y la respectiva complejidad se construye al reiterar la formación de nuevos triángulos utilizando tres copias de la estructura triangular obtenida en cada iteración. Aunque el Yo no tenga realmente esta estructura, este ejemplo pretende resaltar la sencillez de un elemento modular mediante el cual se puede conformar una organización de gran complejidad. Por lo tanto, para simular la complejidad del Yo deberán identificarse sus respectivos patrones autoorganizativos.

Figura 17. Simplicidad y complejidad en el triángulo de Sierpinski



Fuente: elaboración propia

Por otra parte, al considerarse el cerebro humano como una red compleja, es posible que una sola neurona humana no podría evidenciar la capacidad del cerebro en su totalidad, y así mismo las partes del Yo, como elementos de una posible estructura fractal, tampoco evidenciarían la complejidad de una personalidad humana. Al abordar en este ensa-

yo la emoción, la cognición y la moral del ser humano, no se pretende abordar tampoco la cuestión de la Conciencia-individual ni la Inteligencia-universal, pues tan sólo se demarcarán simplicidades características de lo emotivo, lo cognitivo y lo moral, que a la vez pueda detallarse en el funcionamiento del SSP debido a la naturaleza mecánica del sentimiento, el

pensamiento y la moralidad humana (Krishnamurti, 1985).

Hipótesis sobre la emoción en el SSP

En la inteligencia-artificial simbólico-lógica se utilizan métodos computacionales basados en la inferencia racional mediante la automatización de silogismos lógicos y la discriminación total de lo emocional, por asumirse como una especie de ruido que *nubla* la capacidad de solucionar de manera analítica un problema. En contraparte, la inteligencia-artificial bioinspirada presenta herramientas con las cuales se han desarrollado artefactos basados en lo emotivo (Punset, 2008).

La simplicidad emocional podría encontrarse en la activación que impulsa y encamina lo cognitivo

hacia la satisfacción de una necesidad. Si el *hacer-bien* una tarea puede verse como algo necesario para el SSP, se propone considerar emocional a la activación neuronal en el SOM. En la Figura 18 se muestra la difuminación característica de dicha activación en un instante cuyo estado perceptivo es reconocido con un 95% de *certeza*. Esto se debe a la neurona cuyo nivel de activación es 0,95 porque su conocimiento es muy semejante a lo percibido y a la vez, pueden observarse neuronas medio-activas y poco-activas. Por lo tanto el sector neuronal más *iluminado* en la Figura 18 podría interpretarse como el sector emocionalmente más *exaltado* por reconocer lo percibido.

Figura 18. Posible activación de las neuronas en el SOM

0,36	0,42	0,56	0,47	0,50	0,38	0,04	0,06
0,50	0,67	0,77	0,63	0,61	0,48	0,10	0,12
0,52	0,71	0,84	0,95	0,77	0,85	0,51	0,49
0,46	0,67	0,76	0,88	0,74	0,81	0,76	0,83

Fuente: elaboración propia

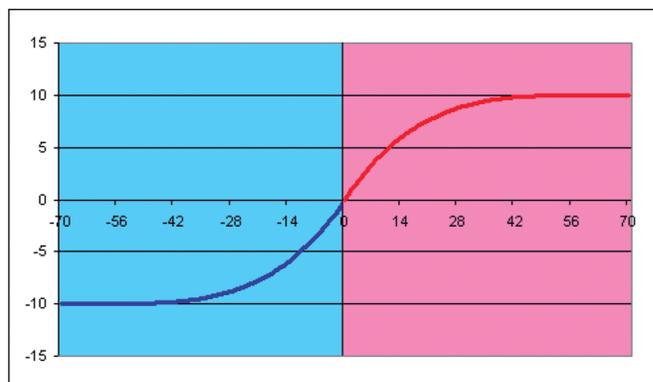
Por otra parte, la matriz sináptica del SOM podría interpretarse como una especie de Madremental, donde se conciben ideas artificiales con cierta sensación de *certeza*; adicionalmente, dicha emoción podría relacionarse con la seguridad cognitiva que se debe al reconocimiento de situaciones experimentadas en el pasado. En consecuencia, la lógica racional del SSP es emotivo-cognitiva y la Figura 18 muestra que no es una lógica binaria sino difusa. Además, cada posible percepción implica un patrón de activación y así se conforma una especie de *nubarrón*, literalmente extendido a lo largo y ancho de dicha matriz, del cual depende la cognición y la actuación del SSP.

Para demostrar esta dependencia debe notarse que las decisiones motrices resultan generadas indirectamente por dicha *certeza* emotivo-cognitiva porque la decisión motriz se obtiene mediante el conocimiento

del MLP. Este último es optimizado por el conocimiento del SOM, donde la influencia de dicha *certeza* consiste en identificar y transformar sinápticamente ciertas neuronas. De esta manera se modifica el conjunto de patrones con el cual se autosupervisa el entrenamiento del MLP y debido a esto la activación emocional demarca cognitivamente el patrón conductual del SSP.

Otro tipo de activación neuronal es la reacción de cada neurona en el MLP, es decir el resultado de la función $f(x)$, que se calcula para la diferencia entre la cantidad de estimulación y el valor de umbral. Al utilizar la función de la Figura 19 se obtienen valores de salida en el rango $[-10; +10]$ según el nivel de estimulación, pues si éste supera el valor de umbral, la neurona reacciona gradualmente de manera positiva $[0; +10]$ o, en contraparte, de manera negativa $[-10; 0]$.

Figura 19. Función de activación tipo sigmoideal



Fuente: elaboración propia

Debe aclararse que las posibles reacciones negativas no se relacionan con *mala-conducta* ni con *malestar*, pues para el SSP la acción negativa resulta tan necesaria como la acción positiva. En términos humanos, esto puede compararse con la posibilidad de extender [+] o replegar [-] los dedos según sea necesario en alguna situación.

Este otro tipo de activación modifica la propagación del estímulo sensorial a través del MLP, hasta obtener una actuación motriz según su respectiva matriz sináptica, la cual podría interpretarse en este caso como la Madre-mental donde se conciben las decisiones motrices. Con esta dinámica emotivo-cognitiva se transforma y encamina el SSP hacia la satisfacción de alguna clase de necesidad. Sin embargo, esta última corresponde a la influencia de un conocimiento jerárquicamente superior al *saber-hacer*.

Hipótesis sobre la moral en el SSP

La simplicidad moral podría encontrarse en la relación existente entre el *saber* y el *hacer*, donde el *hacer* dispone de una variedad de posibilidades y el *saber* permite escoger una *buena* posibilidad de acción, según el conocimiento de un patrón normativo que el *Yo* asimila y habitúa en su interacción con el medio ambiente. Si esta característica elemental se considera independiente del tipo de patrón normativo, entonces cualquier sistema autoorganizativo con la capacidad de asimilar un patrón que le permita habituar cierto tipo de actuación, puede considerarse un sistema moral.

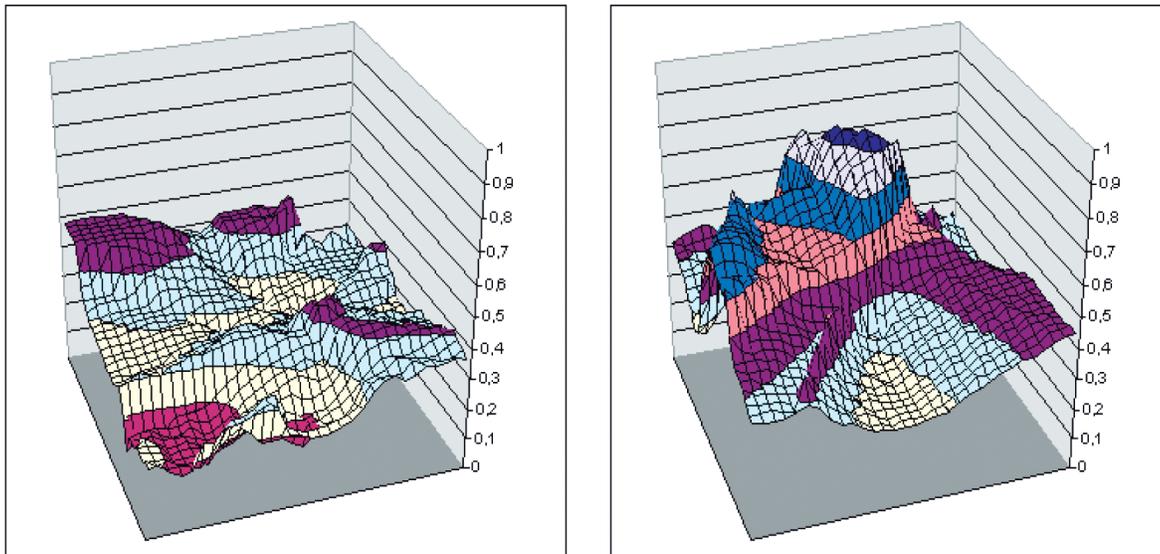
Por su parte, el psicoanálisis freudiano considera la necesaria existencia de un *súperyo* como supervisor moral del *Yo*, con lo cual podría considerarse el SOM una estructura jerárquicamente superior al MLP, donde el conocimiento del primero sirve como supervisor en el entrenamiento del segundo; y en consecuencia, el comportamiento del MLP se ajusta a la normatividad del *patrón-moral* que se adquiere mediante el aprendizaje del SOM.

De esta manera el SSP detallado en este ensayo apunta a ser un sistema moral, porque asimila del medio ambiente un conocimiento que relaciona situaciones y necesidades, con el fin de habituar un comportamiento ajustado a dichas necesidades. Adicionalmente, puede observarse que lo moral no está separado de lo cognitivo ni lo emotivo; por lo tanto, se ha encontrado cierta micro-complejidad en la simplicidad buscada. Dicha micro-complejidad puede interpretarse como una especie de entrelazamiento emotivo-cognitivo-moral, lo cual corresponde al funcionamiento completo del SSP.

Como el *hacer-bien* una tarea le implica bienestar al sistema que *debe-hacer* dicha tarea, el bienestar/ malestar del SSP puede calcularse matemáticamente en función de la semejanza/diferencia entre las actuaciones del MLP y los conocimientos del SOM. Con ello cual resulta racional, emocional y moralmente lógico relacionar valores elevados de dicho cálculo con el bienestar causado por la ejecución de una *buena-conducta* y viceversa. Como puede observarse en la Figura 20, al graficarse el bien

estar/malestar del SSP, se obtienen superficies 3D y por lo tanto dicha visualización corresponde a la que simulan la geografía de la Madre-naturaleza *Ego-grafía* de la Madre-mental.

Figura 20. Algunos paisajes de la Madre-mental en el SSP



Fuente: elaboración propia

Finalmente, puede afirmarse que la Madremental es el artificio gestor del *bien* y del *mal* como dialéctica emotivo-cognitivo-moral, porque las cimas de su *Ego-grafía* representan el correspondiente *bien-estar* por *saber-hacer* y *hacer-bien* lo debido. En contraparte, las simas representan el *mal-estar* causado por *no-saber* o *hacer-mal*. Además, al desconocer la posible necesidad de evitar o contrariar el cumplimiento del *deber-hacer*, el SSP tiende a escapar del *mal-estar*, escalando hacia el *bien-estar*, mediante el desarrollo y habituación de la *buena-conducta* regida por el patrón autosupervisor.

En la actualidad, el proyecto Medusa, del programa de Ingeniería Electrónica de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior (CUN), utilizará este sistema para evaluar la capacidad emotivo-cognitivo-moral del SSP, en cuanto a la habituación de una conducta cuyo patrón se descubra empíricamente mediante la autosatisfacción. Para esto se está desarrollando un robot que deberá lograr cierto hábito por medio de la asimilación de un conjunto de relaciones entre percepción y actuación, al procurar la confirmación de cierto bienestar.

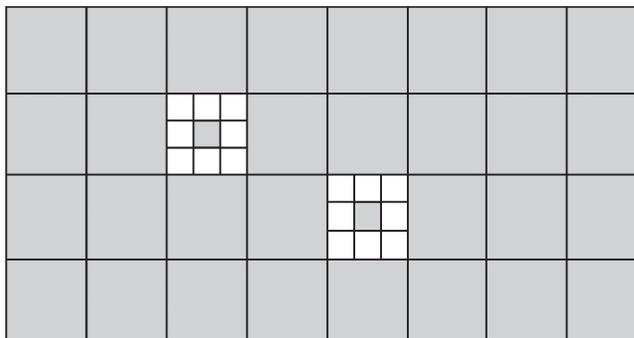
El renuevo de la Madre-mental

En el ejemplo del centro comercial mencionado en la sección "Aprendizaje no supervisado", se comentó el posible problema del *deber-construir* un espacio destinado a incorporar nuevos elementos en una vieja estructura. De esta manera, se observó la eventual necesidad de *innovar* la matriz sináptica del SOM que supervisa moralmente al MLP. Para esto se consideró apropiado definir la *in-nov-ación* estructural como un proceso de *re-nov-ación*, según la constitución interior de la estructura en cuestión.

Como el significado de la raíz latina *nov* es nuevo y *nueve*, la solución tecnológica para este proceso se inspiró en el número *nueve* como protagonista del génesis heliopolitano, donde se relata la transformación del Uno-primordial en los Nueve-poderes que originan y *renuevan* la vida (Lamy, 1989). Adicionalmente se abordó la teoría de Santiago para considerar los procesos cognitivos como reflejo de los procesos de la vida (Capra, 2006). De esta manera, la *innovación* cognitiva se implementó en el SOM mediante el *renuevo* de sus neuronas, es decir el reemplazo de una neurona cognitiva ar-

tificial con *nueve*, donde ocho *nuevas* neuronas, con sus respectivas conexiones sinápticas, circunscriben cualquier vieja neurona como se ilustra en la Figura 21.

Figura 21. Ejemplo del renuevo en dos viejas neuronas del SOM



Fuente: elaboración propia

Así se realizó el *renuevo* de todas las [4 x 8] neuronas-patrón, se solaparon las *nuevas* neuronas entre sí y se conformó un SOM con las 128 sinapsis viejas y 484 conexiones sinápticas *nuevas*. Se procesó el *nuevo* SSP durante 6000 iteraciones y los resultados confirmaron que el viejo conocimiento define la incorporación del *nuevo* porque, al reconocer situaciones conocidas, la activación

emocional de las viejas neuronas repercute cognitivamente en la formación de las *nuevas* sinapsis. De esta manera se completaron 62 neuronas-patrón que ratificaron la conducta habituada por el viejo SSP; adicionalmente se mantuvo la organización cognitiva porque las contingencias percibidas {Xa; Xb; Xs; Xz} no fueron modificadas en esta prueba (Figura 22).

Figura 22. Renovación de la matriz sináptica mostrada en la Figura 11. Las sinapsis demarcadas pertenecen a las neuronas del viejo SOM

250	250	234	199	197	150	148	127	97	97	97	6	0	0	40	46	46
250	234	199	199	185	148	147	100	97	97	97	0	0	0	10	49	46
234	199	199	184	149	148	138	98	97	93	51	0	0	0	0	42	46
250	199	199	169	148	136	97	98	97	53	1	0	0	0	0	31	46
225	199	150	148	148	97	97	90	46	2	0	0	0	0	0	46	46
245	191	148	149	97	97	94	46	46	43	0	0	0	0	9	46	46
249	174	148	112	97	97	90	46	35	0	0	0	0	0	37	46	46
201	184	170	171	97	97	46	46	0	0	0	0	0	0	0	31	14
199	199	245	199	148	46	46	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

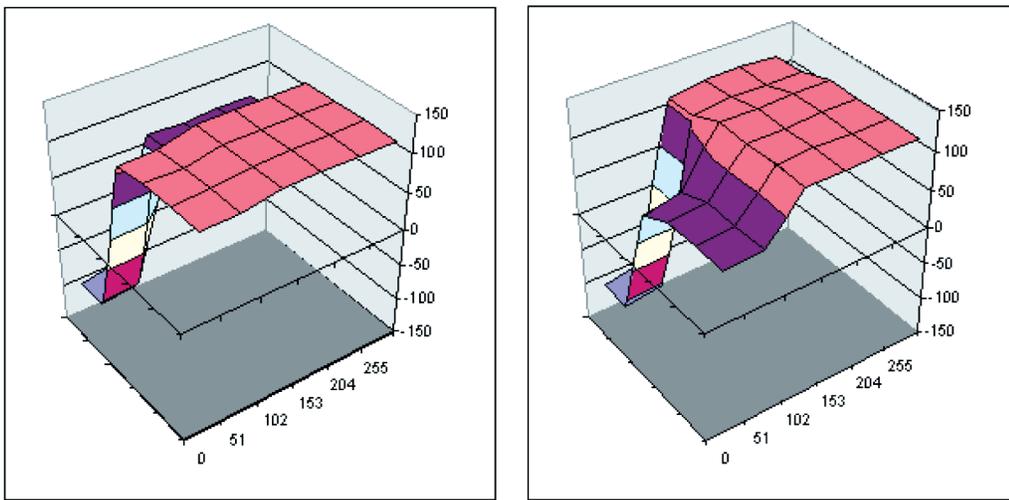
Nota: Las sinapsis demarcadas pertenecen a las neuronas del viejo SOM.

En el proyecto Medusa se evaluará la necesidad de *renovar* sólo ciertos sectores neuronales del SOM, según el comportamiento dinámico de lo emotivo-cognitivo-moral en situaciones desconocidas. De esta manera podría observarse cierta similitud con los conceptos de asimilación y acomodación de la psicología piagetiana.

En otra prueba para el *nuevo SSP* se invirtió la conducta ajena {Xa; Xb; -Xs; -Xz}, a manera de

cambio en las características del medio ambiente. Esta situación para el SSP podría comprenderse imaginando la dificultad que le acarrearía a una persona el *deber-reaprender* a escribir hacia la izquierda y con las letras invertidas. De esta manera se procesaron 6.000 iteraciones y se presentan en las Figuras 23 y 24.

Figura 23. Renovación conductual de las salidas {Ys; Yz} a partir del comportamiento mostrado en la Figura 16.



Fuente: elaboración propia

Figura 24. Renovación de la matriz sináptica mostrada en la Figura 11.

98	97	1	0	0	11	46	46	46	46	10	0	0	1	0	1	0
148	97	97	37	14	0	0	28	42	46	46	3	0	0	0	0	1
199	148	97	97	97	0	0	0	9	46	28	4	0	0	1	0	0
245	199	148	97	97	85	0	29	37	47	43	12	0	0	0	0	0
248	186	148	137	97	99	46	46	46	46	24	0	0	0	0	0	0
245	199	176	122	97	97	87	46	46	39	0	0	0	0	0	0	0
199	199	199	191	102	98	97	48	47	46	25	0	0	0	0	0	1
245	203	199	193	148	147	98	49	46	28	0	0	0	0	0	0	0
250	249	232	248	202	148	148	57	46	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Se hicieron otras pruebas asumiendo que la capacidad de aprendizaje para las viejas neuronas debería ser inferior a la de las *nuevas*, y entre más se disminuyó, el SSP fue más reacio al apropiarse la *nueva* conducta. Esto evidencia resistencia-al-cambio y permite interpretar el funcionamiento del SSP como una especie de petrificación cognitiva, porque el cambio conductual del SSP implica cierto conflicto entre el pasado del agente y el presente del medio ambiente, y cualquier *innovación* emotivo-cognitivo-moral vuelve a petrificarse y a engranarse en la vieja máquina-de-pensar.

¿Esto equivale a Ser inteligente?

Considerando la capacidad del SSP algunas corrientes ideológicas podrían clasificarlo como agente "inteligente"; sin embargo, es posible atribuir esta concepción al efecto experimentado por el *Yo* cuando se identifica con lo observado. Precisamente por el reflejo en este espejo tecnológico, podría ser cuestionable llamar "inteligente" al intelecto humano que consume energía para transformarla en patrones emotivo-cognitivo-morales, mediante el desarrollo personal en las redes de interacción biológica y social. En consecuencia la inteligencia artificial" podría

evidenciar los mecanismos que se suponen exclusivos de la emoción, la cognición y el actuar-moral del *Ser* humano.

Dicha mecánica exige ser atendida como problemática psico-social pues origina y mantiene la influencia de los impulsos inconscientes que arrastran *Yo* desde la visión fragmentada y egoísta de la realidad, hacia el vicio, la tiranía, el vampirismo antiecológico y la conducta criminal. De esta manera el proyecto Medusa pretende trascender lo técnico para adentrarse en la ciencia cognitiva y explorar la naturaleza del pensamiento humano como *Egosistema*.

En virtud del espejo psicológico subyacente en los mitos (Downing, 1999), con dicho proyecto podría indagarse seriamente por el sentido de la Gorgona mitológica como arquetipo del intelecto humano, abordando la posibilidad de relacionar la mecánica de petrificación cognitiva con el egoísmo que mantiene al *Ser* humano creyendo *Ser* un *Yo* demarcado por una especie de Mundo-mental. En consecuencia la "inteligencia-artificial" podría evidenciar el mecanismo que le permite al intelecto humano aprender a enmascarar magistralmente su devastadora brutalidad.

Literatura citada

- Briggs, J. y Peat, D.** (1996). *A través del maravilloso espejo del universo*. Barcelona: Gedisa.
(2005). *Espejo y reflejo: del caos al orden*. Barcelona: Gedisa.
- Capra, F.** (2006). *La trama de la vida*. Barcelona: Anagrama.
- Copeland, J.** (1996). *Inteligencia artificial: una introducción filosófica*. Madrid: Alianza.
- Cortina, A.** (1994). *Ética de la empresa*. Madrid: Trotta.
- Cuarteras, J. M.** (2007). *Los rumbos de la mente*. Madrid: San Pablo.
- Downing, C.** (edit.), (1999). *Los espejos del yo*. Madrid: Kairos.
- Freud, S.** (1985). *Compendio del psicoanálisis*. Madrid: Tecnos.
- Gell-Mann, M.** (2007). *El quark y el jaguar*. Barcelona: Tusquets.
- Krishnamurti, J.** (2006). *La madeja del pensamiento*. Madrid: Edaf.
(1985). *La mente mecánica: tragedia del hombre y del mundo*. Madrid: Kier.
- Kurzweil, R.** (2000). *La era de las máquinas espirituales*. s. l.: Planeta.
- Lamy, L.** (1989). *Misterios egipcios*. Madrid: Debate.
- Martín del Brío, B. y Sanz, A.** (2002). *Redes neuronales y sistemas borrosos*. Madrid: Alfaomega.
- Piaget, J.** (1983). *La psicología de la inteligencia*. Barcelona: Crítica.
- Punset, E.** (2008). *El alma está en el cerebro*. Bogotá: Punto de Lectura.
- Russell, S. y Norvig, P.** (1996). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. Madrid: Prentice.
- Searle, J.** (2006). *La mente: una breve introducción*. Bogotá: Norma.