

INDICE GENERAL

INTRODUCCION GENERAL	1
CAPITULO I: FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE APRENDIZAJE	12
1. Introducción	13
1.1. Relación entre aprendizaje y memoria	15
1.1.1 Niveles de análisis	16
1.2. Test Gestáltico Visomotor de Bender	19
1.2.1. Fundamentos teóricos del Test Gestáltico Visomotor de Bender	21
1.2.2. Caracterización del Test Gestáltico Visomotor de Bender	23
1.3. Generalidades del Test Gestáltico Vismotor de Bender-Koppitz	25
1.3.1. Caracterización del Test Gestáltico Vismotor de Bender-Koppitz	28
1.4. Modelado Matemático	32
1.5. Sistema Procesador: modelo cerebral	35
1.5.1 Sistema funcional cerebral	37
1.6. Conclusión	40
1.7. Referencia	41
CAPITULO II: APRENDIZAJE Y MEMORIA	42
2. Introducción	43
2.1. Aprendizaje y memoria	43
2.2. Formas básicas de aprendizaje	50
2.3. Condicionamiento instrumental u operante	52
2.4. Aprendizaje asociativo y motor	53
2.5. Predisposiciones biológicas de la memoria implícita	55
2.6. Aprendizaje relacional	56
2.7. Sistema hipocampal y aprendizaje relacional	57
2.8. Procesos de la memoria	60
2.9. La memoria se localiza en diferentes lugares del sistema nervioso	62
2.10. Procesamiento de información, memoria y aprendizaje	64
2.11. Características de las teorías de aprendizaje	66

2.12. Conclusión	73
2.13. Referencias	73
CAPITULO III: FUNDAMENTOS BIOFISICOS	76
3. Introducción	76
3.1. El Cerebro: un sistema complejo	76
3.1.1. Estructuras y funciones del cerebro	77
3.2. Sistema nervioso	85
3.3. La Neurona y su fisiología	87
3.4. Neurotransmisores	92
3.5. Sinapsis	93
3.5.1. Sinapsis en el sistema nervioso central	96
3.6. Potenciación y Depresión a largo plazo	98
3.7. Plasticidad cerebral	103
3.8. Plasticidad sináptica	104
3.8.1. Expresión e inducción de la plasticidad	104
3.8.2. Formas de plasticidad	107
3.9. Plasticidad neuronal	109
3.10. Conclusión	112
3.11. Referencias	112
CAPITULO IV: DESARROLLO DEL MODELO MATEMATICO DE APRENDIZAJE	114
4. Introducción	115
4.1. Planteo del problema	116
4.1.1. Impacto de la exposición de agrotóxicos sobre la salud humana	121
4.2. Metodología	122
4.2.1. Población de estudio	122
4.2.2. Técnica e instrumento de recolección de datos	123
4.2.3. Procedimiento	126
4.2.4. Análisis de datos	127
4.2.4.1. Resultados de aplicación del Test Gestáltico Visomotor de Bender	129
4.2.4.2. Selección de dos establecimientos rurales	133
4.2.4.3. Coeficiente mental visomotor (CMVM)	140
4.2.5. Resultados	148
4.3. Formulación del Modelo Matemático de Aprendizaje	149
4.4. Modelo Matricial mediante Proceso de Markov de la capacidad	160

de aprendizaje	
4.4.1. Supuestos de la aplicación de procesos de Markov	163
4.4.2. Determinación de los vectores de estados	169
4.4.3. Construcción de la matriz de transición	173
4.4.4. Conversión a matriz de transición de Markov	177
4.4.5. Conversión a un único proceso de Markov	184
4.5. Modelo Matemático de Aprendizaje con Retardo	187
4.5.1. Planteo del Modelo Matemático de Aprendizaje con retardo	189
4.5.2. Modelo de Aprendizaje mediante una ecuación diferencial ordinaria con retardo	203
4.6. Formulación del modelo de red neuronal	205
4.7. Conclusión	208
4.8. Referencias	210
CAPITULO V: SIMULACION DEL MODELO MATEMATICO	214
5. Introducción	215
5.1. Dinámica de Sistemas y el Proceso de Aprendizaje	217
5.2. Simulación del Modelo Matemático de Aprendizaje	218
5.2.1. Simulación de la adquisición de capacidades sensoriomotor mediante Dinámica de Sistemas	219
5.2.1.1. Uso de agroquímicos	222
5.2.2. Simulación de la adquisición de capacidades sensoriomotor a través del modelo de aprendizaje con retardo	226
5.2.3. Simulación de la adquisición de capacidades sensoriomotor a través del modelo de red neuronal	235
5.3. Análisis del modelo matemático de aprendizaje	243
5.4. Conclusión	246
5.6. Referencias	249
CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS	253
6.1. Conclusiones Generales	254
6.2. Perspectivas	260
6.3. Referencias	238
PUBLICACIONES	264
ANEXOS	273

INDICE DE FIGURAS

1.1.	Las nueve figuras del Test Gestáltico Visomotor de Laurretta Bender, adaptadas de Wertheimer	21
1.2.	Representación esquemática del proceso de percepción visomotor implicado en la copia de las figuras de Bender	31
2.1.	La información sensorial puede conservarse temporalmente en MCP, pero el almacenamiento permanente de MLP requiere una consolidación: (a) La información puede consolidarse a partir de MCP, (b) Alternativamente, el procesamiento de la información necesario para la consolidación puede ocurrir por separado de MCP.	49
2.2.	Un modelo simplificado de los procesos de memoria durante una tarea típica de aprendizaje, tal como memorizar una lista de fórmulas sin sentido.	60
3.1.	Corteza cerebral	79
3.2.	División anatómica de la cara interna del cerebro	80
3.3.	Cara inferior del cerebro	81
3.4.	Estructura anatómica del cerebro	84
3.5.	Sistema nervioso	86
3.6.	Neurona biológica	89
3.7.	Neurotransmisor	93
3.8.	Descripción del proceso de sinapsis	94
3.9.	Generación de Sinapsis Excitadora. (a) un impulso que llega a los terminales presináptico causan la descarga del neurotransmisor. (b) Las moléculas unen la entrada de transmisión de los canales del ion en la membrana postsináptica. Si Na ⁺ entra en la célula postsináptica a través de los canales abiertos, la membrana se despolarizará. (c) El cambio resultante en el potencial de membrana (V _m), es registrado por un microelectrón en la célula, es la sinapsis excitadora.	97

3.10.	Generación de Sinapsis Inhibidora. (a) un impulso que llega a los terminales presináptico causas la descarga del neurotransmisor. (b) Las moléculas unen la entrada de transmisión del canal de ion en la membrana postsináptica. Si Cl^- entra en la célula postsináptica a través de los canales abiertos, la membrana se hiperdespolariza. (c) El cambio resultante en el potencial de membrana (V_m), es grabado por un micro electrón en la célula, es una sinapsis inhibitoria.	98
3.11.	Mecanismo que subyacen a la potenciación a largo plazo.	101
3.12.	Patrones temporales definidos por los intervalos entre los potenciales de acción, influyen en la interacción de varios procesos sinápticos.	106
3.13.	Diferentes señales transmitidas por una misma neurona.	106
4.1.	Ubicación Geográfica de la Provincia de Catamarca	117
4.2.	Ubicación geográfica del Departamento Santa Rosa. Provincia de Catamarca – Argentina. Vista de acceso al Departamento Santa Rosa.	118
4.3.	Escala de maduración de los alumnos que cursan jardín infante a 3er grado de las escuelas rurales, evaluándose los “errores” obtenidas al aplicar el Test de Bender.	131
4.4.	Escala de maduración de los alumnos que cursan el 4to a 7mo grado de las escuelas rurales, evaluándose los “errores” obtenidas al aplicar el Test de Bender.	132
4.5.	Recta de regresión de EC de los alumnos según el grado que cursan. Esc.N°8 Bañado de Ovanta.	135
4.6.	Recta de regresión de EC de los alumnos según el grado que cursan. Esc.N° 297 – Lavalle.	135
4.7.	Recta de regresión inscripta entre las rectas que modelan las edades máximas y mínimas requeridas por el sistema educativo Escuela N° 8 Bañado de Ovanta – Dpto. Santa Rosa.	137
4.8.	Recta de regresión inscripta entre las rectas que modelan las edades máximas y mínimas requeridas por el sistema	138

	educativo. Escuela N° 297 Lavalle – Dpto. Santa Rosa.	
4.9.	Distribución de edades por grado de la población total de alumnos Escuela N° 8 Bañado de Ovanta.	139
4.10.	Distribución de edades por grado de la población total de alumnos Escuela N° 279 – Lavalle.	139
4.11.	Media aritmética del CMVM (Escuela N°8. Bañado de Ovanta)	141
4.12.	Media aritmética del CMVM (Escuela N° 279 – Lavalle)	142
4.13.	Modelo potencial del CMVM en función de la EC por grado correspondiente a la. Esc.N° 8 - Bañado de Ovanta.	145
4.14.	Modelo potencial del CMVM en función de la EC por grado correspondiente a la. Esc.N° 279– Lavalle.	146
4.15.	Comparación de las regresiones potenciales del CMVM en función EC correspondientes a las Esc.N° 8 Bañado de Ovanta y Esc.N° 297- Lavalle.	148
4.16.	Regresión lineal del modelo exponencial inhibido EC vs Números de aciertos. Esc.N° 297 - Lavalle.	155
4.17.	Regresión lineal del modelo exponencial inhibido EC vs Números de aciertos. Esc.N° 8 - Bañado de Ovanta.	156
4.18.	Comparación de los modelos de aprendizaje respecto al tiempo inicial y final estimado de ambos establecimientos	158
4.19.	Escala de maduración de los alumnos de la Escuela N° 297- Localidad Lavalle, evaluarse los “ <i>aciertos</i> ” obtenidos al aplicar el test de Bender.	164
4.20.	Escala de maduración de los alumnos de la Escuela N° 8 – Bañado de Ovanta, evaluarse los “ <i>aciertos</i> ” obtenidos al aplicar el test de Bender.	165
4.21.	Curva de aprendizaje de los alumnos de toda la población en el	191

	sistema educativo Escuela N°297 – Lavalle.	
4.22.	Esquema descriptivo de la EC de los alumnos en relación al grado de cursado según el sistema educativo. Escuela N°297– Lavalle.	192
4.23.	Curva de aprendizaje de los alumnos con retado en el sistema educativo Escuela N°297 – Lavalle	194
4.24.	Comparación de las curvas de ajuste de aprendizaje con retardo en el sistema educativo y de toda la población. Escuela N°297 – Lavalle	195
4.25.	Curva de aprendizaje de los alumnos de toda la población en el sistema educativo. Escuela N° 8 – Bañado de Ovanta	198
4.26.	Esquema descriptivo de la EC de los alumnos en relación al grado de cursado según el sistema educativo. Escuela N° 8 – Bañado de Ovanta.	199
4.27.	Curva de aprendizaje de los alumnos con retado en el sistema educativo Escuela N°8 – Bañado de Ovanta	200
4.28.	Comparación de las curvas de ajuste de aprendizaje con retardo en el sistema educativo y de toda la población. Escuela N°8 – Bañado de Ovanta.	202
4.29.	Ejemplo de red neuronal totalmente conectada. Los pesos de las interacciones representas por matrices V , W .	206
5.1.	Diagrama de Forrester del Modelo Matemático del Proceso de Aprendizaje propuesto.	220
5.2.	Simulación Dinámica de la comparación del Modelo Matemático de las tasas de aprendizaje respecto a la EC de los alumnos pertenecientes a las Escuelas rurales de las localidades de Lavalle y Bañado de Ovanta.	225
5.3.	Diagrama de Forrester del Modelo Matemático con retardo	228

	propuesto de la adquisición de capacidades sensoriomotor.	
5.4.	Simulación dinámica con retardo de la adquisición de capacidades. Escuela N° 297- Lavalle. (Muestra 1)	231
5.5.	Simulación dinámica con retardo de la adquisición de capacidades. Escuela N° 8 - Bañado de Ovanta. (Muestra 2)	235
5.6.	Simulación del tiempo de aprendizaje variando el número de neuronas ocultas para las distintas capacidades adquiridas.	240
5.7.	Neuronas ocultas (Nm) en función de capacidades adquiridas.	242
5.8.	Neuronas ocultas (Nm) en función de EC	243

INDICE DE TABLAS

2.1.	Formas de aprendizaje	51
4.1.a	Escala de maduración por grado de cursado de los alumnos. Esc.N° 297- Lavalle	169
4.2.a	Escala de maduración por grado de cursado de los alumnos. Esc.N° 8- Bañado de Ovanta	170
4.1.b	Población semejante de tamaño 100 de alumnos de la Escuela N° 297 - Lavalle según la escala de maduración de Bender por grado.	171
4.2.b	Población semejante de tamaño 100 de alumnos de la Escuela N° 8-Bañado de Ovanta según escala de maduración de Bender por grado.	172