



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE PSICOLOGIA**



**NUEVAS DIRECCIONES METODOLOGICAS DESDE UNA VISION  
COGNITIVA Y NEUROCOMPUTACIONAL EN LA EXPLORACION DEL  
RECONOCIMIENTO FACIAL DE LA EMOCION EN EL SINDROME DE  
DOWN**

**TESIS COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE DOCTOR EN FILOSOFIA CON ESPECIALIDAD  
EN PSICOLOGIA**

**PRESENTA:**

**GUADALUPE ELIZABETH MORALES MARTINEZ**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. ERNESTO OCTAVIO LOPEZ RAMIREZ**

**MONTERREY N. L. AGOSTO DE 2010**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE PSICOLOGÍA  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO



**REPORTE DEL EXAMEN FINAL PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE  
DOCTOR EN FILOSOFÍA CON ESPECIALIDAD EN PSICOLOGÍA**

Día del examen 17 Agosto de 2010

Los suscritos Miembros de la Comisión de la Tesis de Doctorado presentada por **Guadalupe Elizabeth Morales Martínez**, hacemos constar que se ha **evaluado en forma y contenido** la tesis “**Nuevas direcciones metodológicas desde una visión cognitiva y neurocomputacional en la exploración del reconocimiento facial de la emoción en el síndrome de Down**”, y ésta ha sido aprobada en cumplimiento del requerimiento parcial para la obtención del grado de Doctor en Filosofía con Especialidad en Psicología.

Comité evaluador:

Dr. Ernesto Octavio López Ramírez  
Director de Tesis

Dr. José Moral de la Rubia  
Revisor

Dr. Benito Estrada Aranda  
Revisor

Dr. René Landero Hernández  
Revisor

Dra. Yolanda Uvalle Loperena  
Revisor

**Dedicada a mis Padres María y Francisco**

**y**

**a mis hermanos y sobrinos**

## **Agradecimientos**

Esta tesis ha sido el producto de las contribuciones de muchas personas. De manera particular, quiero agradecer primero a mi familia, en especial a mis padres, María y Francisco, quienes me han acompañado de manera incondicional a lo largo de una vida, quienes me han apoyado en mis proyectos y de quienes he aprendido las lecciones más valiosas de la vida. A mis hermanos, Francisco, Carlos, Gerardo y María, porque han compartido conmigo un largo camino y porque su existencia ha enriquecido mi vida. A mis sobrinos (Andrea, Jesús, Ingrid, Karla, Andrés, Josue, Ángel y Cristina) quienes representan el futuro de mi familia, por su compañía y por todas las demostraciones de afecto que me han brindado, y espero que mi camino sirva de plataforma para el suyo y que mis experiencias sean una buena guía en su búsqueda por la vida. A mis cuñadas (Marlyn y Alvarita) y mi cuñado (Andrés) por sus palabras de apoyo, por interesarse en mi carrera y por compartir conmigo los momentos en familia.

También quiero agradecer a las instituciones que me abrieron sus puertas y con ello me permitieron cerrar un ciclo importante en mi vida académica. De manera particular, a la Dirección de Educación Especial del Estado de Nuevo León, en donde la Lic. Caridad Cortez y el Profesor Manuel Antonio García director de educación especial, me brindaron amablemente su ayuda y me dieron acceso a diferentes Centros de Atención Múltiple (CAMs) y agradezco las atenciones y la colaboración de la Lic. Nancy, la Lic. Dinora y al Profesor Robín Alejandro Alcalá. También

agradezco a la Mtra. Laura Galán Salazar por toda su ayuda, a la Directora Lilia Alicia Aguilar y a la Profesora María de Jesús Quintana supervisora de la zona escolar No. 10 de educación especial en CD. Victoria, por su colaboración al haberme permitido aplicar diferentes instrumentos en sus instituciones para realizar parte del proyecto. Agradezco al laboratorio de Ciencia Cognitiva de la Facultad de Psicología de la U.A.N.L. por su apoyo en la elaboración de esta tesis. En especial, al Dr. Ernesto López quien fue mi asesor y participó directamente en mi formación académica durante toda la maestría y el doctorado, por todo su apoyo y por compartir su conocimiento y experiencia conmigo. A Isolde Hedlefs por su ayuda en la aplicación y en el análisis de datos, por su compañía durante toda mi trayectoria como estudiante, pero sobre todo por su amistad y cariño durante todos estos años. A David Charles por invertir su valioso tiempo en las vistas a los CAMs y ayudarme en la aplicación y el procesamiento de los datos. A Claudia Castro, Aarón López, Patricia Sánchez, Arturo de la Garza, Ziomara Tuero y Jorge Treviño por todo su apoyo.

Finalmente me gustaría agradecer a los participantes y a los padres de familia que me dieron un valioso espacio y un momento de sus vidas. Especialmente, a los jóvenes con síndrome de Down que de manera muy generosa contribuyeron no solo en el estudio, sino que me compartieron su forma de percibir la vida y con ello me enseñaron que la diversidad es un derecho que de manera inherente nos brinda la naturaleza, y que nos permite tomar conciencia de que existe más de una forma de ver el mundo, y cuando respetamos este derecho a la diversidad logramos el estatus de equidad entre los seres humanos.

## Tabla de contenido

Resumen.....	xviii
Capítulo 1. Introducción.....	1
1.1. Problema de investigación.....	7
1.2. Hipótesis.....	16
1.3. Objetivos.....	21
Capítulo 2. Marco Teórico.....	23
2.1. El síndrome de Down.....	23
2.1.1. Orígenes y definición del síndrome de Down.....	23
2.1.2. Etiología y clasificación del síndrome de Down.....	27
2.1.3. Aspectos generales del fenotipo del síndrome de Down.....	38
2.2. El reconocimiento facial como un indicador de procesos emocionales.....	45
2.2.1. El desarrollo de las habilidades de reconocimiento facial de la emoción y variables de estudio.....	46
2.2.2. El estudio del reconocimiento facial de la emoción.....	50
2.3. Perspectiva neuropsicológica del reconocimiento facial de la emoción.....	56
2.4. El enfoque cognitivo del reconocimiento facial emocional: implicaciones en el estudio del fenotipo emocional del síndrome de Down.....	61
2.4.1. La emoción humana desde la teoría cognitiva.....	62
2.4.2. Teorías cognitivas de evaluación emocional.....	72

2.4.3. El modelo de Scherer aplicado a la información facial – emocional .....	74
2.4.4. Facilitación afectiva y el uso de estímulos faciales para explorar los procesos cognitivo-emocionales en el SD.....	75
2.5. El síndrome de Down y el reconocimiento de emociones faciales: hallazgos y perspectivas bajo el paradigma de la facilitación afectiva .....	82
2.6. Modelamiento cognitivo de mecanismos de déficits en el reconocimiento facial emocional en el síndrome Down.....	86
2.6.1. Cognición, conexionismo y reconocimiento facial.....	86
2.6.2. Modelando cognitivamente desde una perspectiva conexionista el reconocimiento facial.....	97
2.6.3. El procesamiento vectorial conexionista de la cara humana.....	101
2.7. Modelando cognitivamente el reconocimiento facial emocional en Síndrome Down: Una aproximación conexionista.....	116
 Capítulo 3. Método .....	 125
3.1. Generalidades de los estudios .....	125
3.2. Estudio 1. Detección de preferencias y déficits en el reconocimiento facial a través del paradigma de la facilitación afectiva.....	129
3.2.1. Sobre la facilitación afectiva.....	129
3.2.2. Diseño del estudio .....	131
3.2.3. Participantes .....	135
3.2.4. Instrumentos y materiales.....	136
3.2.5. Procedimiento.....	138

3.3. Estudio 2. El efecto de la familiaridad facial en el reconocimiento la emoción con el paradigma de la facilitación afectiva.....	142
3.3.1. Diseño del estudio .....	143
3.3.2. Participantes .....	147
3.3.3. Instrumentos y materiales.....	148
3.3.4. Procedimiento.....	154
3.4. Estudio 3: Estilos de procesamiento facial emocional con el paradigma de la facilitación afectiva: configuracional versus analítico.....	157
3.4.1. Diseño del estudio .....	158
3.4.2. Participantes .....	158
3.4.3. Instrumentos y materiales.....	158
3.4.4. Procedimiento.....	159
3.5. Estudio 4. Simulaciones neurocomputacionales del reconocimiento de información facial emocional en el síndrome Down .....	161
3.5.1. Diseño del estudio .....	161
3.5.2. Primera fase: construcción de la amígdala.....	162
3.5.3. Segunda fase: Implementación del sistema de reconocimiento facial emocional IAC en el síndrome de Down .....	175
Capítulo 4. Resultados .....	186
7.1. Estudio 1. Detección de preferencias y déficits en el reconocimiento facial a través del paradigma de la facilitación afectiva. ....	186



7.2. Estudio 2. El efecto de la familiaridad facial en el reconocimiento la emoción con el paradigma de la facilitación afectiva.....	193
7.3. Estudio 3: Estilos de procesamiento facial emocional con el paradigma de la facilitación afectiva: configuracional versus analítico.....	200
7.4. Estudio 4. Simulaciones neurocomputacionales del reconocimiento de información facial emocional en el síndrome Down .....	205
Capítulo 5. Discusión y conclusiones .....	213
5.1. Discusión.....	213
5.2. Conclusiones .....	223
5.3. Implicaciones .....	224
Lista de referencias .....	227
Apéndice A.....	264
Apéndice B.....	269
Apéndice C.....	270

## Lista de Tablas

Tabla 2.1. Algunas de las teorías etiológicas del síndrome de Down.....	28
Tabla 2.2. Algunos de los signos más comúnmente observados en el fenotipo del síndrome de Down.....	40
Tabla 2.3. Se muestran algunas de las técnicas que son de utilidad en la exploración del reconocimiento facial durante la infancia temprana. ....	52
Tabla 2.4. Algunas definiciones de la emoción .....	63
Tabla 2.5. Algunas aproximaciones al estudio de la emoción humana. ....	67
Tabla 3.1. Combinaciones experimentales resultantes del diseño del primer estudio. ....	133
Tabla 3.2. Características de los participantes del primer estudio. ....	136
Tabla 3.3. Combinaciones experimentales del diseño del segundo estudio. ....	145
Tabla 3.4. Características de los participantes en el segundo estudio de facilitación afectiva.....	148
Tabla 4.1. Características de los participantes seleccionados para el estudio de déficits y preferencias.....	187
Tabla 4.2. Análisis de Varianza para el primer estudio sobre déficits y preferencias en el reconocimiento facial de la emoción. ....	189
Tabla 4.3. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia para cada grupo. ....	192
Tabla 4.4. Comparaciones planeadas por niveles de tipo de facilitador para cada grupo.....	193

Tabla 4.5. Características de los participantes seleccionados para el estudio de familiaridad y reconocimiento facial.....	194
Tabla 4.6. Análisis de Varianza para la tarea de categorización emocional y familiaridad.....	196
Tabla 4.7. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia y familiaridad para cada grupo.....	199
Tabla 4.8. Análisis de Varianza para el tercer estudio sobre el estilo de procesamiento facial. ....	202
Tabla 4.9. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia y orientación facial para cada grupo.....	204
Tabla 4.10. Se describe el desempeño de la red neural en el reconocimiento facial emocional. Se especifica a cuantas Eigencaras negativas (-) o positivas (+) de las 12 posibles, la neurona 1 y la neurona 0 responden en ambas poblaciones de caras. ....	206
Tabla 4.11. Tabla de desempeño del sistema amígdala cuando se le aplica contra-propagación en ambas poblaciones de caras. ....	207
Tabla 4.12. El entrenamiento con todas las Eigencaras de ambas poblaciones de cara genera un pobre desempeño. ....	210

## Lista de Figuras

Figura 2.1. Ejemplo de una trisomía 21 regular.....	33
Figura 2.2. Ejemplo de trisomía regular 21 como resultado de un error en la distribución de los cromosomas durante la primera división celular. ....	34
Figura 2.3. Ejemplo de un error en la distribución de los cromosomas durante la segunda división celular dando como resultado una porción de células con 47 cromosomas y otra con 46 o SD mosaico.....	35
Figura 2.4. Ejemplo de una trisomía 21 por translocación heredada. ....	37
Figura 2. 5. Modelo modular de reconocimiento de caras propuesto por Bruce y Young (1986).....	57
Figura 2.6. Diferentes aproximaciones teóricas al problema de la secuencia de eventos físicos y mentales que ocurren en la emoción (Basado en Plutchick, 1994).....	70
Figura 2.7. Modelo de procesamiento de información para la evaluación emocional de un evento: Chequeo secuencial multiniveles. ....	74
Figura 2.8. Secuencia experimental de un estudio de identificación de valencia emocional con el paradigma de la facilitación afectiva.....	77
Figura 2.9. Modelo reticular conceptual de emociones (Bower, 1981).....	79
Figura 2.10. Se ilustra una representación mental simbólica simplificada de un papá por parte de un niño. ....	87
Figura 2.11. Se ilustra el procesamiento serial Von Newman de información simbólica (López, 2002).....	89

Figura 2.12. Se ilustra el concepto conexionista del procesamiento cognitivo en los humanos (basado en Kasabov, 2007). .....	92
Figura 2.13. Se ilustra el entrenamiento de una red neural. ....	93
Figura 2.14. Se ilustra la posición VN de procesamiento simbólico de la información (A) vs. el modelo conexionista de reconocimiento facial (B). ....	95
Figura 2.15. Se ilustra el Modelo de Bruce y Young en términos de un sistema de procesamiento humano de información de un solo canal. ....	98
Figura 2.16. Se describe un modelo cognitivo de ruta dual que señala la necesidad de especificar un modulo de procesamiento emocional que en paralelo participa en la identificación de un rostro facial. ....	100
Figura 2.17. Los cuatro receptores usados para codificar sabores pueden ser visualizados como vectores describiendo patrones de intensidades de sabor para cada alimento que degustamos: A) Dulce, B) Salado, C) Ácida, D) Amargo. ....	102
Figura 2.18. Espacio vectorial tridimensional para la representación del gusto humano de varios sabores (Churchland, 1996). ....	103
Figura 2.19. Se describe una arquitectura neural típica de procesamiento hacia adelante que ilustra el procesamiento vectorial de información. ....	104
Figura 2.20. La figura muestra que entre la cara de Kenedy y Clinton es necesario considerar 6 estados vectoriales de transformación para ir de una cara a otra (Beale & Kale, 1995). ....	106
Figura 2.21. Cara promedio resultante de un análisis de estado vectorial de baja dimensionalidad (Rhodes, Brennan & Carey, 1987). ....	106

Figura 2.22. En un espacio vectorial la similaridad del rostro personal o de una caricatura facial puede ser distinguida de un estereotipo facial (Brenan, 1985; Rhodes et al., 1987).....	107
Figura 2.23. EMPATH es una red neural de codificación vectorial capaz de reconocer y clasificar caras reales (Cottrell & Metcalfe, 1991).....	108
Figura 2.24. Se ilustran algunos estímulos usados para el entrenamiento de la red neural EMPATH los cuales después son reconocidos como caras de un tipo o como no caras. ....	109
Figura 2.25. Se ilustran seis Holons a los que seis de las unidades de la red neural EMPATH responden activándose al máximo (Cottrell, & Metcalfe, 1991). .....	111
Figura 2.26. Espacio de activación vectorial tridimensional del sistema EMPATH para caras masculinas, femeninas y objetos no faciales (Churchland, 1996). .....	112
Figura 2.27. El procesamiento visual humano desde una perspectiva conexionista formula y defiende la necesidad de subconjuntos de redes neuro computacionales (capas internas) como lo es el caso de estereovisión (Churchland & Sejnowski, 1992). ....	113
Figura 2.28. El sistema EMPATH fue entrenado para reconocer 8 emociones (cuatro positivas y cuatro negativas). Se ilustra unos ejemplos de estas caras emocionales. ....	114
Figura 2.29. Se ilustra los diferentes módulos del modelo IAC de Burton et al. (1990). Se elige mantener la abreviación en ingles de cada módulo de	

procesamiento para congruencia en la literatura académica: FRUs (Facial Recognition Units), PINs (Person identity Nodes), NRUs (Name Recognition Units) y SIUs (Semantic Information Units). .....	118
Figura 2.30. Modelo cognitivo conexionista de reconocimiento facial de interacción competitiva (IAC) a implementar en la presente investigación para integrar el comportamiento de reconocimiento facial emocional en individuos con síndrome Down (IACSD).....	120
Figura 3.1. Diseño del primer estudio, en donde se ilustran las condiciones experimentales resultantes.....	132
Figura 3.2. Componentes de un ensayo experimental en el primer estudio.....	134
Figura 3.3. Imágenes seleccionadas del BE-Face para la elaboración del instrumento. ....	137
Figura 3.4. Instrucciones de la tarea experimental del estudio de facilitación afectiva. ....	139
Figura 3.5. Secuencia experimental para el primer estudio. ....	142
Figura 3.6. Diseño del segundo estudio sobre el efecto de la familiaridad en el reconocimiento facial de la emoción. ....	144
Figura 3.7. Componentes de un ensayo experimental para el segundo estudio.....	146
Figura 3.8. Ejemplos de fotografías para formar la cara tridimensional simulada. En este caso se muestran los perfiles y la fotografía de frente de una persona sin SD. ....	149
Figura 3.9. Ejemplo de un rostro tridimensional simulado.....	149

Figura 3.10. Rostros tridimensionales simulados de personas de la población típica. .....	150
Figura 3.11. Rostros tridimensionales simulados de personas con síndrome de Down. .....	151
Figura 3.12. Factores que se manipularon en el estudio de familiaridad con caras simuladas, para medir la habilidad para reconocer rostros emocionales en personas con síndrome de Down. ....	152
Figura 3.13. Instrucciones de la tarea experimental del segundo estudio. ....	155
Figura 3.14. Secuencia experimental en el segundo estudio. ....	157
Figura 3.15. Secuencia experimental en el tercer estudio. ....	160
Figura 3.16. Se ilustra la extracción de las Eigencaras negativas para las caras originales simuladas con rasgos SD (A) en caras normalizadas (B). Para mejor visualización se ilustran las Eigencaras en escalas de grises (C), pero son las Eigencaras en negro (D) las utilizadas en el modelo de red neural. .....	167
Figura 3.17. Se ilustran las Eigencaras negativas para las caras simuladas con rasgos típicos. Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D). ....	168
Figura 3.18. Eigencaras positivas para las caras simuladas con rasgos SD (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D). ....	169
Figura 3.19. Eigencaras positivas para las caras simuladas con rasgos típicos simuladas (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D). ....	170



Figura 3.20. Cada Eigencara puede ser representada como un vector (X) en un espacio bidimensional (A). Los pesos de asociación de igual forma (O). La red neural modificará sus pesos de asociación (B) para crear vectores (de pesos y Eigencaras) en dicho espacio bidimensional de Eigencaras que mejor representen agrupaciones de características de los estímulos faciales (C). En la presente investigación Eigencaras positivas, negativas y neutras. .... 172

Figura 3.21. Se ilustra la arquitectura neurocomputacional básica de la primera fase. .... 175

Figura 3.22. Eigencaras neutras para los rostros simulados con rasgos de SD. Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).177

Figura 3.23. Eigencaras neutras para los rostros simulados con rasgos típicos. Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).178

Figura 3.24. Se ilustra el mecanismo de contrapropagación. Aquí se retroalimenta al sistema amígdala a través de un comparador sobre si su desempeño empeora o mejora dado un ajuste de pesos de asociación para la clasificación de un estímulo. .... 180

Figura 3.25. El sistema de reconocimiento IACSD consistió de unidades locales para nombrar una persona. Cada unidad competitiva representa a un individuo. .... 182

Figura 3.26. Se ilustra la formación de las unidades FRU. Cada unidad FRU se compone de una representación tipo Holons. La retropropagación se usa para propósitos de entrenamiento. .... 184

Figura 3.27. Las unidades PIN compiten por asociarse a una representación facial FRU. ....	185
Figura 4.1. Gráfica de interacción para el factor de grupo participante* congruencia emocional. ....	190
Figura 4.2. Gráfica de interacción para el Factor de grupo *Naturaleza facial (familiaridad)* Congruencia emocional. ....	197
Figura 4.3. Gráfica de interacción para el Factor de Grupo *Orientación facial* Congruencia emocional. ....	203
Figura 4.4. Distribución de agrupaciones de puntos vectoriales tres funciones matemáticas (panel A): Sinusoidal, cuadrática y piramidal. En el panel B se grafican los puntos vectoriales de las Eigencaras SD así como de los pesos de asociación.....	208
Figura 4.5. Las caras de miedo (izquierda) y sorpresa (derecha) pueden ser confundidas por el sistema amígdala dada su similaridad.....	209

# **Nuevas direcciones metodológicas desde una visión cognitiva y neurocomputacional en la exploración del reconocimiento facial de la emoción en el síndrome de Down**

## **Resumen**

El reconocimiento facial es una habilidad social relevante dentro de la vida humana. Sin embargo, ésta ha sido poco explorada en el síndrome de Down (SD) desde una perspectiva cognitiva. Solo un pequeño conjunto de estudios sobre el reconocimiento facial en el SD está disponible y la mayoría de estos fueron llevados a cabo a nivel de procesamiento controlado (e.g., Turk & Cornish, 1998; Wishart & Pitcairn, 2000; Pitcairn & Wishart, 2000; Wishart, Cebula, Willis & Pitcairn, 2007). Por lo que en este trabajo, fue de interés explorar el procesamiento facial a niveles automáticos desde la perspectiva del procesamiento humano de la información. Además, se incluyeron simulaciones conexionistas de reconocimiento facial humano para evaluar el efecto cognitivo emocional que tienen las dificultades en el reconocimiento emocional facial observado en el SD en modelos conexionistas. Primero, a un grupo jóvenes con y sin SD se les requirió participar en tres estudios con tareas de categorización emocional basadas en el paradigma de la facilitación afectiva. Variables de congruencia emocional, familiaridad y orientación facial fueron manipuladas a través de los tres estudios. La secuencia experimental, para todos los estudios, consistía en presentar un punto en el centro de la pantalla, para fijar la atención del participante sobre ésta, después un estímulo facial emocional o neutro (facilitador) era presentado por 250 ms, seguido de un intervalo en blanco (50ms), finalmente un estímulo facial (objetivo) aparecía y permanecía en la pantalla por tiempo indefinido hasta que el participante decidiera si este último estímulo era o no emocional. En el primer estudio se utilizaron caras reales y el objetivo era explorar el reconocimiento facial en el SD a niveles automáticos en términos de clasificación y preferencia facial emocional. Para el segundo estudio se utilizaron caras simuladas con y sin rasgos de SD y el objetivo era medir el efecto de la familiaridad sobre el reconocimiento emocional en los participantes. Mientras que en el tercer estudio, los estímulos faciales utilizados fueron los mismos del primer estudio, sin embargo, el facilitador era presentado con una orientación espacial invertida, para observar el estilo de procesamiento facial emocional (holístico o configuracional) a través del efecto que tenía la inversión facial en el reconocimiento emocional. En los tres estudios, los parámetros de mediación temporal para la presentación de los estímulos, fueron exactamente los mismos (SOA de 300 ms e ISI de 50 ms). Los resultados señalan que no todos los participantes con SD presentan dificultades en el reconocimiento facial emocional negativo. Además, en los participantes con SD, la información positiva parece ser de especial relevancia y el factor de familiaridad parece afectar el reconocimiento de esta clase de información con mayor énfasis que en la población típica. También, la evidencia sugiere que los participantes con SD tienden a procesar la información facial emocional de manera configuracional.

En las simulaciones computacionales conexionistas se exploró primero la posibilidad de que los mecanismos neurocomputacionales puedan sin supervisión extraer las propiedades faciales que agrupan a la emoción humana en dos valencias. Después, se implementó un sistema conexionista para determinar si el daño controlado a una amígdala simulada a través de una red neural afecta los mecanismos de reconocimiento facial. Los resultados señalan que de los dos tipos de información facial emocional (positivo/negativo), es la información emocional negativa la que ocasiona mecanismos de reconocimiento más estables en un procesamiento de abajo hacia arriba, pero su clasificación es menos correcta que la información positiva cuando existe influencia de procesamiento de arriba hacia abajo. El daño al procesamiento negativo de la amígdala no produjo deterioro en el reconocimiento de la identidad facial sobre rostros neutros o positivos.

Las contribuciones de estos resultados al avance de la teoría cognitiva del reconocimiento facial humano, así como las implicaciones de esta línea de investigación en la intervención clínica y el área de la educación especial en esta población son discutidas en el presente trabajo.

**Palabras claves:** síndrome de Down, estilo de procesamiento facial emocional, familiaridad, inversión facial, facilitación afectiva, simulación computacional.

## **Capítulo 1**

### **Introducción**

El estudio de la población con retardo mental es una puerta clave para comprender la relación entre el aspecto cognitivo y emocional del ser humano (Sroufe, 1998). A este respecto, actualmente se sabe que existen alrededor de 750 condiciones genéticas relacionadas al retardo mental (Hodapp, DesJardin & Ricci, 2003). Una de las más importantes, para incursionar en el estudio de la emoción, es el síndrome de Down (SD), esto es debido a varias razones, tanto teóricas como aplicadas. Por ejemplo, el SD es el grupo más grande de personas con retardo mental cuya etiología es conocida (Pitcairn & Wishart, 2000; Wishart & Pitcairn, 2000), de hecho conforman la tercera parte de todos los niños que precisan educación especial, y su incidencia en la población mundial es de 1 por cada 800 a 1000 niños nacidos vivos, calculándose que nacen aproximadamente 150,000 niños con SD al año (Lubec, 2003; Roizen & Patterson, 2003; Santos & Morizon, 1999; Sanz, Salguero, Cásanovas, Holanda & Vivas, 2000).

Por otra parte, dado que en el SD, las estructuras neurales (lóbulo frontal, corteza temporal límbica, etc.) involucradas en el procesamiento emocional presentan características diferentes al de la población típica (Jeringan, Bellugi & Sowell, 1993; Lubec, 2003; Raz, Torres & Briggs, 1995), esta condición representa una oportunidad única para observar la forma en cómo el sistema neurocognitivo emocional funciona bajo condiciones atípicas. Sin embargo, a pesar de la relevancia

de esta condición genética para el entendimiento de la emoción humana, durante las últimas décadas, el estudio del SD se ha enfocado más en los aspectos relacionados a la semiología de este cuadro (Pace, Lynn & Glass, 2001; Pennington, Moon, Edgin, Stedron & Nade, 2003; Roizen & Patterson, 2003), y en sus implicaciones en los procesos cognitivos, conductuales (Cosgrave, McCarron & Anderson, 1998; Sroufe, 1998) y sociales (Sroufe, 1998; Von Salisch, 2001). Mientras que, solo hasta recientemente los aspectos emocionales de del SD han comenzado a cobrar interés en el campo de la psicología (Carvajal & Iglesias, 2000; Einfeld, Tonge, Turner, Parmenter & Smith, 1999; Reddy, Williams & Vaughan, 2001; Sroufe, 1998; Von Salisch, 2001).

Debido a lo anterior, el establecimiento de un fenotipo emocional en el SD aun no ha sido claramente delimitado. Es decir que no se han determinado todos los rasgos, las conductas y/o los procesos emocionales característicos y atribuibles a esta condición genética. Aunque, cabe mencionar que existen estudios relacionados a aspectos de desarrollo emocional, conducta emocional y regulación emocional en esta población. Por ejemplo, algunas investigaciones sugieren características que parecen ser comunes en quienes presentan SD, tales como una conducta más intensa en términos emocionales (Smith & Walden, 1998), dificultades para guardar una distancia física aceptable con quienes les rodean (Wishart & Pitcairn, 2000), etc.

En cuanto al procesamiento de la emoción en el SD existe poca información, aunque han comenzado a surgir investigaciones que exploran las características del

estilo de procesamiento facial de la emoción en el SD. Por ejemplo, hay estudios que proveen evidencia acerca de algunas dificultades en el reconocimiento de la información negativa en el SD (Pitcairn & Wishart, 2000; Turk & Cornish, 1998; Wishart & Pitcairn, 2000) aunque aun no es claro si esto se presenta en todos los niveles de procesamiento (automático y controlado), y si este tipo de déficit está presente de la misma forma en todos los miembros de esta población.

Se ha sugerido que estas dificultades y/o déficits en la regulación y la evaluación emocional, pueden estar asociadas a las características neurales presentes en el SD. Por ejemplo, se sabe que en el SD, las estructuras involucradas en la regulación emocional son más pequeñas que en la población típica o presentan alguna anormalidad. Algunos estudios neurológicos muestran evidencia sobre un desarrollo defectuoso de lóbulos frontales (Jeringan et al., 1993; Lubec, 2003; Raz et al., 1995), un tamaño reducido del tallo cerebral (Benda, 1971), de áreas límbico-temporal (e.g., amígdala) (Jeringan et al., 1993) y del hipocampo (Raz et al., 1995). Cabe mencionar que aunque se sabe que algunas de estas estructuras están relacionadas o participan directamente en la regulación y el procesamiento emocional, el impacto de estas anomalías en el sistema cognitivo de evaluación emocional de las personas con SD no ha sido determinado de manera clara.

Relacionado a lo anterior, se ha sugerido la existencia de un déficit en la evaluación de la emoción facial en el SD, por ejemplo, en tareas de emparejamiento de identidad y de expresión facial, las personas jóvenes con SD parecen ser menos

exactos en el reconocimiento de la expresión facial de la emoción que niños de la población típica de la misma edad mental y niños y jóvenes con alguna discapacidad intelectual (Williams, Wishart, Pitcairn & Willis, 2005; Wishart, Cebula, Willis & Pitcairn, 2007). Específicamente se ha observado que los participantes con SD presentan mayores dificultades para reconocer emociones negativas como el miedo y expresiones faciales como la sorpresa (Wishart & Pitcairn, 2000). Otros estudios señalan también dificultades en el procesamiento de caras negativas en el SD (Turk & Cornish, 1998) y también parecen sugerir que bajo esta condición genética se encuentra un estilo diferente en el procesamiento cerebral especialmente para caras de enojo (Conrad, Schmidt, Niccols, Polak, Riniolo & Burack, 2007). Este tipo de estudios abre un nuevo campo a la exploración de la habilidad para reconocer caras emocionales en condiciones atípicas, tales como el SD, aunque siguen sin dar respuesta a las interrogantes de cómo es que el sistema cognitivo de evaluación emocional se comporta bajo estas circunstancias, en términos de procesamiento de información emocional a nivel automático.

Una forma de aproximar este problema, es a través del estudio de los mecanismos de evaluación emocional en el SD. A este respecto, existe un importante cuerpo de investigación que fue diseñado para explorar los mecanismos cognitivos para procesar información emocional basado en el paradigma de la facilitación afectiva (Musch & Klauer, 2003). Este paradigma, ha sido utilizado para investigar cómo es que la activación previa de cierta información emocional afecta la forma en que la información emocional subsecuente es evaluada.



De manera específica, la facilitación afectiva fue diseñada para estudiar cómo es que la valencia emocional de un estímulo (facilitador) afecta el reconocimiento de la valencia emocional de otro estímulo (objetivo) (Fazio, 1995). Esto se logra a través del control de las propiedades relacionadas al facilitador, al objetivo y a la relación entre facilitador-objetivo, así como al tiempo de presentación de estos estímulos de manera individual y conjunta.

Es importante señalar que existe una amplia cantidad de evidencia empírica sobre el efecto de facilitación obtenido a través de un amplio espectro de estímulos que comprenden desde transparencias de objetos, personas y animales (Hermans, De Houwer & Eelen, 1994), fotografías de personas (Banse, 2001), dibujos en blanco y negro (Giner, Sorolla, García & Bargh, 1999), palabras positivas y negativas (De Houwer, Hermans & Eelen, 1998) hasta olores positivos y negativos (Hermans, Bayens & Eelen, 1998).

En este paradigma, el uso de estímulos visuales es de relevancia porque ellos producen un efecto de facilitación afectiva más robusto que otra clase de estímulos (Dimberg, Thunberg & Elmehed, 2000; Fiedler, 2003; Gutierrez, 2006; Öhman & Mineka, 2001). En particular, las caras son muy útiles en el estudio de las emociones, porque ellas tienen cierta validez ecológica dada su naturaleza como comunicadores naturales de información emocional (Harwood, Hall, Schinkfield & Alison, 1999).

Cabe mencionar que, aunque el efecto de facilitación afectiva ha sido estudiado en una amplia variedad de trabajos de investigación con adultos, jóvenes y niños de la población típica y/o en poblaciones con algún desorden neurocognitivo o emocional (e.g., López, 2009; Morales, López & Hedlefs, 2010; Musch & Klauer, 2003; Parrish, 2007), este tipo de aproximación teórica y metodológica no había sido utilizada para explorar el procesamiento automático de la emoción en adultos con SD. A este respecto, existen solo dos estudios publicados con el uso de esta técnica. En el primero Morales y López (2005) diseñaron dos tareas basadas en el paradigma de la facilitación afectiva, aquí los resultados señalan que las personas con SD presentan dificultades en el reconocimiento emocional de expresiones faciales de tipo negativo a nivel automático, aunque esto no parece ser así a nivel controlado.

En un segundo estudio, Morales y López (2006) y Morales et al. (2010) utilizando la misma técnica pero con rostros emocionales simulados (familiares y no familiares), encontraron que esta interferencia relacionada específicamente a la negatividad emocional facial no se presentaba en todos los participantes con SD.

Los hallazgos de estos estudios sugieren la posibilidad de que en la población con SD no solo exista un estilo de procesamiento emocional diferente al de la población típica, sino que además exista variabilidad afectiva dentro de la misma población con SD. Esto abre nuevas interrogantes con respecto al estilo de procesamiento facial emocional predominante en las personas con SD, y con respecto a la naturaleza de los procesos involucrados en el procesamiento facial de la emoción

(centrales vs. periféricos) en el SD, etc. La exploración de lo anterior es precisamente el interés de la presente tesis, lo cual se describe con mayor detalle en la siguiente sección.

### **1.1. Problema de investigación**

El reconocimiento de la emoción facial es una habilidad central dentro de la interacción social. Desde edades muy tempranas el ser humano tiene la capacidad de reconocer expresiones faciales emocionales de aquellas que no lo son (neutras), también puede discriminar entre las diferentes expresiones de la emoción facial (alegría, tristeza, enojo, etc.). Esto le permite al ser humano no solo saber que experimenta la otra persona, sino que también le facilita establecer pautas de conducta dada la emoción observada (Morales et al., 2010). No obstante, a pesar de la importancia de las habilidades de reconocimiento facial, poco se conoce acerca del procesamiento de caras emocionales bajo condiciones atípicas de desarrollo. La mayor parte de las investigaciones en este campo ha sido centrada sobre población con autismo y discapacidad intelectual de diversas etologías (e.g., van der Geest, Kemner, Verbaten & van Engeland, 2002). Sin embargo, en el caso del SD, solo un pequeño grupo de estudios ha sido llevado a cabo para explorar la habilidad del reconocimiento facial de la emoción (e.g., Annaz, Karmiloff-Smith, Johnson & Thomas, 2009; Porter, Coltheart & Langdon, 2007; Turk & Cornish, 1998; Wishart & Pitcairn, 2000; Wishart et al., 2007).

Con respecto a lo anterior, es importante enfatizar que la mayoría de estos estudios en el procesamiento facial en el SD, se han centrado en la exploración de habilidades de reconocimiento facial en población muy joven, especialmente en la infancia. Por ejemplo, Wishart y Pitcairn (2000) llevaron a cabo dos estudios para investigar las habilidades de reconocimiento facial en niños con SD. En el primer estudio 16 niños entre 8 y 14 años de edad fueron probados en dos tareas: emparejamiento de edad y emparejamiento de expresión facial hacia una historia. Su desempeño fue comparado con niños de desarrollo típico que fueron igualados en edad mental (EM). Aunque los niños con SD fueron más lentos en la tarea de emparejamiento de identidad, su exactitud no fue significativamente diferente al del grupo igualado en EM. Sin embargo, su desempeño fue significativamente menor sobre la tarea de emparejamiento de la expresión emocional. Aquí, cabe señalar que los niños con SD tuvieron dificultades con expresiones de sorpresa y miedo.

Resultados similares a los anteriores, fueron obtenidos en otro estudio llevado a cabo por Wishart et al. (2007) en donde midieron las diferencias y similitudes en la habilidad para reconocer la emoción facial en niños con discapacidad intelectual (DI) de diferentes etologías (síndrome de la X frágil, SD, DI de origen no específico y niños de la población típica con habilidades cognitivas y lingüísticas equivalentes). Dos tareas les fueron requeridas a los niños, la primera consistía en una tarea de igualación de identidad que medía habilidades básicas del procesamiento facial. Y en la segunda se les requería una tarea de igualación de la emoción (felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo o disgusto). Los resultados de este estudio señalaron que los

niños con SD parecen tener la misma habilidad en el reconocimiento de la identidad facial que niños con discapacidad intelectual de diferentes etiologías (síndrome de la X frágil, origen no específico) y niños de la población típica. Sin embargo, en las tareas de reconocimiento de la emoción facial ellos presentan un menor desempeño que los niños de desarrollo típico. De manera particular, los niños con SD presentaron mayores dificultades en el reconocimiento de la expresión facial de miedo.

Aunque los estudios anteriores han aportado evidencia sobre un procesamiento diferencial para las caras negativas en este tipo de población, aún existe una diversidad de interrogantes para ser exploradas en este campo. Por ejemplo, aunque se han observado dificultades en niños y adolescentes con SD en el reconocimiento de la emoción facial, aun no es claro si estas dificultades se presentan de la misma manera en la edad adulta en esta población. Esto es así, porque la habilidad de reconocer caras ha sido escasamente explorada en esta etapa de la vida en individuos con SD. Otra interrogante proviene del hecho de que no se ha explorado si las dificultades en el reconocimiento emocional negativo en el SD observadas a nivel controlado también pueden ser detectadas a nivel de procesamiento automático. A este respecto, existen solo dos estudios pilotos publicados (Morales & López, 2005; Morales & López, 2006), en donde se ha explorado el uso de la técnica de facilitación afectiva para la comprensión de los mecanismos cognitivos de reconocimiento facial a niveles automáticos en adultos con SD. Los resultados sugieren la presencia de dificultades en el reconocimiento de

emociones negativas, sin embargo dado que las muestras utilizadas fueron muy reducidas, aun no ha sido posible determinar si las dificultades observadas en estas muestras con SD en el procesamiento facial negativo, se presentan en todas las personas de esta población y de ser así, si se presentan de la misma manera para todos. Entonces una primera cuestión a explorar es:

¿Las dificultades para procesar información facial emocional negativa encontradas en personas con SD son características de todos los individuos de esta población? y de ser esto así ¿existe un patrón de respuesta común en los miembros de esta población en tareas automáticas de reconocimiento facial?

La determinación de una dificultad particular en el procesamiento facial es solo un paso en la comprensión de los procesos de percepción y evaluación emocional en la condición de SD. Otras interrogantes que contribuirían a lograr una visión más comprensiva de la forma en cómo las personas con SD perciben su contexto emocional y como organizan su conducta afectiva en términos de procesamiento emocional, están relacionadas a la determinación del espectro que estas dificultades en el reconocimiento de la emoción facial abarcan. En relación a esto, una cuestión de relevancia, que aun no ha sido explorada del todo, es la delimitación de la gama de estímulos que cubren dichas dificultades. Aquí los estímulos faciales significativos pueden ser utilizados para este propósito. Por ejemplo, las caras de personas con SD tienen características que los distinguen de otros grupos de individuos. Por lo que entonces, la información facial emocional de

caras familiares puede tener una especial relevancia para esta población aun en el caso de la información facial negativa.

Lo anterior representa una oportunidad para explorar de manera experimental si las dificultades en el reconocimiento de la información facial negativa afecta la evaluación aun de aquella información facial que los tipifica, esto es, su propia configuración facial. Esta posibilidad existe dado que se ha encontrado evidencia acerca de un procesamiento diferencial para la información facial familiar versus la información facial no familiar (Doubis, Roosin, Schiltz, Boardt, Bruyer & Crommelinck, 1999; Lund, 2001; Parkin, 1999). A este respecto aun no se determina de manera clara si el sistema de procesamiento emocional en el SD se comporta de manera diferencial dependiendo de la clase de información facial procesada por lo que una segunda pregunta de interés en la presente tesis es:

¿Existe un efecto de familiaridad en el reconocimiento de la valencia emocional de caras simuladas para los participantes con SD? Y de presentarse este efecto ¿Existe un procesamiento diferencial del reconocimiento de caras familiares y no familiares dadas su carga emocional en los participantes con SD?

Otro aspecto que ha sido poco explorado, es el tipo de procesamiento facial (configuracional vs. analítico) que esta población utiliza para extraer el significado emocional de un rostro (sea familiar o no). Por ejemplo, no se sabe si ellos analizan la información de manera segmentada (analíticamente), y entonces focaliza su

atención sobre ciertos elementos particulares del rostro (ojos, boca, etc.) para determinar el tipo de emoción observada o bien utilizan la configuración de estos elementos (configuracionalmente) para categorizar la información emocional.

Una forma de medir el rol de los componentes configuracionales o separados es la inversión de la cara (e.g., tareas de inversión facial en inglés conocidas como “upside-down tasks”). Por ejemplo, en un estudio Wishart y Pitcairn (2000) también exploraron el reconocimiento de la identidad y la expresión facial con caras (caras familiares y no familiares) en posición normal e invertida. Para ello, les requirieron a niños escoger la cara que ellos habían observado anteriormente. Nuevamente los resultados indicaron que los niños con SD fueron menos acertados y más lentos comparados con el grupo control (niños de desarrollo típico o DT emparejados en edad mental). Además a diferencia del grupo DT, la exactitud del grupo con SD no fue sensible a la orientación de las caras (véase Williams et al., 2005; Wishart, et al., 2007). Este hallazgo aunque parece señalar un déficit relativo en el reconocimiento facial, provee poca información sobre las habilidades de codificación en el SD. La ausencia de un efecto de orientación ha sido sugerido como un indicador relativamente de un procesamiento holístico y configuracional más débil, dado que ambos están alterados por la manipulación (Annaz et al., 2009).

Dado lo anterior, algunos autores sugieren que el procesamiento de la cara debe ser una debilidad en el SD (Annaz et al., 2009). Por ejemplo, Wang, Doherty, Rourke y Bellugi (1995) encontraron que adolescentes con SD obtienen un puntaje



menor en tareas de reconocimiento como las encontradas en el test de Benton que adolescentes con el síndrome de Williams (SW) de la misma edad mental. Y aunque estos resultados son interesantes, es importante señalar, que dado que los estudios anteriores fueron realizados en personas muy jóvenes con SD, es posible esperar que dicha tendencia encontrada en el procesamiento facial haya cambiado en la edad adulta. Esto puede suponerse, porque algunos estudios señalan que existen diferencias en el estilo de procesamiento facial entre en niños y adultos (Schwarzer, 2000), por lo que una tercera pregunta a explorar sería:

¿Qué tipo de procesamiento facial (configuracional o analítico) es el predominante en el reconocimiento de la expresión emocional en el SD durante la edad adulta?

Finalmente, es importante hacer notar que las dificultades en el procesamiento de información facial negativa reportadas en la población con SD no han sido incluidas en el desarrollo de las actuales teorías de reconocimiento facial. En particular, aún y cuando los modelos cognitivos actuales de reconocimiento facial reconocen la importancia del factor emocional (e.g., Breen, Caine & Coltheart, 2000; Burton, Bruce & Johnston, 1990), no existen propuestas teóricas específicas de cómo dicho factor emocional puede interactuar en la arquitectura cognitiva implicada en el reconocimiento facial humano.

En particular existe una falta de especificidad acerca de si la emoción facial humana provee clases de información que de manera natural son detectables y

clasificadas desde un procesamiento periférico temprano. A este respecto los mecanismos de inhibición lateralizada presentes desde la retina humana hasta el procesamiento visual occipital posterior (Lindsay & Norman, 1977) permiten pensar en la posibilidad de la existencia de mecanismos neuro-computacionales que permitan la rápida y automática distinción de la valencia positiva y negativa. En especial de la información facial negativa que es de relevancia para la supervivencia y adaptación inmediata a eventos amenazantes en los que la espera del procesamiento controlado consciente no es pertinente (Hansen & Hansen, 1988).

Por otra parte, se desconoce si las dificultades en el reconocimiento facial negativo presentes en el SD involucran un procesamiento de abajo hacia arriba o bien de arriba hacia abajo, dado un control consciente del aparato cognitivo emocional del individuo. En relación a lo anterior, es posible explorar con métodos conexionistas de ciencia cognitiva la forma exacta en cómo una disfunción del procesamiento amigdalario sobre información negativa afecta el procesamiento de información positiva, neutra y también sobre las categorías que se puedan formar de la información negativa.

Además, si la computación neural de la valencia emocional es especificada, entonces es posible determinar la influencia y el rol de dicha neuro-computación en los mecanismos neurales ya establecidos desde la perspectiva cognitiva de la formación de construcción facial, identidad y significado facial de un individuo. Lo

anterior generó una nueva interrogante que puede ser expresada de la siguiente forma:

¿Los mecanismos neurocomputacionales de competencia interactiva son necesarios y suficientes para la extracción de la información de la valencia emocional en un rostro humano?

Note de la pregunta anterior, que lo que se enfatiza es un sistema de extracción de rasgos emocionales por competencia, dado que se asume que el sistema perceptual no puede activar la emoción positiva y la negativa al mismo tiempo, esto significa que los mecanismos neurales inhibitorios se asumen como necesarios (véase Bower & Forgas, 2000). Por otra parte, con respecto a las dificultades en el procesamiento cognitivo emocional negativo en el SD, hay que señalar que de manera teórica se ha sugerido una influencia del factor emocional después de la reconstrucción facial y antes de la formación de la identidad y significado emocional cuando se reconoce a un individuo (Breen et al., 2000). Considerando lo anterior, una pregunta de interés sería:

¿Es posible que la formación de identidad de la cara de un individuo sea afectada de forma significativa si existen dificultades de reconocimiento de la valencia emocional?

La propuesta metodológica para la exploración de este interés, se constituye como una de las contribuciones originales de la presente tesis. Esto es así porque permite introducir las dificultades del procesamiento facial emocional del SD dentro de los modelos conexionistas cognitivos del reconocimiento facial humano.

En general, las respuestas a las interrogantes anteriores tienen implicaciones directas en la teoría de la emoción humana, en la teoría cognitiva del reconocimiento facial humano y en la modificación de las estrategias de capacitación de esta población para su integración a la sociedad. Por ejemplo, si existe un efecto facilitador o inhibidor relacionado a la variable de familiaridad, podría sugerirse indicaciones más específicas con respecto a la aplicación de ciertas técnicas no solo para la modificación de conducta sino para facilitar el proceso de aprendizaje de las personas con SD.

## **1.2. Hipótesis**

En general, la investigación en el campo del reconocimiento de la emoción y el SD ha sido dirigida en términos de déficit. A este respecto, se ha sugerido que las dificultades en el reconocimiento de la información emocional negativa están relacionados a una disfunción en el funcionamiento de alguna estructura neural (véase Jeringan et al., 1993; Porter et al., 2007; Wishart & Pitcairn, 2000). Por ejemplo, se ha hipotetizado que las dificultades en el reconocimiento de la información negativa en el SD son producidas por una disrupción en el

funcionamiento de la estructura amigdalal (véase Porter et al., 2007; Wishart & Pitcairn, 2000). Dicha estructura juega un papel importante en el reconocimiento de la emoción, tal y como se ha observado en los estudios con pacientes con daño amigdalal.

De hecho, los pacientes con daño amigdalal presentan déficits en el reconocimiento de las emociones negativas (e.g., miedo) (véase Adolphs, Tranel & Damasio, 1998), similares a las dificultades observadas en el cuadro del SD. Aquí es importante señalar que la naturaleza neural de estas dificultades en ambos cuadros es diferente, por lo que nuevas hipótesis son necesarias en este campo. Esto es así, porque en el caso del SD, las personas no pierden una habilidad ya establecida debido a la destrucción parcial o completa de una parte importante del sistema neural involucrado en el procesamiento emocional, como sucede en el caso de las personas con daño amigdalal, sino que más bien, su sistema presenta diferencias en su morfología neural, que aunque son relevantes no necesariamente implican la destrucción de dicho sistema y por tanto no hay una pérdida, como tal, de una habilidad ya establecida, en este caso la habilidad de reconocer información facial negativa.

Lo anterior lleva a la necesidad de considerar que las dificultades en el reconocimiento de la información negativa en el SD no necesariamente representan un déficit, por lo menos no de la misma naturaleza que en el daño amigdalal. Esto abre la posibilidad para especular que la información de tipo negativo, está siendo

procesada por lo menos en algún nivel de procesamiento (e.g., automático) y probablemente con un estilo de procesamiento diferente (Morales et al. 2010) por lo menos en algunos de los miembros de la población con SD. Partiendo de lo anterior, una primera hipótesis puede ser considerada:

**H1.** Si la información emocional negativa de tipo implícita es procesada a niveles automáticos por las personas con SD, aun cuando esto no sea evidente a nivel controlado, entonces en tareas de reconocimiento facial basadas en el paradigma de la facilitación afectiva, los facilitadores de tipo negativo tendrán un efecto diferencial a través de los objetivos faciales a evaluar.

Por otra parte, considerando que en el caso del SD no existe una destrucción parcial o total de las estructuras involucradas en el reconocimiento facial, sino que más bien existe una morfología neural atípica desde su nacimiento, es posible pensar que dicha condición puede afectar de diferente forma el procesamiento de la información emocional de los miembros de esta población. A este respecto, la evidencia proveniente de estudios anteriores (Morales & López, 2005; Morales & López 2006; Morales, 2009) sugiere que parecen existir estilos diferentes en el procesamiento de la información facial emocional en participantes con SD, por lo que se espera que:

**H2.** Si en realidad hay variabilidad en el reconocimiento de la información facial negativa entre los participantes con SD, aun cuando la mayoría de ellos muestre

dificultades en el reconocimiento facial negativo, entonces algunos de los participantes con SD mostrarán habilidad para reconocer emociones negativas independientemente del tipo de caras presentado (reales vs. simuladas; familiares vs. no familiares).

Una tercera hipótesis se desprende del hecho de que algunos autores (Quiñónez, Pérez, León & Bobes, 2006; Dubois et al., 1999) en diversos estudios han encontrado un procesamiento diferencial entre caras familiares y no familiares, y han sugerido que esto puede estar asociado al contenido emocional implícito en las caras de tipo familiar, si esto es así, se espera que:

**H3.** Si la información emocional implícita en las caras familiares es procesada a niveles automáticos, entonces los participantes mostrarán diferencias entre el procesamiento de caras familiares vs. no familiares con respecto al factor de emoción. Y de manera particular para el grupo con SD dicha información implícita afectará de manera particular a la información emocional facial de tipo positivo dadas las características del sistema de evaluación emocional en esta población.

Por otra parte, considerado que la inversión facial ha sido útil en la exploración del estilo de procesamiento facial (Prkachin, 2003; White, 2000) y dado que existe evidencia proveniente de diferentes estudios con diferentes técnicas acerca de que la inversión facial tiende a disminuir las propiedades configuracionales (Prkachin, 2003; Valentine, 1988), fue posible suponer que efectos similares podrían

obtenerse a través de estudios basados en el paradigma de la facilitación afectiva. Esto significaría que al invertir un componente facial en la secuencia experimental de este tipo de estudios, el procesamiento para el reconocimiento de la valencia emocional facial sería afectado. Por lo que:

**H4.** Si el procesamiento configuracional más que el procesamiento analítico, es afectado por la inversión facial, entonces el tiempo de reconocimiento facial emocional será mayor en las tareas realizadas por los participantes desde que la configuración perceptual facial del facilitador, más que los componentes específicos del mismo, es afectada por la inversión de la misma

La quinta hipótesis está basada en la evidencia empírica de que existen diferencias entre el procesamiento emocional de las personas con SD y de aquellas sin deterioro cognitivo (e.g. Morales et al., 2010), entonces:

**H5.** Si en realidad hay diferencias cualitativas y cuantitativas en el procesamiento facial entre las personas con SD y la población típica (PT), los patrones de respuesta a través de los diferentes estudios serán diferentes entre los dos grupos participantes.



### **1.3. Objetivos**

#### **Objetivo general**

El propósito general del presente trabajo fue explorar los mecanismos cognitivos-emocionales que participan en el estilo de procesamiento facial emocional en el SD, así como investigar la actuación de parámetros cognitivos de modelamiento cognitivo emocional propuestos en la literatura del reconocimiento facial.

#### **Objetivos específicos**

- Identificar los patrones de respuesta en las tareas de reconocimiento para el grupo con SD y PT.
- Verificar si las dificultades en el procesamiento de información facial emocional negativa observadas en la población con SD también se presentan en niveles automáticos.
- Identificar diferencias específicas respecto al procesamiento de rostros familiares vs. no familiares en los participantes.

- Determinar el estilo de procesamiento facial (configuracional o analítico) de la emoción para el caso del SD.
- Comparar los patrones de respuesta en las tareas de reconocimiento emocional del grupo con SD y el grupo PT.
- Determinar como una arquitectura neurocomputacional dedicada al reconocimiento facial en una situación de déficit de codificación de información negativa afecta el funcionamiento de la arquitectura cognitiva involucrada en el reconocimiento facial humano que ha sido reportada en la literatura académica.
- Discutir los hallazgos obtenidos dentro del marco de la ciencia cognitiva de la emoción, para proponer un modelo de información facial emocional que permita comprender los mecanismos de evaluación cognitiva emocional facial en la población con SD.

## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

En esta sección se describen los fundamentos teóricos de relevancia para la presente tesis. En un primer momento, se realiza una breve descripción del SD, considerando sus características cognitivas, emocionales y de arquitectura neural. Se realiza un énfasis especial en estos últimos dos aspectos dado que están estrechamente relacionados con el interés principal del presente trabajo. Posteriormente se abordaran aspectos generales del reconocimiento facial como un indicador de relevancia en el estudio de los procesos emocionales y su utilidad en la exploración de los mismos en el SD. De manera particular, dos enfoques teóricos son considerados: la perspectiva cognitiva y neuro-computacional del reconocimiento facial emocional.

#### **2.1. El síndrome de Down**

##### **2.1.1. Orígenes y definición del síndrome de Down**

El síndrome de Down es una condición genética provocada por la presencia de un cromosoma 21 extra en las células, y es una de las alteraciones cromosómicas más comunes. Se estima que este síndrome se presenta en 1 de cada 800 niños nacidos vivos, calculándose así, que en el mundo anualmente nacen 150, 000 niños con SD (Basile, 2008; Irvine, 2007; Kingston 2002; Lambert & Rondal, 1989; Roizen & Patterson, 2003; Sadler, 2004; Stratford, 1998;).

Aunque no se conoce con exactitud cuándo es que este síndrome apareció por primera vez entre los seres humanos, algunos autores mencionan que hay evidencia antropológica y artística que indica su existencia aun desde antes de ser descrito como tal. Por ejemplo, se ha sugerido que las cabezas de piedra labradas por los Olmecas hace aproximadamente 3000 años representan rostros de personas con SD (Stratford, 1998) y a pesar de que no existen suficientes datos que den solidez a lo anterior, esta hipótesis ha sido considerada como posible porque se sabe que los Olmecas pensaban que las personas con algún tipo de malformación o trastorno eran seres sagrados (Guerrero, 1995; Stratford, 1998).

Dado lo anterior, se cree que los rasgos faciales que son particularmente característicos de esta condición genética pudieron generar el interés especial de los Olmecas por representar dicha condición en sus esculturas. Debido a la escasa información acerca del grado de validez que tiene la evidencia anterior, la mayoría de los autores considera que el hallazgo antropológico de mayor antigüedad sobre la existencia del SD, es un cráneo sajón que data del siglo VII D. C., el cual presentaba alteraciones estructurales idénticas a las que pueden observarse en los cráneos de las personas con esta condición (López, López, Pares, Borges & Valdespino, 2000).

Por otra parte, en el campo artístico algunas obras realizadas entre los siglos XV y XVIII han atraído la atención porque en ellas parece haber una representación del SD. A este respecto, algunos de los trabajos de arte de mayor referencia, son la pintura de *La virgen y el Niño* de Andrea Mantegna (1430-1506), el cuadro de *Lady*

*Cockburn y sus Hijos* realizado por Sir. Joshua Reynolds (1723-1792) porque en ambas pinturas aparece un niño con rasgos faciales que se asemejan a los observados en el SD (Pueschel, 2001; Straford, 1998).

Aun y cuando no deja de ser interesante la idea de que el SD ha sido representado de diferentes maneras desde siglos atrás, es solo hasta el siglo XIX que se pueden encontrar los primeros informes documentados y detallados sobre dicho síndrome (Pueschel, 2001). A este respecto, la primera descripción en la literatura médica que parece hacer referencia a un niño con SD fue realizada por Esquirol en 1838, posteriormente en 1846 Séguin también describió a un niño que aparentemente presentaba rasgos de este síndrome, y se refería a este cuadro con el nombre de *idiocia furfurácea*. En 1866 Duncan describió a una niña que también presentaba características del SD y es en este mismo año cuando John Langdon Haydon Down en su artículo *Observations on an ethnic classification of idiots* publicado en el *London Hospital Clinical Lectures and Reports* realiza la primera diferenciación clara entre este síndrome y otros cuadros de retardo. De hecho, esta es la razón por la que a él se le atribuye el descubrimiento y la primera descripción clínica detallada del SD (Irvine, 2007; Jay, 1999; López et al., 2000).

Down (1866) consideraba que la mayoría de las condiciones de retado podían ser referidas a una variante de la raza humana. Por ejemplo, él observó que rasgos de la raza mongólica estaban presentes en el síndrome que hoy lleva su nombre, por lo que etiquetó este cuadro con el nombre de *idiocia mongólica*. Debido a las

implicaciones raciales de este término, diferentes autores sugirieron un cambio de nominación. Por ejemplo, se propuso nombres relativamente complicados como el de *acromicria* o *amnesia peristatica* (Stratford, 1998).

Finalmente en 1961 un grupo de científicos (entre los que se incluían un familiar del Dr. Down) propusieron el cambio de esta denominación al actual nombre de síndrome de Down. Este término se estableció de manera oficial 1965 cuando la OMS (Organización Mundial de la Salud) realizó el cambio de nomenclatura tras una petición formal del delegado de Mongolia (Howard-Jones, 1979; Patterson & Costa, 2005).

Actualmente, existe un creciente interés por el estudio del SD en diversos campos de la ciencia. Esto en parte es debido, a sus implicaciones en diferentes niveles. Por ejemplo, el SD es la causa de origen genético más frecuente entre los casos de retraso mental (Hodapp et al., 2003; Paterson & Costa, 2005), lo que significa que una parte considerable de la población de educación especial presenta este cuadro. Por otra parte, el incremento en la expectativa de vida de las personas con SD, trae consigo la necesidad de lograr una comprensión más amplia de la naturaleza y evolución de este curado en las diferentes áreas (cognitiva, emocional social, social, laboral, etc.) y etapas del desarrollo humano (infancia, juventud, adultez, etc.).

Con respecto a su naturaleza, el mecanismo genético por el cual se produce el SD, fue descubierto en 1959 por Lejeune. Sin embargo, los factores que causan dicho

mecanismo aun siguen siendo explorados. En relación a esto, se han propuesto una variedad de factores y teorías causales sobre el SD, algunas de cuales son brevemente descritas a continuación.

### **2.1.2. Etiología y clasificación del síndrome de Down**

A partir de la primera descripción clínica del SD, hace poco más de un siglo, se inicio la búsqueda de los factores etiológicos del mismo. La mayoría de las primeras teorías causales, estuvieron basadas en especulaciones y en observaciones no sistemáticas. Por ejemplo, Down (1866), al igual que otros médicos de la época, sugirió que este síndrome se debía a la tuberculosis dado que observó que en la mayoría de los casos con SD que él había atendido, existían antecedentes de esta enfermedad en los padres. También se propusieron otras teorías (Tabla 2.1.) en las que el SD era atribuido a factores como la sífilis, el alcoholismo, las disfunciones endocrinas, cansancio uterino, la consanguinidad, la raza, los factores ambientales durante el embarazo, la edad de los padres entre otros (Patterson & Costa, 2005).

La mayoría de estas teorías, fueron posteriormente descartadas de manera parcial o por completo. Sin embargo, es importante señalar que algunas de estas teorías tuvieron efectos a largo plazo en la percepción de la sociedad sobre el SD. Por ejemplo, en el caso de aquellas propuestas, que implicaban un factor racial en el origen del SD.

Tabla 2.1. Algunas de las teorías etiológicas del síndrome de Down

Teoría	Algunos antecedentes	Postulado principal
Teorías de la deshonra	<p>Sutherland (1899) sugirió en su artículo <i>Mongolian imbecility in infants</i> que la causa del SD era la sífilis.</p> <p>Cafferata publica en 1909 <i>Contribution a la literature du mongolisme</i> donde propuso que el alcoholismo parental era la causa de la ahora llamada trisomía 21.</p>	<p>La premisa principal de estas teorías era que el SD era provocado por cuestiones deshonrosas de los padres tales como el alcoholismo o alguna enfermedad venérea.</p>
Teoría del atavismo racial de Crookshank	<p>Down (1866) en su obra <i>Observations on an ethnic classification of idiots</i> describió el cuadro de SD y lo compara con los rasgos de los mongoles.</p> <p>En 1924 Crookshank publica <i>The Mongol in Our Midst</i> en donde describe su teoría del atavismo.</p>	<p>La teoría de Crookshank postulaba que el síndrome de Down era causado por un retroceso hacia una raza más primitiva.</p>



Continuación de la Tabla 2.1. Algunas de las teorías etiológicas del síndrome de Down

Teoría	Algunos antecedentes	Postulado principal
Teorías de origen endocrino	<p>Clark y Edin (1928) sugirieron en su artículo <i>The mongol: a new explanation</i> que la causa del SD era debida a un desequilibrio endocrino, probablemente hipertiroidismo de la madre, que provocaba un exceso de secreción tiroidea de la madre al feto.</p> <p>Otras teorías señalaban que la falta de fuerza orgánica y funcional en las glándulas del niños producía el SD (Guerrero, 1995).</p>	<p>En estas teorías se proponía que el SD podía deberse a un desequilibrio endocrino, ya sea de la madre, el padre o bien del hijo.</p>
Teoría de los factores familiares	<p>Shuttleworth en 1909 menciona por primera vez la edad materna avanzada como factor de riesgo para la aparición del SD.</p>	<p>Estas teorías sostenían que factores como la edad de los padres eran la causa SD.</p>

Aunque una considerable cantidad de las teorías etiológicas, se centraron en factores poco o nada relacionados a las causas genéticas, ya desde comienzos del siglo XX existía la idea de que el SD se debía a alguna anomalía de origen genético. En la década de 1930 una serie de autores plantearon la hipótesis de que la causa del SD podría ser de tipo cromosómico. Por ejemplo, Waardenburg (1932) propuso que este síndrome podría ser producido por la duplicación o bien por la falta de algún cromosoma o cromosomas, Bleyer (1934) sugirió que la causa era la migración desigual de los cromosomas. Por otra parte, Turpin (1937), Southwick (1939) y Penrose (1939) (citados en Carter, 2002) también propusieron que el SD podía ser el resultado de una anomalía cromosómica pero no especificaron que se debía a una no disyunción.

A pesar de la relevancia de estas conjeturas, estas observaciones fueron citadas en pocas ocasiones, por varias razones, entre ellas que en esa época las técnicas para la observación y el conteo de cromosomas no habían sido perfeccionadas, por lo que era difícil contar con evidencia puntual sobre dichas observaciones, al no tener un parámetro exacto de comparación. Es hasta 1956 cuando Tijo y Levan determinaron la cantidad exacta de cromosomas en las células humanas, lo que posteriormente permitió a Lejeune, Gautier & Trupin (1959a, 1959b) demostrar la existencia de un cromosoma extra en las células de personas con SD. Ellos observaron en dos estudios diferentes, que en las células de niños con SD, había 47 cromosomas en lugar de los 46 que pocos años atrás se habían establecido como la norma por Tijo y Levan. Además, Lejeune et al. señalaron que esta anomalía

cromosómica se debía a una no disyunción (no separación) de algún par de cromosomas durante la meiosis, específicamente del cromosoma 21.

Este hallazgo fue confirmado en estudios posteriores por diversos autores (e.g., Jacobs, Baikie, Court-Brown & Strong, 1959) quienes de manera independiente también observaron un cromosoma 21 extra en las células de personas con SD. Dado lo anterior a esta condición también se le conoce como trisomía 21.

Aunque la causa primaria del material cromosómico extra en la trisomía 21 es aún una incógnita, actualmente se conoce el mecanismo a través del cual ocurre. A este respecto se sabe que el SD es el resultado de una no disyunción de los cromosomas durante el proceso de división celular (Stratford, 1998). El error de distribución con respecto al cromosoma 21 puede ocurrir antes de la fecundación, durante el proceso meiótico ya sea de la célula sexual femenina o masculina (Kingston, 2002), aunque también puede ocurrir después de la fecundación, durante las primeras divisiones mitóticas (Straford, 1998).

Dependiendo del momento en que suscite este error de distribución será el tipo de SD que la persona presentará (Guerrero, 1995). Es decir, las señales o manifestaciones clínicas variarán en grado y cualidad, dependiendo del mecanismo (ej. SD por mosacismo) por el que ocurra el error de distribución (Pimentel & Dyce, 2003). Actualmente, se sabe que existen tres tipos de SD: la trisomía 21 regular, el

SD por mosaicismo y el SD por translocación, cada uno de los cuales será descrito de manera breve a continuación.

Se conoce como trisomía 21 regular a aquella condición en la que la persona con SD presenta un cromosoma extra en el par 21 de todas sus células. En la literatura se menciona que dicha condición es la más frecuente entre los casos de SD. De hecho se calcula que el porcentaje de aparición de la misma oscila entre el 80 y el 95% de los casos de acuerdo a autores como Guerrero (1995), Jasso (1991), Lambert y Rondal (1989), Sadler (2004) y Stratford (1998).

Aun en la actualidad no se sabe por qué ocurre la trisomía regular, pero se considera que su aparición es fortuita o azarosa, y que el error de distribución ocurre generalmente durante la producción de las células sexuales masculinas o femeninas (espermatozoides u óvulos), más específicamente durante su primera división meiótica. Esto quiere decir que en el momento de la fecundación el espermatozoide o el óvulo aporta un cromosoma 21 extra (Figura 2.1), siendo generalmente el óvulo el portador del cromosoma defectuoso, dando por resultado que todas las células hijas cuenten con 3 cromosomas 21 en lugar de 2 (Jasso, 1991; Lambert & Rondal, 1989; Stratford, 1998).

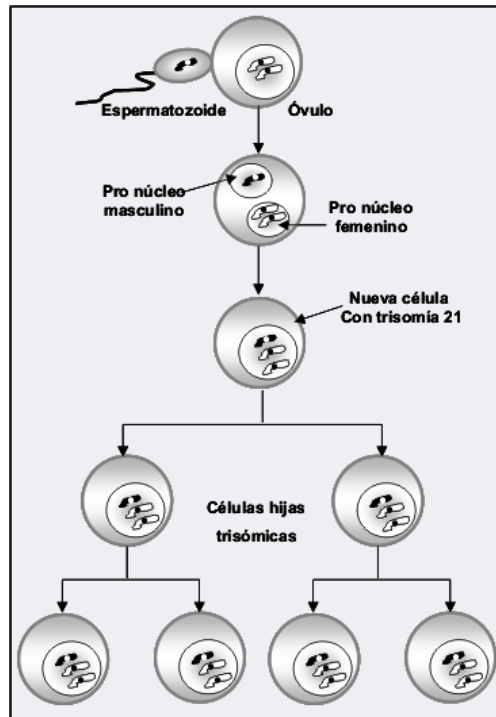


Figura 2.1. Ejemplo de una trisomía 21 regular.

En la Figura 2.1. se observa cómo es que una de las células sexuales (en este caso el óvulo) aporta un cromosoma 21 adicional durante la fecundación dando por resultado una célula nueva (cigoto) con 3 cromosomas 21, por lo que al reproducirse sus células hijas serán trisómicas.

Por otra parte la trisomía 21 regular también puede ser el resultado de una no disyunción (no separación) de cromosomas, durante la primera división celular después de la fecundación (Jasso, 1991), dando como resultado que todas las células del organismo posean un cromosoma 21 extra (Figura 2.2.).

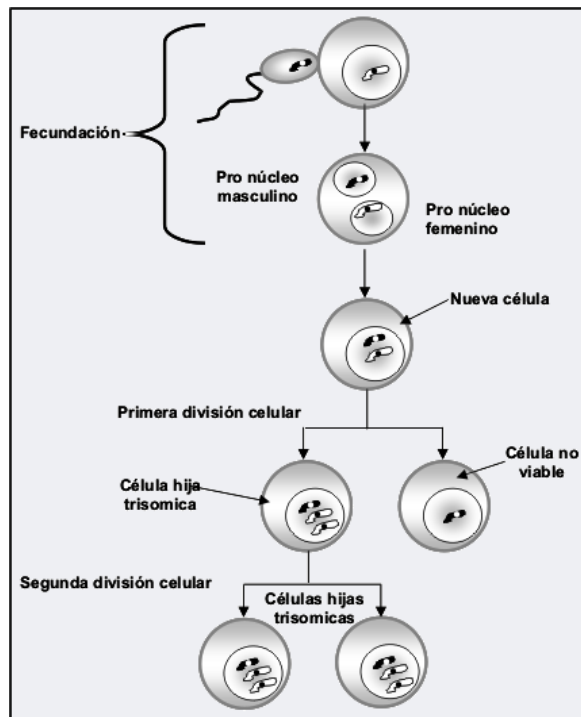


Figura 2.2. Ejemplo de trisomía regular 21 como resultado de un error en la distribución de los cromosomas durante la primera división celular.

Por otra parte, existen casos en las que sólo una porción de las células de las personas presentan este cromosoma 21 extra y el porcentaje restante de las células es normal, entonces se dice que estamos frente a un caso de SD mosaico (Jasso, 1991; Lambert & Rondal, 1989; Stratford, 1998). Esta clase de trisomía ocurre como resultado de un error en la distribución de los cromosomas durante o después de la segunda división posterior a la fecundación (Figura 2.3.). Este tipo de trisomía es difícil de detectar, porque esta condición es poco frecuente, de hecho la cifra de

incidencia calculada para este tipo de condición entre los casos de SD es del 1 al 2 % (Basile, 2008).

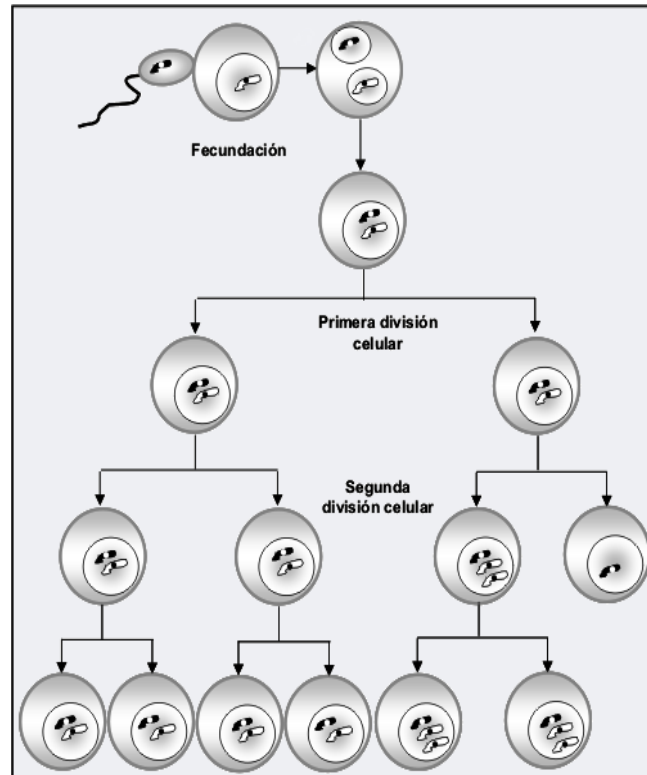


Figura 2.3. Ejemplo de un error en la distribución de los cromosomas durante la segunda división celular dando como resultado una porción de células con 47 cromosomas y otra con 46 o SD mosaico.

El último tipo de SD al se hará referencia es el que se produce por una translocación, fenómeno que ocurre cuando una parte o el total de un cromosoma se une a otro. En este caso se habla de un SD por translocación cuando el cromosoma 21

o parte de él se encuentra fundido con un cromosoma que nos es del par 21, generalmente sucede en los pares 13, 14, 15 (Jasso, 1991), aunque también puede ocurrir ocasionalmente con el par 21 o 22 (Kingston, 2002).

Alrededor de un 5% de los casos de SD son debidos a una translocación, estas pueden ocurrir de manera espontánea y se produce generalmente durante la primera división celular una vez efectuada la fecundación, o bien pueden transmitirse de padres a hijos, por lo que es importante detectar este tipo de casos (Jasso, 1991; Kingston, 2002; Stratford, 1998).

Cabe señalar que determinar si una persona es portador de una translocación es difícil porque aunque poseen 45 cromosomas, la persona no necesariamente presenta alteraciones de manera física o mental, ya que el cromosoma translocado cuenta por dos cromosomas (Jasso, 1991). Sin embargo, Basile (2008) y Lambert y Rondal, (1989) mencionan que las personas con SD por translocación poseen 46 cromosomas, aunque uno de los pares (Ej. 14 o 15) contiene información genética de más, ya que una porción o totalidad de uno de los cromosomas 21 se unió a este.

La Figura 2.4. ejemplifica un caso de trisomía 21 por translocación heredada. En donde una de las células sexuales (femenina o masculina) aporta una translocación 14/21. Por lo que al ocurrir la fecundación un posible resultado será un cigoto con trisomía 21 por translocación.



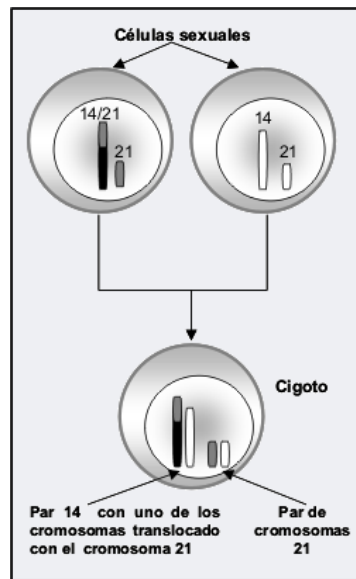


Figura 2.4. Ejemplo de una trisomía 21 por translocación heredada.

La determinación del mecanismo de distribución cromosómica que causa el SD es de relevancia porque algunos autores sugieren que el tipo de error en la distribución, la región cromosómica en la que sucede y su extenso, podría estar asociado a la severidad del cuadro (véase Patterson & Costa, 2005). De hecho, esta misma idea fue expresada por Hodapp et al. (2003) cuando enfatizaron la importancia de considerar la etiología del retardo mental dado que además de las característica físico-médicas también existen fenotipos conductuales asociados a la etiología del mismo síndrome, que influyen de manera relevante el desarrollo y calidad de vida de la persona. Por ejemplo, se ha observado que el SD se ha caracterizado por ciertos rasgos físicos y psicológicos particulares de esta condición, algunos de los cuales serán señalados a continuación.

### **2.1.3. Aspectos generales del fenotipo del síndrome de Down**

El fenotipo de un síndrome abarca diferentes aspectos del desarrollo físico y psicológico (e.g., cognitivos, conductuales y emocionales) y puede ser definido como la alta probabilidad de que las personas con un síndrome dado, exhiban ciertas características o secuelas en su desarrollo en relación con aquellos que no presentan el síndrome (Dykens, 1995; Loeches, Iglesias & Carvajal, 1991). En este caso los aspectos fenotípicos del SD son abordados de manera general en los siguientes apartados.

#### **2.1.3.1. Características físicas en el síndrome de Down**

El SD generalmente se caracteriza por rasgos físicos particulares, que en la mayoría de los casos, pueden discriminarse si se observa con detenimiento la apariencia facial y corporal de una persona con este síndrome. De hecho, en algunos registros realizados aun antes de que este síndrome fuera descrito como tal, se señalan rasgos que se incluyen como parte del fenotipo físico actualmente identificado en esta trisomía. Por ejemplo, Duncan en 1866 describió lo que parece ser un caso de SD, cuando en su escrito mencionó lo siguiente “una niña de cabeza pequeña, redondeada, con ojos rasgados, que dejaba colgar la lengua y apenas pronunciaba unas pocas palabras”. En este mismo año, Down (1886) realizó una de las primeras descripciones clínicas, en donde hacía referencia al aspecto físico de pacientes con trisomía 21 que él había atendido. El realizó la siguiente observación:

“El cabello no es negro como en el Mongol real, pero es de un color café marrón, lacio y escaso. El rostro es aplanado y ancho, y carente de prominencia. Las mejillas son redondas y lateralmente extendidas. Los ojos están oblicuamente colocados, y... los labios son grandes y gruesos con fisuras transversales. La lengua es larga, gruesa y es mucho más áspera. La nariz es pequeña. La piel tiene un ligero tinte amarillento...”

Aunque, en la descripción de rasgos señalados por Down (1886) se contemplan aspectos físicos que siguen siendo enumerados en las listas del fenotipo del SD, las referencias a características étnicas han sido desechadas dadas sus implicaciones. En la actualidad, se conocen más de 50 signos o rasgos clínicos característicos del SD. En la Tabla 2.2. se enlistan aquellos que con regularidad son mencionados por los autores (e.g., Basile, 2008; Chapman & Hesketh, 2000; Dyknes, 1995; Loeches et al., 1991) e instituciones especializadas en el SD (e.g., National Dissemination Center for Children with Disabilities, 2004). Es importante mencionar que las personas con SD no necesariamente presentan todas las características o condiciones médicas contempladas en su fenotipo. Esto es así, porque al igual que en la población general, la variabilidad está presente entre los miembros de un grupo con una misma discapacidad, aun cuando su condición sea etiológicamente homogénea como en el caso del SD (Chapman & Hesketh, 2000). Esta variabilidad puede ser debida su desarrollo ontológico, por ejemplo, dada su historia familiar, el contexto social, el factor ambiental e incluso las propias diferencias individuales relacionadas a su carácter, estilo y/o personalidad.

Tabla 2.2. Algunos de los signos más comúnmente observados en el fenotipo del síndrome de Down.

<b>Características del síndrome de Down</b>				
<b>Físicas</b>	<b>Neurales</b>	<b>Cognitivas</b>	<b>Conductuales</b>	<b>Emocionales</b>
–Cabeza pequeña	–Patología	–Retardo mental	–Presentan, más	–Rezago en el
–Cabello fino	neuroquímica	(severo a leve).	conductas	desarrollo emocional.
–Ojos rasgados	–Cambios	–Dificultad para el	inadecuadas que los	–Incremento de la
–Párpados caídos	neuropatológicos	procesamiento de la	niños de la población	probabilidad de
–Nariz pequeña y	progresivos	información	general.	presentar depresión
aplanada		–Tienden a la		con el avance de la
–Lengua prominente		distracción		edad.
–Cuello corto y ancho		–Dificultades con la		
		memoria declarativa		

Continuación de la Tabla 2.2. Algunos de los signos más comúnmente observados en el fenotipo del síndrome de Down

<b>Características del síndrome de Down</b>				
<b>Físicas</b>	<b>Neurales</b>	<b>Cognitivas</b>	<b>Conductuales</b>	<b>Emocionales</b>
–Orejas, dientes y manos pequeñas		– Dificultades en la capacidad de consolidar y recuperar la memoria	– Menor número de conductas desadaptativas en comparación con otras poblaciones que tienen discapacidad intelectual.	–Incremento de la probabilidad de presentar ansiedad con el avance de la edad.
–Extremidades cortas		–Dificultades con la memoria auditiva		
–Sobrepeso		–Mejor desempeño en memoria a corto plazo		
–Piel amoratada		visual		
–Hipotonía		–Probabilidad alta de presentar Alzheimer a partir de los 40 o 50 años de edad		

Además de las características antes mencionadas, las personas con SD también pueden presentar diversas patologías asociadas a su condición genética, cuyo diagnóstico y manejo médico inciden significativamente en su calidad de vida. Entre los problemas de salud, que más frecuentemente se asocian al SD, se encuentran las malformaciones congénitas mayores (e.g., cardiopatías congénitas y malformaciones del tracto gastrointestinal), problemas endocrinológicos, hematológicos, inmunológicos, otorrinolaringológicos, oftalmológicos, neurológicos, ortopédicos, psiquiátricos, dentales, ginecológicos, entre otros (Basile, 2008; Loeches et al., 1991; Santos & Morizon, 1999).

#### **2.1.3.2. Características cognitivas en el síndrome de Down**

Aunque las personas con SD presentan un cuadro con etiología homogénea, su desempeño intelectual fluctúa desde aquellos que están más cerca del funcionamiento cognitivo estándar hasta los que tienen un retardo mental severo (Basile, 2008; Sroufe, 1998). A este respecto, las personas con SD tienen niveles de coeficiente intelectual (CI) que varían entre 36 y 107 pero que declinan significativamente después de los 40 años de edad (Roizen & Patterson, 2003; Wang, 1996).

En relación a lo anterior, Loeches et al. (1991) mencionan que se ha tratado de determinar si la variabilidad en los índices de CI están en función del tipo de trisomía 21 (regular, mosaico o por translocación). Sin embargo, los resultados de los

estudios realizados no muestran evidencia concluyente, aunque se ha sugerido que debido a que en la trisomía 21 por mosaico se observa una mayor heterogeneidad genotípica, y por tanto fenotípica, es probable que en este tipo de trisomía exista una mayor variabilidad en relación al rendimiento intelectual, así como en otros aspectos.

En general, se ha observado que el desarrollo intelectual de las personas con SD parece seguir el mismo patrón que el seguido por la población regular, sin embargo, su evolución es más pausada en comparación con el patrón de desarrollo de la población típica (Lambert & Rondal, 1989).

#### **2.1.3.3. Características conductuales en el síndrome de Down**

Aunque el fenotipo en personas con SD incluye un significativo retardo en el desarrollo cognitivo no verbal y es acompañado por déficit específicos en el lenguaje y en la memoria a corto plazo, ellos presentan menos problemas de conducta y adaptación en comparación con otras discapacidades intelectuales (Chapman & Hesketh, 2000; Fidler, Hodapp & Dykens, 2002). Sin embargo, existen reportes que señalan que los niños con SD parecen presentar más problemas de conducta en comparación con los niños de la población general. En particular, señalan que tienen a demandar mucha atención, presentan conductas de testarudez y desobediencia, etc. (e.g. véase Pueschel, Bernier & Pezzullo, 1991). En relación estrecha a esta área del desarrollo se encuentra el repertorio emocional el cual será abordado a continuación.

#### **2.1.3.4. Características emocionales en el síndrome de Down**

Existen relativamente pocos estudios acerca de las características emocionales y del desarrollo emocional de las personas con SD. Esto, en parte es debido a que el estudio científico de esta condición genética se había centrado más en la exploración y determinación de las habilidades cognitivas. Lo que atrae particularmente la atención, si se considera que las emociones son componentes claves en la adaptación al entorno, puesto que ellas participan tanto en la organización de la conducta como en los procesos cognitivos de alto rango, tales como el pensamiento, la memoria, la percepción, la evaluación de eventos y el aprendizaje (Filliozat, 1998; Gross, 1999; Well, 2003).

Dada la relevancia de la emoción en la vida humana, se ha incrementado el número de investigaciones que pretenden explorar este fenómeno de la emoción en diferentes poblaciones, incluyendo el SD (e..g. Carvajal & Iglesias, 2000; Kasari, Freeman & Bass, 2003; Sroufe, 1998;). Para ello, se han utilizado una diversidad de técnicas de exploración. Por ejemplo, el análisis de videograbaciones para la observación de conductas como la sonrisa social (e.g. véase Reddy, Williams & Vaughan, 2001). También se han sugerido una variedad de indicadores para el estudio de los procesos emocionales en el SD entre las cuales encontramos la habilidad para reconocer rostros emocionales.



El reconocimiento facial emocional, ha sido considerado de especial relevancia en este campo, porque es un elemento regulador importante de la conducta social (Chung & Donald, 1995) y es una habilidad esencial que le permite a las personas inferir procesos emocionales y cognitivos, así como determinar las posibles acciones futuras de otra persona (Carvajal & Iglesias, 2002; Ekman, 2003; Kaiser & Wehrle, 2001).

Considerando lo anterior, en el siguiente apartado son abordados algunos aspectos relacionados al tema de reconocimiento facial – emocional y de manera posterior se describe la exploración del reconocimiento de emociones faciales en el SD.

## **2.2. El reconocimiento facial como un indicador de procesos emocionales**

Diversos autores han sugerido como criterios de medición emocional: la sonrisa (Sroufe, 1998), la evitación conductual (Bertenthal, Campos & Barrett, 1984; Schwartz, Campos & Baisel, 1973) los aspectos faciales emocionales (Ekman, Friesen & Hager, 2002; Izard, 1978). Algo interesante relacionado al factor de la expresión facial es que frecuentemente los individuos dan más atención a su propia expresión facial y la de los demás que a otros canales de comunicación verbal (Noller, 1986) y no verbal (Friedman, 1978). De hecho, el rostro es considerado uno de los estímulos más relevantes en la vida humana, no solo por su valor social sino

también por su significado evolutivo (Cassia, Simion & Umiltà, 2001; Mondloch, Lewis, Budreau, Maurer, Dannemiller, Stephens & Kleiner-Gathercoal, 1999).

Por otra parte, la expresión facial además de jugar un papel importante como un medio de comunicación emocional, también es considerada como un estímulo elicitador de procesos emocionales. De esta manera, entender la forma en cómo los humanos expresan y comprenden la conducta facial es entender un eje relevante de la interacción social humana. De aquí la importancia del estudio del desarrollo del reconocimiento de las emociones faciales. A este respecto se sabe que existen mecanismos de tipo filogenético y factores como la edad y el sexo que afectan el desarrollo de esta habilidad (Borod, Yecker & Brickman, 2004; Sullivan, Ruffman & Hutton, 2007) lo que implica una alta complejidad en la exploración del reconocimiento facial, algunos de estos aspectos son abordados a continuación.

### **2.2.1. El desarrollo de las habilidades de reconocimiento facial de la emoción y variables de estudio.**

Al principio de la vida humana, el reconocimiento facial comienza de una forma muy rudimentaria, de hecho se ha sugerido que debido a que durante los primeros días de vida el reconocimiento facial está bajo el dominio de un mecanismo innato que no es sensible a las diferencias que caracterizan la configuración interna de una cara particular, los bebés de edades muy tempranas no pueden discriminar un rostro de otro (Cassia et al., 2001). Aunque, sí se ha observado que desde unos pocos

minutos después de nacidos, ellos ya muestran una marcada preferencia por los patrones que se asemejan a rostros más que por otro tipo de estímulos (Acerra, Burnod, & Schonon, 2002). Esto significa que los humanos son capaces de reconocer patrones faciales desde edades muy tempranas. De hecho existe evidencia de que esta habilidad está presente en los bebés humanos a tan solo nueve minutos después de su nacimiento (Schwarzer, Zauner & Korell, 2003). Sin embargo, los mecanismos de procesamiento de información facial que predominan en esta etapa han sido poco explorados, por lo que muchos aspectos aun son desconocidos, especialmente aquellos que se refieren al reconocimiento facial emocional (Thomas, de Bellis, Graham & LaBar, 2007).

Con respecto al desarrollo del reconocimiento facial se han sugerido dos mecanismos básicos que intervienen en el procesamiento facial durante la infancia. El primero ha sido vinculado a un dispositivo innato (Conspec) que dirige de manera sesgada la atención hacia cierto tipo de estímulos. El segundo mecanismo (Conlern) sugiere la intervención de un proceso de aprendizaje y maduración del sistema visual. La evidencia apunta a la existencia de ambos mecanismos en diferentes etapas del desarrollo (Morton & Johnson, 1991).

En relación a estos mecanismos, existen dos hipótesis que han sido centrales para tratar de dar respuesta a la interrogante de cómo es que los humanos aprenden a reconocer patrones faciales. La primera sugiere que las caras son preferidas por los bebés debido a las propiedades físicas intrínsecas del patrón visual del rostro, que a

diferencia de otros patrones visuales son perfectamente compatibles con las habilidades sensoriales de los recién nacidos (hipótesis sensorial). Mientras que la segunda hipótesis alude a la existencia de un mecanismo innato que involucra una representación del rostro humano que incluye información de la distribución espacial de los elementos principales del mismo (hipótesis estructural) (Schwarzer et al., 2003).

Por otra parte, además de los aspectos de tipo innato y sensorial, otros factores que influye en el desarrollo de la habilidad del reconocimiento facial son la experiencia que el infante obtiene de su medio externo (Turati, 2004), el estatus socioeconómico, el desarrollo de la habilidad verbal, los cambios en el desarrollo cognitivo y perceptual, los cambios a nivel neural o en la especialización hemisférica, los cambios en el modo o estilo de procesar (analítico u configuracional) los diferentes elementos faciales (Leder, Schwarzer & Langton, 2003), etc. Por ejemplo, algunas investigaciones han mostrado que la habilidad para decodificar la expresión facial mejora significativamente con el tiempo en los niños de edad preescolar. Una propuesta es que la experiencia que comúnmente las personas tienen las convierten en expertos en el reconocimiento facial individual lo cual conlleva a una mejora en esta habilidad (Turati, 2004).

Por otra parte, existe evidencia que sugiere que los jóvenes adultos en comparación con los adultos mayores tienden a tener un desempeño superior en el reconocimiento de las emociones y observan en mayor medida los ojos que la boca.

Por ejemplo, los adultos jóvenes parecen ser más acertados que los adultos mayores en el reconocimiento del miedo, enojo y tristeza (Sullivan et al., 2007).

Además de la edad, el desarrollo del procesamiento facial es moderado por otros factores como el sexo y la familiaridad facial. A este respecto, los hallazgos de diferentes investigaciones señalan que las niñas presentan un mejor desempeño cuando se trata de interpretar la expresión facial en comparación con los niños de su misma edad (Herba & Phillips, 2004). En cuanto a la familiaridad se ha observado que los niños parecen preferir los rostros con rasgos de su propia etnia más que los de etnias diferentes (Kelly, Quinn, Slater, Lee, Gibson, Smith, Ge & Pascalis, 2005).

El reconocimiento de caras ha comenzado a atraer la atención de los psicólogos dada la relevancia que tiene esta habilidad aun para los individuos más jóvenes de la especie humana (Zebrowitz, 2006). Un aspecto interesante es el surgimiento de una amplia variedad de diseños de investigación y técnicas de manipulación de estímulos para la exploración de esta habilidad. Por ejemplo, entre las variables independientes que se han manipulado en el estudio del reconocimiento facial se encuentran aspectos como el tiempo de exposición de los estímulos faciales, la distancia a la que son presentados, variaciones en las características intrínsecas del estímulo (brillo, contraste, color, etc.), el arreglo de los elementos faciales, la presentación en movimiento o estática de los estímulos faciales, entre otras (e.g., Schwarzer et al., 2003; Zebrowitz, 2006).

### **2.2.2. El estudio del reconocimiento facial de la emoción**

A lo largo de la vida las personas tienen que identificar y discriminar un gran número de caras, aun cuando existe una alta similitud entre ellas, y algunas veces aun con información parcial o incompleta, esta tarea se realiza en la mayoría de las ocasiones con éxito. Por este motivo, el aparato cognitivo responsable del reconocimiento facial ha sido considerado como uno de los sistemas de mayor complejidad en los humanos y otras especies biológicas (Acerra et al., 2002).

A pesar del reconocimiento facial, es interesante notar que hace sólo 50 años era difícil encontrar reportes de investigación sobre esta habilidad (Zebrowitz, 2006). Actualmente, existe un mayor interés por explorar la habilidad de reconocer caras. Por ejemplo, los neurocientíficos cognitivos están interesados en el reconocimiento facial debido a que éste parece ser una función especializada del cerebro, por lo que la exploración de los mecanismos neurales que le subyacen es de particular relevancia para esta área. Los psicólogos del desarrollo también han prestado mayor atención al estudio del reconocimiento de caras dado que estas proveen un canal de comunicación aun entre los más jóvenes de la especie humana (Nelson, 2001, Schwarzer & Leder, 2003; Zebrowitz, 2006).

Esta expansión en el estudio del reconocimiento facial es lo que ha permitido explorar una amplia gama de factores relacionados a la percepción facial, el desarrollo del reconocimiento facial, los mecanismos neurales y las diferencias

individuales en la habilidad para reconocer rostros, etc. Entre las variables independientes que se han manipulado encontramos aspectos como el tiempo de exposición de los estímulos faciales, la distancia a la que son presentados, variaciones en las características intrínsecas del estímulo (brillo, contraste, color, etc.), el arreglo de los elementos faciales, la presentación en movimiento o estática de los estímulos faciales, entre otras (e.g. véase Morton & Johnson, 1991; Mondloch et al., 1999; Schwarzer et al., 2003; Zebrowitz, 2006).

Las técnicas empleadas para explorar el efecto de estas manipulaciones sobre la habilidad de reconocimiento facial varían según el aspecto del procesamiento facial que esté siendo explorado (estilo de procesamiento facial, mecanismos neurales, percepción facial, etc.) y el rango de edad de la muestra o población. Por ejemplo, para explorar el reconocimiento de caras en la primera década de vida se han utilizado estrategias o técnicas como las presentadas en el Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Se muestran algunas de las técnicas que son de utilidad en la exploración del reconocimiento facial durante la infancia temprana.

Técnica	Objetivo	Ejemplos
Tareas de categorización de la expresión facial: cambiando la orientación de estímulos o bien cambiando las identidades de las caras presentadas.	Examinar los estilos de procesamiento facial (Analítico y configuracional).	Schwarzer et al. (2003).  Leder et al. (2003).
Diseños de cambio (switch design en ingles): sustituyendo una o varias características del estímulo facial por otra característica equivalente de otro estímulo (algunas veces se les denomina tareas de habituación).	Explorar el efecto de las propiedades de organización espacial del rostro y los estilos de procesamiento facial (Analítico y configuracional).	Maurer y Barrera (1981).  Schwarzer et al. (2003).
	Indagar sobre el efecto de características específicas como la raza	Sangrigoli y de Schonen (2004).



Continuación de la Tabla 2.3. Se muestran algunas de las técnicas que son de utilidad en la exploración del reconocimiento facial durante la infancia temprana.

Técnica	Objetivo	Ejemplos
Técnica de la observación preferencial (en inglés the preferential-looking technique)	Explorar los mecanismos neurales del procesamiento facial (Subcorticales y corticales).	Mondloch et al. (1999).  Morton y Johnson (1991).
	Examinar la influencia de factores como atractividad de un rostro.	Slater, Quinn, Hayes y Brown (2000).
Redes neurales	Probar diversas hipótesis sobre el procesamiento facial.	Acerra et al. (2002).

Las técnicas de exploración del reconocimiento facial utilizadas durante la infancia tardía, la adolescencia y la edad adulta difieren notablemente de aquellas utilizadas en niños o infantes muy pequeños. Por ejemplo, se utilizan tareas de memorización facial (Pine, Lissek, Klein, Mannuzza, Moulton, Guardino & Woldehawariat, 2004; Reynolds & Pezdek, 1992), estudios con técnicas de neuroimagen (Herba & Phillips, 2004), pruebas de reconocimiento facial (Christensen, Riley, Heffernan, Love & MacLaughlin Sta.Maria, 2002), etc. Estas y otras técnicas de investigación aplicadas en la población típica han permitido observar cómo es que factores tales como la edad afectan la habilidad de reconocer rostros y el procesamiento facial. Por ejemplo, se sabe que los humanos desde edades tempranas pueden reconocer patrones faciales y que el estilo de procesamiento facial (analítico o configuracional) oscila dependiendo de la edad y de la característica del rostro observada (Morales et al., 2010).

El amplio espectro de técnicas existentes para el estudio del reconocimiento facial ha permitido observar el efecto que tiene la manipulación de variables como la atractividad, género, simetría y configuración facial, etc., aun en poblaciones muy jóvenes, y también ha hecho posible la exploración de los mecanismos neurales y cognitivos que intervienen en el procesamiento de caras en condiciones donde existe algún daño, déficit o deterioro neurocognitivo, como el caso de pacientes con prosopagnosia (e.g. de Gelder & Rouw, 2000; Jones & Tranel, 2001; Marotta, McKeeff & Behrmann, 2002) Alzheimer (e.g. Hargrave, Maddock & Stone, 2002), autismo (e.g. Dawson, Webb, Carver, Panagiotides & McPartland, 2004), retardo

mental (e.g. Morales & López, 2006; Turk & Cornish, 1998; Wishart & Pitcairn, 2000), daño amígdalar (e.g. Adolphs & Tranel, 2004; Calder, Young, Rowland, Perrett, Hodges & Etcoff, 1996), ansiedad (e.g. Bradley, Mogg, Falla & Hamilton, 1998; van Honk, Tuiten, de Haan, van den Hout & Stam, 2001), enfermedad de Huntington (e.g. Calder, Keane & Manes, 2000) etc.

Sin embargo, aunque el cuerpo de investigación sobre la percepción facial ha tenido un marcado incremento en las últimas décadas, no ha sido fácil unificar las teorías e incorporar los hallazgos de diferentes áreas en modelos que integren todos los aspectos asociados con el reconocimiento facial, que van desde los procesos perceptuales hasta aquellos factores de tipo cognitivo y neural (Zebrowitz, 2006).

Esto se debe en parte a la gran variedad de procedimientos y tipos de estímulos empleados para explorar el reconocimiento facial, sin embargo, a pesar de estas dificultades han surgido modelos que intentan explicar la forma en cómo las personas extraen información de los rostros. Por ejemplo, un campo que ha sido fructífero en la generación de modelos de reconocimiento facial es el relacionado con la neuropsicología cognitiva, en donde cerca de la década de los ochentas comenzó a surgir un interés especial por explorar variables como la familiaridad facial y cuyas investigaciones culminaron en una serie de modelos modulares acerca del reconocimiento facial, los cuales asumen que diferentes aspectos del reconocimiento de caras son procesados por unidades separadas o módulos (Lund, 2001). Generalidades acerca de estos modelos son expuestas a continuación.

### **2.3. Perspectiva neuropsicológica del reconocimiento facial de la emoción**

El cerebro humano tiene la capacidad de extraer diferentes clases de información del rostro. Por ejemplo se puede identificar el estado emocional, se puede determinar el grado de atractivo facial, también es posible determinar la identidad de la persona observada. Aunque esta información también puede ser obtenida a través de otros medios (el tono de voz, la postura corporal, etc.), el rostro ha resultado ser una de las claves más distintivas y ampliamente utilizadas por los seres humanos, y la pérdida de la habilidad para reconocer caras ha mostrado que puede afectar de manera importante la vida de las personas (Bruce & Young, 1986; Kanwisher & Moscovitch, 2000). Esto ha incrementado el interés por comprender los mecanismos del reconocimiento facial, lo que ha generado diferentes modelos para explicar cómo es que la información facial es procesada, qué factores afectan el análisis que se realiza del rostro, etc.

Uno de los modelos de mayor relevancia es el propuesto de Bruce y Young, (1986), en donde tratan de explicar cómo es que las personas reconocen las caras familiares y de qué manera este proceso de reconocimiento se relacionaba con otros aspectos del procesamiento facial. Estos autores plantean un sistema multimodal que está constituido por ocho componentes (Figura 2.5.), cada uno especializado en analizar diferentes tipos de información facial (identidad, códigos del habla, expresión facial, etc.).

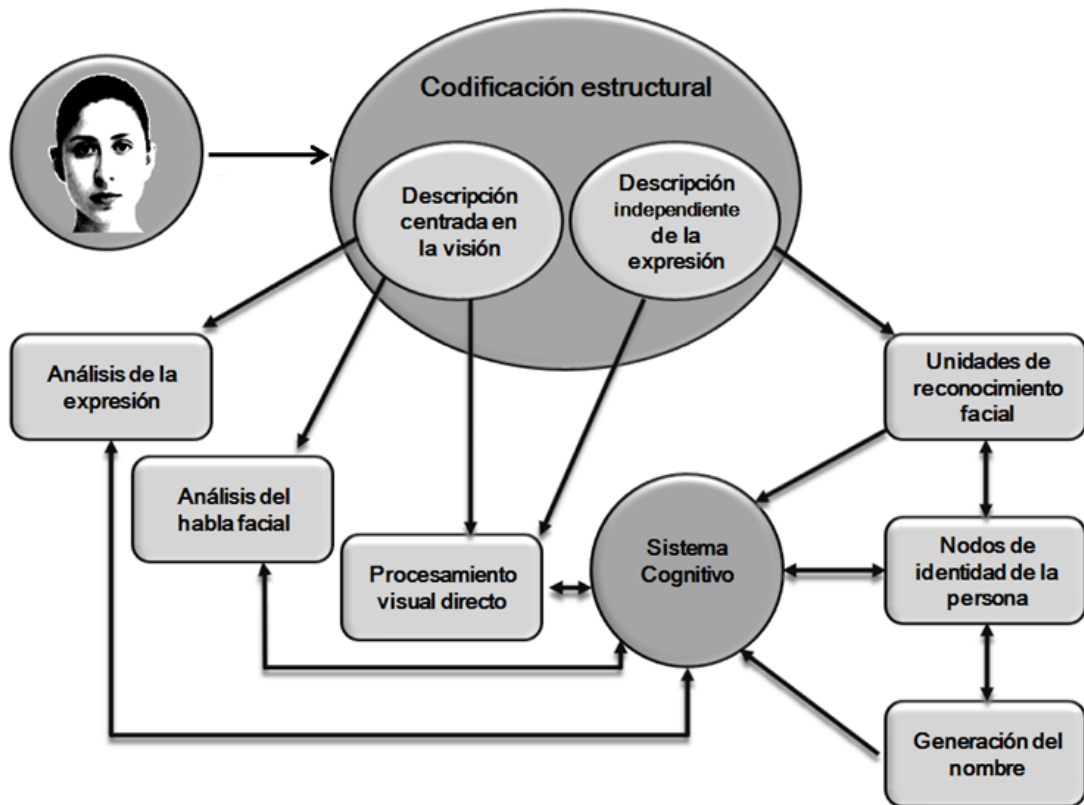


Figura 2. 5. Modelo modular de reconocimiento de caras propuesto por Bruce y Young (1986).

Uno de los puntos clave de este modelo es el que propone que las caras familiares y no familiares son procesadas en forma diferente (Lund, 2001; Parkin, 1999; Dubois et al., 1999). Las caras no familiares son procesadas a través del componente de la *descripción centrada en la visión*. Este componente se encarga de analizar los estados emocionales de una persona a través de su elemento *análisis de la expresión*, así como de analizar las características faciales del habla a través de *análisis del habla facial*. Para atender ciertos aspectos de manera más cuidadosa

según este modelo se recurre al elemento denominado *procesamiento visual directo*. Por último el componente que toma las decisiones, respuestas iniciales y aquellas actividades que no desempeñan los demás elementos del modelo es *el sistema cognitivo*.

Por otra parte, las caras familiares son procesadas a través del componente relacionado con *la descripción independiente de la expresión*. La información facial recibida es enviada a las unidades de reconocimiento facial (en inglés Face Recognition Units, FURs) que detectan las configuraciones faciales específicas, estas unidades a su vez se contactan con los nodos de identidad de la persona (en inglés Person Identity Nodes, PINs) cuya función es la de proporcionar información tal como los intereses de una persona, su trabajo, amigos, etc. Finalmente, este eslabón se conecta con un último elemento y forma una especie de circuito cerrado de donde se obtiene el nombre de la persona, a este elemento se le conoce como *generación del nombre*. Así mismo los PINs acceden a la información almacenada en el sistema cognitivo.

A pesar de la utilidad del modelo propuesto por Bruce y Young (1986), una serie de observaciones se han realizado respecto al mismo por que dicho modelo no explica todos los aspectos del reconocimiento de caras, por ejemplo, no explica el mecanismo a través del cual una cara no familiar llega a ser familiar. Además, algunos de los componentes del modelo no son cuidadosamente definidos y el aspecto emocional no es ampliamente abordado (Lund, 2001)

Otras propuestas han surgido a partir del modelo anterior. Este es el caso de Burton et al. (1990), quienes propusieron el modelo de activación interactiva. Este modelo retoma una parte considerable de los conceptos originales de Bruce y Young (1986). Sin embargo, los autores del modelo interactivo propusieron solamente tres elementos para construir su modelo: las unidades de reconocimiento facial (FURs), los nodos de identidad personal (PINs) y las unidades de información semántica (en inglés Semantic Information Units, SIUs). Los tres elementos están vinculados a través de enlaces bidireccionales. Lo que sugiere que se puede activar información de un elemento a otro (Lund, 2001). En este modelo las FURs son las unidades que se activan cuando una cara familiar es presentada aun desde diferentes ángulos. Los PINs son los que toman las decisiones acerca de la familiaridad y por último las SIUs contienen la información acerca de la persona. Los nombres pueden ser accedidos sin necesidad de extraer información autobiográfica. Al igual que en el modelo de Bruce y Young, la atención se centro en explicar más los procesos de tipo cognitivo sin incluir los aspectos de tipo emocional.

Los modelos más recientes han comenzado a incluir los aspectos afectivos del reconocimiento facial (Herzmann, Schweinberger, Sommer & Jentsch, 2004). Estos modelos comprenden tanto los aspectos de tipo cognitivo como los elementos afectivos implicados en el procesamiento facial. De esta forma, Breen et al. (2000) sugirieron que en el reconocimiento de caras existen dos rutas de procesamiento, la primera relacionada con el reconocimiento consciente de la identidad (misma que

describen Bruce & Young, 1986) y la segunda al reconocimiento encubierto (sugiere que las caras activaran la ruta afectiva en función de su valencia emocional).

La evidencia para este tipo de modelos proviene de estudios en donde se ha observado que un componente emocional está mediando el reconocimiento encubierto de caras específicamente de tipo familiar (Bobes, Lopera, Coma, Galan, Carbonell, Bringas & Valdés-Sosa, 2004). Por otra parte, hallazgos recientes indican que las caras con contenido afectivo (caras familiares) se diferencian en latencia y topografía neural de aquellas que no lo tienen (caras aprendidas, caras no familiares) (Quiñones, Pérez, León & Bobes, 2006) esto implica que el procesamiento de caras con contenido emocional y no emocional probablemente involucra rutas diferentes.

La inclusión de los aspectos emocionales en el estudio del reconocimiento facial abre la posibilidad de responder a los cuestionamientos relacionados con el funcionamiento del aparato cognitivo emocional a través del estudio del procesamiento de caras tanto en la población típica como en individuos que presentan un estado de deterioro cognitivo. La exploración de este mecanismo es fundamental para la comprensión de los principios implicados en el procesamiento de la información emocional y su impacto sobre la conducta emocional (Fiedler, 2003; Hanze & Meyer, 1998; Morales & López, 2006).

Una de las aproximaciones que ha mostrado ser de gran utilidad para comprender el impacto de este tipo de déficit en el reconocimiento facial emocional,



así como para la exploración de los mecanismos cognitivos implicados en el procesamiento de información facial emocional, ha sido el enfoque cognitivo de la emoción humana, el cual asume que toda emoción posee un componente racional que incluye operaciones cognitivas automáticas conscientes o no conscientes.

Este supuesto es de relevancia porque sugiere que en el reconocimiento de una cara emocional es necesario un proceso de evaluación cognitiva que determina si la información facial que se procesa se relaciona con una emoción y si se debe reaccionar consecuentemente de una forma emocional o no. Es decir que los procesos de evaluación emocional implicados en el reconocimiento emocional influyen la manera en que la información facial recibida es percibida, y tiene implicaciones en la conducta y la adaptación social. Por ello, el estudio de la forma cognitiva en cómo los humanos evalúan los estímulos faciales emocionales cobra relevancia para la creación de estrategias de intervención en pacientes que por alguna condición presentan déficit en el desempeño del reconocimiento facial emocional. En el apartado siguiente se abordan los aspectos relacionados con el estudio del reconocimiento facial desde una perspectiva cognitiva.

#### **2.4. El enfoque cognitivo del reconocimiento facial emocional: implicaciones en el estudio del fenotipo emocional del síndrome de Down**

La investigación en el SD ha sido enfocada por muchas décadas en las dimensiones cognitivas y conductuales. Por contraste, la investigación sobre el

procesamiento cognitivo emocional relacionado con esta condición genética ha recibido poca atención. Mayor número de investigaciones son necesarias, desde que la emoción es un componente central en la interacción humana y en otros aspectos de la vida diaria (e.g., la conducta, el aprendizaje, etc.).

Explorar el factor emocional en el SD permitiría determinar si existe un fenotipo emocional que sea característico de esta condición genética. Por ejemplo, algunos déficits en la regulación y el reconocimiento emocional han sido asociados a la estructura neural que se presenta de manera característica en esta población (véase Benda, 1971; Jeringan et al., 1993; Raz et al., 1995). Sin embargo, el efecto de estas características neurales sobre el sistema cognitivo emocional de una persona con SD no ha sido claramente determinado. Una forma de aproximar esto, es desde el enfoque cognitivo de la emoción humana, el cual es descrito a continuación.

#### **2.4.1. La emoción humana desde la teoría cognitiva**

La emoción humana surgió como un campo de estudio científico de manera reciente. Esto es así por varias razones, por ejemplo, un factor que influyó para que se diera una consideración tardía de la emoción como un objeto de estudio científico, es la dificultad de definirla de manera clara y objetiva. De hecho, en la actualidad siguen existiendo debates acerca de cómo ésta debe ser conceptualizada, qué postura debería ser tomada para su estudio, y cuáles de sus propiedades deberían ser consideradas como sus indicadores (e.g. véase Parkinson, 1995; Plutchik, 1994).

En general, la forma en cómo la emoción ha sido definida ha variado en función de la perspectiva, el contexto y la época desde la cual se ha abordado su estudio. De hecho la evolución en la conceptualización de la emoción puede verse reflejada a través del amplio rango de definiciones que se generaron con respecto a la misma a lo largo de los últimos dos siglos, algunas de estas son expuestas en la Tabla 2.4.

Tabla 2.4. Algunas definiciones de la emoción

Autor	Conceptualización de la emoción
James (1884)	Consideraba que la emoción era en realidad los sentimientos sobre los cambios corporales que siguen directamente a la percepción del evento elicitor.
Watson (1916)	Definía a la emoción como un patrón de reacción hereditario que involucra profundos cambios en el mecanismo del cuerpo como un todo.
MacLean (1949, 1952)	Visualizó las emociones como un mecanismo de tipo evolutivo que obedece a dos principios: la supervivencia de la especie y la autopreservación.

Continuación de la Tabla 2.4. Algunas definiciones de la emoción

Autor	Conceptualización de la emoción
Bowlby (1969)	Sostenía que las emociones son fases de una evaluación intuitiva del individuo ya sea de su propio estado orgánico y la urgencia de actuar o de la sucesión de situaciones ambientales en las que él se encuentra así mismo. También las emociones son acompañadas de expresiones faciales y corporales.
Kihlstrom, Shelagh, Tobias y Tobis (2000)	Propusieron que las emociones no necesariamente son procesos subjetivos de tipo consciente, sino que estas pueden presentarse aun sin que la persona que las experimenta sea consciente de la emoción por sí misma.

Estas conceptualizaciones sugieren que la emoción no se reduce a un evento de un solo componente sino que es un proceso complejo, que involucra la participación de diversos factores tales como el cognitivo, conductual y biológico, y cuya complejidad incrementa si se considera que ésta puede manifestarse en niveles diferentes de procesamiento, esto es a nivel consciente o bien a nivel no consciente.

Otro factor que contribuyó al desinterés en el estudio de la emoción, fue que hasta hace poco se conservaban la visión de que las emociones eran una expresión primitiva de la naturaleza humana, por lo que su estatus como objeto de estudio no era tan relevante como la exploración del intelecto humano (Morales et al., 2010). Con el reconocimiento del factor emocional como una parte inherente y esencial de la vida humana, este desinterés ha comenzado a cambiar y actualmente su estudio, ha comenzado a atraer la atención de los científicos en diferentes áreas. Por ejemplo, en el campo de la psicología surgió una preocupación central por comprender la estructura, la funcionalidad y la dinámica de la emoción humana.

En general, la exploración científica de la emoción puede dividirse en dos tradiciones principales: la orgánica y la mental. En la aproximación orgánica, la emoción es vista como el resultado de eventos físicos, aquí los aspectos fisiológicos son los determinantes de la emoción. En contraste, en la visión mentalista, la emoción es considerada como una consecuencia de eventos psicológicos (Mandler, 2003). Estas dos tradiciones reflejan la influencia de la dualidad mente-cuerpo en el campo de la psicología contribuyendo al surgimiento de diversas corrientes teóricas como las señaladas en la Tabla 2.5.

Debido a que para la presente investigación, es de particular interés, la postura cognitiva de la emoción, es de relevancia señalar la influencia que ha tenido la dualidad mente/cuerpo, en la evolución de la visión cognitiva de la emoción, generando diversas posturas que comprenden desde aquellas aproximaciones que

postulan el aspecto estructural (e.g., la teoría de la red asociativa) el aspecto funcional (e.g., la teoría cognitiva de la emoción), o bien ambos elementos (funcional y estructural), como ejes centrales en el desarrollo de los paradigmas que explican la emoción (e.g., ciencia cognitiva). De manera específica, dos enfoques son considerados como principales en el desarrollo de la presente tesis: Las teorías cognitivas de la evaluación emocional y el conexionismo.

Tabla 2.5. Algunas aproximaciones al estudio de la emoción humana.

Aproximación teórica	Generalidades	Ejemplos de teorías
Primeras teorías	Este tipo de aproximaciones son las primeras teorías que comienzan a considerar la naturaleza de la emoción (biológica vs. social) y a distinguirla de la no emoción. Además enfatizan el aspecto evolutivo y funcional de la emoción así como su componente fisiológico (Strongman, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría de McDougall</li> <li>• Teoría de James-Lange</li> <li>• Teoría de Cannon-Bard</li> <li>• Teoría de Papez</li> </ul>
Teorías conductistas	Estas teorías se caracterizan por considerar la emoción como una conducta y generalmente el componente subjetivo de la emoción es excluido de sus explicaciones con la finalidad de proporcionar definiciones que permitan la medición directa y objetiva de la misma (English, 1924; Strongman, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría de Watson</li> <li>• Teoría de Harlow-Stagner</li> <li>• Teoría de Millenson</li> </ul>

Continuación de la Tabla 2.5. Algunas aproximaciones al estudio de la emoción humana.

Aproximación teórica	Generalidades	Ejemplos de teorías
Del desarrollo	En general una perspectiva del desarrollo de la emoción se centran en comprender la forma en cómo se organiza la conducta emocional en un determinado momento, considerando diferentes dominios del desarrollo a través de una línea de tiempo (Sroufe, 1998; Strongman, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría socioemocional de Sroufe</li> <li>• Teoría del equilibrio emocional de Giblin</li> <li>• Teoría del apego de Bowlby</li> </ul>
Social	Estas teorías, de manera general enfatizan el significado de la emoción, la etología de la misma, y plantean las causas de la emoción dentro del ambiente social (e.g., relaciones sociales, expresión del grupo, etc.) (véase Strongman, 2003).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría del diccionario de Davitz</li> <li>• Teoría de las relaciones sociales de Rivera</li> <li>• Teoría de la dimensionalidad de Frijda</li> </ul>



Continuación de la Tabla 2.5. Algunas aproximaciones al estudio de la emoción humana.

Aproximación teórica	Generalidades	Ejemplos de teorías
Cognitiva	Trata de explicar la emoción humana en términos de su conexión a los procesos mentales y a la representación mental (Brockman, 2010). La actividad cognitiva (procesos de evaluación, de atribución, etc.) se considera como central en los procesos emocionales (e.g., Dalglish & Power, 2000; Eich, Kihlstrom, Bower, Forgas & Niedenthal, 2000)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría de redes asociativas</li> <li>• Teorías atribucionales de la emoción</li> <li>• Teoría de la evaluación emocional</li> </ul>
Ciencia cognitiva	Incluye el examen cognitivo de los procesos y también explora cómo es que el cerebro y otros sistemas, naturales o artificiales, hacen posible la conducta compleja. Estudia las representaciones mentales y los sistemas físicos y computacionales que soportan dichos procesos (Bly & Rumelhart, 1999).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teoría conexionista</li> </ul>

El enfoque cognitivo de la emoción humana, asume que toda emoción posee un componente racional que incluye operaciones cognitivas automáticas o conscientes que ocupan un lugar relevante en la secuencia de la elicitación emocional. Dicha secuencia ha encontrado una diversidad de posturas explicativas que se muestran en la Figura 2.6.

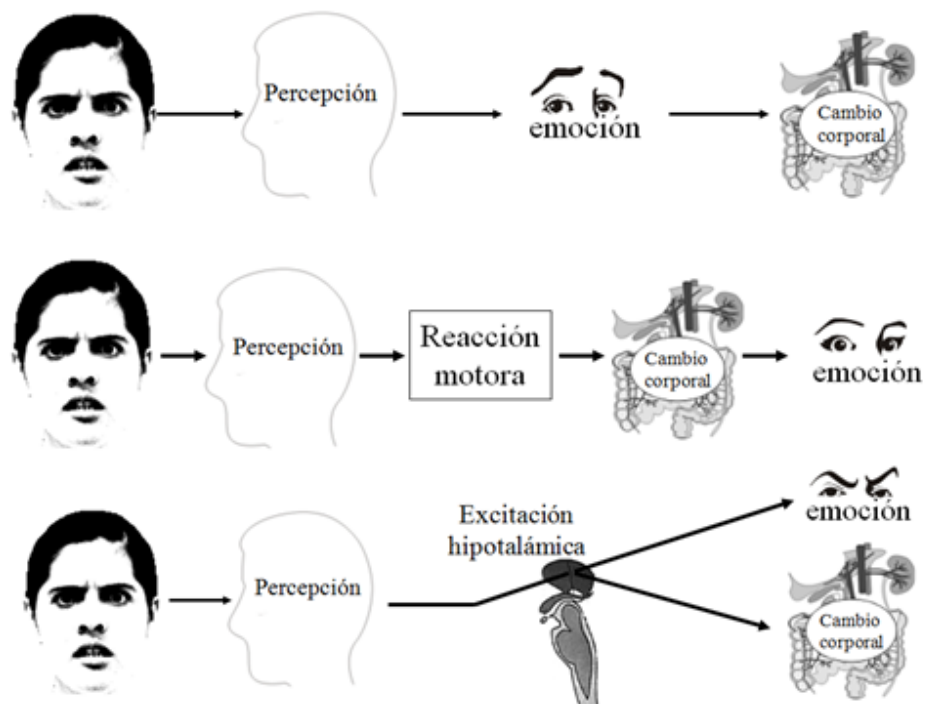


Figura 2.6. Diferentes aproximaciones teóricas al problema de la secuencia de eventos físicos y mentales que ocurren en la emoción (Basado en Plutchick, 1994).

En la Figura 2.6. se ilustra en primera instancia el punto de vista del sentido común que sugiere que una vez que un estímulo dado es percibido este produce una

emoción la cual a su vez ocasiona cambios corporales que lo acompañan. En contra parte, el modelo de secuencia de William James-Lange postula que una vez que un estímulo es percibido, este puede ocasionar cambios viscerales que conducen a sentir una emoción. Finalmente se ilustra el modelo denominado Cannon-Bard que propone que una vez que un estímulo emocional es percibido, éste ocasiona una activación hipotalámica que a su vez puede activar la sensación de una emoción acompañada de cambios viscerales (Plutchick, 1994). Note que independientemente de la secuencia componencial de la emoción en cada uno de los modelos la percepción del estímulo es esencial. Esta “percepción” es en sí un proceso complejo de evaluación emocional que se da en cuestión de milisegundos y que le permite a un individuo decidir el tipo de valencia emocional (positivo-negativo) de un evento dado de forma inmediata.

El estudio de la forma en cómo las personas evalúan la información emocional de un evento es de relevancia ya que dichas evaluaciones son las que les permiten desencadenar conductas emocionales que van desde la violencia o depresión (Beck, Rush, Shaw & Emery, 1979; Beck, 2003) hasta la actitud amorosa hacia otra persona (Beck, 2002). Cabe mencionar que precisamente este interés por comprender los mecanismos cognitivos de evaluación emocional ha generado una serie de modelos dentro de la psicología cognitiva que han sido agrupados dentro de las llamadas *teorías de evaluación emocional* (en inglés *Appraisal theories of emotion*) a través de las cuales se trata de comprender la forma en cómo la información emocional es representada y organizada en la memoria. A continuación

se exponen algunos de estos modelos que son de relevancia para el área de reconocimiento facial.

#### **2.4.2. Teorías cognitivas de evaluación emocional**

En general la aproximación de las teorías de evaluación emocional tratan de descifrar la naturaleza de los mecanismos evaluativos emocionales y enfatizan que desde un nivel perceptual existe un análisis cognitivo de la información circundante que permite determinar el contenido emocional de un evento u objeto (Schorr, 2001). Uno de los primeros intentos académicos para descifrar dicha naturaleza es el modelo propuesto por Lazarus (2000, 2001) en donde cada emoción se atribuye como el resultado de un patrón de evaluaciones que son de significado personal y que no necesariamente son conscientes. Esto explica por ejemplo, cómo es que diferentes individuos pueden tener diferentes reacciones emocionales a un mismo evento, ya que dicha reacción emocional depende de la evaluación del individuo. Por otra parte, explica el porqué un mismo individuo puede tener diferentes reacciones emocionales a un evento determinado.

Otro modelo representativo de las teorías de evaluación de información emocional que es de particular importancia para el presente trabajo es el denominado *chequeo secuencial multiniveles* postulado a mediados de los 80's por Scherer (1987, 2001). Dicho modelo sugiere que la información con contenido emocional se evalúa en diferentes etapas y detalla los elementos específicos de cada proceso cognitivo que

se involucra en la evaluación de la información, por ejemplo, en el caso del análisis de relevancia se asume que la atención y la memoria juegan un papel importante para determinar si existe o no peligro para un individuo, o si un evento requiere atención inmediata de una persona. En específico para determinar la relevancia de un evento se asume que debe estar dispuesto en la memoria información de lo novedoso, placentero y relevante del evento.

La Figura 2.7. describe gráficamente la información necesaria en la memoria a corto plazo para cada etapa de análisis. Note del modelo procesal que tanto la memoria a largo plazo como la de corto plazo pueden interactuar para proveer información a cada etapa de la evaluación emocional. Aquí cada registro de información en la memoria a corto plazo puede tomar una serie de valores discretos, por ejemplo, en el caso del registro de control se pueden obtener valores que van desde alto y medio hasta bajo, que se refieren a la intensidad que un individuo confiere al control de una situación o evento que desencadena una emoción o actitud. Dicho modelo puede ser utilizado para explorar como es que la información facial emocional es seleccionada y evaluada en un determinado contexto, esto es descrito a continuación.

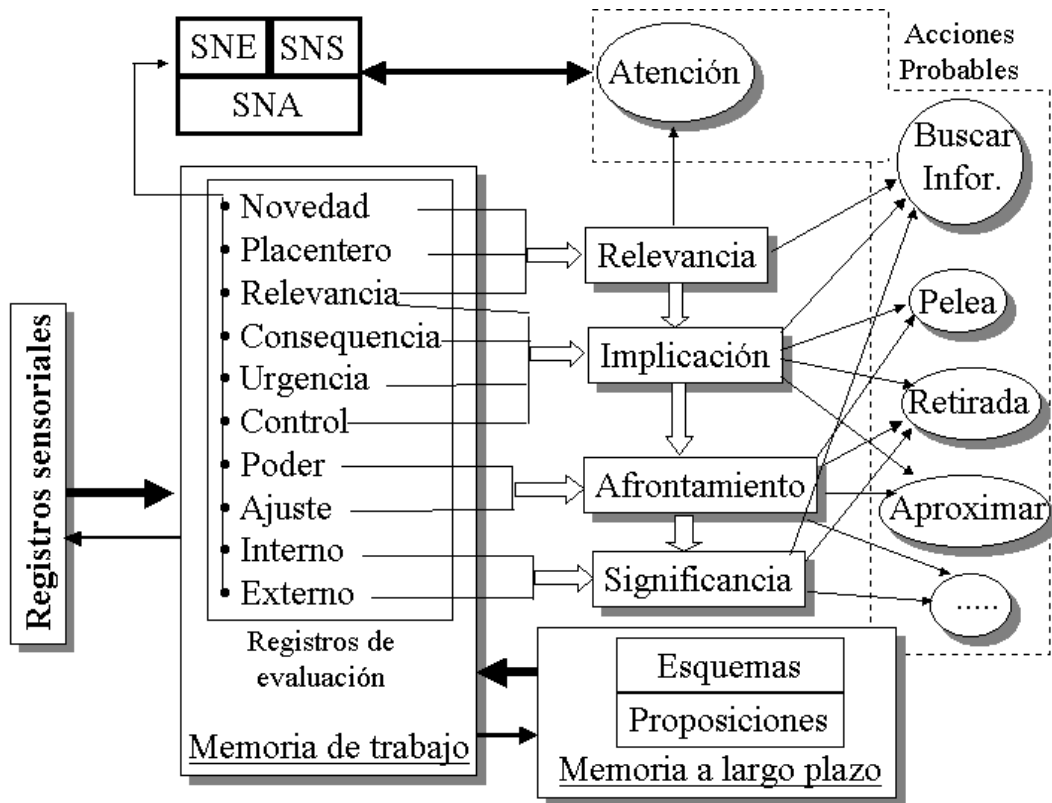


Figura 2.7. Modelo de procesamiento de información para la evaluación emocional de un evento: Chequeo secuencial multiniveles.

### 2.4.3. El modelo de Scherer aplicado a la información facial – emocional

Con respecto a la evaluación facial emocional el modelo de Scherer puede hacer predicciones específicas sobre el tipo de registro de información necesaria en memoria a corto plazo para que un individuo pueda clasificar la emoción correspondiente a una cara o a un estado de pensamiento de otro individuo ligado a su expresión facial emocional. Esto es, cuando un individuo analiza la expresión

facial de otro, primero se da una identificación de los grupos musculares que permiten un análisis de relevancia, luego de la implicación de esa expresión facial que corresponder a dicha expresión facial y finalmente sobre el significado de la misma (Johnstone, Van Reekum & Scherer, 2001).

Cada nivel de procesamiento del modelo de Scherer involucra operaciones cognitivas de atención, memoria y de razonamiento específicas. Por ejemplo, en el nivel de procesamiento de *análisis de relevancia* de un evento es necesario determinar la valencia de un evento lo más rápido posible debido a que un evento negativo puede ser de importancia para desencadenar una conducta de supervivencia o de adaptación. El mecanismo para lograr esto parece ser complejo. Una forma de aproximar el estudio de los mecanismos de evaluación de relevancia de información emocional es usando el paradigma de facilitación afectiva, porque éste permite explorar como es que la activación de información emocional en la memoria de un individuo afectan la evaluación de un evento, sea este una cara o no. En las secciones siguientes se describe dicho paradigma y su relación con la presente investigación.

#### **2.4.4. Facilitación afectiva y el uso de estímulos faciales para explorar los procesos cognitivo-emocionales en el SD.**

Recientemente han surgido modelos que proponen que la valencia emocional de un evento o estímulo es determinada automáticamente (Gutiérrez 2006). Por ejemplo el modelo de Bargh (1999) sostiene que los eventos ambientales activan de

manera automática y directa tres sistemas interactivos (perceptual, evaluativo, y motivacional). La activación de dichos sistemas influye la interpretación de los eventos o de la conducta de otras personas. Esto significa que la persona no tiene control consciente sobre sus percepciones y juicios, lo que es de especial relevancia porque la función principal de realizar una evaluación automática sobre el contenido emocional de un estímulo es poder facilitar una respuesta rápida ya sea de acercamiento o de aversión ante dicho estímulo, con el fin de aprovechar la utilidad del mismo o bien poder detectar determinado peligro (Bargh, 1999; Gutiérrez, 2006; Morales, 2004; Morales & López, 2005).

Una pregunta que ha sido fundamental a la ciencia cognitiva es cómo es que las personas polarizan emocionalmente la información y porque en un momento dado un evento u objeto es evaluado de forma diferente en distintos tiempos (Morales & López, 2006). Una forma de aproximar estas interrogantes han sido los estudios de identificación de valencia emocional a través del paradigma de la facilitación afectiva, la cual consiste en observar cómo es que la valencia emocional de un evento u objeto facilita o interfiere en el reconocimiento de la valencia emocional de otro evento u objeto (Fazio, 1995; Musch & Klauer, 2003). Dicha técnica es ilustrada en la Figura 2.8.



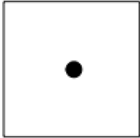



<b>Evento experimental</b>	<b>Duración (milisegundos)</b>	<b>Ejemplo</b>
Estímulo de fijación de vista	Hasta que el participante decida	
Palabra facilitadora	250 ms	
Intervalo de espera entre estímulos	50 ms	
Palabra objetivo	Hasta que el participante decida	

Figura 2.8. Secuencia experimental de un estudio de identificación de valencia emocional con el paradigma de la facilitación afectiva.

En la Figura 2.8. se muestra la secuencia experimental de estudios basados en el paradigma de la facilitación afectiva, básicamente en estos estudios el participante tiene que leer una palabra emocional (e.g., amor), sobre la cual tiene que decidir si posee una valencia emocional o no (positiva o negativa). Si la palabra a evaluar (objetivo) es precedida por la lectura de otra palabra (facilitador) que es congruente en valencia emocional (e.g., hermoso), que de una palabra no congruente (e.g., cáncer), entonces la palabra objetivo se reconoce como perteneciente a una valencia emocional de forma más rápida y exacta.

Esta técnica de investigación fue importada de áreas cognitivas encargadas de estudiar la memoria a través de un fenómeno psicológico denominado facilitación semántica (Neely, 1991; McNamara, 1992, 1994). Básicamente, se trata de ver como la activación de un nodo de información en memoria afecta a los nodos vecinos que le rodean. Las teorías que explican este fenómeno de difusión de activación a nodos vecinos son variadas. Entre ellas, la más popular se refiere a la concepción de una memoria a largo plazo en la que nodos de información se encuentran asociados en forma de red. Aquí, al activar un nodo su energía de activación se propaga a sus vecinos más cercanos dotándolos de energía y por consiguiente facilitando su activación total en caso de ser incluidos en tareas de reconocimiento (facilitación semántica).

Aun no es claro si las mismas teorías de difusión de actividad en redes semánticas de información pueden ser extrapoladas al entendimiento de la facilitación afectiva. Sin embargo, a inicios de los 80s Bower (1981) presentó un modelo de memoria reticular en donde las experiencias emocionales son representadas en la memoria como nodos o unidades específicas de emoción en donde cada nodo puede estar asociado a eventos relevantes de un individuo. Dichos nodos emocionales a su vez están asociados a nodos situacionales, que son determinados por el entorno en el que vive el individuo. Además, se asume que existen conexiones de los nodos emocionales innatos a nodos desencadenadores de conducta determinada filogenéticamente.

Para ejemplificar lo anterior observe la Figura 2.9. en donde un nodo emocional (felicidad), puede inhibir otra información emocional al mismo tiempo que desencadena la activación a otros nodos que generan patrones fisiológicos o conductuales.

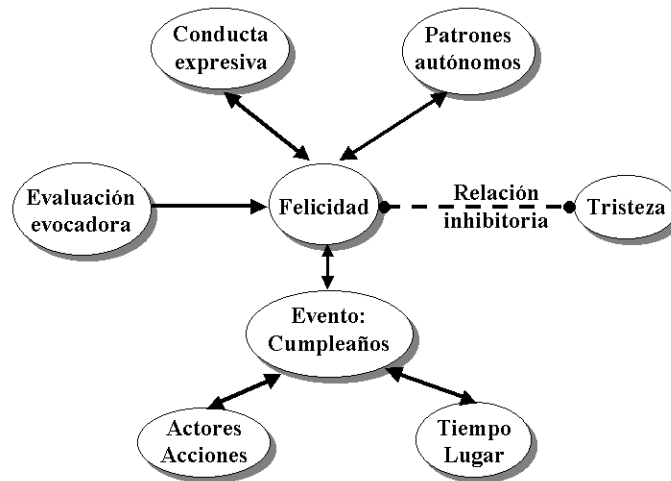


Figura 2.9. Modelo reticular conceptual de emociones (Bower, 1981).

De la figura anterior, observe que la evaluación de un evento en el entorno del individuo es en sí responsable directa de la activación de un nodo emocional de la memoria (Lazarus, 2001; Plutchick, 1994; Roseman & Smith, 2001). Una vez activado un nodo emocional este difunde la activación a nodos desencadenadores de reacciones del sistema autónomo, fisiológicas, posturales y faciales, así como de nodos de etiquetas verbales y tendencias a la acción (Eich et al., 2000).

Relacionado a lo anterior está el hecho de que se considera que una actitud sea esta de valencia positiva o negativa se constituye como una relación entre una evaluación y un evento determinado en la memoria del individuo. La fuerza de asociación entre una evaluación y su objeto/evento es denominada accesibilidad (Fazio, 1995, 2000, 2001; Fazio & Dunton, 1997). Este modelo de accesibilidad puede dar la apariencia inicial de que el modelo de redes semánticas puede ser adaptado como un marco de referencia explicativo.

Una forma de aproximar el estudio de la determinación de la valencia emocional es tomando en cuenta los mecanismos que subyacen a la generación de las actitudes humanas (Fazio, Sanbonmatsu, Powell & Kardes, 1986), a través del fenómeno de facilitación, aunque cabe mencionar que este se refiere a procesos más complejos que el de la activación de información en memoria o de procesos de atención. Esto se debe a que el fenómeno de facilitación afectiva se constituye de un proceso mental que puede incluir una gran variedad de mecanismos cognitivos, así como la contribución de variables externas e internas al individuo en las diferentes etapas de su desarrollo.

En general la técnica de facilitación afectiva tiende a controlar variables relacionadas al facilitador emocional, al estímulo objetivo, a la relación de los pares facilitador-objetivo y a la proporción de presentación de estos. También esta técnica controla las variables relacionadas a la tarea de identificación de valencia emocional y las relacionadas a la muestra. Estudios de esta clase tienden a enfatizar el tipo de

relación entre estímulos como la variable independiente y el tiempo de respuesta a la tarea experimental como la variable dependiente, por otra parte en la aplicación de dicha técnica se han utilizado una diversidad de estímulos como facilitadores que van desde palabras y no palabras (De Houwer et al., 1998), transparencias de objetos (Hermans et al., 1994), fotografías, dibujos (Banse, 2001), y olores positivos y negativos (Hermans et al., 1998), etc.

Para la presente investigación es de especial interés el lugar de preferencia que tiene el uso de estímulos visuales en el paradigma de facilitación afectiva, ya que tanto en facilitación afectiva como en facilitación semántica no afectiva el uso de imágenes produce resultados más robustos que cuando se usan estímulos verbales o de otro tipo (Dimberg et al., 2000; Fiedler, 2003; Gutiérrez, 2006; Öhman & Mineka, 2001). Dentro de la gama de estímulos visuales utilizados en estos estudios, es de relevancia la inclusión de caras como portadoras de información emocional ya que tienen más validez ecológica dada su relevancia comunicativa en nuestra especie (Harwood et al., 1999).

En el caso del SD el uso de estímulos faciales emocionales en estudios de facilitación afectiva es de especial interés, por varias razones, entre ellas el hecho de que la utilización de rostros como portadores de información emocional tiene mayor validez ecológica que los estímulos verbales (Harwood et al., 1999). Además, los estímulos faciales brindan ventajas sobre las dificultades que pudieran presentarse en algunos participantes para la lectura de estímulos verbales.

Dado lo anterior, la inclusión de participantes con SD en estudios de facilitación afectiva ha comenzado a ser considerada como un medio experimental valioso para explorar la capacidad de realizar una evaluación emocional de un sistema emocional bajo condiciones atípicas del desarrollo.

## **2.5. El síndrome de Down y el reconocimiento de emociones faciales: hallazgos y perspectivas bajo el paradigma de la facilitación afectiva.**

Típicamente el estudio del reconocimiento de la expresión facial emocional y no emocional ha sido explorado a través de la aplicación de tareas de identificación de caras emocionales, test para medir la habilidad para reconocer la emoción (Matsumoto, LeRoux, Wilson-Cohn, Raroque, Kooken, Ekman, Yizarry, Loewinger, Uchida, Yee, Amo & Coh, 2000) estudios de tiempo de reacción computarizados (e.g., Calder, 2003; Morales, Charles & López, 2008; Pollak & Kistler, 2002), etc.

En el caso de la población con SD, la exploración del reconocimiento facial emocional se ha centrado en técnicas como las tareas de reconocimiento facial que ofrecen los test estandarizados. Este tipo de estudios ha brindado información valiosa respecto a ciertas características del reconocimiento facial en esta población. Por ejemplo, Pitcairn y Wishart (2000) mostraron que existen déficits específicos en el procesamiento de expresiones faciales emocionales negativas. De manera particular, sus estudios señalan que existen dificultades en la habilidad de reconocer facialmente el miedo y la sorpresa en el SD.

Dichos hallazgos han sido asociados con las características neurológicas encontradas en individuos SD. Esto es así, porque como se sabe, varias estructuras del sistema neural involucrado en el procesamiento emocional, se desarrollan con un tamaño menor en el SD en comparación con las estructuras neurales en personas con desarrollo típico.

De hecho, los déficits en el procesamiento facial negativo también han sido asociados con los cuadros de daño en la amígdala (Calder et al., 1996). A este respecto, existe evidencia de que los pacientes con daño amigdalár no cumplen con las predicciones de una teoría de circunplejo emocional bidimensional de la emoción como la propuesta por Russell y Fehr (1987). Por lo que, si en realidad las personas con SD emularán el daño amigdalár entonces se esperaría que tuvieran una estructura emocional no predecible por un modelo bidimensional. Esto sin embargo, es desconocido y es que existen pocos estudios que tratan de explorar los aspectos cognitivos que pudieran explicar al estilo de la teoría cognitiva del procesamiento humano de información (PHI) la conducta afectiva en esta población.

Aún existe una notable ausencia de modelos cognitivos procesales que expliquen el rol de la participación de mecanismos cognitivos mientras se procesa información emocional en condiciones como el SD. Recientemente, el rol de dichos mecanismos cognitivos emocionales en el reconocimiento facial emocional en individuos con SD se han comenzado a implementar. Por ejemplo, Morales y López (2005, 2006) diseñaron estudios para explorar la forma en cómo personas con SD

polarizan la información emocional o no emocional a nivel automático y a nivel consciente. Por ejemplo, en un primer estudio Morales y López (2005, 2006) midieron la habilidad para reconocer rostros emocionales (positivos y negativos) y no emocionales a nivel automático en jóvenes con SD. En este estudio se les requería a los participantes clasificar como un rostro emocional o no emocional la última cara de un par presentado en la pantalla de la computadora. Los resultados de estos estudios señalan que a diferencia de la población típica, la mayoría de los participantes con SD en tareas de tipo automático clasifican de manera incorrecta la información emocional negativa, lo que sugiere que los participantes con SD presentan dificultades en la categorización y preferencia emocional a nivel automático.

Posteriormente estos autores aplicaron una variación de este estudio, con el objetivo de medir el efecto de la familiaridad sobre el reconocimiento de la información facial emocional. Los datos preliminares sugieren que existe un procesamiento diferencial entre caras positivas familiares y caras positivas no familiares. Y aunque en este estudio la mayoría de los participantes con SD también mostraron dificultades en la categorización de las expresiones faciales de tipo negativo, algunos participantes no obliteraron la información de tipo negativo (Morales & López, en prensa).

Los hallazgos obtenidos en los estudios anteriores, por una parte señalan, un probable estilo de procesamiento emocional diferente al de la población típica, y por



otra, sugieren que dentro de la misma población con SD existe variabilidad en los estilos de procesamiento de información emocional. Si esto realmente sucede así, es desconocido. Mayor evidencia empírica es requerida para apoyar o refutar estas proposiciones teóricas.

Es importante señalar que una de las aportaciones más relevantes de los estudios de Morales y López (2005, 2006), es que proporcionaron evidencia de que el paradigma de la facilitación afectiva es útil para explorar los mecanismos cognitivos de evaluación emocional en el SD, por lo que nuevas manipulaciones en los diseños experimentales basados en este paradigma pueden proporcionar información valiosa para la comprensión de los procesos evaluativos de la emoción en el SD.

Además de la técnica de facilitación afectiva, los modelos conexionistas pueden ser también de utilidad en la exploración de los mecanismos neurales implicados en las dificultades de reconocimiento facial emocional negativo observadas en el SD. Esto es así, porque dichas dificultades han sido asociadas a las características atípicas de la estructura neural en el SD, por lo que simulaciones neuro-cumputacionales de estas disfunciones pueden proveer datos valiosos sobre los mecanismos que subyacen dichas dificultades en el reconocimiento facial, esto es más ampliamente planteado en la siguiente sección.

## **2.6. Modelamiento cognitivo de mecanismos de déficits en el reconocimiento facial emocional en el síndrome Down.**

En esta sección, se analizan algunas consideraciones y lineamientos teóricos necesarios para establecer operativamente los parámetros de los procesos cognitivo-computacionales de mayor relevancia, para el establecimiento de un modelo cognitivo de reconocimiento facial emocional en el SD. Por otra parte, el formalismo matemático de los algoritmos de procesamiento, reglas de aprendizaje, arquitectura neural y detalles de los parámetros de las simulaciones computacionales del modelo conexionista postulado se desglosan en la sección del método.

### **2.6.1. Cognición, conexionismo y reconocimiento facial.**

Una de las aproximaciones centrales en el desarrollo del estudio cognitivo del reconocimiento facial humano es el conexionismo. Dicha aproximación teórica representa en sí uno de los últimos cambios del paradigma experimental y teórico dentro del área de la psicología cognitiva. Esto es así, porque la teoría conexionista reformuló los postulados centrales de la teoría cognitiva del procesamiento humano de la información, de manera que algunas teorías cognitivas así como los cuerpos empíricos que las sustentan tuvieron que ser reconsideradas o eliminadas. Para describir cómo es que este avance teórico influyó en el estudio cognitivo del reconocimiento facial humano se especifica primero el cambio de paradigma teórico y experimental para posteriormente describir el modelamiento cognitivo resultante de

esta perspectiva en el reconocimiento facial humano y sus implicaciones en el reconocimiento facial en el SD.

Uno de los postulados centrales iniciales de la teoría cognitiva humana es que un individuo convierte la información relevante que procesa, en abstracciones simbólicas. Por ejemplo, desde esta perspectiva, cuando un infante observa por primera vez un evento u objeto que le circunda, entonces este tratará de formar una representación simbólica tal y como se ilustra en la Figura 2.10.

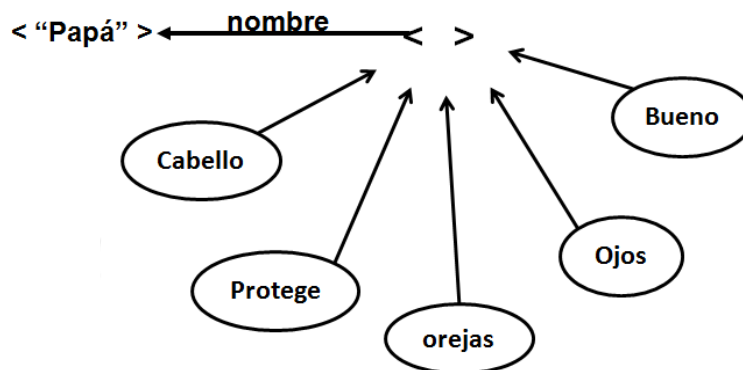


Figura 2.10. Se ilustra una representación mental simbólica simplificada de un papá por parte de un niño.

Dichas representaciones son almacenadas en la memoria del individuo a través de la vida y forman la base del desarrollo intelectual, social y emocional del individuo (Lindsay & Norman, 1977). La forma en cómo dichas representaciones

simbólicas son organizadas y almacenadas para que un individuo puede significar su entorno y adaptarse funcionalmente, está basada en el funcionamiento de una computadora serial Von Newman. En la versión más simplificada de dicho modelo, éste puede visualizarse como una arquitectura física que tiene un procesador central, el cual que manipula la información de entrada y salida de un ordenador, en donde dicha información puede almacenarse temporalmente (buffer) o permanentemente (disco duro).

El uso de este modelo computacional fue adoptado solamente como una metáfora para explicar la conducta desde una perspectiva matemática, computacional y experimental. Esta perspectiva, surgió dentro de la psicología como un paradigma teórico alternativo a los enfoques teóricos existentes en ese momento. La Figura 2.11. describe de forma gráfica la manera en que un modelo Von Newman (VN) participa desde la codificación simbólica hasta el almacenamiento de información codificada que es relevante en la memoria a largo plazo.

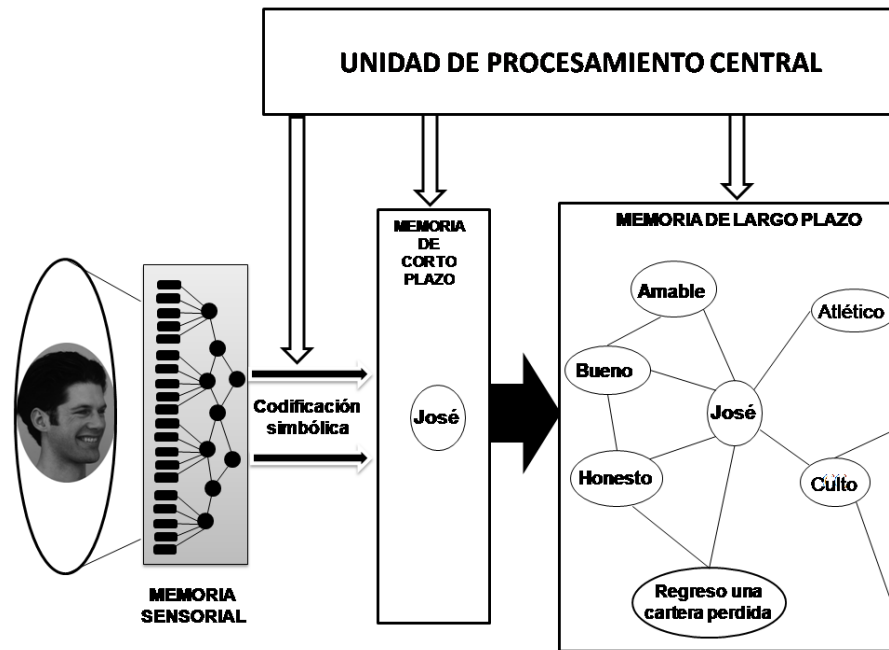


Figura 2.11. Se ilustra el procesamiento serial Von Newman de información simbólica (López, 2002).

El modelo Von Newman así como el principio de codificación simbólica se convirtieron en una fuente importante para teorizar y realizar actividad experimental en los años 60s (Lachman, Lachman & Butterfield, 1979; Neisser, 1967). Desde esta perspectiva, los psicólogos cognitivos pioneros no consideraban relevante si este modelo se parecía o no a la forma en cómo el cerebro humano lograba generar conducta. Esto es así porque en sus orígenes la teoría cognitiva asumía que la base neuro-computacional o la cito-arquitectura neural cerebral, que da origen a la vida mental de un individuo, no tenía en sí relevancia para explicar los principios por los que se genera dicha actividad psicológica.

Por una parte, reducir la actividad mental a sus constituyentes neurales era visualizado en esa época como una forma de reduccionismo innecesario (Churchland, 1986). Por otra parte, ni el peso, ni el tamaño del cerebro relativo o absoluto, ni la cito-arquitectura cerebral parecen explicar el tipo de habilidades cognitivas que tipifican al humano y que lo diferencian de otras especies biológicas inteligentes (Roth, 2003). Por ello, la psicología cognitiva en sus inicios, importó de la ciencia de la computación la distinción entre el software y el hardware, para sustentar la idea de que el modelo Von Newman puede ser implementado en varios formatos electrónicos físicos tratando así de minimizar la relevancia de una arquitectura física (Pylyshym, 1984).

A este respecto, las posiciones radicales enfatizan que el modelo VN es más que una simple metáfora o analogía en la investigación psicológica cognitiva. Esto puede ser observado en el postulado filosófico cognitivo de un *memetismo* Von Newman en el que se asume que el cerebro ha evolucionado para generar una conciencia responsable de una vida mental regida por los principios VN desligada de las propiedades de la cito arquitectura cerebral (Dennet, 1991; Churchland, 2007). Desde esta perspectiva, un meme VN tiene al igual que un gene biológico la función de preservar un organismo mental por medios de selección natural que evoluciona independientemente de las propiedades biológicas del órgano que la sustentan (Dawkins, 1976; Distin, 2005). Estos memes VN son reproducidos y repetidos de individuo en individuo de tal forma que variaciones del algoritmo VN en una sociedad moderna permiten y aseguran modificaciones a dicho algoritmo para una

mejor adaptación cognitiva en una sociedad tecnológica actual. Dichas evoluciones del meme VN han sido nominadas como “temes” (Blackmore, 2000).

Una postura alternativa al modelo VN es la teoría conexionista. Esta aproximación contrasta con el algoritmo VN ya que enfatiza que la vida mental del individuo se origina y está íntimamente ligada a las bases biológicas de la arquitectura cerebral. De acuerdo a esta posición teórica (Churchland, 1986; Churchland & Sejnowski, 1992; Churchland, 2007), el cerebro dista de ser una máquina serial VN. Más bien éste procesa información en paralelo usando grupos neurales interconectados, y es de este tipo de procesamiento de información que el cerebro auto-organiza de una forma dinámica, cantidades masivas de información para sustentar fenómenos mentales cognitivos emergentes como lo son el intelecto y la consciencia humana (Conway, 2005). De esta forma, en el cerebro humano no existe nada que se parezca a una red conceptual. Estas conductas cognitivas emergen de la dinámica de patrones de actividad neural del cerebro (Rumelhart, Smolensky, McClelland & Hinton, 1986).

En contraste al modelo VN, la teoría conexionista propone un algoritmo de procesamiento de información “inspirado” en el funcionamiento neural del cerebro. La Figura 2.12. describe de forma gráfica la postura conexionista sobre como el procesamiento paralelo a través de un modelo de red neural conexionista se considera el algoritmo computacional que genera fenómenos psicológicos emergentes que conocemos como actividad cognitiva humana.

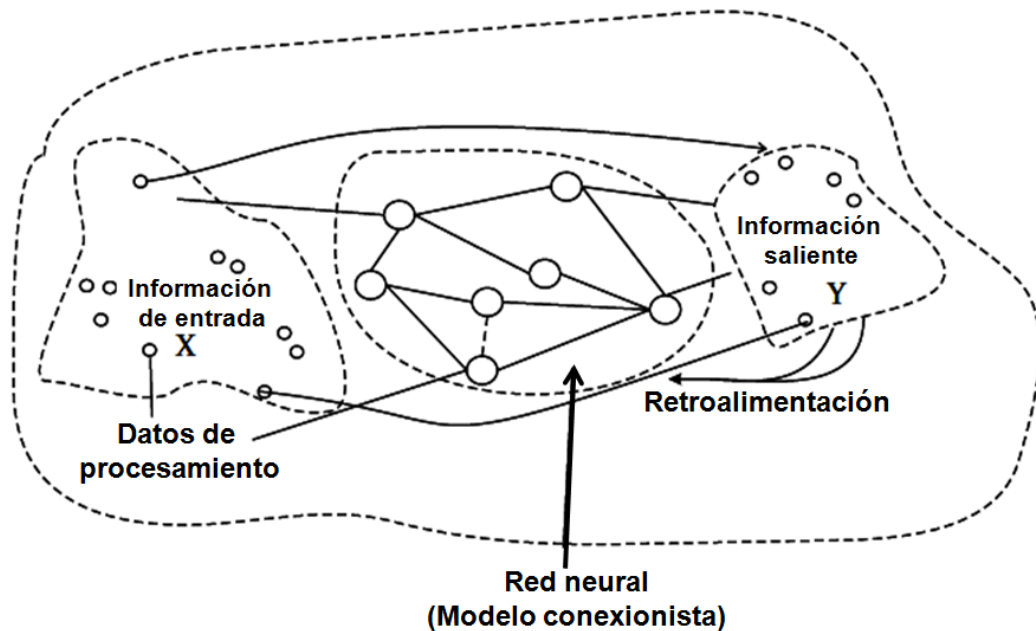


Figura 2.12. Se ilustra el concepto conexionista del procesamiento cognitivo en los humanos (basado en Kasabov, 2007).

Los modelos conexionistas cuentan con evidencia sobre su plausibilidad como modelos biológicos subyacentes a la actividad cognitiva humana. En diversas áreas del comportamiento cerebral parecen contar con mayor poder explicativo que el algoritmo VN. Por ejemplo, cuando una red neuronal es entrenada para reconocer y discriminar caras estas parecen poder reconocer sin problema una cara aún y cuando esta se presente incompleta o con interferencia (ruido). Los modelos de reconocimiento facial VN son en muchas ocasiones incapaces de realizar dichas tareas en tiempos polinomiales. La Figura 2.13. muestra el desempeño de una red



neural auto asociativa entrenada para reconocer rostros sin importar el daño o ruido con el que se presenten dichas caras (Hinton & Anderson, 1981).

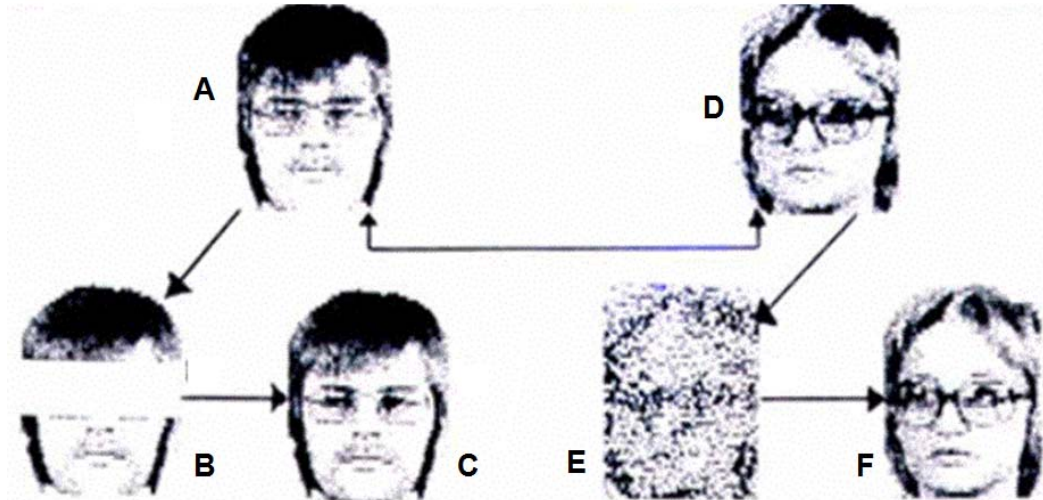


Figura 2.13. Se ilustra el entrenamiento de una red neural.

En la Figura 2.13 se ilustra cómo es que a una red neural auto-asociativa se le entrena a reconocer dos caras (A) y (B). Una vez entrenada se le pone a prueba para que reconozca dichas caras ya sea de forma incompleta (B) o con ruido extremo (E). Estos modelos han demostrado competencias no solo para categorizar correctamente una cara sino también para reconstruir por reconocimiento los patrones faciales (C) y (F) (Hinton & Anderson, 1981).

De relevancia a los modelos conexionista es su tolerancia al daño físico. Estos modelos pueden reorganizar su funcionamiento para seguir funcionando

apropiadamente mostrando así una plasticidad inexistente en los procesadores que sustentan algoritmos VN. A este respecto, son interesantes las propiedades que muestran los modelos psicológicos clínicos conexionistas en donde el daño físico en arquitecturas específicas de redes neurales o introducción de ruido en el procesamiento parecen emular déficits intelectuales y cognitivos en el humano (Spitzer, 2003). Esta es un área en donde los modelos conexionistas tienen un mejor desempeño que aquellos basados en el algoritmo VN, ya que diversos trastornos mentales están intrínsecamente asociados a un daño cerebral estructural que no puede ser emulado por el modelo VN (Stein & Ludik, 1998; Finkel, 2000).

Una diferencia central entre ambos modelos es la forma en cómo la información es codificada. En específico, esta diferencia obliga a reconsiderar el principio de codificación simbólica de la información. Desde una perspectiva conexionista, la actividad cognitiva de un individuo como lo es el reconocimiento de una cara familiar puede ser explicada sin necesidad de considerar una conversión simbólica de la información sensorial tal y como se ilustra en la Figura 2.14. Este cambio conceptual en la teorización cognitiva ha obligado a reconsiderar teorías centrales en la ciencia cognitiva. Por ejemplo, los postulados centrales de la teoría de Piaget que fundamentan el desarrollo intelectual dado la construcción de esquemas conceptuales que permiten el cambio de una etapa de desarrollo cognitivo a otro a través de procesos cognitivos de asimilación e integración han sido reformulados desde una perspectiva conexionistas.

Desde esta última perspectiva no existen esquemas en nuestra memoria sino que estos emergen cuando son requeridos para el desarrollo cognitivo óptimo (Rumelhart et al., 1986). Estos efectos emergentes tampoco pueden ser propuestos desde una perspectiva VN.

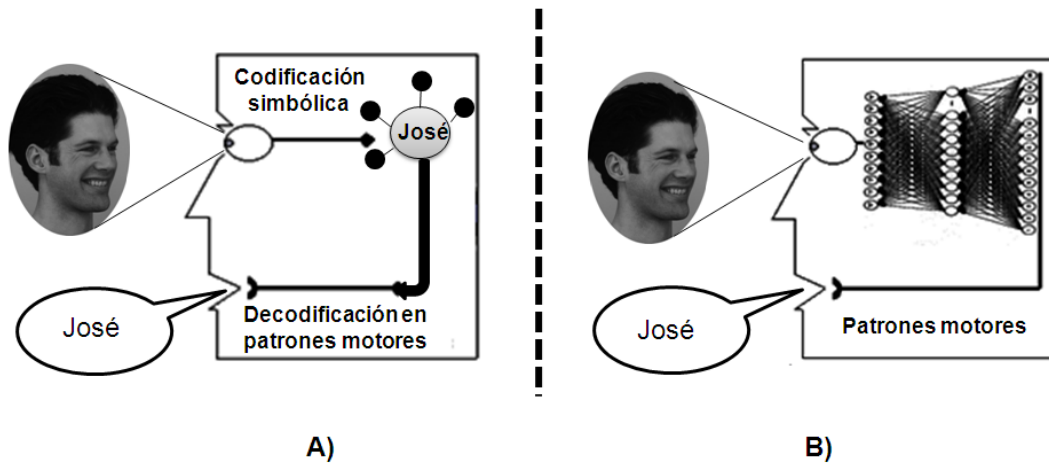


Figura 2.14. Se ilustra la posición VN de procesamiento simbólico de la información (A) vs. el modelo conexionista de reconocimiento facial (B).

Como ya se ha mencionado, los déficits de procesamiento de información emocional en personas con SD, así como el procesamiento cognitivo que los tipifica, parecen estar asociados a las características neurofisiológicas de su arquitectura neural. Para explorar dicho comportamiento cognitivo entonces es necesario incluir hipótesis neurocognitivas dentro de una explicación cognitiva del mundo intelectual y emocional de esta población. Es por esto que a continuación se describen los fundamentos conexionistas sobre el reconocimiento facial emocional en humanos,

mismos que se consideran relevantes para dos propósitos de modelamiento cognitivo conexionista en la presente tesis:

- a) Dado que se ha sugerido que los déficits en el reconocimiento facial emocional negativo en el SD está relacionado a las anomalías de neuroestructura amigdalina presentes en esta población, los modelos conexionistas sobre daño a estas estructuras pueden ser utilizados para predecir el procesamiento y los mecanismos de evaluación de información facial negativa que tipifican a la población con SD.
  
- b) Considerando que uno de los aspectos de mayor relevancia de un modelo conexionista es su poder de clasificación o la capacidad de discriminar entre dos o más categorías de diferentes eventos del contexto, entonces existe la posibilidad de implementar una red neural que use esta capacidad para investigar si a través de una variedad de tareas cognitivas es posible determinar diferentes perfiles de desempeño cognitivo que clasifiquen a las personas con SD en dos o más categorías cognitivas-emocionales.

En relación a lo anterior en el siguiente apartado se describen las bases conexionistas de los supuestos anteriores. Solo cabe hacer notar que el hecho de incluir la posición conexionista dentro de la presente tesis no implica la exclusión del poder explicativo VN. De hecho en el estatus actual de la teorización de la ciencia

cognitiva ambos algoritmos se usan de forma complementaria. Este es un factor central que distingue la ciencia cognitiva actual de la psicología cognitiva de origen.

### **2.6.2. Modelando cognitivamente desde una perspectiva conexionista el reconocimiento facial.**

Como ya se ha señalado previamente, los estudios seminales neuropsicológicos sobre cómo el cerebro logra distinguir una cara de otro objeto o reconocer una cara familiar, han señalado como representativo el modelo de ruta dual de Ellis y Young (Bauer, 1984, 1986; Ellis & Young, 1990). En dicho modelo se propone que existen rutas neurales que parten del cortex occipital visual asociativo hacia la parte parietal inferior después hacia la estructura neural cingulada y finalmente hacia el hipotálamo. Esta ruta se conoce como la ruta dorsal de reconocimiento facial que se involucra en aspectos de atención, de excitación y orientación espacial (Bauer, 1984, 1986; Bear, 1983).

Por otra parte, existe una segunda ruta que va del cortex visual a occipital asociativo por la parte ventral del lóbulo temporal inferior y se conecta ventralmente hacia la amígdala. Se asume que esta es la ruta neural encargada de reconocer los aspectos específicos de una cara familiar e involucra aspectos de memoria y emoción en el reconocimiento facial (Ellis & Young, 1990). Es interesante hacer notar que uno de los modelos cognitivos más representativos de este sistema dual de procesamiento de reconocimiento facial es el modelo serial de Bruce y Young (1986) que propone

un modelo cognitivo de procesamiento serial de información facial de un solo canal para dar cuenta del sistema neurofisiológico dual. La Figura 2.15., muestra la idea formal de este modelo en términos de un modelo cognitivo serial de módulos de procesamiento de información. Esto es característico de diversos modelos cognitivos, que tratan de emular la función del sistema que se modela más que la parte física del sistema.

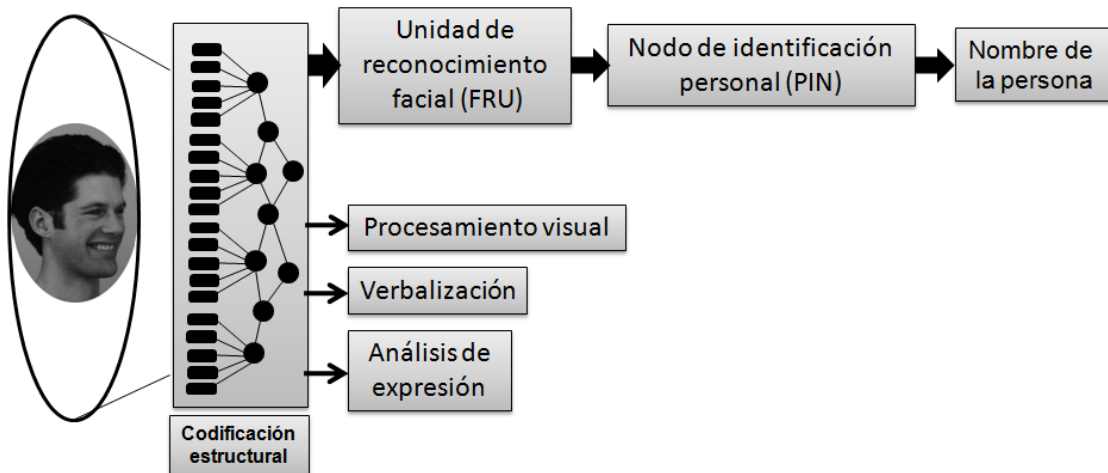


Figura 2.15. Se ilustra el Modelo de Bruce y Young en términos de un sistema de procesamiento humano de información de un solo canal.

Observe que aquí el módulo de reconocimiento facial (Facial Recognition Unit: FRU) es un requisito indispensable para determinar la identidad de la persona (Personal Identification Node: PIN).

La utilidad de este tipo de modelamiento puede verse en el modelo cognitivo de reconocimiento facial propuesto por Breen et al. (2000). En este modelo, se postula básicamente lo opuesto, esto es, que todas las características del sistema de reconocimiento facial pueden ser explicadas por la ruta neural ventral asociada al reconocimiento facial. Por ejemplo, de acuerdo a este modelo, en la prosopagnosia asociativa existe un reconocimiento facial en áreas occipitales del cerebro que no se constituye como una activación suficiente para lograr un reconocimiento consciente, pero si suficiente para activar asociaciones afectivas a caras familiares a través de rutas ventrales medias que ocasionan reacciones dérmicas que tipifican las reacciones de discriminación electro dérmica en esta enfermedad.

También, de acuerdo a este modelo, en el caso de la prosopagnosia aperceptiva (mal de Capgras), existe un reconocimiento facial consciente pero la conexión ventral a la amígdala esta deteriorado ocasionando una falta de asociación emocional a una cara familiar. Nuevamente, lo curioso es que en términos de modelamiento cognitivo aún y cuando la ruta neural que se propone para el reconocimiento facial es de un solo canal (ruta ventral), el modelo cognitivo propone una ruta dual de reconocimiento facial lo cual contrasta con el modelo cognitivo de un solo canal de Bruce y Young (1986). La Figura 2.16. ilustra de forma grafica el modelo cognitivo de Breen et al. (2000).

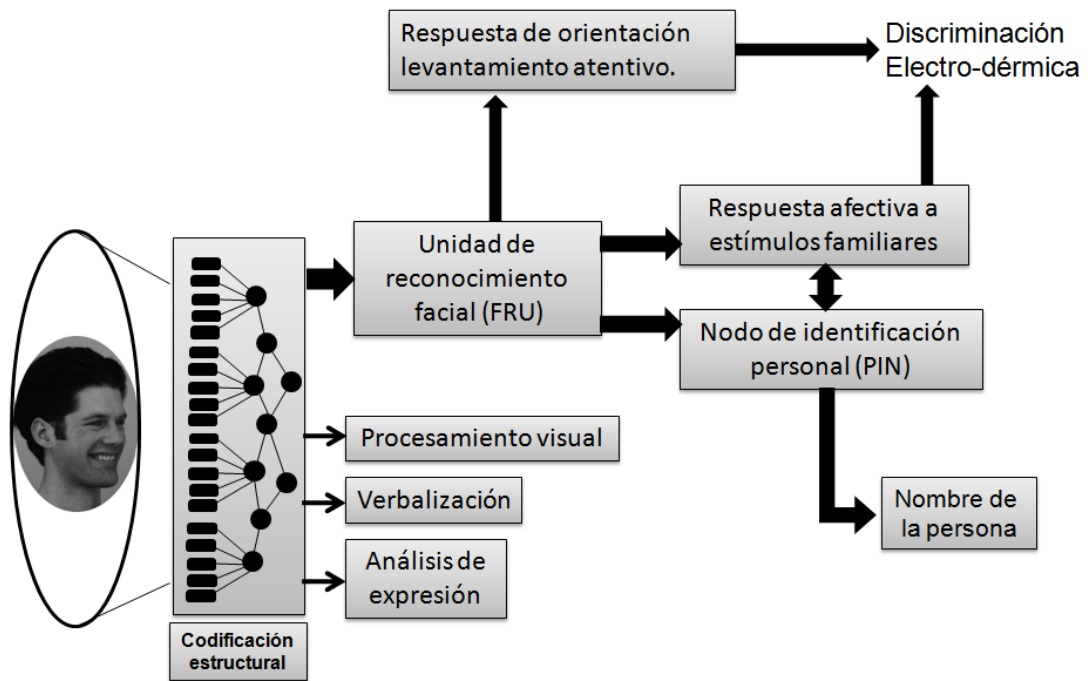


Figura 2.16. Se describe un modelo cognitivo de ruta dual que señala la necesidad de especificar un módulo de procesamiento emocional que en paralelo participa en la identificación de un rostro facial.

Para propósitos de la presente tesis el modelo de Breen et al. (2000). es de mayor utilidad, ya que permite especificar mecanismos cognitivo emocionales involucrados en el reconocimiento facial. Dichos mecanismos emocionales se procesan en paralelo a la identificación de una persona y no determinan los procesos de reconocimiento facial. Varias implicaciones pueden derivarse de los déficits en el procesamiento de información emocional en este módulo. Por ejemplo, en el caso de la población con SD las alteraciones en este sistema pueden manifestarse en asociaciones afectivas no usuales a individuos con los que se identifican o sienten



familiaridad. Dicho sistema es de relevancia ya que puede conllevar a especificar de forma precisa el rol que el sistema emocional tiene en el proceso de reconocimiento facial.

Por otra parte la naturaleza de la representación emocional de una cara puede ser explorada en función del proceso de identidad. En la actualidad no existen antecedentes de esto en esta población, lo cual es una aportación original de la presente investigación. Estas representaciones emocionales pueden ser hipotetizadas desde una perspectiva neurocomputacional como se argumentará a continuación. Previo a esto será necesario desglosar de forma breve los elementos teóricos necesarios para dicha argumentación.

### **2.6.3. El procesamiento vectorial conexionista de la cara humana.**

Un modelo conexionista actual usado para el análisis del sistema de codificación sensorial humano es el modelo de procesamiento de información vectorial. Una forma de ilustrar como dicha codificación vectorial es usada por nuestro sistema sensorial es en el análisis del gusto o detección de sabores en nuestra lengua. Con respecto a esto, se sabe que para distinguir el sabor de una fruta de otra fruta o de otro alimento, los humanos tienen en las papilas gustativas de la lengua cuatro tipos de receptores especializados para detectar dulce, ácido, salado y amargo. De esta forma, detectar el sabor de una fresa implica la activación con diferentes

intensidades de estos cuatros tipos de receptores tal y como se ilustra en la Figura 2.17.

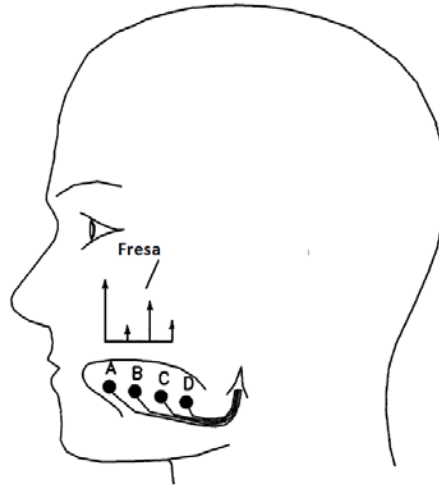


Figura 2.17. Los cuatro receptores usados para codificar sabores pueden ser visualizados como vectores describiendo patrones de intensidades de sabor para cada alimento que degustamos: A) Dulce, B) Salado, C) Ácida, D) Amargo.

Desde esta perspectiva el sentido del gusto no se da por el reconocimiento de la mezcla resultante de sustancias ácidas, dulces, amargas y saladas sino por el reconocimiento de un patrón resultante de la intensidad de activación de cuatro vectores que codifican los elementos que reconocemos de un alimento. Si al menos 10 intensidades pueden ser reconocidos para cada vector de información, entonces esto quiere decir que al menos  $10 \times 10 \times 10 \times 10 = 10,000$  diferentes sabores pueden

ser clasificados, aunque en realidad más de 10 intensidades son posibles para cada receptor (Churchland, 1996) dejando entrever una gran capacidad al sentido del gusto humano para detectar sabores.

Si tres vectores son usados para graficar información de un sabor específico de acuerdo a un patrón de intensidad para cada vector entonces un *espacio vectorial de sabor* puede ser visualizado tal y como se ilustra en la Figura 2.18.

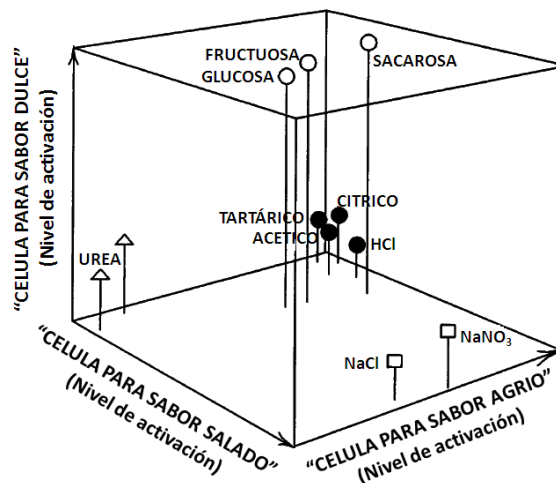


Figura 2.18. Espacio vectorial tridimensional para la representación del gusto humano de varios sabores (Churchland, 1996).

De relevancia a la teoría cognitiva conexionista es el hecho de que una gran variedad de modelos de redes neurales usados para el modelamiento neurocognitivo humano usan esta propiedad de espacio vectorial en el análisis del funcionamiento

cognitivo de los individuos. Por ejemplo, una red neural puede ser implementada para emular la codificación vectorial del gusto que se acaba de describir. La arquitectura de este modelo se describe en la Figura 2.19.

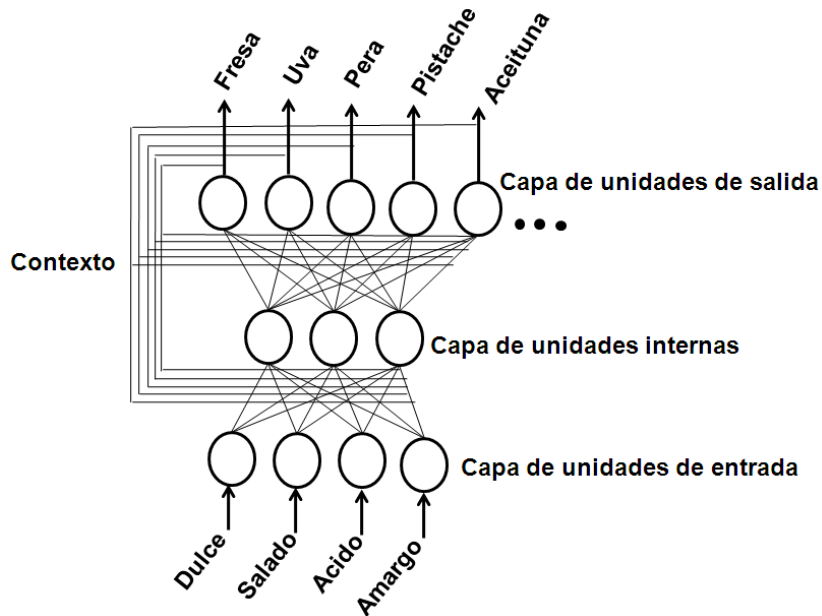


Figura 2.19. Se describe una arquitectura neural típica de procesamiento hacia adelante que ilustra el procesamiento vectorial de información.

La red neural mostrada en la Figura 2.19. permite ilustrar varios conceptos que serán utilizados en las siguientes secciones. Para iniciar, una capa de unidades de entrada en la que cada unidad neural es usada para procesar una dimensión o vector de interés del evento que se procesa. Como ya se ilustró cada alimento que se saborea elicitaba un patrón de activación que puede ser visualizado como un punto en un espacio vectorial de activación.

Cuando una red neural es entrenada a reconocer un evento como lo es el caso de clasificar un sabor, es frecuente asignar una unidad neural de la capa de unidades de salida como la unidad única que identifica un evento (también conocida como unidad cognitiva), en este caso la identificación de un alimento. Si la clasificación es incorrecta un mensaje de ajuste (Contexto) es enviado a la conectividad *sináptica* entre unidades de entrada a la capa interna y a la conectividad sináptica entre la capa interna y de salida. Aquí, los valores de asociación entre unidades de las diferentes capas son modificados para minimizar el error de clasificación del evento que se procesa. La capa interna es responsable de activar *representaciones* que extraen atributos comunes de los patrones de activación que permiten categorizar algunos sabores como frutas o vegetales. En general, el número de unidades, de capas internas y tipo de modificabilidad sináptica varía dependiendo del problema cognitivo a modelar y del modelo conexionista a considerar.

Aún y cuando dicha arquitectura neural está lejos de igualar a la utilizada por el cerebro, es útil para analizar el tipo de cómputo neural involucrado en la solución de una tarea cognitiva por parte del cerebro humano. Por ejemplo, en el caso del reconocimiento facial, si una red neural es entrenada para reconocer caras utilizando 20 dimensiones o atributos, entonces es posible saber que tan diferentes son esas caras en un espacio vectorial 20 dimensional. Por ejemplo, en la Figura 2.20. Beale y Kale (1995) muestran la distancia vectorial que existe entre dos ex-presidentes norteamericanos utilizando esta información dimensional.

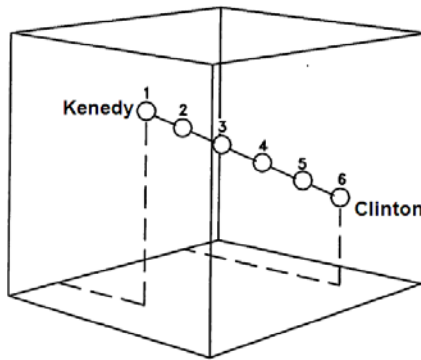


Figura 2.20. La figura muestra que entre la cara de Kennedy y Clinton es necesario considerar 6 estados vectoriales de transformación para ir de una cara a otra (Beale & Kale, 1995).

Si en un espacio vectorial de baja dimensión (digamos de 20 dimensiones) se promedian las activaciones para cada vector de una gran cantidad de ejemplos de caras de hombres y mujeres de diferentes razas, entonces el rostro promedio vectorial será como el ilustrado en la Figura 2.21.

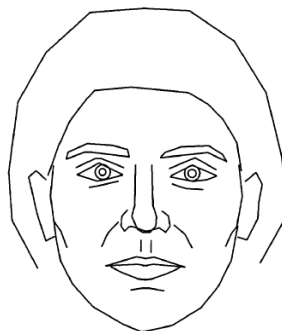


Figura 2.21. Cara promedio resultante de un análisis de estado vectorial de baja dimensionalidad (Rhodes, Brennan & Carey, 1987).

En un espacio vectorial dicha cara promedio puede ser utilizada para ver la similaridad de una cara o su caricatura facial con respecto a esta cara estereotipo tal y como se ilustra en la Figura 2.22.

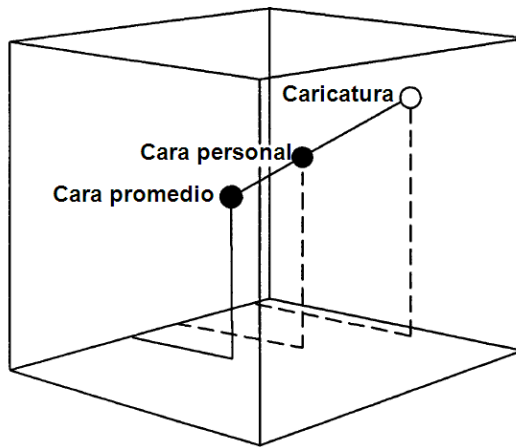


Figura 2.22. En un espacio vectorial la similaridad del rostro personal o de una caricatura facial puede ser distinguida de un estereotipo facial (Brenan, 1985; Rhodes et al., 1987).

Ejemplos de modelos conexionistas vectoriales de reconocimiento y clasificación facial utilizando arquitecturas de tres capas como la ilustrada anteriormente son usadas para demostrar las propiedades de clasificación emocional facial de nuestro cerebro tal y como se ilustra en la Figura 2.23.

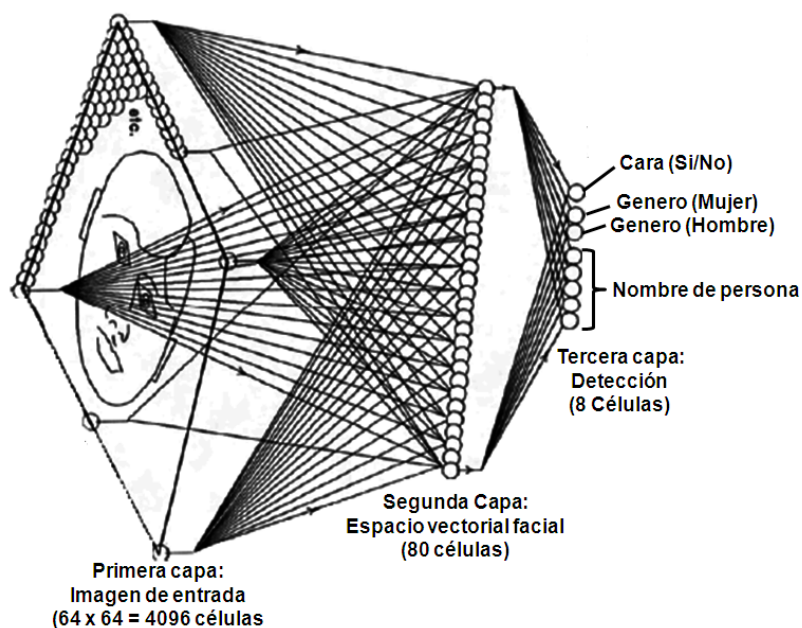


Figura 2.23. EMPATH es una red neural de codificación vectorial capaz de reconocer y clasificar caras reales (Cottrell & Metcalfe, 1991).

La red neural EMPATH ilustrada, es capaz de reconocer una gran variedad de caras y de distinguir dichas caras de otros objetos no faciales (Cottrell & Metcalfe, 1991; Dailey & Cottrell, 1999; Dailey, Cottrell, Padgett & Adolphs, 2002). Por otra parte, la Figura 2.24. ilustra de forma gráfica algunos de los estímulos faciales y no faciales que se usan para entrenar a dicha red neural en el reconocimiento de caras. Esta red es capaz al igual que las redes autoasociadoras de Hinton ilustradas en la Figura 2.13. de reconocer caras incompletas o caras que le son presentadas con ruido. Es capaz de asociar nombres específicos a las caras e indicar el género al que pertenece la cara que está siendo evaluada.



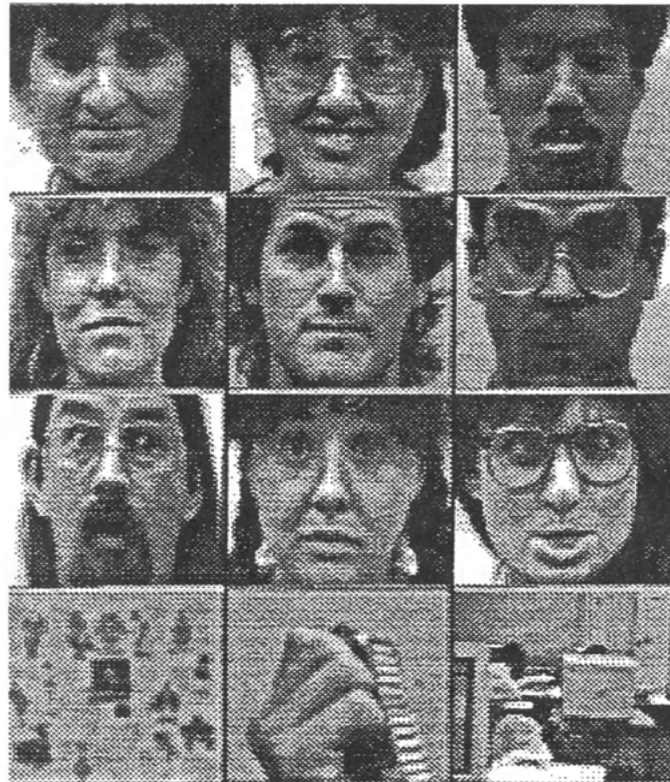


Figura 2.24. Se ilustran algunos estímulos usados para el entrenamiento de la red neural EMPATH los cuales después son reconocidos como caras de un tipo o como no caras.

Como puede ser observado los estímulos son complejos y aunque también se observa una simplicidad de la arquitectura neural para lograr dicha tarea de reconocimiento facial. Este tipo de reconocimiento requiere sistemas mucho más complejos si se intentan utilizando un paradigma VN, el cual tienden a fallar en muchas situaciones de prueba.

Es posible cuestionarse la utilidad en la teoría cognitiva de este tipo de simulaciones ya que el cerebro no parece usar esta arquitectura neural para lograr su capacidad de reconocimiento facial. Sin embargo, cuando se analiza en más detalle los logros del desempeño de este sistema se descubren capacidades que emulan las del cerebro humano. Por ejemplo, EMPATH es capaz de reconocer las fotos de entrenamiento en un 100%. Cuando se le presentan nuevas fotos de los mismos personajes en otras situaciones que no se incluían en las fotos de entrenamiento acierta en un 98%. Cuando se le presentan caras y escenarios completamente desconocidos acierta en un 100% para distinguir si se trata de una cara o no y acierta en un 81% sobre el género de la nueva cara. Es capaz de reconocer en un 100% fotos dañadas de los personajes con los que se entrenó y es capaz de hacer lo mismo aún y cuando se le daña físicamente.

Es interesante el hecho de que las unidades de las capa interna se auto-organizaron para tener su máxima activación a un tipo de estímulo facial (estímulo preferido). Se podría esperar que dichas unidades respondieran a su máximo cuando encontraran aspectos específicos de una cara como lo es una nariz, una boca determinada u ojos que permitan la formación de un criterio de decisión sobre si la cara que se procesa es de una mujer o un hombre, o si se trata de Juan o de José. En lugar de esto cada una de estas unidades internas parecen responder a su máximo cuando los patrones holísticos faciales son presentados. Dichos patrones holísticos no corresponden a ninguna de las caras encontradas en las fotos de entrenamiento.

La Figura 2.25. muestra los patrones faciales a los que las unidades internas responden más. Estos patrones faciales se construyen tomando en cuenta las fuerzas de asociación que existen en la conectividad entre una unidad de la capa interna todo el conjunto de unidades de entrada de la primera capa de procesamiento. Cottrell y Metcalfe (1991), llamaron a estas caras no definidas “**Holons**”.



Figura 2.25. Se ilustran seis Holons a los que seis de las unidades de la red neural EMPATH responden activándose al máximo (Cottrell, & Metcalfe, 1991).

Los Holons son una estrategia de codificación de información facial encontrada frecuentemente en modelos conexionistas de reconocimiento facial (Churchland, 1996). Estos Holons se asumen como representaciones que están codificadas en toda la conectividad que existe entre la capa de entrada y la capa interna, por lo que también proveen información para la formación de los otros Holons que se procesan por otras unidades. Por esto se asume que los Holons son representaciones distribuidas que se usan por todas las unidades de la capa interna. Si

se realiza una graficación vectorial tridimensional de los 80 vectores manejados por la capa interna para cada una de los estímulos de entrenamiento una vez que la red neural ha sido entrenada entonces se obtiene una figura de espacio vectorial como la ilustrada en la Figura 2.26.

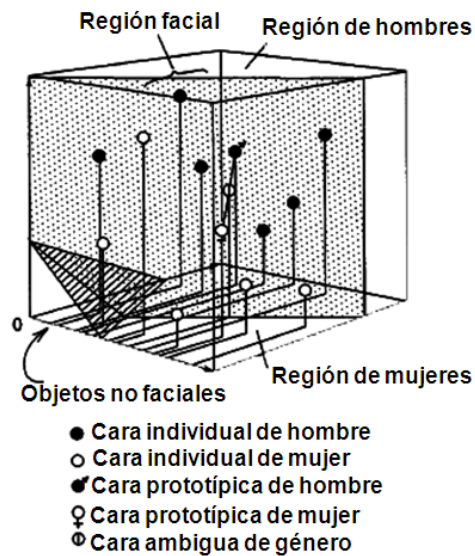


Figura 2.26. Espacio de activación vectorial tridimensional del sistema EMPATH para caras masculinas, femeninas y objetos no faciales (Churchland, 1996).

Las particiones de espacio vectorial mostradas en la Figura 2.26. muestran la formación de categorías rudimentarias sobre género facial a partir de Holons. Cognitivamente, esto es de relevancia porque es posible determinar la formación de categorías y representaciones que el cerebro impone dado su comportamiento neuro-computacional. Sin embargo, las capas de entrada y salida son biológicamente

irrelevantes en el sentido de que anatómicamente son irreales. Solo sirven para fines de control del investigador. De hecho, biológicamente debe haber al menos de seis a diez capas neurales intermedias participando en el reconocimiento facial y otros procesos visuales tal y como se ilustra en la Figura 2.27. (Churchland & Sejnowski, 1992; Churchland, 1996).

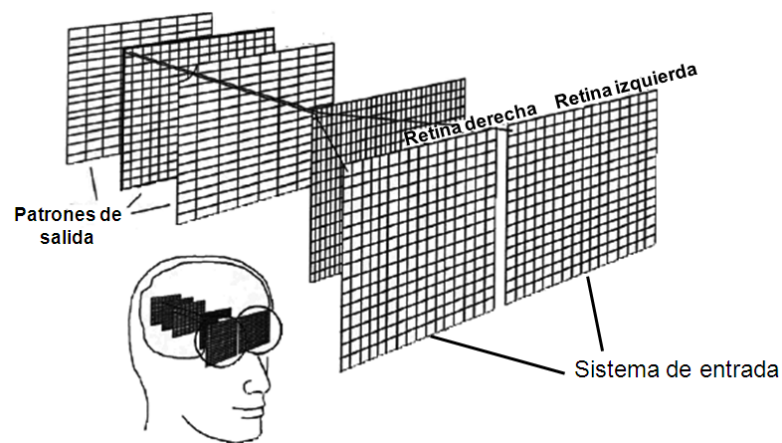


Figura 2.27. El procesamiento visual humano desde una perspectiva conexionista formula y defiende la necesidad de subconjuntos de redes neuro computacionales (capas internas) como lo es el caso de estereovisión (Churchland & Sejnowski, 1992).

La necesidad de considerar modelos conexionistas con arquitectura más sofisticada es evidente si se quieren considerar factores adicionales en el reconocimiento facial como lo es el caso de la emoción facial. Por ejemplo, Cottrel y Metcalfe (1991) en el mismo sistema EMPATH hicieron una pequeña modificación

para determinar si el sistema es capaz de discriminar emoción positiva de la negativa en diferentes individuos. La Figura 2.28. muestra ejemplos de las caras utilizadas.

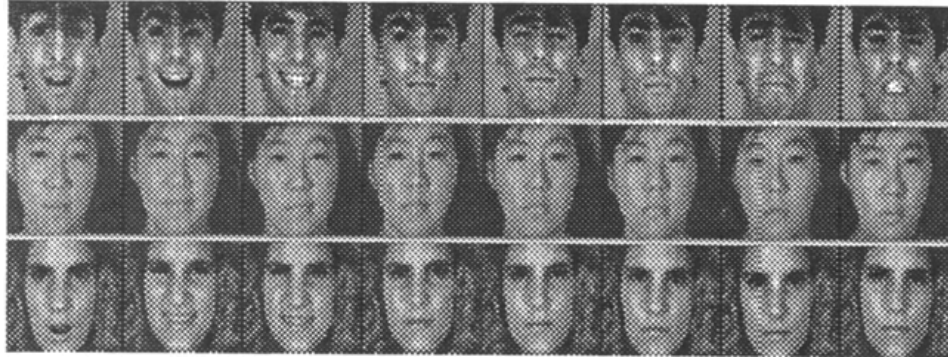


Figura 2.28. El sistema EMPATH fue entrenado para reconocer 8 emociones (cuatro positivas y cuatro negativas). Se ilustra unos ejemplos de estas caras emocionales.

En particular a esta versión de EMPATH se le entrenó para reconocer 8 emociones en 20 caras de las cuales cuatro emociones eran positivas y las otras cuatro negativas (160 fotos en total). En el caso del reconocimiento facial emocional de las emociones positivas el sistema tuvo un desempeño del 100% sin embargo un desempeño muy bajo en el caso del reconocimiento de la información facial negativa a excepción de las caras de enojo que fue reconocido en un 85% de las veces. Aun y cuando los autores atribuyen esta deficiencia a factores como la pobre actuación emocional de los participantes (Churchland, 1996), es muy probable también que la naturaleza de la relación ortogonal entre aspectos de la emoción positiva y negativa

demanden una arquitectura neural más suficiente para representar estos dos espacios vectoriales emocionales de la cara humana.

Para fines de la presente investigación es ahora posible determinar los lineamientos para el modelamiento cognitivo de los mecanismos de evaluación emocional en la población de interés:

- a) De acuerdo al modelo de Breen et al. (2000) el impacto de evaluación afectiva de una población con dificultades en el procesamiento de información negativa en el reconocimiento emocional debe manifestarse en la elaboración de la identidad en el reconocimiento facial de un individuo. Por otra parte, de acuerdo a este mismo modelo es necesario considerar un sistema emocional independiente que afecta e interactúa en la formación de identidad de la cara que se reconoce.
  
- b) De acuerdo al modelo EMPATH, desde una perspectiva neurocomputacional, entonces, las dificultades de reconocimiento de información negativa típica de una población con SD deben influir más en la modificación sináptica que se da entre la segunda capa de procesamiento (capa interna) y la capa de salida, identificación. Por otra parte, el desempeño bajo en el sistema en cuanto al reconocimiento facial emocional negativo presentado en este modelo parece sugerir la reconsideración de la arquitectura neurocomputacional que permita una manipulación directa de contenido emocional en el procesamiento de la información facial con propósitos de modelamiento cognitivo.

Estas consideraciones no son suficientes en términos de un modelamiento cognitivo conexionista, por lo que antes de entrar en la presentación de un modelo operativo de reconocimiento facial emocional en la población con SD es necesario tener una última consideración relacionada a las características de procesamiento facial emocional automático.

## **2.7. Modelando cognitivamente el reconocimiento facial emocional en Síndrome Down: Una aproximación conexionista.**

El sistema EMPATH aún y cuando es útil para ilustrar el concepto de espacio vectorial en el reconocimiento facial, no cumple con el criterio de “Correctitud Descriptiva” (Seidenberg, 1993). En la formación de modelos cognitivos dicho criterio se refiere a la propiedad que un modelo conexionista debe tener para hacer explícitas las características del modelo que son relevantes a la teoría y porque otras consideraciones de el modelo no lo son. En este proceso, además es necesario señalar que partes en específico del modelo “explican” un resultado (McCloskey, 1991). A este respecto, existe una variedad de modelos conexionistas que tienen el poder explicativo sobre una variedad de fenómenos encontrados en la literatura neuropsicológica del reconocimiento facial.

Estos modelos se dividen en dos grandes grupos. Los primeros modelos que enfatizan representaciones distribuidas, en donde los procesos cognitivos que participan en el reconocimiento facial (FRUs, PINs, etc.) son representados por



patrones de activación de una red de unidades neurales interconectadas. Ejemplos de estos modelos pueden ser encontrados en Farah, O'Reilly y Vecera (1993). Aquí, cada modulo de procesamiento de información facial (digamos FRU) genera patrones de neuro-actividad similar a la de un atractor. Cada atractor corresponde al reconocimiento facial de un individuo. Estos modelos a diferencia del modelo EMPATH cumplen con el requisito de correctitud descriptiva ya que están delimitados para emular comportamiento de estudios empíricos en el área del reconocimiento facial. En particular este modelo está diseñado para el análisis de la hipótesis de “desconexión” en prosopagnosia, en donde se propone que no existe reconocimiento facial consciente ya que solo hay actividad residual en las redes neurales que sólo permite semireconocimiento facial automático no controlado y que no es suficiente para generar el fenómeno emergente de reconocimiento facial consciente.

Por otra parte, están los modelos de representación localizada, en donde cada unidad neural de cada modulo de procesamiento de información facial representa una característica específica del modulo de reconocimiento facial al que se refiere. Por ejemplo, si se trata del módulo de procesamiento PIN, un nodo neural corresponde a la identidad de un solo individuo.

Debido a la relevancia que tiene para la presente investigación y al área de reconocimiento facial humano con representaciones localistas, se presenta en la Figura 2.29. el modelo de reconocimiento facial de interactividad competitiva (IAC

en inglés) de Burton et al. (1990). Aún y cuando este modelo fue diseñado para emular las propiedades neurocomputacionales del reconocimiento facial en humanos con cerebros normales, ha mostrado también su utilidad en el análisis de enfermedades como la prosopagnosia asociativa y aperceptiva por lo que tiene un rango más amplio de correctitud descriptiva que otros modelos de su clase e inclusive más que el modelo de Farah et al. (1993) (véase Young & Burton, 1999).

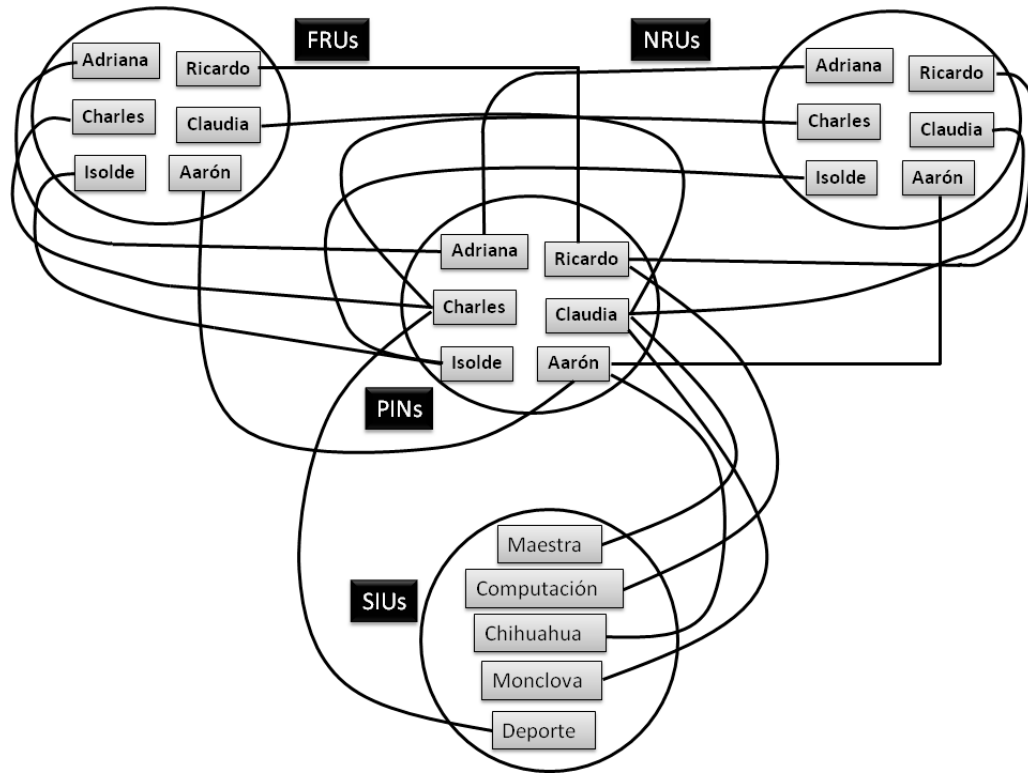


Figura 2.29. Se ilustra los diferentes módulos del modelo IAC de Burton et al. (1990). Se elige mantener la abreviación en inglés de cada módulo de procesamiento para congruencia en la literatura académica: FRUs (Facial

Recognition Units), PINs (Person identity Nodes), NRUs (Name Recognition Units) y SIUs (Semantic Information Units).

En este modelo, cada modulo de procesamiento (FRUs, PINs, NRUs y SIUs) se compone de grupos de *unidades neurales* o *albercas de unidades* que se inhiben mutuamente y compiten contra las demás unidades para lograr su propia activación. Por otra parte, conexiones entre unidades de diferentes módulos son de carácter excitatorio. El flujo de información es en cascada en donde activación a la unidad FRU produce activación en el módulo PIN el cual activa a su vez aspectos semánticos relacionados a cada unidad de este módulo así como un nombre asociado a dicha activación neural. Este tipo de modelos conexionista de interactividad competitiva tiene su origen a inicios de los 80 (McClelland & Rumelhart, 1981, 1988) y en el presente contexto son de interés dado que el modelo IAC de Burton et al. (1990) puede tener actividad bajo umbrales en sus funciones de respuesta de las unidades neurales que distinguen formas de procesamiento automático del controlado (Burton, Young, Bruce, Johnston & Ellis, 1991).

Además, este modelo permite emular varias formas de facilitación de reconocimiento facial (Burton, 1994; Young & Burton, 1999) lo cual lo hace ideal para analizar estudios de facilitación afectiva en el reconocimiento facial emocional que son centrales a los objetivos. Tomando en conjunto los lineamientos y consideraciones expresadas anteriormente sobre el modelamiento conexionista es posible identificar un modelo cognitivo para la incorporación de los cuerpos

empíricos que se obtengan de la presente investigación. Este queda ilustrado en la Figura 2.30.

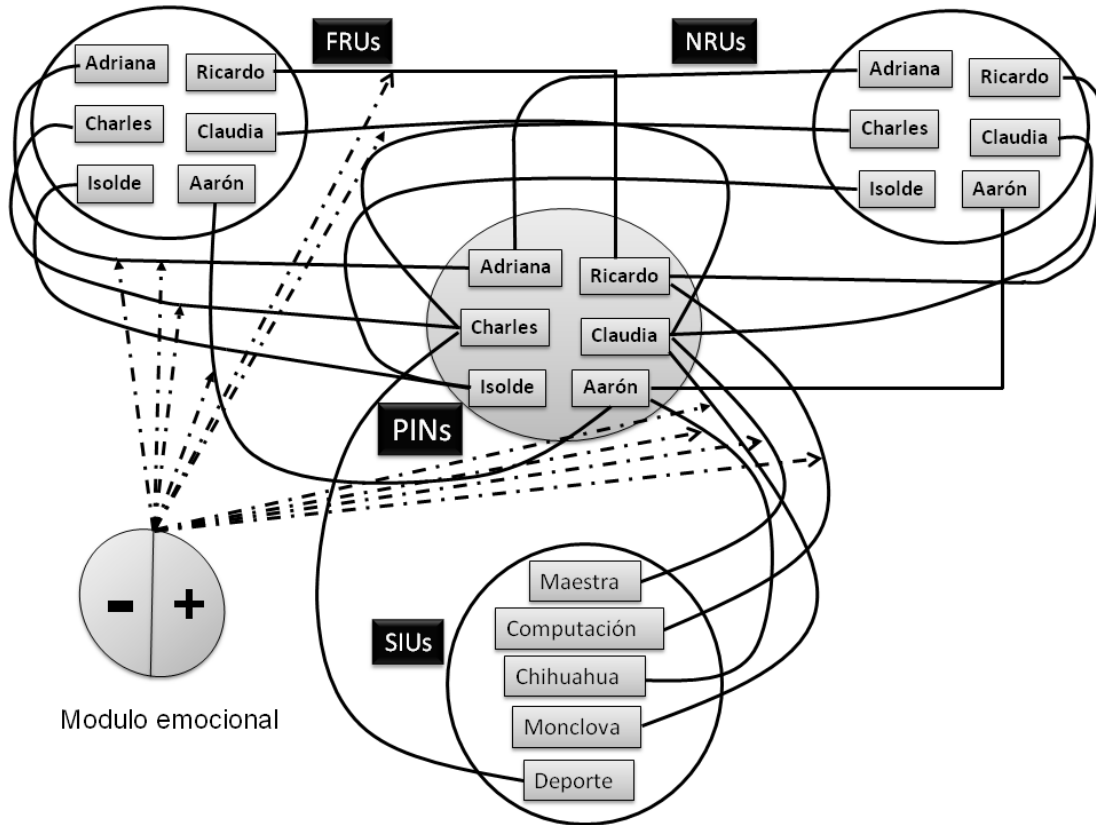


Figura 2.30. Modelo cognitivo conexionista de reconocimiento facial de interacción competitiva (IAC) a implementar en la presente investigación para integrar el comportamiento de reconocimiento facial emocional en individuos con síndrome Down (IACSD).

En la Figura 2.30. se puede observar que el modelo IACSD modifica previas versiones del IAC de reconocimiento facial de Burton et al. (1990) dada la

incorporación de un modulo emocional que pretende integrar la operatividad de un sistema afectivo en el reconocimiento facial como el señalado en el modelo de Breen et al. (2000) ilustrado en la Figura 2.16. Este sistema emocional debe ser capaz de influir en patrones de reconocimiento facial que emulen efectos de facilitación afectiva en poblaciones con SD y población típica.

En el caso de la emulación de conducta SD el sistema afectivo presenta la opción de analizar diferentes formas de daño al sistema emocional de negatividad. Por ejemplo, ruido, daño físico, umbrales de respuesta atípica en las unidades de procesamiento, etc. Cuáles de estos daños permite simular de mejor forma el déficit de negatividad en SD es hasta el momento algo que no ha sido reportado en la literatura. Por consecuencia el análisis de las propiedades computacionales de este modulo en déficit puede considerarse como una nueva línea de investigación en la naturaleza de los mecanismos de evaluación emocional humana.

Por otra parte, a diferencia de los modelos de representación distribuida, los modelos *localistas* en donde cada característica cognitiva de interés en el reconocimiento facial es representado por una unidad neural, permiten analizar de forma específica que es lo que sucede en el sistema de conexiones de procesamiento durante el procesamiento de información facial. Esto en sí no permite un análisis de representación distribuida en un espacio vectorial como los Holons, aunque hay que enfatizar que en los trabajos llevados a cabo en el área de neuropsicología no se sugiere que el factor emocional participe en etapas tempranas de la formación de una

representación facial (por ejemplo a nivel de FRUs). Si un análisis representacional puede ser hecho, entonces, este debe ser en el espacio vectorial en el que se forma la identidad de la cara de una persona (PIN).

Finalmente, hay que hacer notar que para la formación de identidad facial es necesario activar campos semánticos relacionados a dicha identidad. De acuerdo al modelo IACSD, esto implica también la formación de significados emocionales asociados a la identidad de una persona. En el caso de los individuos con SD dicha significación implica una forma muy diferente a la de un individuo de la población típica dada la forma peculiar de su módulo de procesamiento afectivo. En este sentido es la primera vez que se postula una forma cognitiva de análisis de este mundo emocional del individuo con SD, lo cual se considera otra de las contribuciones originales de la presente investigación. Un estudio computacional de simulación conexionista a este respecto es presentado en la sección de método que tiene la intención de aproximar este interés.

Existe sin embargo, la posibilidad, de que teóricamente no se haya considerado la posibilidad de que información facial emocional sea captada en rutas de reconocimiento facial aunque sea de forma implícita antes de las unidades FRUs y que después esta es utilizada como factor de reconocimiento emocional. Esto es, el factor de reconocimiento facial emocional estaría compuesto de información implícita de información facial emocional obtenida en procesamiento periférico

inicial (procesamiento abajo-arriba) así como de información emocional provista en el modulo SIU (procesamiento arriba-abajo).

Para determinar, la plausibilidad neurocomputacional de esta posibilidad (no considerada en la literatura) se presenta en la sección del método un algoritmo que sugiere que dicha extracción inicial de información facial emocional es por medio de sistemas competitivos de extracción de rasgos faciales que son antagónicos. Por ejemplo, los rasgos faciales que tipifican procesamiento de información emocional negativo no solo activan un procesamiento neural específico sino que inhibe la activación de algún procesamiento neural relacionado a información emocional positiva (e.g., Bower & Forgas, 2000). Este mecanismo de detección de regularidades faciales por sistemas competitivos es diferente al sistema EMPATH antes señalado el cual representa una familia de redes neurales para el reconocimiento facial basado en análisis principal de componentes (PCA: Principal Analysis of Components). Esta diferencia entre ambas familias de procesamiento neurocomputacional es un presupuesto teórico central sobre el sistema emocional humano de la presente tesis. Dicho tratamiento inicial de la información facial influye como una forma inicial de discriminación emocional que es usada en posteriores procesos de reconocimiento facial, pero sobre todo abre la posibilidad de tipificar a individuos con SD donde procesamiento de bajo nivel puede ser fuertemente influenciado por procesamiento automático amigdalar.

Propuestas metodológicas tanto para la construcción del modelo conexionista de reconocimiento facial emocional como para los estudios experimentales de los mecanismos de evaluación emocional automática en SD son desglosados a continuación. Hay que considerar que mientras que los estudios de facilitación afectiva que a continuación se describen, especifican la naturaleza del déficit de procesamiento de información negativa en SD, los estudios conexionistas pretenden señalar el lugar e impacto que dicho fenómeno cognitivo tiene dentro de los modelos teóricos actuales del reconocimiento facial humano.



## **Capítulo 3**

### **Método**

En esta sección se describen los cuatro estudios que fueron llevados a cabo en la presente tesis. Para cada estudio, se señala el diseño experimental utilizado, posteriormente se describen las características de la muestra participante, los instrumentos y materiales utilizados y finalmente se detalla el procedimiento realizado y la tarea requerida para cada uno de los experimentos.

#### **3.1. Generalidades de los estudios**

Tres fases generales fueron contempladas en la presente investigación. Las cuales son descritas a continuación.

##### **Fase 1. Consentimiento**

El primer paso para la realización de los estudios fue obtener el consentimiento de los participantes de manera informada (Apéndice A). En el caso del grupo con SD se citó tanto a los participantes como a sus representantes legales (e.g., padre y/o madre, maestro, etc.) en una sesión individual o bien grupal. Durante esta primera sesión se informó de manera verbal y/o por escrito acerca de los objetivos y procedimientos de los estudios, se les describió el tipo de instrumentos que se aplicarían, se les comentó su derecho a la confidencialidad y la posibilidad de

desertar del estudio en el momento en el que ellos desearan hacerlo, así como a la obtención de una retroalimentación verbal y/o escrita de los resultados que obtuviera el participante en el estudio. En el caso particular de los primeros participantes con SD, también se les informó la oportunidad de obtener beneficio económico dada su participación.

Finalmente, a los representantes legales y a los participantes se les explicó que habría una sesión en donde se seleccionaría a los candidatos para el estudio en sí.

Una vez expuestos los detalles del estudio, se les preguntó a los participantes de manera verbal si deseaban participar voluntariamente en el mismo y se les señaló que en su hoja de consentimiento informado era necesaria la obtención de su firma.

## **Fase 2: Selección de los participantes**

En esta fase los participantes fueron evaluados con un instrumento computarizado para determinar si eran o no candidatos apropiados para el estudio. Este instrumento constaba de una muestra de diez ensayos experimentales elaborados en base al diseño del presente estudio (véase el diseño de cada estudio). La tarea requerida al participante era señalar si una cara de un par presentado tenía o no emoción.

Una segunda prueba no estandarizada, en versión papel (Apéndice B), con diferentes tareas de reconocimiento facial fue aplicada solo a los participantes con SD. En dicha prueba fueron medidas habilidades de categorización facial emocional, identificación y emparejamiento de emociones faciales, así como la conceptualización en general de la emoción. Ambas pruebas sirvieron de evaluación preliminar para seleccionar solo aquellos participantes que mostraran las habilidades necesarias para llevar a cabo el estudio. El tiempo total considerando la aplicación de ambas pruebas (computarizada y versión papel) es de aproximadamente 30 minutos, aunque este período podía oscilar hasta 60 minutos dadas las características de los participantes.

Por otra parte, un breve cuestionario fue aplicado a los padres de familia o al responsable legal de los participantes con SD (e.g., madre y/o padre, institución educativa, etc.) . El objetivo de dicho cuestionario era obtener información general de los participantes, tales como la historia médica, escolar, entre otros (Apéndice C).

Es importante mencionar que una vez realizada dicha selección, a los participantes se les programó de manera individualizada una serie de sesiones en donde se aplicaría una escala de inteligencia. En el caso de los adultos se utilizó el WAIS-III (Escala Wechsler de Inteligencia para Adultos-III) y para los participantes menores de 16 años, se utilizó el WISC-IV (Wechsler de Inteligencia para Niños-IV). El objetivo era obtener información sobre su coeficiente intelectual (CI) y su edad mental. Dicha información fue utilizada como un control general para los tres

estudios basados en el paradigma de la facilitación afectiva. Por ello, la aplicación de este instrumento fue intercalada entre las sesiones de los tres estudios experimentales con tareas de reconocimiento facial.

Una vez seleccionados los participantes y establecido el plan de sesiones se procedió a la tercera fase que es la aplicación de los estudios y la cual es descrita a continuación.

### **Fase 3. Aplicación de los estudios**

Dado que los tres primeros estudios están basados en la facilitación afectiva se aplicaron con un contrabalanceo, es decir, que el orden de aplicación de los experimentos fue diferente para cada participante. Por lo que es importante señalar que aquí por cuestiones de ilustración, el primer estudio siempre será referido como el estudio de preferencia y déficits en el reconocimiento facial, el segundo como el estudio del efecto de la familiaridad en el reconocimiento facial de la emoción y el tercero como el estudio de estilos de procesamiento facial emocional: holístico vs. analítico. El cuarto estudio es referido como simulaciones neurocomputacionales del reconocimiento facial en el SD. Cada uno de estos estudios es descrito con detalle en los siguientes apartados.

### **3.2. Estudio 1. Detección de preferencias y déficits en el reconocimiento facial emocional a través del paradigma de la facilitación afectiva.**

Para verificar los déficits reportados en la literatura en el reconocimiento facial de la emoción negativa en personas con SD (Pitcairn & Wishart, 2000; Williams et al., 2005; Wishart & Pitcairn, 2000; Wishart, Cebula, Willis & Pitcairn, 2007) se diseñó un estudio experimental basado en el paradigma de la facilitación afectiva. Aunque los fundamentos teóricos de este paradigma fueron ampliamente expuestos en el apartado del marco teórico, algunos aspectos técnicos y metodológicos del mismo, que son de relevancia para la comprensión de los diseños experimentales utilizados, serán descritos de manera breve a continuación.

#### **3.2.1. Sobre la facilitación afectiva**

La facilitación afectiva propone que la valencia emocional de un evento u objeto “facilita” o interfiere el reconocimiento de la valencia emocional de otro evento u objeto (Fazio, 1995; Musch & Klauer, 2003). Los diseños basados en este paradigma permiten observar el efecto de facilitación afectiva aun cuando no existe posibilidad de intervención estratégica, es decir, permiten acceder al procesamiento de la información emocional a niveles automáticos (e.g., Ferguson & Bargh, 2003).

De manera típica, los ensayos experimentales presentados en un estudio basado en la facilitación afectiva, se constituyen de la presentación de pares de

facilitador-objetivo. La congruencia entre la valencia emocional de los pares de estímulos presentados es de relevancia en este tipo de diseños, dado que lo que se busca es observar el efecto de la carga emocional del facilitador sobre el reconocimiento emocional del objetivo. Por ejemplo, en estudios en donde se utilizan palabras se plantea que si la palabra a evaluar (objetivo), por ejemplo depresión, es precedida por la lectura de otra palabra congruente en valencia (e.g., tristeza), que de una palabra no congruente (e.g., alegría) entonces la palabra objetivo se reconoce como perteneciente a una valencia emocional de forma más rápida y exacta. Este fenómeno cognitivo es denominado *facilitación emocional* (Fazio, 1995, 2000, 2001).

Por otra parte, es importante señalar, que la presentación de cada par de facilitador-objetivo está mediada por dos parámetros temporales. El primero es el intervalo de asincronía entre estímulos (en inglés Stimulus Onset Asynchrony, SOA), el cual se refiere al período de tiempo que pasa entre el inicio de la presentación del primer estímulo y el inicio de la presentación del segundo estímulo. El segundo parámetro temporal es el intervalo entre estímulos (en inglés denominado Inter-Stimulus Interval, ISI), el cual tiene la función de proporcionar un margen temporal entre la presentación de un estímulo y otro. La consideración de estos parámetros temporales es necesaria para la obtención de un efecto de facilitación a niveles automáticos.

En suma, los diseños experimentales basados en el paradigma de facilitación afectiva, requieren del control de las propiedades relacionadas al facilitador, al

objetivo y a la relación entre facilitador-objetivo, así como al tiempo de presentación de estos estímulos de manera individual y conjunta. A este respecto, existe un extenso número de investigaciones que proveen evidencia empírica obtenida sobre el efecto de facilitación con un amplio espectro de estímulos y a través de una serie de variantes de diseños experimentales (e.g., véase De Houwer, Hermans & Eelen, 1998; Giner, Sorolla, García & Bargh, 1999; Hermans, Bayens & Eelen, 1998; Hermans, De Houwer & Eelen, 1994).

En general lo que se ha observado es que este tipo de diseños ha sido útil para la detección de déficits de clasificación y preferencia emocional sobre un gran espectro de estímulos que pueden ir desde aspectos sociales hasta estímulos puramente perceptuales en diferentes poblaciones.

Dado que en el caso del SD poco se sabe acerca de este tipo de mecanismos de procesamiento de información emocional, la exploración de procesos cognitivos emocionales en esta población a través de diseños basados en el paradigma de la facilitación afectiva proporcionaría nueva información. Bajo esta premisa es que se realizó el presente estudio, cuyo diseño es descrito a continuación.

### **3.2.2. Diseño del estudio**

Para observar los efectos de congruencia e incongruencia emocional sobre el tiempo de reacción en tareas de categorización de caras emocionales versus no

emocionales, se diseñó un estudio experimental factorial, en el cual se contemplaron dos variables independientes: los niveles de congruencia emocional (entre facilitadores y objetivos), y el factor de población. Específicamente se consideró un diseño de 2(tipo de población: con SD vs. Población típica o PT) x3(valencia del facilitador: positiva, negativa vs. neutra) x3(valencia del objetivo: positiva, negativa vs. neutra). Este diseño es ilustrado en la Figura 3.1. y las condiciones experimentales resultantes son enlistadas con mayor detalle en la Tabla 3.1.

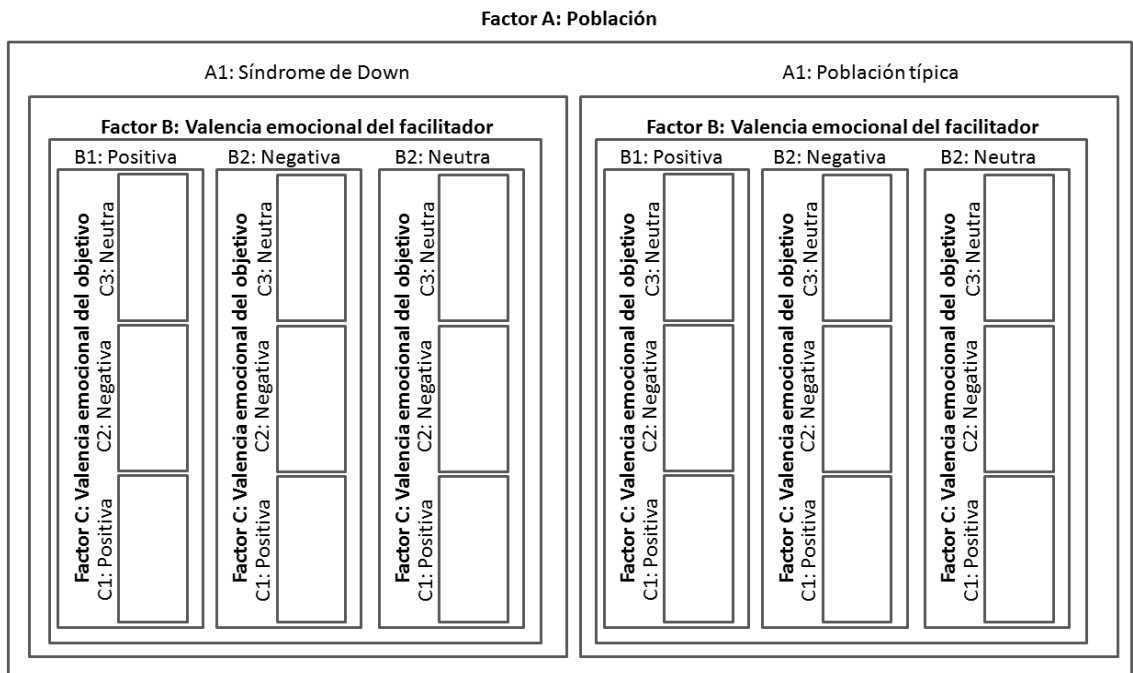


Figura 3.1. Diseño del primer estudio, en donde se ilustran las condiciones experimentales resultantes.



De la figura anterior, note que nueve condiciones experimentales o nueve niveles de congruencia emocional fueron aplicados para cada grupo participante (SD vs. población típica). Así cada condición experimental comprende una combinación específica de “facilitador-objetivo”. La Tabla 3.1. enlista todas las posibles combinaciones en términos de congruencia emocional.

Tabla 3.1. Combinaciones experimentales resultantes del diseño del primer estudio.

<b>Combinación</b>	<b>Calve en el estudio</b>	<b>Nivel de congruencia</b>
<b>Facilitador/Objetivo</b>		<b>emocional</b>
Positivo-Positivo	P-P	Congruente
Positivo-Negativo	P-N	Incongruente
Positivo-Neutro	P-Nu	Incongruente
Negativo-Positivo	N-P	Incongruente
Negativo-Negativo	N-N	Congruente
Negativo-Neutro	N-Nu	Incongruente
Neutro-Positivo	Nu-P	Incongruente
Neutro-Negativo	Nu-N	Incongruente
Neutro-Neutro	Nu-Nu	Congruente

De la tabla anterior, esto puede ser observado, existen dos grupos congruentes en términos emocionales (P-P, N-N) y un grupo congruente control (Nu-Nu), dos

grupos incongruentes emocionales (P-N, NP) y cuatro grupos incongruentes control (P-Nu, N-Nu, Nu-P, Nu-N).

Los pares de facilitador-objetivo específicos para cada grupo experimental fueron organizados en ensayos experimentales. Cada ensayo experimental entonces era constituido por una combinación específica de facilitador-objetivo. Y la presentación de dicho ensayo era mediada por dos parámetros temporales, ISI (50 ms) y SOA (300 ms) (Figura 3.2.).

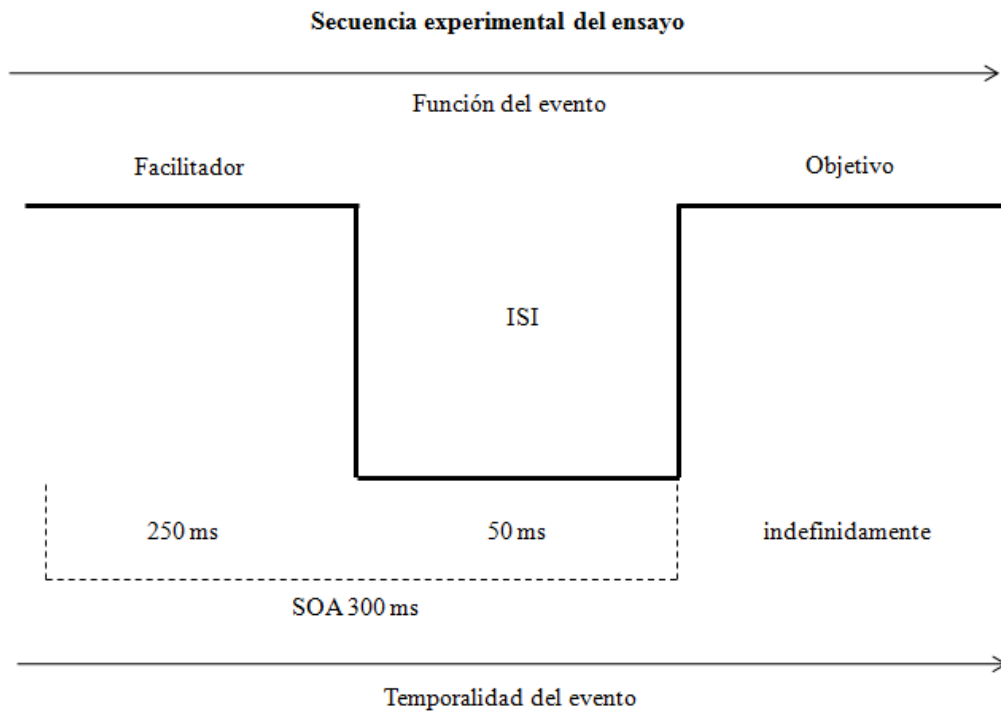


Figura 3.2. Componentes de un ensayo experimental en el primer estudio.

Así en un ensayo experimental se presentaba un primer estímulo facial (facilitador) seguido por una pantalla en blanco y finalmente aparecía un último estímulo facial (objetivo) sobre el cual el participante tenía que realizar la tarea de categorización emocional. Aquí, es necesario señalar que el tiempo que tardaba la persona en realizar dicha tarea fue considerada la variable dependiente, a la que se le denominó *tiempo de reacción*.

El número de ensayos experimentales así como la elaboración de la secuencia experimental para cada ensayo se describen ampliamente en la sección de instrumentos y materiales. Por otra parte, la tarea experimental en donde se utilizan dichos ensayos será expuesta en la sección del procedimiento.

### **3.2.3. Participantes**

En este estudio se requirió la participación de una muestra de 60 personas. De las cuales 20 conformaban el grupo con SD (grupo experimental) y su edad cronológica oscilaba entre 15 y 48 años de edad. Mientras que el grupo de la población típica (PT) o grupo control, se constituyó con los 40 participantes restantes, los cuales fueron igualados en edad cronológica al grupo experimental, su rango de edad fue de 17 a 40 años de edad. Una descripción más detallada de ambos grupos se observa en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Características de los participantes del primer estudio.

Condición	Total	Mujeres	Hombres	Edad cronológica	
				Media	DE
SD	20	9	11	24.3	9.09
PT	40	24	16	20.22	4.82

### 3.2.4. Instrumentos y materiales

Para construir el instrumento se seleccionaron 18 imágenes faciales del BE-Face (Figura 3.3), que es una base de imágenes faciales construida y validada por Morales et al. (2010). Se consideró como controles que el conjunto de caras seleccionado incluyera las seis emociones básicas (alegría, tristeza, enojo, miedo, sorpresa y disgusto). También se contempló un balance entre el número de estímulos con emoción expresada de manera intensa y baja, así como un balance en el número de caras por género. Es importante mencionar, que un estudio piloto fue llevado a cabo para validar de manera experimental la carga emocional de los rostros seleccionados (véase Morales et al., 2010).

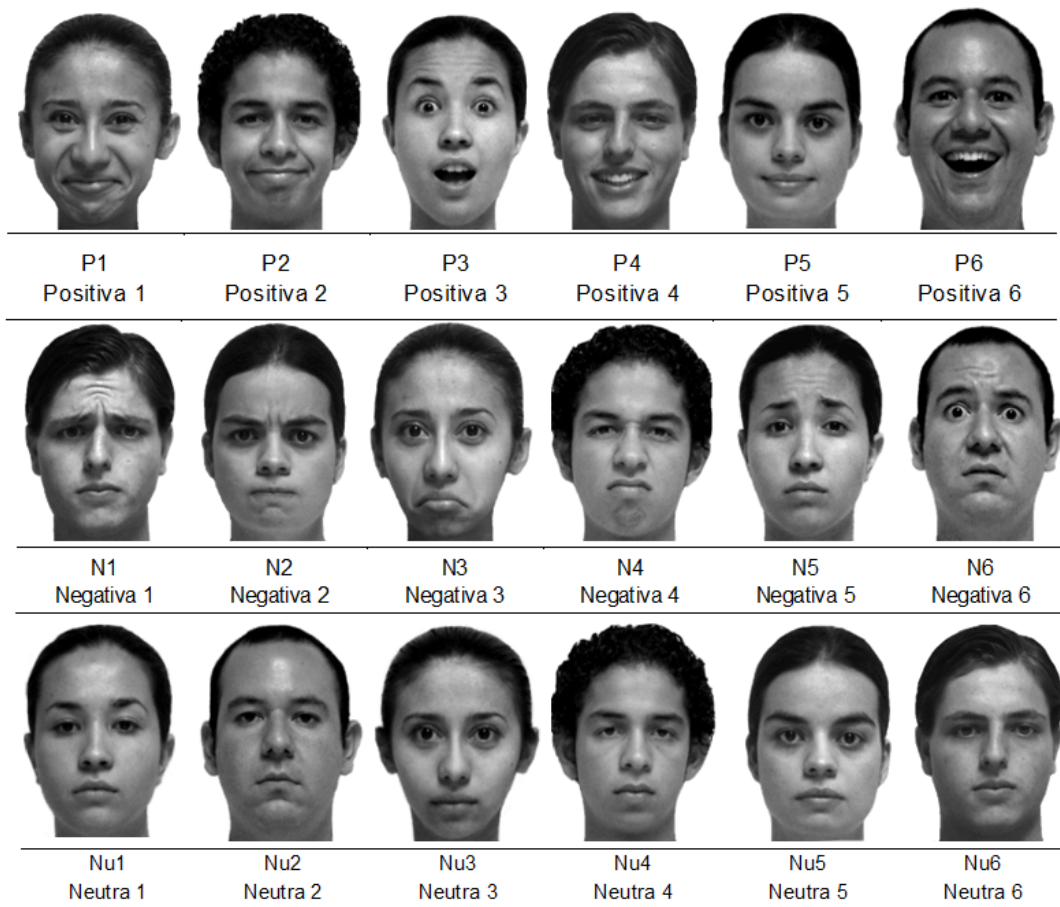


Figura 3.3. Imágenes seleccionadas del BE-Face para la elaboración del instrumento.

Las imágenes seleccionadas fueron combinadas considerando el diseño del estudio. Esto es, en base a las condiciones experimentales (P-P, P-N, P-Nu, N-P, N-N, N-Nu, Nu-P, Nu-N, Nu-Nu) las cuales fueron ampliamente descritas en la sección del diseño del estudio. Para ello todas las combinaciones posibles de expresiones faciales fueron obtenidas a través de una matriz simétrica. En total, se obtuvieron 135 combinaciones de facilitador-objetivo diferentes. Y cada combinación fue utilizada en la secuencia experimental de cada ensayo, misma que será descrita en el

procedimiento. Para la presentación de los ensayos, las combinaciones de facilitador-objetivo obtenidas fueron introducidas en el SUPER LAB-PRO, que es un software que permite la exposición de los ensayos experimentales al azar y además permite la medición de los tiempos de reacción del participante.

Otro instrumento utilizado fue la escala WAIS-III o bien el WISC-IV para medir el coeficiente intelectual de los participantes y determinar datos como la edad mental y el índice de deterioro. Aunque cabe mencionar que el CI no tiene relación con la evaluación de la emoción a niveles automáticos, estos instrumentos fueron incluidos dado que de manera tradicional los autores reportan datos de este tipo como información general en la caracterización de la muestra.

Finalmente, un último instrumento utilizado fue una escala no estandarizada con tareas de reconocimiento facial para obtener información general sobre las habilidades de reconocimiento de la emoción facial. Tal como se describió al principio, los índices obtenidos en estos dos instrumentos fueron también de utilidad para el resto de los estudios.

### **3.2.5. Procedimiento**




A los participantes con SD se les requirió presentarse de manera individual y a los participantes de la población típica (control) de manera grupal, para realizar una tarea de categorización emocional, la cual comprendió dos etapas:


## **Etapa 1. Calibración o familiarización**

El objetivo de esta primera etapa era mostrar al participante la secuencia experimental de los ensayos y el tipo de respuesta requerida. Para ello se proporcionó a los participantes las instrucciones, primero en forma verbal y posteriormente de manera escrita en la pantalla de la computadora (Figura 3.4.).

**EN ESTE ESTUDIO SE PRESENTAN PARES DE CARAS. TU TAREA ES SEÑALAR SI LA ULTIMA CARA DE CADA PAR TIENE O NO EMOCIÓN.**

**POR EJEMPLO:**

	<b>APERECERÁ UN PUNTO ACOMPAÑADO DE UN SONIDO</b>
	<b>EL PUNTO DESAPARECE Y EN SU LUGAR APARECE UNA CARA</b>
	<b>DESAPARECE LA PRIMERA CARA Y EN SU LUGAR QUEDA UNA SEGUNDA CARA</b>

**SI LA SEGUNDA CARA TIENE EMOCIÓN OPRIME** 


**SI LA SEGUNDA CARA NO TIENE EMOCIÓN OPRIME** 

Figura 3.4. Instrucciones de la tarea experimental del estudio de facilitación afectiva.

Una vez explicada la secuencia experimental a los participantes se les presentaba un primer bloque de prácticas. En este bloque se observaba el desempeño

del participante para determinar si se comprendió la tarea. Además a cada participante se le preguntó si tenía alguna duda con respecto a la tarea y en el caso del grupo con SD, se les pedía verbalizar la tarea que estaban realizando.

Posteriormente, se procedía a presentar un segundo bloque de prácticas, para ello al participante se les describía nuevamente la tarea, por ejemplo:

“Recuerda que en tu pantalla aparecerá un punto acompañado de un sonido, cuando escuches el sonido pon atención porque entonces aparecerá una cara que se desaparecerá rápidamente, después aparecerá otra cara la cual tienes que observar con atención y señalar si esa cara expresa o no emoción”.

En el caso de los participantes con SD, esta estrategia resultó ser de utilidad, especialmente para aquellos participantes que presentaban dificultades con la memorización de la tarea por lo que se tenía que garantizar el recuerdo de la instrucción.

Otro criterio para avanzar a la fase de estudio fue que el participante obtuviera un porcentaje alto de aciertos en las prácticas, por lo menos en la categorización de caras neutras y emocionales de tipo positivo, aunque esto no se le requería ni se le mencionaba al participante de manera explícita para evitar el sesgo en la respuesta. Una vez garantizado este proceso se procedió a la aplicación del estudio.



## **Etapa 2. Estudio**

En esta fase, a cada participante se le presentaron los ensayos experimentales al azar, la secuencia para cada ensayo comprendía la presentación de cuatro eventos. Primero, un punto era presentado para atraer la atención del participante hacia el centro de la pantalla de la computadora. Entonces, una cara emocional o no emocional (facilitador) era presentado por 250 milisegundos seguido por un intervalo en blanco de 50 milisegundos. Finalmente un último rostro emocional o no emocional (objetivo) aparecía en la pantalla y permanecía ahí hasta que el participante decidiera si dicha cara era o no emocional. Los pares de los estímulos faciales eran presentados con un SOA de 300 ms y un ISI de 50 ms (Figura 3.5.).

En general una serie de 135 ensayos experimentales fueron presentados al azar. La presentación de dichos ensayos fue organizada en 5 bloques de 27 ensayos experimentales. Los bloques fueron asignados de forma contrabalanceada, esto es, el orden de los bloques fue asignado al azar para los participantes. El tiempo de aplicación total del fue de 10 minutos, sin embargo en el caso de las personas con SD este tiempo varió desde 20 hasta 60 minutos dependiendo de las características del participante.

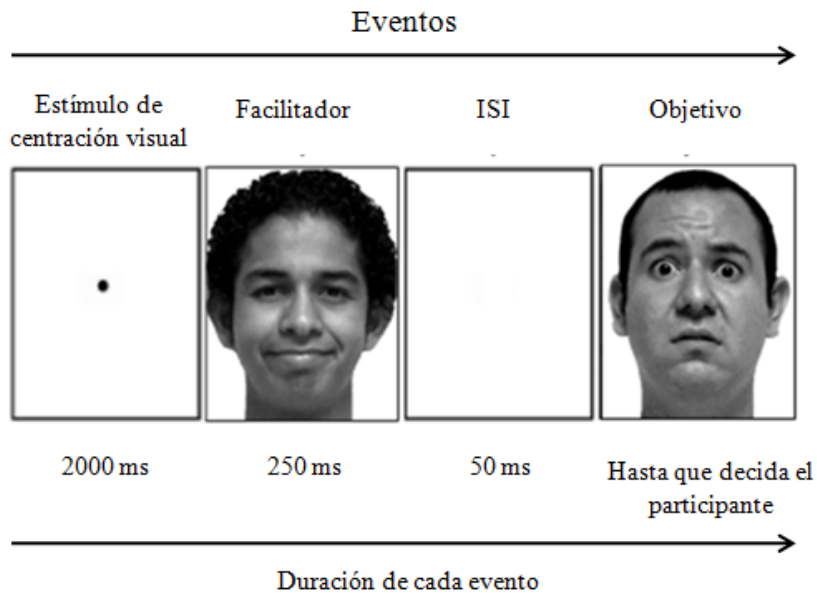


Figura 3.5. Secuencia experimental para el primer estudio.

### 3.3. Estudio 2. El efecto de la familiaridad facial en el reconocimiento facial de la emoción con el paradigma de la facilitación afectiva

Considerando que la familiaridad es un factor de relevancia en el reconocimiento de caras y dado que existen pocos estudios que han explorado este factor en la población SD, se diseñó un segundo estudio experimental para explorar el efecto de la variable familiaridad sobre el reconocimiento facial de la emoción.

### 3.3.1. Diseño del estudio

En este estudio tres factores o variables independientes fueron consideradas: la valencia emocional (valencia facilitador vs. valencia objetivo), la naturaleza facial o factor de familiaridad (con rasgos de SD vs. rasgos típicos), y el factor de población (con SD vs. Población Típico o PT). Estas variables y sus respectivos niveles fueron combinados en un diseño factorial mixto de 2 (Población: SD vs. PT) x 2 (Naturaleza facial: Rasgos SD vs. Rasgos típicos) x3(Facilitador: positivo, negativo vs. neutro) x3(Objetivo: positivo, negativo vs. neutro) el cual se ilustra en la Figura 3.6.

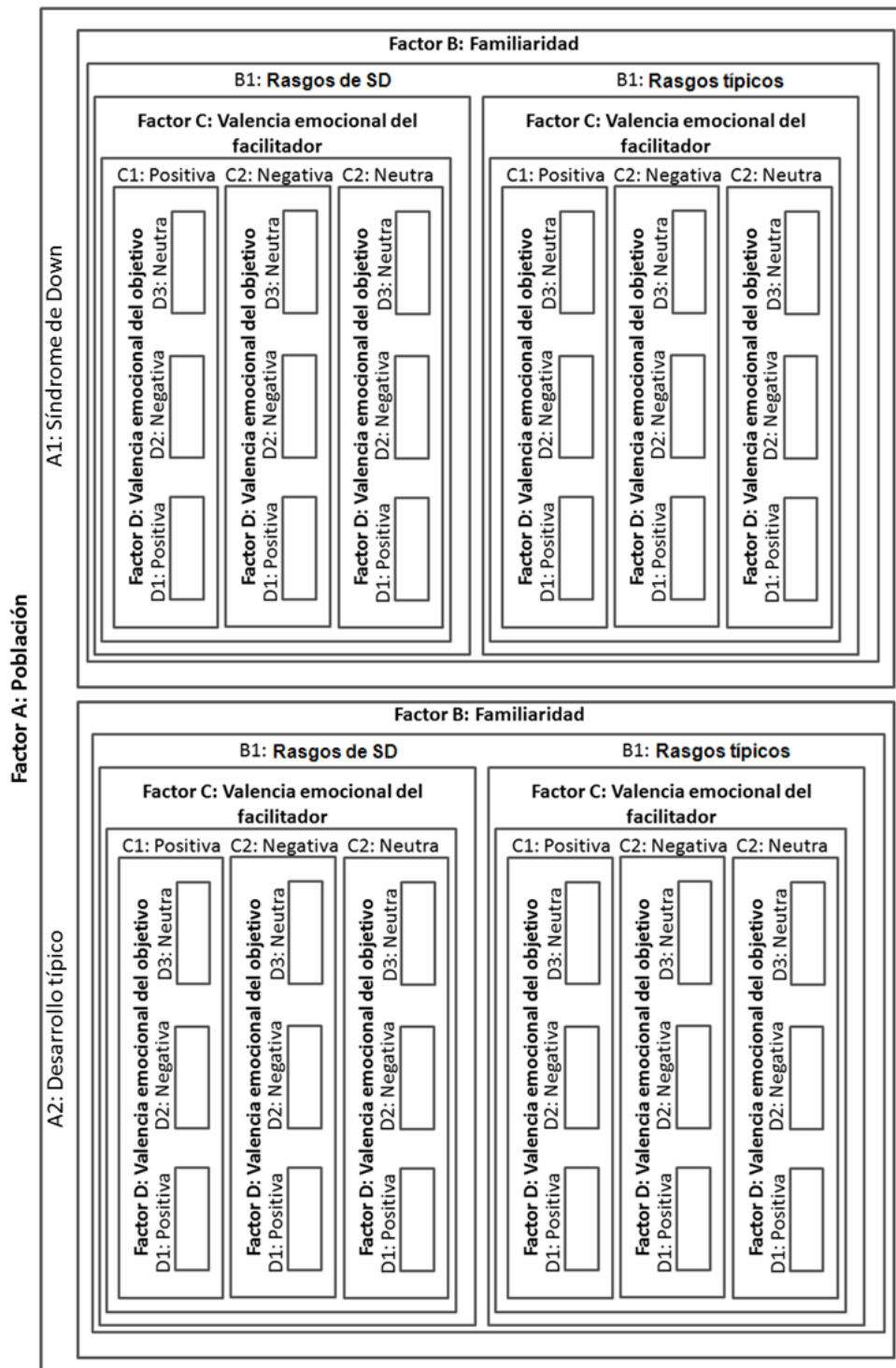


Figura 3.6. Diseño del segundo estudio sobre el efecto de la familiaridad en el reconocimiento facial de la emoción.

Note que para cada grupo de población 18 condiciones diferentes fueron aplicadas (nueve combinaciones diferentes de facilitador-objetivo, también llamados niveles de congruencia emocional formados con rostros emocionales con rasgos de SD y nueve tipos de combinación constituidos con rostros con rasgos típicos). Dichas combinaciones o condiciones experimentales son enlistadas en la Tabla 3.2.

Tabla 3.3. Combinaciones experimentales del diseño del segundo estudio.

<b>Combinación</b>	<b>Calve rostros familiares</b>	<b>Calve rostros no familiares</b>	<b>Nivel de congruencia emocional</b>
Positivo-Positivo	F P-P	NF P-P	Congruente
Positivo-Negativo	F P-N	NF P-N	Incongruente
Positivo-Neutro	F P-Nu	NF P-Nu	Incongruente
Negativo-Positivo	F N-P	NF N-P	Incongruente
Negativo-Negativo	F N-N	NF N-N	Congruente
Negativo-Neutro	F N-Nu	NF N-Nu	Incongruente
Neutro-Positivo	F Nu-P	NF Nu-P	Incongruente
Neutro-Negativo	F Nu-N	NF Nu-N	Incongruente
Neutro-Neutro	F Nu-Nu	NF Nu-Nu	Congruente

En la Tabla 3.2. se puede observar que para cada tipo de rostro (familiar versus no familiar) existen tres grupos congruentes en términos emocionales, esto es

dos emocionales (P-P, N-N) y un control (Nu-Nu), y también dos grupos incongruentes emocionales (P-N, NP) y cuatro grupos incongruentes control (P-Nu, N-Nu, Nu-P, Nu-N). Los pares de facilitador-objetivo específicos para cada condición experimental fueron organizados en ensayos experimentales. Cada ensayo experimental entonces representa una combinación específica de facilitador-objetivo tal como se muestra en la Figura 3.7.

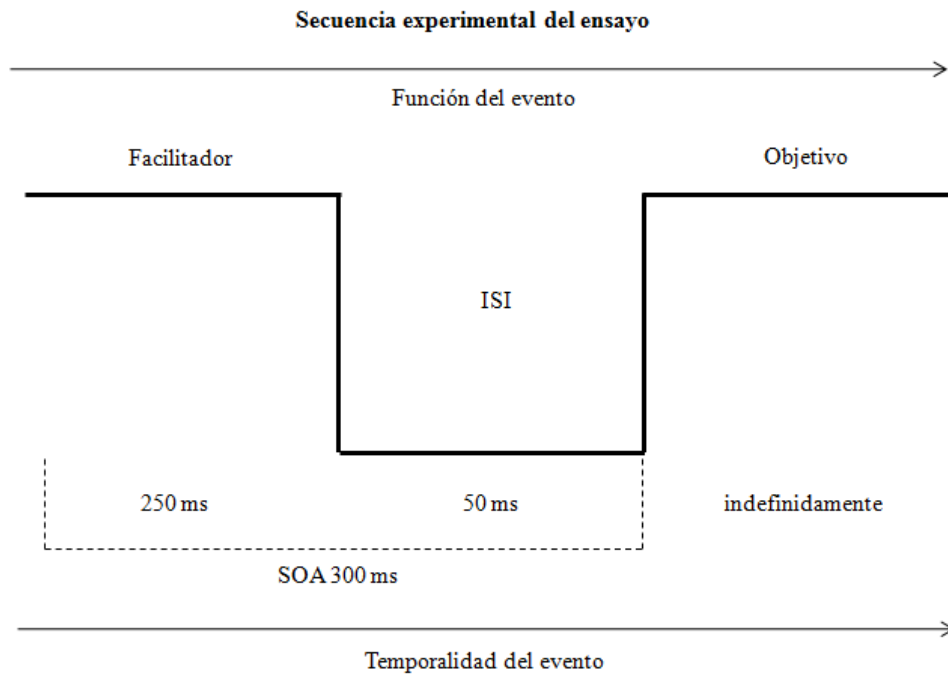


Figura 3.7. Componentes de un ensayo experimental para el segundo estudio.

En la figura anterior, se puede observar la secuencia experimental que tipifica el presente estudio, en donde el primer estímulo facial tiene la función de facilitador y

el último estímulo facial funge como objetivo. Ambos estímulos son mediados por dos parámetros temporales ISI (50ms) y SOA (300ms).

La tarea experimental del participante fue determinar si el objetivo era o no emocional. El tiempo que le llevaba al participante realizar dicha tarea fue considerada la variable dependiente a medir. La elaboración de esta secuencia experimental para cada ensayo se describe ampliamente en la sección de instrumentos y materiales. Los controles considerados para la aplicación del instrumento serán abordados en la sección de procedimiento.

### **3.3.2. Participantes**

Se evaluaron 60 participantes, 22 con SD con un rango de edad de entre 15 y 48 años y 38 individuos de PT de entre 17 y 48 años de edad. Aunque una porción considerable de estos participantes tomaron parte en el primer estudio, aquí se reportan nuevamente los datos generales de cada una de las muestras dado que se incorporaron nuevos participantes, los cuales no tomaron parte del primer y tercer estudio. En la Tabla 3.4. se muestra un desglose de las características para los grupos de participantes.

Tabla 3.4. Características de los participantes en el segundo estudio de facilitación afectiva.

Condición	Total	Mujeres	Hombres	Edad cronológica	
				Media	DE
SD	22	9	13	23.86	7.49
PT	38	23	15	20.73	5.96

### 3.3.3. Instrumentos y materiales

Aquí es importante señalar, que debido al alto costo de los estímulos ya existentes y a la dificultad para conseguir personas con SD que tuvieran la habilidad de reproducir las emociones elegidas, se prefirió utilizar caras simuladas (equivalentes a las del estudio anterior).

Para la elaboración de los estímulos faciales, se tomaron fotografías de frente y de perfil de personas *con* y *sin* rasgos de SD (Figura 3.8.), dichas fotografías fueron introducidas a un software que sirve para simular rostros tridimensionales (Figura 3.9.) a partir de caras reales.





Figura 3.8. Ejemplos de fotografías para formar la cara tridimensional simulada. En este caso se muestran los perfiles y la fotografía de frente de una persona sin SD.



Figura 3.9. Ejemplo de un rostro tridimensional simulado.

Una vez obtenidos los rostros tridimensionales de las personas con y sin SD, se simularon las expresiones faciales utilizadas en el estudio anterior. El resultado fueron dos conjuntos de imágenes faciales simulados que se muestran en las Figuras 3.10. y 3.11. Note que en ambas figuras se muestran las claves consignadas para cada

uno de los estímulos del estudio. Por ejemplo, en los estímulos faciales correspondientes a emociones positivas, el estímulo facial 1 del grupo de caras de valencia positiva fue señalado como P1, el estímulo facial 2 del grupo de caras de valencia negativa fue señalado como N2. Estas claves son idénticas a las utilizadas en el primer estudio.

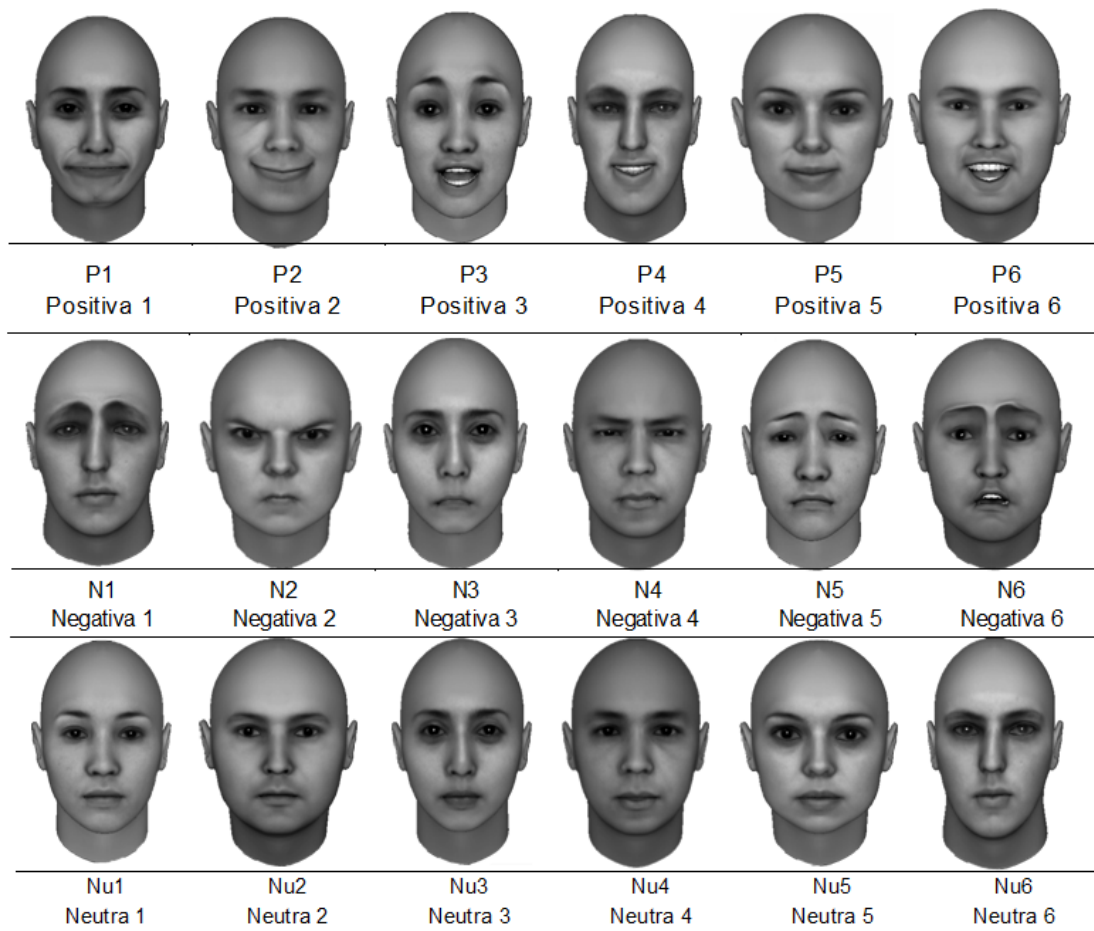


Figura 3.10. Rostros tridimensionales simulados de personas de la población típica.

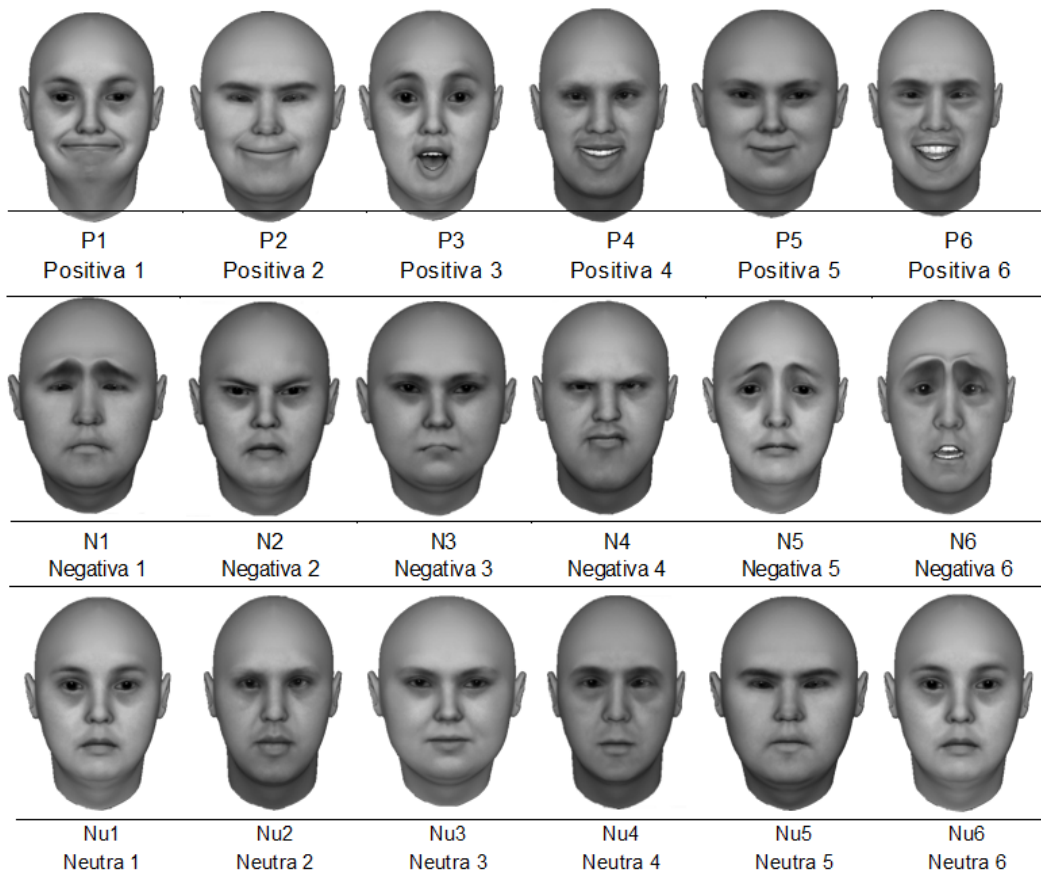


Figura 3.11. Rostros tridimensionales simulados de personas con síndrome de Down.

En general, estos estímulos faciales permitieron manipular básicamente dos aspectos, el factor emocional y el factor de familiaridad (Figura 3.12.). El factor emocional fue manejado en niveles de congruencia e incongruencia emocional, por ejemplo, en la Figura 3.12. se muestran sólo pares de cara congruentes, esto es, cara positiva con positiva, pero también podían ser combinadas caras negativas con positivas y viceversa. Mientras que el factor familiaridad se manejó en dos niveles, caras con rasgos de SD vs. rasgos típicos.

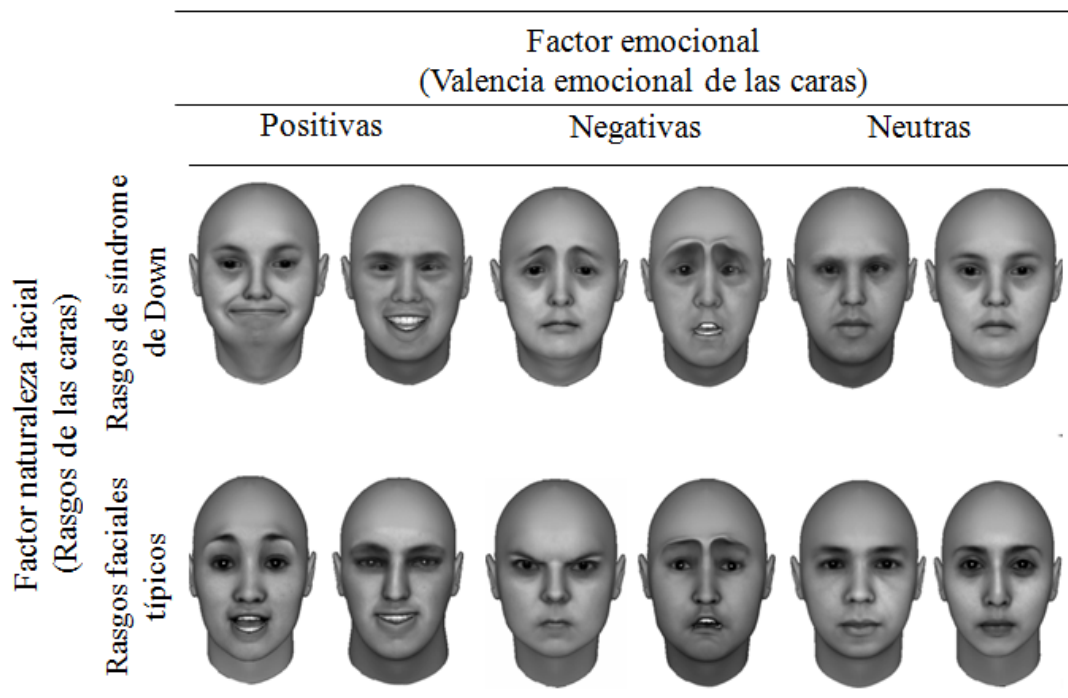


Figura 3.12. Factores que se manipularon en el estudio de familiaridad con caras simuladas, para medir la habilidad para reconocer rostros emocionales en personas con síndrome de Down.

Las imágenes seleccionadas fueron combinadas considerando el diseño del estudio. Esto es, en base a las condiciones experimentales (P-P, P-N, P-Nu, N-P, N-N, N-Nu, Nu-P, Nu-N, Nu-Nu). Para ello todas las combinaciones posibles de expresiones faciales fueron obtenidas a través de una matriz simétrica. Y cada combinación fue utilizada en la secuencia experimental de cada ensayo, misma que será descrita en el procedimiento.

En suma 408 combinaciones diferentes fueron seleccionadas para conformar los ensayos del estudio (204 combinaciones correspondían a las caras con rasgos SD y las otras 204 correspondían a caras con rasgos típicos). Aquí es importante señalar, que por cuestiones de comparación, los dos grupos de caras eran equivalentes. Esto significa que los pares de estímulos faciales eran equivalentes con respecto a las expresiones faciales representadas. Lo anterior puede ser claro cuando se observa que en las Figuras 3.11. y 3.12. la única variación en los estímulos utilizados, es la naturaleza de los rasgos faciales (con y sin rasgos de SD), ya que las expresiones faciales contempladas para ambos grupos de caras son exactamente las mismas.

Las expresiones faciales de ambos conjuntos simulados emulan las caras utilizadas en el primer estudio y al igual que estas también se consideró como controles que el conjunto de caras seleccionado incluyera las seis emociones básicas (alegría, tristeza, enojo, miedo, sorpresa y disgusto), además de considerar un balance en el número de caras por género. Es importante mencionar, que un estudio piloto fue llevado a cabo para validar de manera experimental la carga emocional de los rostros seleccionados (véase Morales et al., 2010).

Finalmente, cada ensayo experimental (descrito en el procedimiento) fue introducido en el SUPER LAB-PRO, para su presentación al azar y para la medición de los tiempos de reacción del participante.

### **3.3.4. Procedimiento**




Los participantes fueron requeridos para presentarse en sesiones individuales (para el caso del grupo con SD o experimental) o grupales (para el caso del grupo control o de la población típica o PT), para realizar una tarea de categorización emocional. Dos etapas fueron contempladas a través de las sesiones:


#### **Etapla 1. Calibración o familiarización**

En esta primera etapa, el objetivo era mostrar al participante ejemplos de la secuencia experimental de los ensayos y proporcionarle información sobre la tarea requerida. Para ello, primero fueron presentadas las instrucciones del estudio en forma verbal y posteriormente de manera escrita en la pantalla de la computadora (Figura 3.13.).

EN ESTE ESTUDIO SE PRESENTAN PARES DE CARAS. TU TAREA ES SEÑALAR SI LA ULTIMA CARA DE CADA PAR TIENE O NO EMOCIÓN.

**POR EJEMPLO:**

	<b>APERECERÁ UN PUNTO ACOMPAÑADO DE UN SONIDO</b>
	<b>EL PUNTO DESAPARECE Y EN SU LUGAR APARECE UNA CARA</b>
	<b>DESAPARECE LA PRIMERA CARA Y EN SU LUGAR QUEDA UNA SEGUNDA CARA</b>

SI LA SEGUNDA CARA TIENE EMOCIÓN OPRIME 


SI LA SEGUNDA CARA NO TIENE EMOCIÓN OPRIME 

Figura 3.13. Instrucciones de la tarea experimental del segundo estudio.

Una vez explicada la secuencia de presentación de los estímulos, así como la tarea a realizar, se presentaba un primer bloque de prácticas. En este bloque se observaba el desempeño del participante para determinar si se comprendió la tarea y se despejaban las dudas de los participantes con respecto a la tarea. En el caso del grupo con SD, se les pedía verbalizar la tarea que estaban realizando. Posteriormente un segundo bloque de prácticas era presentado, para ello al participante se les describía nuevamente la tarea.

Para avanzar a la fase del estudio el participante debía mostrar un porcentaje alto de aciertos en las prácticas, por lo menos en la categorización de caras neutras y emocionales de tipo positivo. Una vez garantizado este proceso se procedió a la aplicación del estudio.

## **Etapa 2. Estudio**

Durante esta fase, al participante se le presentaron los ensayos experimentales en la pantalla de una computadora. Primero se presentaba un punto en el centro de la pantalla para fijar su atención, después aparecía un rostro que podría expresar emoción o ser neutro. Finalmente, se presentaba otra cara sobre la cual el participante debería decidir si era emocional o neutra. El ISI fue de 50 ms y el SOA de 300 ms (Figura 3.1.4).

408 ensayos experimentales fueron presentados. El estudio duró aproximadamente 30 minutos. Aunque la realización del mismo para los participantes con SD varió entre 30 a 90 minutos dependiendo de las características del participante.



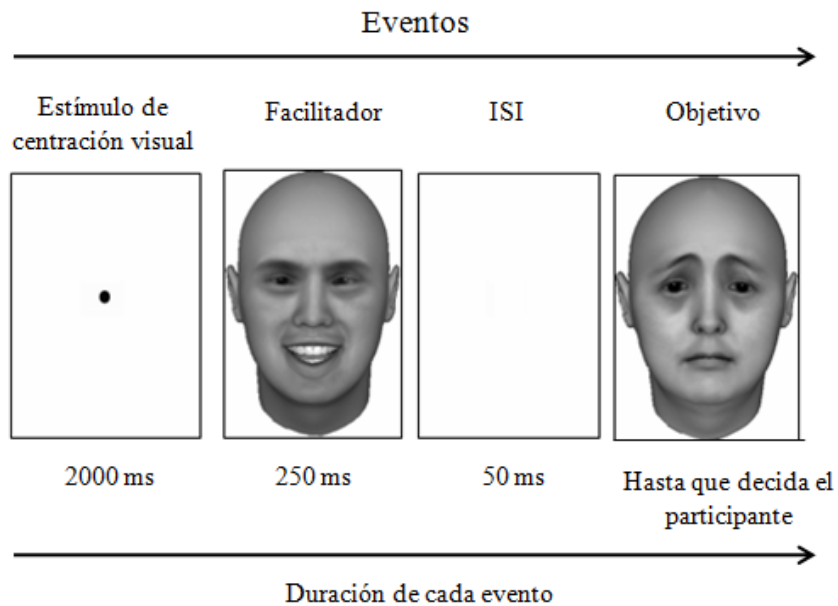


Figura 3.14. Secuencia experimental en el segundo estudio.

### 3.4. Estudio 3: Estilos de procesamiento facial emocional con el paradigma de la facilitación afectiva (configuracional versus analítico).

Para explorar el estilo de procesamiento de información facial (configuracional vs. analítico), una nueva versión del primer experimento fue hecha. El objetivo fue observar si la habilidad del reconocimiento facial emocional y no emocional es afectada por la orientación espacial del estímulo.

### **3.4.1. Diseño del estudio**

El mismo diseño experimental del primer estudio fue utilizado, sin embargo una inversión facial fue aplicada en los facilitadores de todos los ensayos experimentales. Es decir a demás de las variables independientes contempladas en el primer estudio (congruencia emocional y factor de población), una tercera variable fue incluida en el diseño, que es la inversión de las caras facilitadoras. La variable dependiente fue el tiempo de reacción que el participante consumía para realizar la tarea.

### **3.4.2. Participantes**

Se requirió la participación de la misma muestra del primer estudio. Esto es, tanto el grupo PT como el grupo SD fue el mismo en ambos estudios.

### **3.4.3. Instrumentos y materiales**

Los instrumentos y estímulos fueron exactamente los mismos que del primer estudio. La única diferencia es que los facilitadores estaban orientados hacia abajo, tal como se ilustra en el procedimiento.

#### **3.4.4. Procedimiento**

El procedimiento fue completamente similar al del primer estudio. Dos etapas fueron comprendidas.

##### **Etapa 1. Calibración o familiarización con la tarea**

En esta etapa se le proporcionaron las instrucciones al participante y se le requirió realizar una serie de prácticas para que pudiera observar la secuencia de presentación de los estímulos y la tarea experimental a realizar. Una vez aclaradas las dudas de los participantes se aplicaron los ensayos experimentales del estudio.

##### **Etapa 2. Aplicación del estudio**

Finalmente, a cada participante se le presentaron de manera azarosa los 135 ensayos experimentales resultantes del diseño experimental. La secuencia para cada ensayo comprendía la presentación de cuatro eventos que es descrita en la Figura 3.15. En donde, un punto era presentado para atraer la atención del participante hacia el centro de la pantalla de la computadora. Después, una cara emocional o no emocional (facilitador) era presentado por 250 milisegundos. Aquí, es importante señalar que a diferencia del primer estudio esta cara facilitadora aparecía en una posición invertida. De manera posterior aparecía un intervalo en blanco de 50 milisegundos. Finalmente una último rostro emocional o no emocional (objetivo)

aparecía en la pantalla y al igual que en el primer estudio, este estímulo facial permanecía ahí hasta que el participante decidiera si es o no emocional.

Los pares de los estímulos faciales eran presentados con un SOA de 300 ms y un ISI de 50 ms.

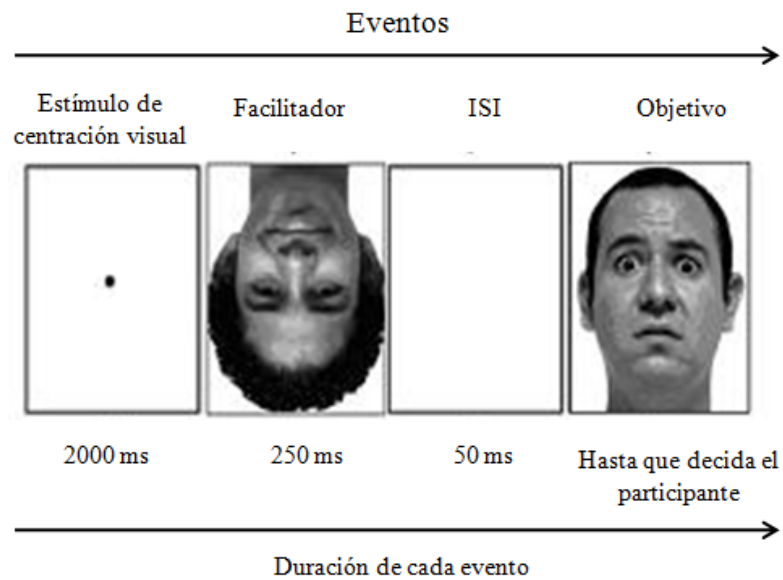


Figura 3.15. Secuencia experimental en el tercer estudio.

### **3.5. Estudio 4. Simulaciones neurocomputacionales del reconocimiento de información facial emocional en el síndrome Down**

#### **3.5.1. Diseño del estudio**

En este estudio se desarrolló el sistema de reconocimiento facial emocional IACSD (Inter Acción por Competencia en síndrome de Down), el cual está basado en algunos de los postulados centrales del modelo cognitivo de la ruta dual de reconocimiento facial propuesto por Breen et al. (2000) descrito en el marco teórico.

Para la construcción del sistema IACSD, se llevaron a cabo dos fases. La primera se centra en la elaboración de una red neural no supervisada que pretendía ver si la información facial emocional podía ser clasificada en dos valencias emocionales (positivo/negativo) usando mecanismos neurocomputacionales de interacción competitiva sobre la información emocional implícita en una cara.

En la segunda fase, se especificó el efecto neurocomputacional de un sistema amigdalal disfuncional en el reconocimiento facial. Dentro de la teoría de redes neurales, los modelos de interacción competitiva pertenecen a la familia de modelos de aprendizaje no supervisado. Este tipo de modelos son de relevancia si en los estímulos que se procesan existe redundancia. Esto es de esperarse en el caso del reconocimiento facial donde rasgos de segundo orden (distancia entre ojos o lugar de la nariz en relación a la boca) son recurrentes en la variantes faciales. En especial, es

posible pensar que la información facial negativa y positiva posea redundancia de información facial que tipifique cada valencia emocional.

### **3.5.2. Primera fase: Construcción de la amígdala**

El objetivo de esta primera fase fue determinar si los rasgos faciales emocionales podían ser agrupados naturalmente por un sistema neuro-computacional de aprendizaje competitivo en dos grupos (positivos vs. negativos). La primera capa, esto es la *retina*, fue diseñada para procesar estímulos faciales que son agrupados por dos neuronas en una segunda capa de procesamiento, las cuales a su vez competían entre ellas para agrupar las características faciales en una clase de información: Positiva o negativa.

Dado que fue posible lograr este problema computacional se planeó agregar una neurona en la segunda capa para determinar si la red neural podía agrupar en un tercer grupo las características faciales emocionales. Se asumió que esta tercera agrupación sería un subgrupo de información negativa, ya que como se discutió previamente este tipo de información es más hipercompleja que la positiva.

La retina de esta primera red neural fue sometida a la presentación de imágenes faciales de 48 (ancho) x 64 (alto) pixeles demandando 3072 unidades de procesamiento. Estas imágenes faciales, fueron en realidad la Eigencara de cada imagen facial simulada utilizada en los estudios de facilitación afectiva de la presente

tesis. La razón de esto, es que en términos de modelos de reconocimiento facial, los modelos de Análisis Principal de Componentes de caras (en inglés PCA; véase Diamantaras & Kung, 1996; Turk & Pentland, 1991) o los modelos Gabor (Du & Ward, 2009) son los modelos predominantes de análisis en el reconocimiento facial y dado que el modelo cognitivo de Breen et al. (2000) que aquí se consideró usa un sistema de retina PCA, entonces se procedió a un análisis PCA sobre los estímulos faciales de la base de fotografías de caras simuladas en la presente tesis. Todas las caras fueron centradas con respecto a la localización de los ojos. Se desglosa a continuación el análisis PCA para después proceder a la descripción de la arquitectura de la primera red neural.

### **3.5.2.1. Instrumentos y materiales de la primera fase**

El primer paso en la obtención de las Eigencaras fue considerar un conjunto  $S$  de estímulos faciales  $M$ . En el caso de este primer estudio  $M = 12$  (6 caras positivas y 6 caras negativas). Cada imagen fue transformada en un vector  $N$  y fue incluida en el conjunto  $S$ .

$$S = \{ \Gamma_1, \Gamma_2, \Gamma_3, \dots, \Gamma_M \}$$

Una vez obtenido este conjunto se procedió a tener la imagen facial promedio  $\Psi$ :

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Gamma_n$$

Después se encontró la diferencia  $\Phi$  entre cada imagen facial y la cara promedio:

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi$$

Posteriormente se buscó un conjunto  $M$  de vectores orto normales,  $\mathbf{u}_n$ , que mejor describiera la distribución de los datos el  $k^{\text{th}}$  vector,  $\mathbf{u}_k$ , de tal forma que:

$$\lambda_k = \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \left( \mathbf{u}_k^T \Phi_n \right)^2$$

Es un máximo tal que:

$$\mathbf{u}_l^T \mathbf{u}_k = \delta_{lk} = \begin{cases} 1 & \text{si } l = k \\ 0 & \text{De otra forma} \end{cases}$$

Nota:  $\mathbf{u}_k$  y  $\lambda_k$  son los eigenvectores y eigenvalores de la futura matriz de covarianza

C.



Dicha matriz de covarianza C se obtuvo por:

$$\begin{aligned} C &= \frac{1}{M} \sum_{n=1}^M \Phi_n \Phi_n^T \\ &= AA^T \end{aligned}$$

$$A = \{ \Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \dots, \Phi_n \}$$

Donde  $A^T$ :

$$L_{mn} = \Phi_m^T \Phi_n$$

De esta forma una vez que se encontraron los eigenvectores  $\mathbf{v}_l, \mathbf{u}_l$  entonces:

$$u_l = \sum_{k=1}^M v_{lk} \Phi_k \quad l = 1, \dots, M$$

Las Figuras 3.16. y 3.17. muestran dicho proceso de transformación del estímulo inicial emocional hasta la Eigen cara para el conjunto M negativo de caras con rasgos de SD y caras con rasgos típicos, mientras que las Figuras 3.18. y 3.19. muestran las Eigen caras para las caras positivas de ambos grupos.

Además, en cada figura se ilustra la cara promedio para cada conjunto M, así como las Eigencaras en escala de grises por aspectos didácticos. Aquí, es importante señalar que fueron las eigencaras con aspectos de negativo de fotografía las que se utilizaron como el conjunto S de entrenamiento para la red neural. Dichas caras fueron generadas a través de la modificación y adaptación de una utilidad software C de uso libre para MATLAB 8.b. (Serrano, 2009). Estas modificaciones se relacionaron a un defecto en la programación de escalas de grises sobre las Eigencaras obtenidas y la adaptación se relacionó a la modificación de programación para que pudiera admitir los estímulos de facilitación afectiva de la presente investigación.

Una vez obtenidas las Eigencaras, para este primer estudio neurocomputacional se formaron grupos de estímulos Eigen faciales de entrenamiento para la red neural. El conjunto de caras con rasgos de SD consistió de 6 eigencaras positivas y seis negativas, de igual forma para el grupo de caras con rasgos típicos. Hay que señalar que también se obtuvieron Eigencaras neutras para ambos grupos. Dicho conjunto será usado en la segunda fase del estudio (véase Figura 3.22. y 3.23.).

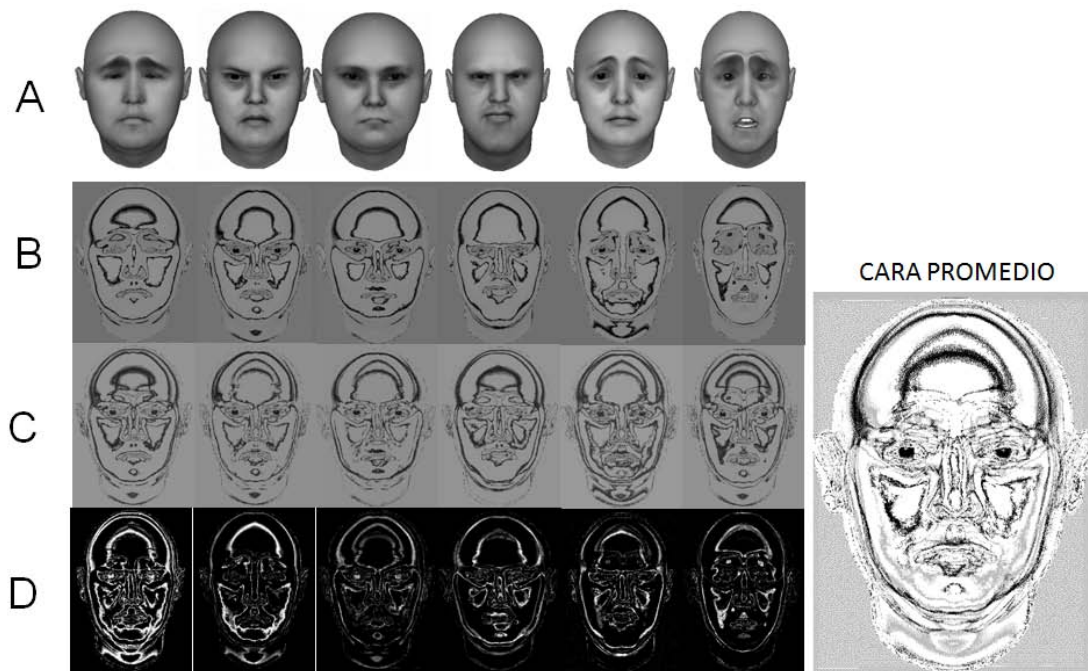


Figura 3.16. Se ilustra la extracción de las Eigencaras negativas para las caras originales simuladas con rasgos SD (A) en caras normalizadas (B). Para mejor visualización se ilustran las Eigencaras en escalas de grises (C), pero son las Eigencaras en negro (D) las utilizadas en el modelo de red neural.

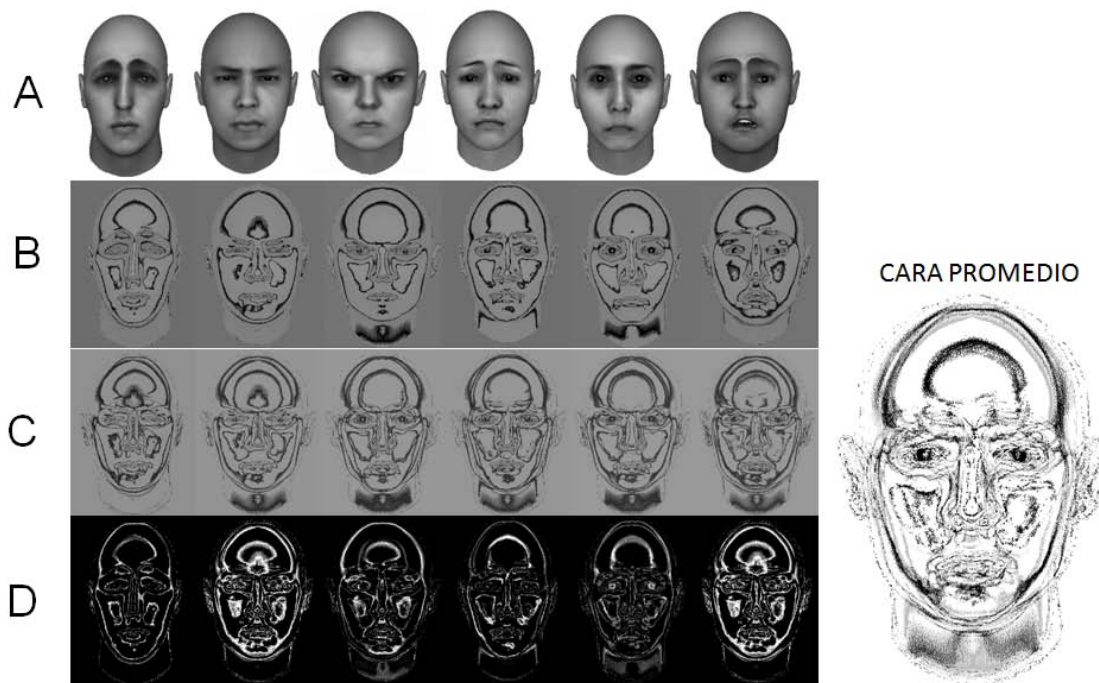


Figura 3.17. Se ilustran las Eigencaras negativas para las caras simuladas con rasgos típicos. Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).

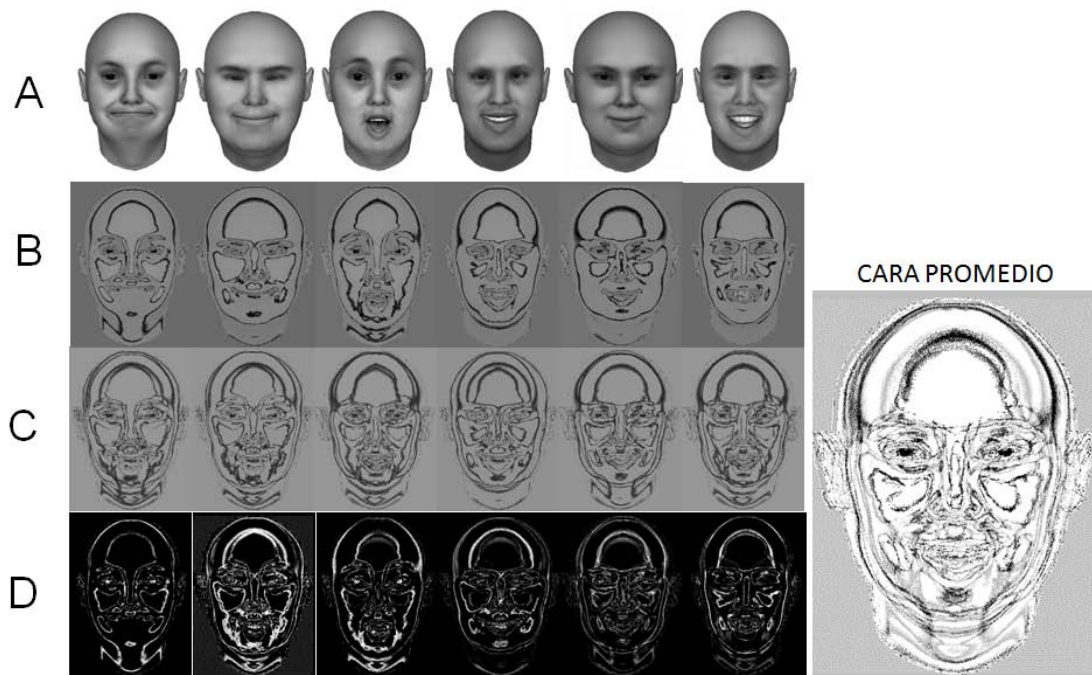


Figura 3.18. Eigencaras positivas para las caras simuladas con rasgos SD (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).

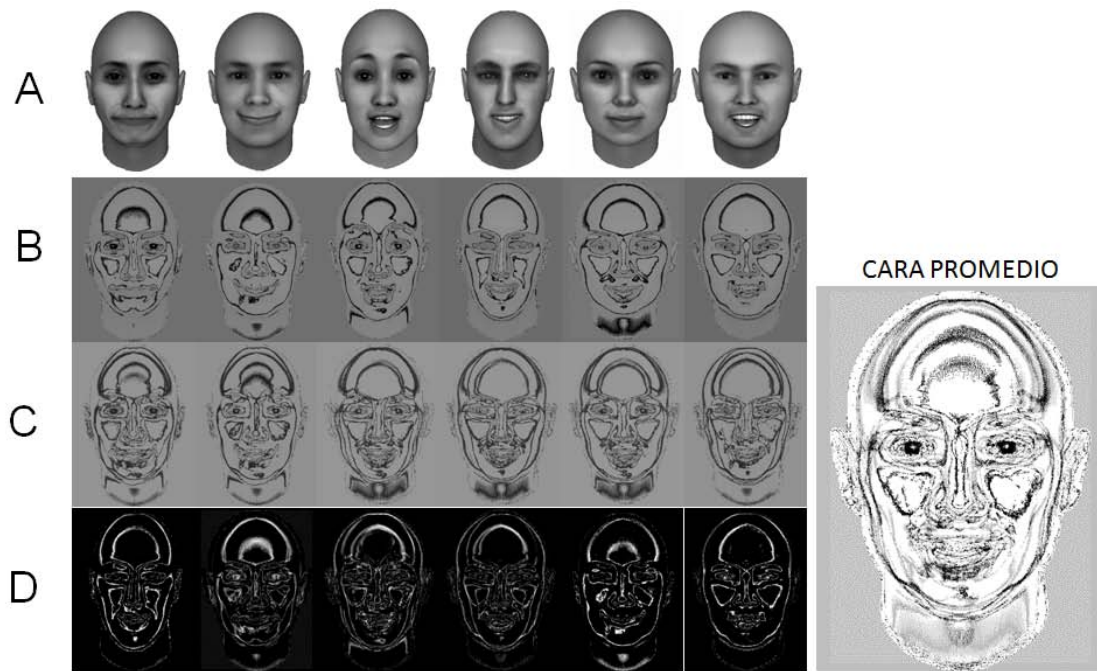


Figura 3.19. Eigencaras positivas para las caras simuladas con rasgos típicos simuladas (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).

### 3.5.2.2. Procedimiento de la primera fase

El procedimiento se realizó en dos etapas principales, en la primera se utilizó una red neural no supervisada y en la segunda etapa una red neural supervisada. Las cuales son descritas a continuación.

## **Etapa 1: Red neural no supervisada**

El sistema de aprendizaje de interacción competitiva (en inglés IAC) utilizado en la presente red neural estuvo basado en el modelo conexionista de extracción de características perceptuales propuesto por Rumelhart y Zipser en 1986. En dicho modelo un estímulo visual puede ser representado como un vector en un espacio bidimensional (véase marco teórico).

En este caso cada cara fue representada como un vector en un espacio bidimensional de Eigencaras de longitud fija. Los pesos de conectividad entre la retina y las unidades competitivas también fueron representados como valores entre 0 y +1 y al igual que en una rotación varimax en un análisis factorial se buscó que los vectores de pesos de asociación se desplazaran en dicho espacio de Eigenvectores para que representaran la naturaleza de variación de los valores vectoriales de las Eigencaras. La Figura 3.20. muestra de forma gráfica este concepto.

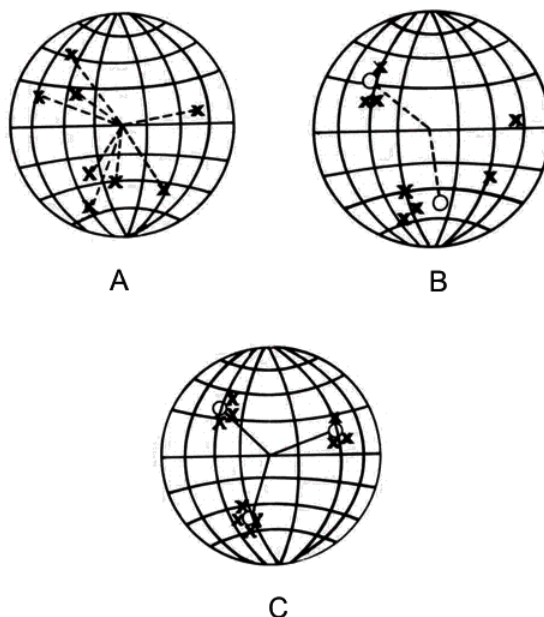


Figura 3.20. Cada Eigencara puede ser representada como un vector (X) en un espacio bidimensional (A). Los pesos de asociación de igual forma (O). La red neural modificará sus pesos de asociación (B) para crear vectores (de pesos y Eigencaras) en dicho espacio bidimensional de Eigencaras que mejor representen agrupaciones de características de los estímulos faciales (C). En la presente investigación Eigencaras positivas, negativas y neutras.

En sí, una red neural de este tipo en su etapa de entrenamiento se puede pensar como un sistema dinámico convergiendo a una solución de agrupación. En un modelo típico de esta familia de redes neurales no supervisadas, todas las unidades de una capa de entrada están conectadas positivamente a cada unidad neural de una capa superior de procesamiento por competencia. En dichas capas de procesamiento competitivo las neuronas compiten por activarse y mantienen conexiones inhibitorias



entre ellas. Cuando una unidad gana la competencia esta será entonces la única neurona activada en la capa de procesamiento de competencia (Ganador toma todo). Cuando una neurona gana se toma porción de valores de asociación de sus conexiones a la retina y se distribuye sobre los pesos de asociación de las conexiones activas de acuerdo a la siguiente regla:

$$\Delta w_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{Si la unidad } j \text{ no gana sobre el estímulo } k \\ g \frac{c_{ik}}{n_k} - gw_{ij} & \text{Si la unidad } j \text{ gana sobre el estímulo } k \end{cases}$$

Donde  $C_{jk}$  es igual a 1 si el patrón del estímulo  $S_k$  activa la unidad  $i$  en la capa inferior y cero de otra forma. Por su parte  $n_k$  es el número de unidades activas dado el patrón  $S_k$  de tal forma que  $n_k = \sum_j c_{jk}$ .

El peso de asociación de una unidad inferior  $i$  a una superior  $j$  se denomina  $W_{ij}$  y la suma de estos pesos asignados a una unidad  $j$  dada su conectividad a la capa inferior suman 1 de tal forma que  $\sum_i w_{ij} = 1$ .

Finalmente, la red neural buscó converger a una solución, en la que un estado estable de activación de la red representará una agrupación de características faciales emocionales. Dicho estado de convergencia fue caracterizado, por el hecho de que las

sumatorias de las diferencias de los pesos de asociación con respecto a los vectores de los patrones de Eigencaras fueron minimizadas, de tal forma que:

$$T = \sum_K P_k \sum_j \sum_i V_{jk} (a_{jk} - a_{ik})$$

Aquí, mientras más grande es la T, el sistema es más estable.

Para la construcción de la red neural de las presentes simulaciones se utilizó el paquete de utilerías software Neurosolutions 5.1. Aun y cuando la representación gráfica de la arquitectura neural está lejana de las representaciones tradicionales de nodos interconectadas, esta es didáctica y fácil de entender.

La Figura 3.21. muestra la arquitectura Neurosolutions para la simulación de la primera fase, en donde la opción (A) se refiere al sistema de visualización (incluyendo barril grande y pequeño) del espacio bidimensional de Eigenvectores de las caras y los pesos. Por su parte (B) y (C) permiten observar la actividad de entrada y salida de la capa de neuronas competitivas tanto en la fase de entrenamiento como la del periodo de prueba. Dichas utilerías de visualización permitieron mostrar de forma gráfica los resultados posteriormente.

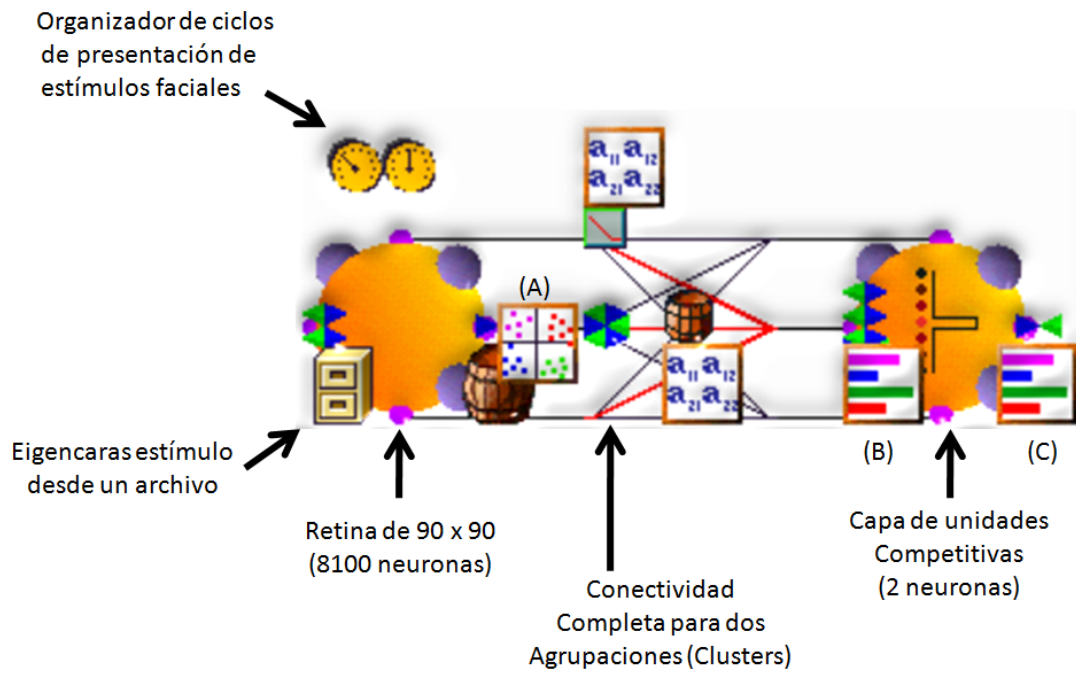


Figura 3.21. Se ilustra la arquitectura neurocomputacional básica de la primera fase.

## Etapa 2: Red neural supervisada

Esta etapa es idéntica a la etapa 1 excepto que en lugar de usar dos neuronas competitivas se utilizaron 3.

### 3.5.3. Segunda fase: Implementación del sistema de reconocimiento facial emocional IAC en el síndrome de Down

En esta fase se implementó y modificó una subsección del modelo de interacción competitiva para el reconocimiento facial de Breen et al. (2000). De

manera específica, la red neural de interacción competitiva diseñada anteriormente, una vez que había sido entrenada en el reconocimiento de Eigencaras emocionales, se agregó como un módulo más en el modelo dual de Breen et al. con el propósito de observar el efecto de la influencia del factor emocional (en deterioro o típico) en el reconocimiento facial emocional. Lo anterior se llevó a cabo a través de dos etapas, las cuales son descritas en el procedimiento.

#### **3.5.3.1. Instrumentos y materiales de la segunda fase**

En este estudio se incluyeron las Eigencaras emocionales positivas y negativas ya obtenidas y también Eigencaras de rostros faciales neutros generadas a partir de las caras simuladas utilizadas en el estudio de facilitación afectiva y familiaridad de la presente investigación. La Figura 3.22. y La Figura 3.23. muestran las caras obtenidas para este conjunto.

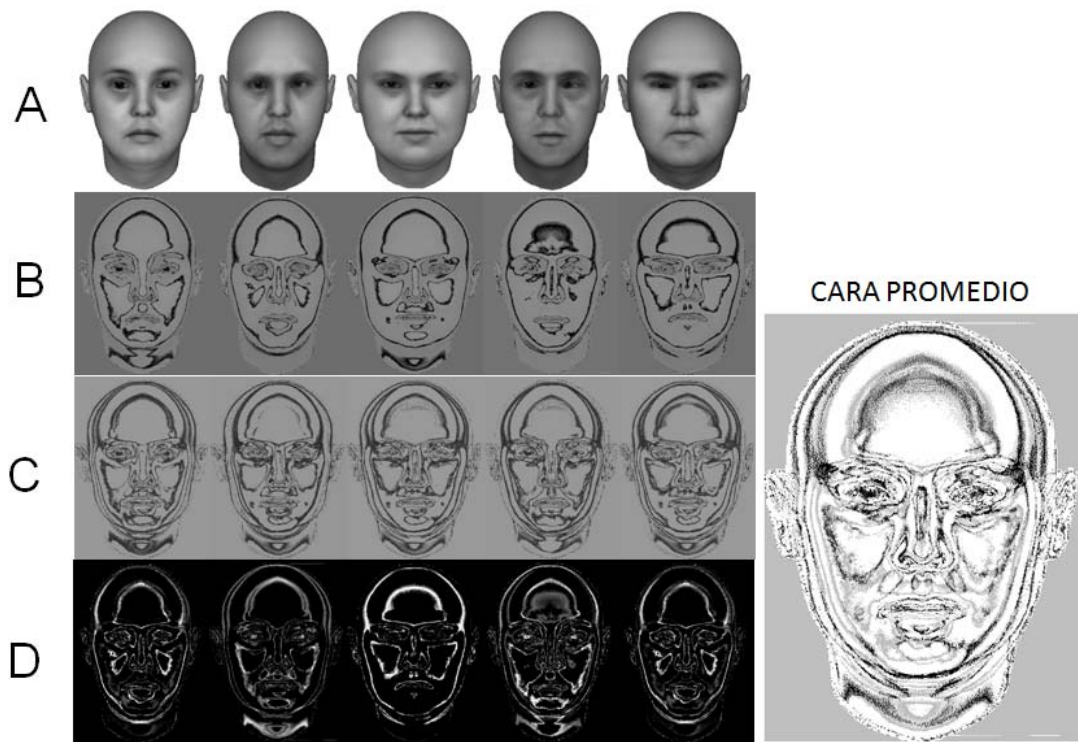


Figura 3.22. Eigencaras neutras para los rostros simulados con rasgos de SD. Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).

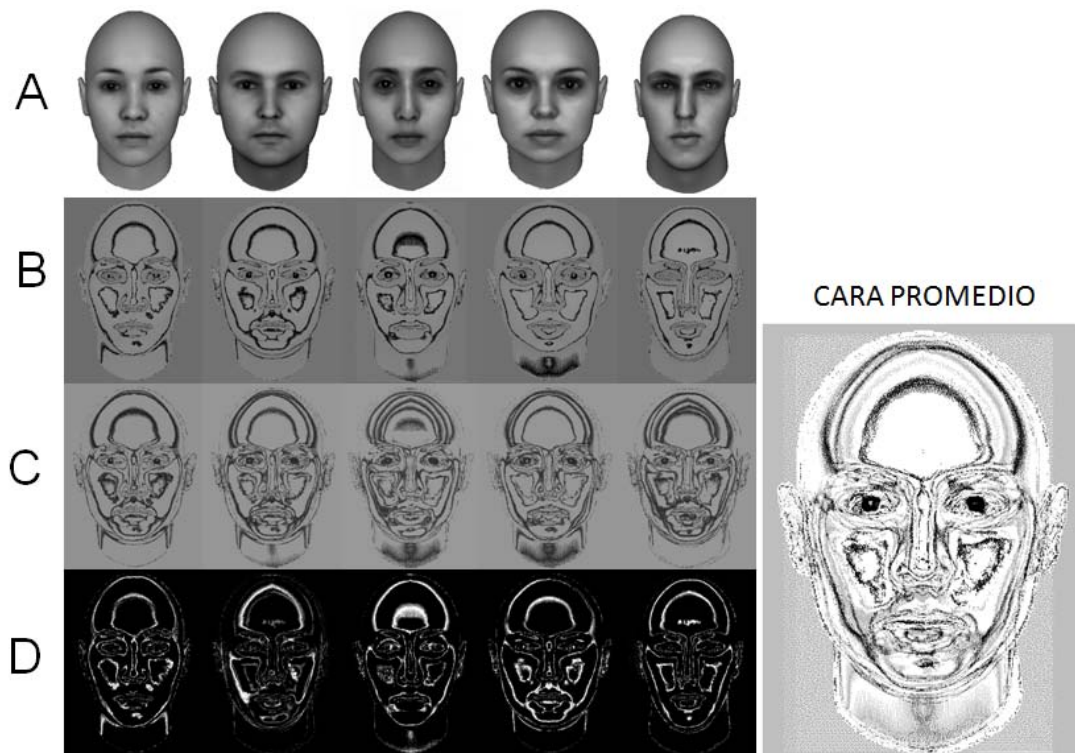


Figura 3.23. Eigencaras neutras para los rostros simulados con rasgos típicos.

Originales (A), normalizadas (B), escala de grises (C) y Eigencaras (D).

### 3.5.3.2. Procedimiento de la segunda fase

El procedimiento se realizó en dos etapas principales. Las cuales son descritas a continuación.

## **Etapa 1**

La red neural con dos neuronas competitivas y la retina de 3072 neuronas será llamada de aquí en adelante la “AMIGDALA” del sistema. Un marcado énfasis se hace en distinguir ésta sobre simplificación de la estructura y del funcionamiento de la estructura neuro anatómica del cerebro humano (e.g., Aggleton, 2000). El objetivo fue más bien emular la función de clasificación de valencia emocional de estímulos de esta estructura neural y evaluar el impacto de dicha función en el reconocimiento facial. En particular, a este sistema neuro-computacional se le presentaron 20000 veces cada estímulo facial al azar. Los pesos de asociación fueron aleatorizados en cada sesión de aprendizaje y estos se reanudaban intencionalmente si el sistema amígdala caía en un mínimo local. Un parámetro global de aprendizaje de cambio de peso de asociación de aprendizaje fue establecido tal que  $\lambda = 0.009$ .

Una vez realizado esto, en otra simulación se aumentó el número de neuronas competitivas a tres unidades con el objetivo de determinar si las caras ya sea positivas o negativas podían ser divididas en más de dos clases de información emocional. Por otra parte, dado que el sistema amígdala no logró la clasificación de todas las caras en las valencias correctas, esto es de forma no supervisada, se utilizó un segundo diseño que guió a dicho sistema a un mejor rendimiento. Esta modificación es conocida como contrapropagación de error por ajuste apropiado de pesos de asociación (en inglés Backpropagation; e.g., véase Rumelhart, McClelland & PDP Research Group, 1986). La Figura 2.24. muestra el diseño de esta arquitectura neural.

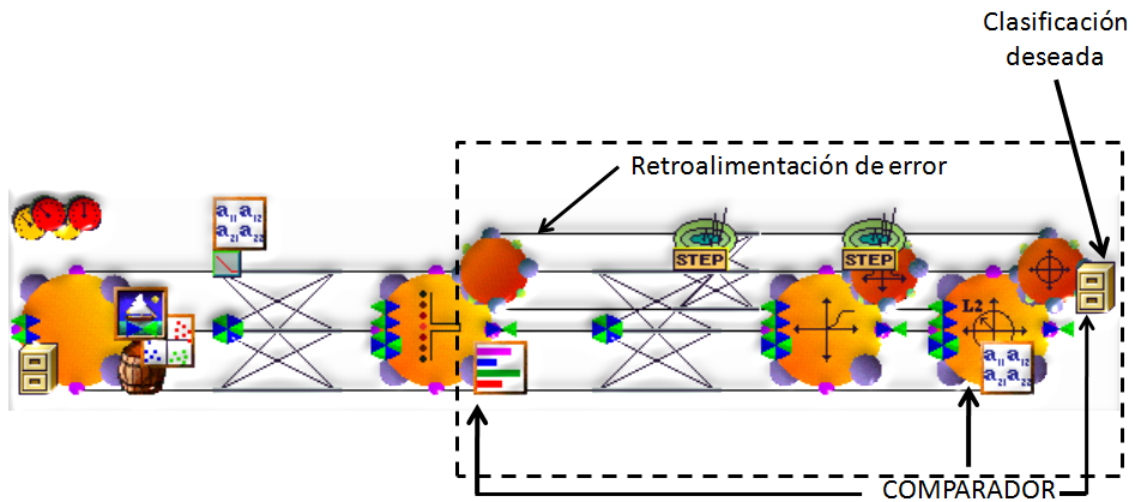


Figura 3.24. Se ilustra el mecanismo de contrapropagación. Aquí se retroalimenta al sistema amígdala a través de un comparador sobre si su desempeño empeora o mejora dado un ajuste de pesos de asociación para la clasificación de un estímulo.

## Etapa 2

En esta segunda etapa se implementó el sistema conexionista de reconocimiento facial emocional IACSD. El cual, como ya se mencionó en la parte final del marco teórico, se refiere a un sistema de interacción competitiva de reconocimiento facial emocional. El sistema amígdala ya entrenado fue utilizado como parte de este sistema. La idea principal es que este sistema reconociera los rostros emocionales que se le presentaban y pudiera determinar la influencia de un



sistema de clasificación emocional en dicho proceso, ya sea con un sistema amígdala funcional o con dificultades en el procesamiento de información negativa.

La misma retina y amígdala entrenadas en la fase 1 del estudio fueron utilizadas en este sistema de reconocimiento facial. La capa de unidades competitivas constó de 24 unidades. Una por cada Eigencara a reconocer. Cada unidad neural de la capa interna está interconectada a las 3072 unidades de la retina. El propósito de esta capa de procesamiento neural fue crear representaciones faciales (como los Holons del sistema EMPATH descrito en el marco teórico) que después fueron nombradas o representadas por una unidad neural competitiva. La Figura 3.25. muestra de forma gráfica la arquitectura neural IACSD.

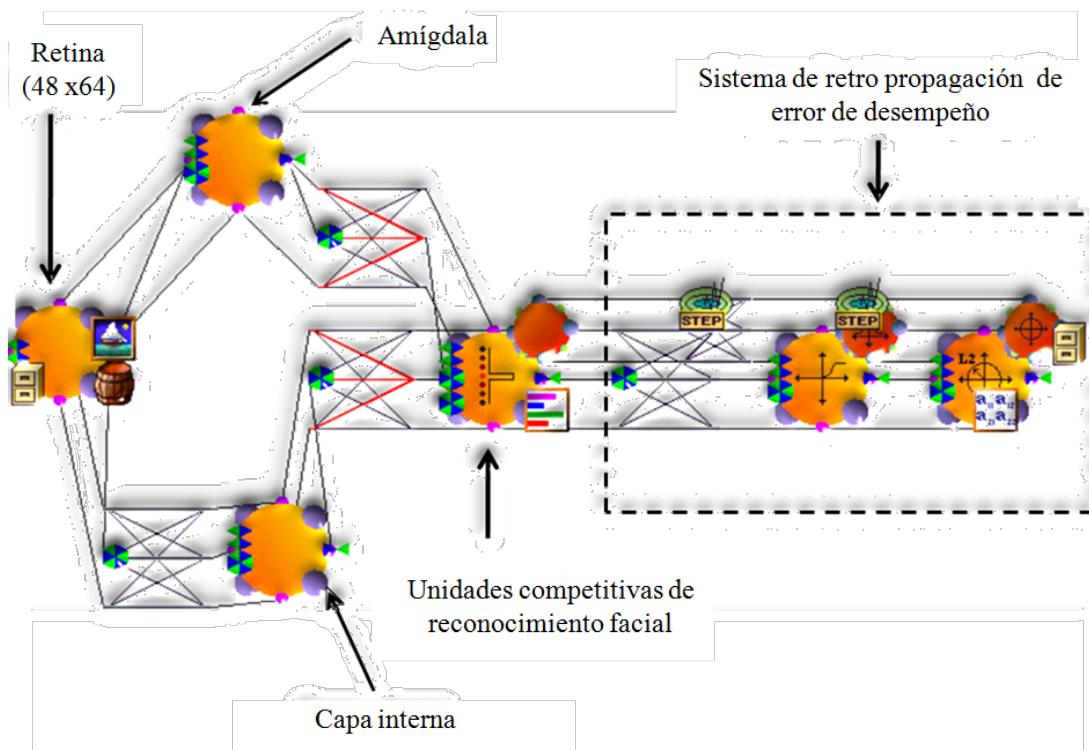


Figura 3.25. El sistema de reconocimiento IACSD consistió de unidades locales para nombrar una persona. Cada unidad competitiva representa a un individuo.

Cabe mencionar que en esta etapa para entrenar la red se utilizaron 36 Eigencaras: 12 caras positivas y 12 negativas y 12 caras neutras (6 para cada población) (véase Figuras 3.16., 3.17., 3.18., 3.19., 3.22. y 3.23.). Las caras que no fueron bien clasificadas, aún y cuando se aplicó el sistema de contrapropagación, fueron eliminadas del conjunto de estímulos emocionales. Por otra parte, al igual que en el primera fase del estudio, se utilizó la presentación de 20000 ciclos de este conjunto de estímulos. El mismo parámetro global de aprendizaje fue utilizado  $\lambda = 0.009$ .

La obtención de la capa interna y las unidades faciales FRU se logró creando una red competitiva por cada unidad FRU tal y como se ilustra en la Figura 3.26. Cada red compitió por clasificar rasgos faciales de un individuo dando así un total de 18 redes FRU. Por otra parte las unidades PIN se construyeron con una sola capa de unidades competitivas que recibe alimentación de las unidades FRU. Esto se ilustra en la Figura 3.27.

En un primer momento, se determinó la capacidad de reconocimiento facial de la red neural. Después en el entrenamiento se generó un sistema de ruido que específicamente afectaba la actividad de la neurona competitiva dedicada al reconocimiento de la valencia emocional. Esto con el propósito de emular las dificultades en personas con SD para reconocer información negativa. El objetivo de esto fue determinar si dichas dificultades afectaban la tasa de desempeño de reconocimiento facial tanto en caras con rasgos SD como con rasgos típicos. Los resultados de esta simulación, así como de los estudios antes descritos son discutidos en el siguiente capítulo.

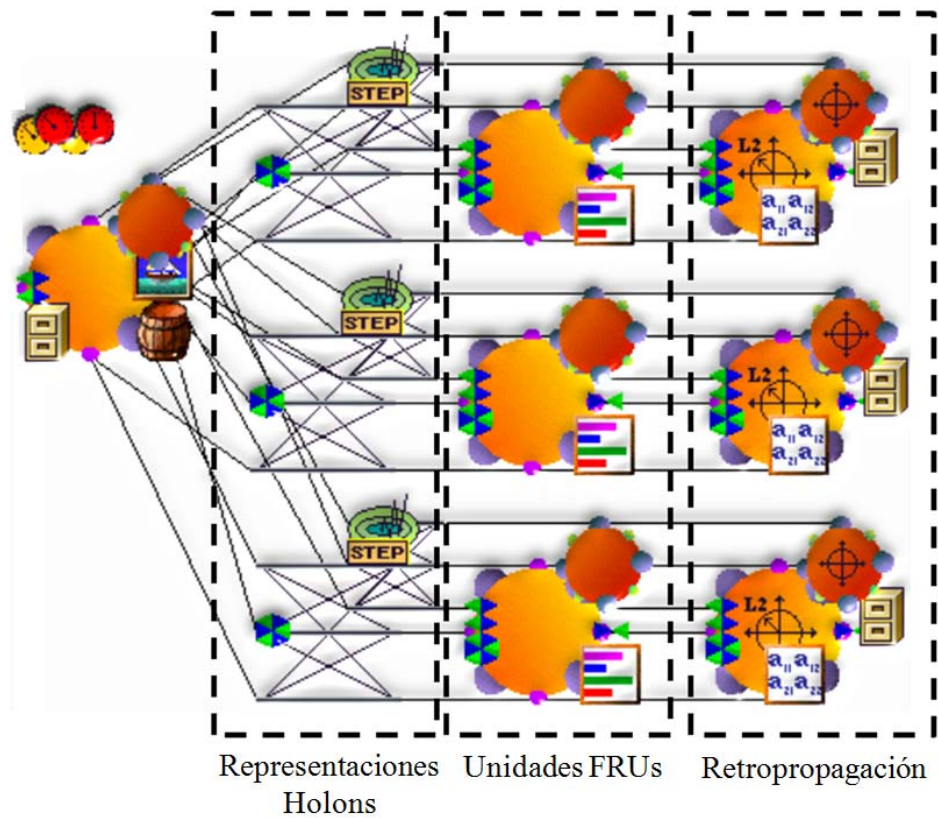


Figura 3.26. Se ilustra la formación de las unidades FRU. Cada unidad FRU se compone de una representación tipo Holons. La retropropagación se usa para propósitos de entrenamiento.

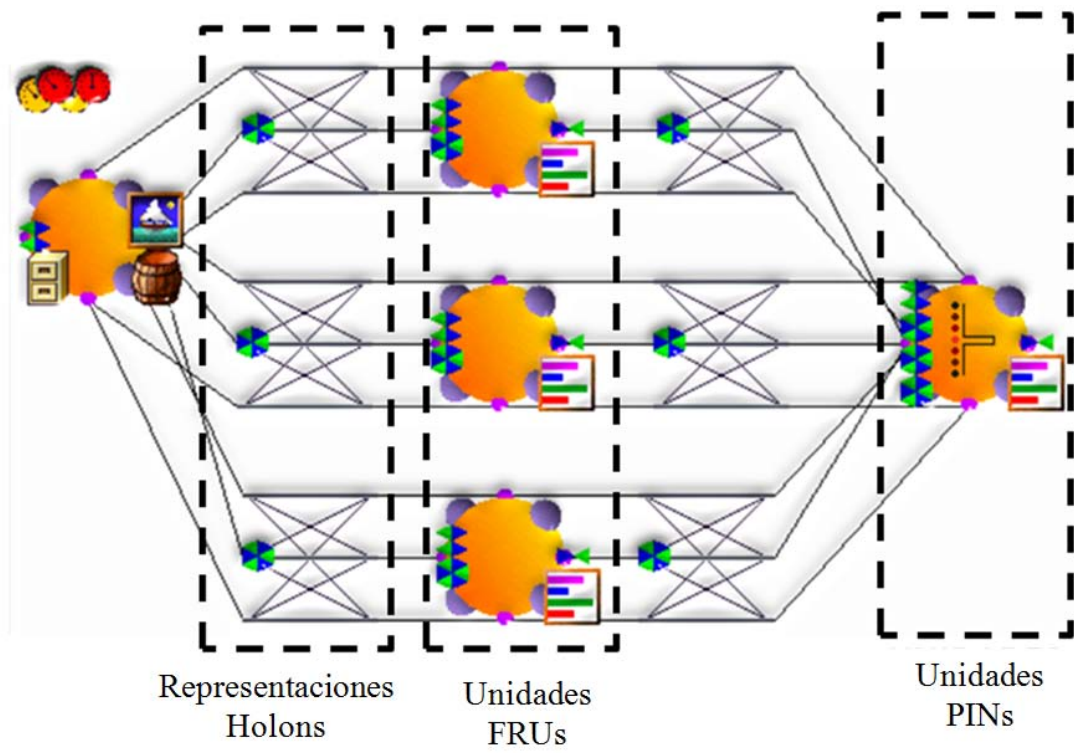


Figura 3.27. Las unidades PIN compiten por asociarse a una representación facial FRU.

## **Capítulo 4**

### **Resultados**

En este apartado se describen los resultados obtenidos en la presente investigación. Para cada uno de los estudios llevados a cabo, se presenta un análisis por separado.

#### **7.1. Estudio 1. Detección de preferencias y déficits en el reconocimiento facial emocional a través del paradigma de la facilitación afectiva.**

Un ANOVA mixto fue llevado a cabo sobre las medias geométricas de las condiciones experimentales. Para realizar lo anterior, se consideraron solo los tiempos de reacción de los ensayos experimentales que fueron contestados de forma correcta. Aquí es importante señalar que en el análisis se consideraron los resultados de 12 participantes con SD de los 20 evaluados. Esto fue así porque 8 de los participantes no completaron el estudio por diversas razones (deserción, dificultades para comprender la tarea, cansancio, fallecimiento etc.). Con respecto al grupo control, sólo 12 de los 40 participantes fueron considerados en el análisis, esto fue así por varias razones prácticas. Por ejemplo, para equiparar ambos grupos, control y experimental, se seleccionaron los participantes cuya edad cronológica era más cercana a la edad cronológica de los participantes del grupo experimental. También se considerando que en el análisis se tendría exactamente el mismo número de casillas a comparar para ambos grupos.

Es importante mencionar que en estudios de esta naturaleza experimental, una “n” reducida puede ser justificada al aplicar un mayor número de estímulos. Por otra parte, dado que los 12 participantes seleccionados del grupo control mostraron el mismo patrón de respuesta que el grupo control completo, se garantizó que el patrón de respuestas para este grupo no se alterará dada una “n” menor.

La Tabla 4.1. muestra las características de los participantes cuyos resultados fueron considerados en el análisis. Aquí es importante señalar que en el caso de la edad mental, para el grupo con SD solo fue posible obtener este dato en 8 de los 12 participantes, ya que una parte de ellos no completo la prueba de inteligencia debido a cuestiones de salud o bien de de otra índole (decesos, dificultades en la comprensión de instrucciones, etc.).

Tabla 4.1. Características de los participantes seleccionados para el estudio de déficits y preferencias.

Condición	Total	Mujeres	Hombres	Edad cronológica		Edad mental	
				Media	DE	Media	DE
SD	12	6	6	26.08	10.98	17.49	7.48
PT	12	6	6	22.91	7.37	22.88	7.69

Cabe mencionar que los participantes incluidos en el análisis fueron seleccionados considerando que por los menos el 70 % de sus respuestas en cada condición fueran correctas. Aquí es importante señalar que aunque en el estudio se manipularon nueve condiciones experimentales, solo seis fueron consideradas en el análisis. Esto, se debe a que 10 de los participantes del grupo experimental (con SD) contestaron de manera incorrecta entre el 80% y el 100% de las condiciones en donde el objetivo evaluado era una cara negativa. Solo 2 de los 12 participantes con SD reconocieron de manera correcta todas las condiciones cuyo objetivo era de tipo negativo.

Dado que no fueron consideradas en el análisis las condiciones experimentales donde el objetivo a evaluar era una cara negativa, se utilizó un ANOVA mixto de 2 (SD vs. PT) X 6 (positiva/positiva, positiva/neutra, negativa/positiva, negativa/neutra, neutra/ neutra, neutra/positiva).

En general, en términos estadísticos se observó un efecto principal significativo por desempeño de grupo (véase Tabla 4.2.). Esto señala que el grupo con SD obtuvo tiempos de reacción significativamente mayores que el grupo control a través de todas las condiciones experimentales.



Tabla 4.2. Análisis de Varianza para el primer estudio sobre déficits y preferencias en el reconocimiento facial de la emoción.

Fuente	<i>gl</i>	F	$\eta^2$	<i>p</i>
Grupo	1	19.22	.46	.0002
Error	22			
Congruencia emocional	5	6.43	.22	0.00002
Grupo * Congruencia emocional	5	1.80	.07	0.11
Error	110			

Observe de la tabla anterior, que también se obtuvo un resultado significativo por nivel de congruencia emocional para ambos grupos. De hecho, un análisis por separado para cada grupo, reveló un efecto significativo a través de las seis condiciones experimentales tanto para el grupo experimental  $F(5, 55) = 3.78$ ,  $p = .005$  como para el control  $F(5, 55) = 22.68$ ,  $p = .001$ . Además, no se presentó efecto de interacción entre ambos factores (grupo participante vs. nivel de congruencia). Información adicional sobre el desempeño de ambos grupos, experimental y control, se puede obtener al observar en la Figura 4.1. el patrón de datos obtenido para ambos grupos.

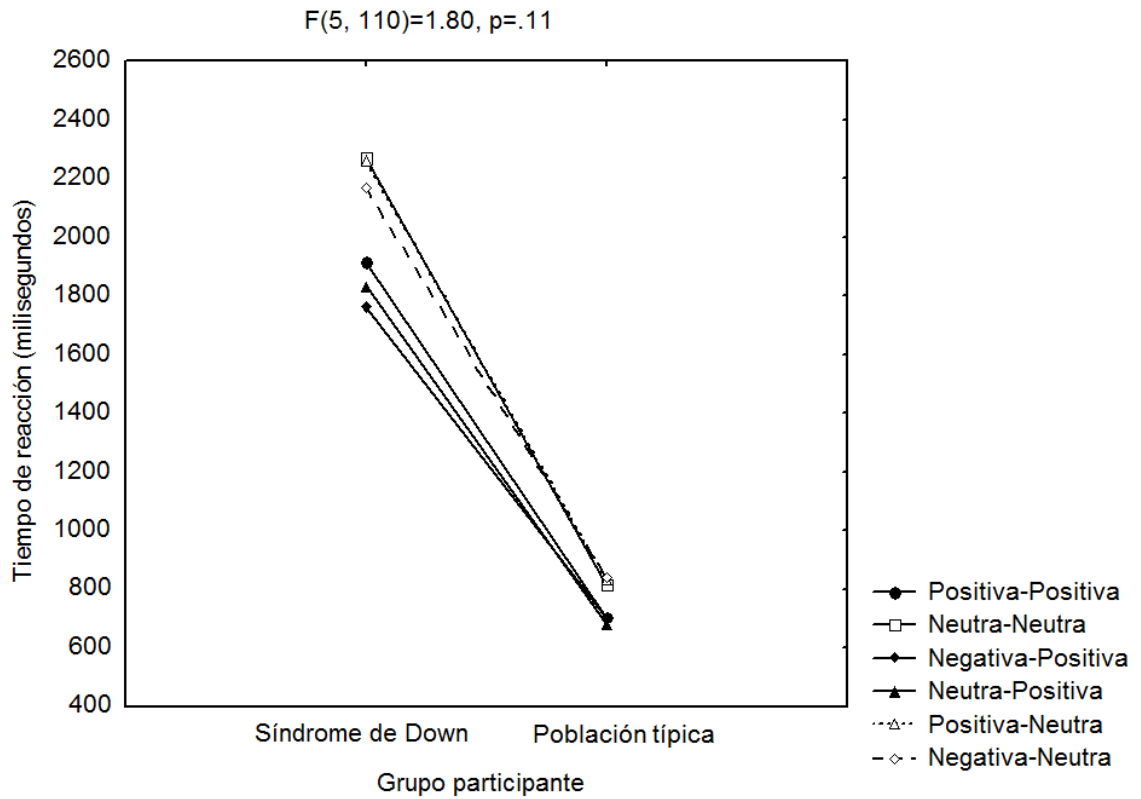


Figura 4.1. Gráfica de interacción para el factor de grupo participante\* congruencia emocional.

De la figura anterior se pueden observar dos aspectos de relevancia. En primer lugar, como ya se señaló antes, las condiciones en donde el objetivo a evaluar era de tipo negativo, no aparecen en el análisis debido a que la mayoría de los participantes del grupo experimental (con SD) no alcanzó el nivel de porcentaje de respuestas correctas aceptado en dichas condiciones.

El segundo aspecto se refiere al patrón de respuestas obtenido, tanto para el grupo control como para el grupo experimental. A este respecto, en la gráfica se puede observar que ambos grupos, control y experimental, evaluaron de forma más rápida las condiciones en donde el objetivo era de tipo positivo que aquellas donde el objetivo era de tipo neutro. Es interesante, notar que los participantes con SD muestran un patrón diferencial para las condiciones experimentales dada la naturaleza del facilitador que precedía ambos tipos de objetivos, positivo y neutro. Esto no sucedió así en el caso del grupo control.

Por otra parte, un conjunto de comparaciones planeadas fue llevado a cabo. Esto considerando que la evidencia sugiere que la información positiva parece ser de especial relevancia para las personas con SD (Morales & López, en prensa). Para ello se realizaron contrastes entre las condiciones experimentales en donde el objetivo era positivo. Esto se hizo así para cada uno de los grupos, en la Tabla 4.3. se muestran dichas comparaciones.

De las comparaciones expuestas en la Tabla 4.3. se puede señalar que para el grupo experimental, las latencias obtenidas en los pares faciales positiva/positiva fueron significativamente mayores que aquellas obtenidas en los pares neutra/neutra, negativa/positiva y neutra/positiva. Y note que para el caso de la segunda comparación (positiva/positiva-negativa/positiva) la diferencia es aún mayor que en las demás. Lo anterior no sucedió así para el grupo control.

Tabla 4.3. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia para cada grupo.

Nivel	Comparación	Grupo	<i>gl</i>	F	<i>p</i>
Congruente	PP-NuNu	Experimental	1	4.84	.03
		Control	1	.48	.49
		Error	22		
Incongruente	PP-NP	Experimental	1	10.07	.004
		Control	1	.002	.96
		Error	22		
	PP-NuP	Experimental	1	5.12	.03
		Control	1	.31	.57
		Error	22		
	NP-NuP	Experimental	1	2.63	.11
		Control	1	.14	.70
		Error	22		

Considerando que la naturaleza de los facilitadores es diferente dada su carga emocional se llevaron a cabo otro conjunto de comparaciones planeadas para probar las diferencias entre los facilitadores dada su naturaleza. Es interesante observar que se obtuvieron diferencias significativas por tipo de facilitador en el grupo experimental (Tabla 4.4.).

Tabla 4.4. Comparaciones planeadas por niveles de tipo de facilitador para cada grupo.

Comparación	Grupo	<i>gl</i>	F	<i>p</i>
Positivo/Negativo	Experimental	1	7.57	.01
	Control	1	.01	.90
	Error	22		
Neutro/Negativo	Experimental	1	3.42	.07
	Control	1	.27	.60
	Error	22		

## 7.2. Estudio 2. El efecto de la familiaridad facial en el reconocimiento facial de la emoción con el paradigma de la facilitación afectiva

Los datos obtenidos fueron sometidos a un ANOVA mixto. Para dicho análisis estadístico, solo se consideraron los tiempos de reacción de los ensayos experimentales que fueron contestados de manera correcta. Es importante señalar que en el análisis se consideraron los resultados de 18 participantes con SD de los 22 evaluados. Esto fue así porque 4 de los participantes no completaron el estudio por diversas razones (deserción, dificultades para comprender la tarea, cansancio, fallecimiento etc.). Con respecto al grupo control, se incluyeron los resultados obtenidos por 18 de los 38

participantes que fueron evaluados, esto fue así por varias razones prácticas, las cuales fueron brevemente mencionadas en el análisis del primer estudio.

Las características de los participantes cuyos datos fueron considerados en el análisis se muestran en la Tabla 4.5. Aquí es importante señalar que en el caso de la edad mental, para el grupo con SD solo fue posible obtener este dato en 8 de los 12 participantes, debido a que una parte de ellos no completo la prueba de inteligencia debido a cuestiones de salud o bien de de otra índole (decesos, dificultades en la comprensión de instrucciones, etc.).

Tabla 4.5. Características de los participantes seleccionados para el estudio de familiaridad y reconocimiento facial.

Condición	Total	Mujeres	Hombres	Edad cronológica		Edad mental	
				Media	DE	Media	DE
SD	18	7	11	25.5	8.78	17.49	7.48
PT	18	9	9	19.94	7.10	21.55	6.59

Los participantes incluidos en el análisis fueron seleccionados considerando que por los menos hubieran obtenido el 70 % de respuestas correctas en las condiciones experimentales que fueron analizadas.

Aunque en el estudio se manipularon dos grupos de condiciones experimentales (caras con rasgos de SD vs. caras con rasgos típicos) con nueve niveles de congruencia emocional, solo seis niveles fueron considerados en el análisis en cada condición, para ambos grupos. Esto, se debe a que solo 8 de los 18 participantes con SD seleccionados, reconocieron de manera correcta algunas o bien todas las condiciones experimentales en donde el objetivo era de tipo negativo.

Entonces dado que 10 de los 18 participantes del grupo experimental (con SD) contestaron de manera incorrecta entre el 80% y el 100% de las condiciones en donde el objetivo evaluado era una cara negativa, no fue posible considerar en el análisis las condiciones experimentales donde el objetivo a evaluar era una cara negativa, por lo que se utilizó un ANOVA mixto de 2(Población: SD vs. PT) X2(Naturaleza facial: con rasgos de SD vs. con rasgos típicos) x 6(Congruencia emocional de los pares faciales: positiva/positiva, positiva/neutra, negativa/positiva, negativa/neutra, neutra/neutra, neutra/positiva).

En general, se observó un efecto principal significativo por desempeño de grupo (véase Tabla 4.6.). Esto sugiere que el grupo con SD obtuvo tiempos de reacción significativamente mayores que el grupo control a través de todas las condiciones experimentales esto para ambas clases de caras (con y sin rasgos de SD).

Tabla 4.6. Análisis de Varianza para la tarea de categorización emocional y familiaridad.

Fuente	<i>gl</i>	F	$\eta^2$	<i>p</i>
Grupo	1	34.76	.50	.001
Naturaleza facial o familiaridad	1	3.94	.10	.05
Grupo* Naturaleza facial	1	1.73	.04	.19
Error	34			
Congruencia emocional	5	4.29	.11	.001
Grupo*Congruencia emocional	5	1.26	.03	.28
Naturaleza facial*Congruencia emocional	5	1.17	.03	.32
Grupo * Naturaleza facial*Congruencia	5	.97	.02	.43
Error	170			

Además, tal como se muestra en la Tabla 4.6. el factor de familiaridad (naturaleza facial) resultó ser marginalmente significativo, mientras que el factor de congruencia emocional obtuvo significancia estadística. También se puede observar que no hubo interacciones significativas con excepción de la que se señala para Grupo\*Naturaleza facial. Esta interacción aunque fue relativamente pequeña, es interesante porque en un análisis de los grupos participantes por separado, se observó un efecto significativo, en términos estadísticos, para el factor de Naturaleza facial en el grupo control  $F(1, 17) = 10.88, p = .004$  en contraste, esto no sucedió así para el



grupo experimental  $F(1, 17) = 2.75, p = .11$ . Independientemente de esto, es interesante observar como el patrón de respuestas para las condiciones experimentales es diferencial entre ambos grupos, control y experimental. Y es importante enfatizar, como es que en el grupo experimental, el patrón de respuestas para las condiciones de caras con rasgos de SD fue diferente al obtenido para caras sin rasgos con SD. Lo anterior es ilustrado con mayor claridad en la Figura 4.2.

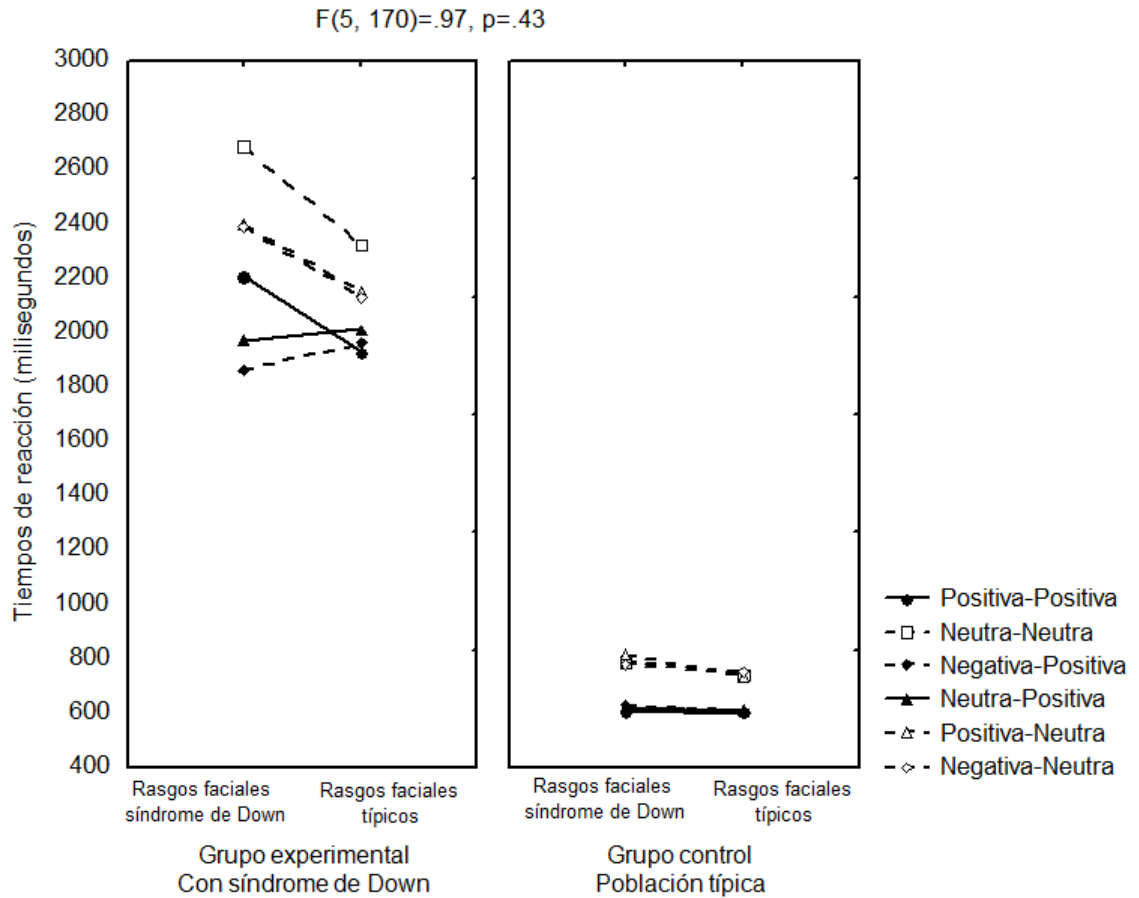


Figura 4.2. Gráfica de interacción para el Factor de grupo \*Naturaleza facial (familiaridad)\* Congruencia emocional.

De la figura anterior, note que los objetivos de tipo neutro consumieron mayor tiempo de reacción para ambos grupos a través de todas las condiciones experimentales. También note como es que las caras de tipo familiar con congruencia emocional positiva (Positiva/Positiva), tienden a ser evaluadas por el grupo experimental (SD) con mayor tiempo de reacción que las positivas/positivas no familiar. De hecho esta diferencia fue significativa en términos estadísticos (véase Tabla 4.7.). Además, al igual que en el primer estudio los participantes con SD mostraron un patrón de respuestas diferencial entre las condiciones experimentales evaluadas dada la naturaleza facial.

Por otra parte, considerando que los hallazgos de estudios anteriores (Morales, 2005; Morales & López, 2006; Morales et al., 2010) sugieren un procesamiento diferencial por tipo nivel de congruencia emocional y familiaridad, se llevaron a cabo una serie de comparaciones planeadas, las cuales se presentan en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia y familiaridad para cada grupo.

Comparación	Grupo	<i>gl</i>	F	<i>p</i>
Familiar vs. No familiar				
Positiva/Positiva	Experimental	1	20.26	.00007
	Control	1	.04	.83
	Error	34		
Negativa/Positiva	Experimental	1	.22	.63
	Control	1	.01	.91
	Error	34		
Neutra/Positiva	Experimental	1	.30	.58
	Control	1	.06	.7
	Error	34		
Neutra/Neutra	Experimental	1	2.93	.09
	Control	1	.05	.82
	Error	34		

Como se muestra en la Tabla 4.7. para el grupo experimental (SD) existe un procesamiento diferencial entre la información positiva familiar en comparación con la información positiva no familiar. Específicamente, la comparación planeada en donde se contrastaron las condiciones de caras con rasgos SD vs. con rasgos típicos en

la categoría de positiva/positiva, señala que para el grupo experimental (SD) existe un procesamiento diferencial entre la información positiva familiar en comparación con la información positiva no familiar. Estos hallazgos son relevantes en la teoría del procesamiento facial emocional en el SD, puesto que existen pocos registros acerca de cómo esta población procesa la información familiar.

### **7.3. Estudio 3: Estilos de procesamiento facial emocional con el paradigma de la facilitación afectiva: Configuracional versus analítico**

Dado que el objetivo de este estudio era observar el efecto que la inversión del facilitador facial tenía sobre la tarea de categorización emocional aplicada durante el primer estudio, aquí se consideró realizar un análisis comparativo entre los datos obtenidos en este estudio y los obtenidos en el primer estudio. Esto fue posible ya que en ambos estudios, se aplicó el mismo diseño experimental, con el mismo número de ensayos, de estímulos y con los mismos participantes. La única diferencia entre ambos estudios fue la inversión del facilitador facial.

Para el análisis de los datos se trabajó sólo con los tiempos de reacción de los ensayos que fueron contestados de manera correcta en ambos estudios por los 24 participantes seleccionados (12 con SD y 12 de la PT) de los 60 evaluados. Los participantes incluidos en el análisis fueron considerados dado que obtuvieron por lo menos el 70% de las respuestas correctas en las condiciones experimentales analizadas.

Aquí es importante señalar que al igual que en el primer estudio, en este estudio de inversión facial, 10 de los participantes con SD mostraron dificultades para categorizar la información facial emocional negativa. Por ello, las condiciones experimentales en donde los objetivos eran de tipo negativo no fueron consideradas en el procesamiento de los datos. Es decir de las nueve condiciones experimentales consideradas en cada diseño experimental (estudio 1 y 2), solo se pudieron analizar seis condiciones experimentales. Por lo que se llevó a cabo un ANOVA mixto de 2(Grupo: SD vs. PT) x 2(Orientación facial: Hacia arriba vs. Invertida) x 6(Congruencia emocional: positiva/positiva, positiva/neutra, negativa/positiva, negativa/neutra, neutra/ neutra, neutra/positiva).

Dicho análisis señaló que hubo un efecto principal por tipo de grupo y por congruencia emocional aunque no por orientación facial (véase Tabla 4.8.). Aquí es interesante observar que aunque no se encontró un efecto de orientación facial significativo, en términos estadísticos, en un ANOVA de medidas repetidas por separado para cada grupo, se observó que para el factor de congruencia emocional (positiva/positiva, positiva/neutra, negativa/positiva, negativa/neutra, neutra/ neutra, neutra/positiva), había una disminución del tamaño de la F para ambos grupos, en el estudio de inversión facial comparado con el primer estudio, en donde las caras eran presentadas hacia arriba. Para el grupo experimental, en el primer estudio, el factor de congruencia emocional obtuvo una  $F(5, 55) = 3.78, p = .005$  mientras que en el de inversión facial  $F(5, 55) = 3.12, p = .01$ . Con respecto al grupo control un resultado similar fue obtenido en este caso, en el primer estudio los participantes control

obtuvieron  $F(5, 55) = 22.680$ ,  $p = .001$  para el factor de congruencia emocional mientras que en el de inversión facial el factor de congruencia obtuvo  $F(5, 55) = 11.83$ ,  $p = .001$ .

Tabla 4.8. Análisis de Varianza para el tercer estudio sobre el estilo de procesamiento facial.

Fuente	<i>gl</i>	F	$\eta^2$	<i>p</i>
Grupo	1	25.10	.53	.00005
Orientación facial	1	1.08	.04	.30
Grupo* Orientación facial	1	1.72	.07	.20
Error	22			
Congruencia emocional	5	8.59	.28	.0000006
Grupo*Congruencia emocional	5	2.55	.10	.03
Orientación facial *Congruencia emocional	5	.62	.02	.68
Grupo * Orientación facial *Congruencia	5	.54	.02	.02
Error	110			

Por otra parte, tal como se muestra en la Tabla 4.8. existe una interacción entre el factor de grupo y el nivel de congruencia emocional, esto puede deberse a que las personas con SD tienden a procesar diferente la información positiva en comparación con las personas de la población típica. De hecho, en la Figura 4.3. se puede observar

que el patrón de respuestas para la condición de positiva/positiva es diferente en el grupo con SD en comparación con el patrón del grupo control. Además, también nótese que en esta misma condición el tiempo de reacción es mucho mayor en la condición de inversión que de caras hacia arriba para el grupo con SD.

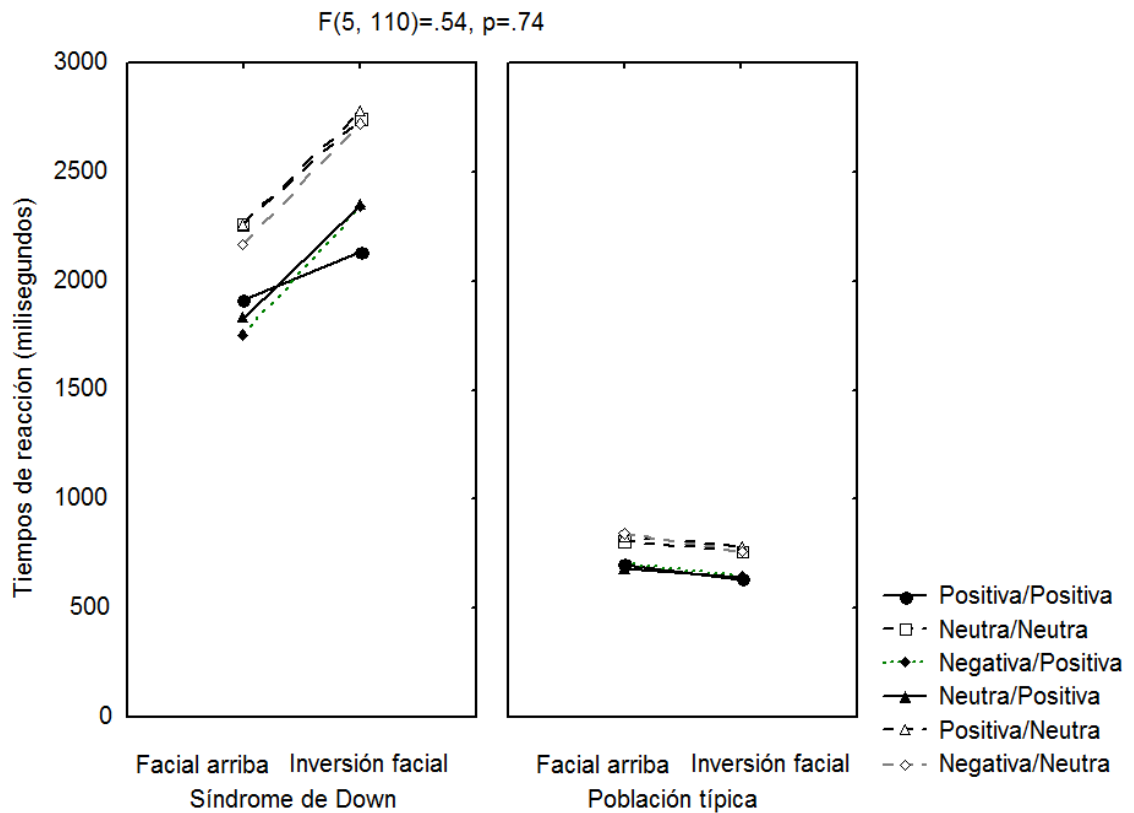


Figura 4.3. Gráfica de interacción para el Factor de Grupo \*Orientación facial\*  
Congruencia emocional.

Partiendo de que la inversión facial afectaría la configuración de la expresión facial emocional, y considerando que las personas con SD parecen mostrar una

preferencia mayor hacia la información positiva, se realizaron varias comparaciones planeadas en donde los objetivos a evaluar eran de tipo positivo (Tabla 4.9).

Tabla 4.9. Comparaciones planeadas por niveles de congruencia y orientación facial para cada grupo.

Comparación	Grupo	<i>gl</i>	F	<i>p</i>
Cara hacia arriba vs. cara invertida				
Positiva/Positiva	Experimental	1	1.05	.31
	Control	1	.10	.75
	Error	22		
Negativa/Positiva	Experimental	1	5.48	.02
	Control	1	.03	.84
	Error	22		
Neutra/Positiva	Experimental	1	4.42	.04
	Control	1	.02	.88
	Error	22		
Neutra/Neutra	Experimental	1	1.57	.22
	Control	1	.01	.90
	Error	22		



Note de la Tabla 4.9. cómo es que los participantes con SD obtuvieron diferencias significativas en el contraste que involucra la condición de incongruencia emocional negativa/positiva (NP). Esto indica que las personas con SD consumieron mayor tiempo de reacción en la condición de NP con orientación invertida en el facilitador que cuando el facilitador estaba en posición normal. Esto no sucedió así en el caso de la condición positiva/positiva (PP), esto es interesante, porque de nuevo se puede observar un procesamiento diferencial en el procesamiento de la información positiva con respecto a la negativa y parece ser que esta última aunque se procesa parece tener una naturaleza emocional diferente para el caso del facilitador en el grupo con SD. Estos datos serán discutidos en mayor detalle en la sección de discusión.

#### **7.4. Estudio 4. Simulaciones neurocomputacionales del reconocimiento de información facial emocional en el síndrome Down**

La Tabla 4.10. muestra de forma gráfica los resultados obtenidos del entrenamiento y prueba de la red neural no supervisada para el reconocimiento facial emocional de ambas poblaciones de caras del estudio. Nótese que no se pudo obtener un desempeño perfecto, sin embargo, el sistema de competencia puede en varias ocasiones discriminar unas caras negativas de las positivas solo con la información implícita en la información facial. En otros términos la posibilidad de un procesamiento de abajo hacia arriba en el reconocimiento facial emocional es neuro-computacionalmente posible.

Tabla 4.10. Se describe el desempeño de la red neural en el reconocimiento facial emocional. Se especifica a cuantas Eigencaras negativas (-) o positivas (+) de las 12 posibles, la neurona 1 y la neurona 0 responden en ambas poblaciones de caras.

**Aprendizaje no supervisado**

Neurona	Población típica				Síndrome de Down			
	1		0		1		0	
	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.
1	-				1			+
2	-				2			+
3	-				3			+
4	-				4			+
5	-				5		+	
6	-				6		+	
7				+	7			-
8		+			8			-
9		+			9			-
10				+	10	-		
11		+			11	-		
12				+	12	-		

Es importante señalar que el sistema amígdala cae rápidamente en un estado *local mínimo* equivocado (solo una neurona responde), por lo que en la etapa de entrenamiento hubo que desestabilizar a la red neural aleatorizando pesos de conectividad para que saliera de este estancamiento. Mientras que en el caso de las Eigencaras de la población típica esto funciona casi de inmediato, en el caso de las

Egencaras de SD cuesta de 5 a 6 veces más intentos lograr un estado global mínimo apropiado. La Tabla 4.11. muestra los resultados del sistema amígdala cuando se trato de forzarle a un mejor desempeño por medio de contra propagación del error.

Tabla 4.11. Tabla de desempeño del sistema amígdala cuando se le aplica contra-propagación en ambas poblaciones de caras.

Aprendizaje supervisado									
Neurona	Población típica				Síndrome de Down				
	1		0		1		0		
Valencia	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Pos.
1				+	1				+
2		+			2				+
3		+			3		+		
4				+	4				+
5		+			5				+
6				+	6				+
7	-				7	-			
8	-				8	-			
9	-				9	-			
10	-				10	-			
11	-				11	-			
12	-				12	-			

Se observa de la tabla una notable mejoría en el desempeño del reconocimiento emocional de las caras negativas (perfecta clasificación). Debe tenerse especial cuidado en el reporte de este resultado. En un espacio vectorial en

donde diferentes clases de información no comparten características estas serán agrupadas en conjuntos de puntos bien definidos en un espacio Euclideo tal y como se ilustra en el panel izquierdo de la Figura 4.4.

Sin embargo, en el caso de las caras, estas se tipifican por compartir rasgos faciales (por ejemplo, distancia entre ojos, posición ocular nasal y de la boca), por lo que de esta forma no es de esperarse agrupaciones vectoriales sobre todo por el hecho de que la información emocional comparte el uso de muchos rasgos faciales. La Figura 4.4. muestra de forma grafica esta observación. Note la falta de agrupación vectorial en el reconocimiento facial emocional de las Eigencaras de SD.

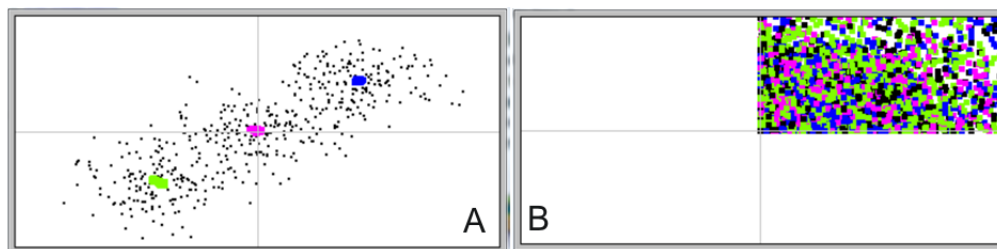


Figura 4.4. Distribución de agrupaciones de puntos vectoriales tres funciones matemáticas (panel A): Sinusoidal, cuadrática y piramidal. En el panel B se grafican los puntos vectoriales de las Eigencaras SD así como de los pesos de asociación.

El hecho de que las caras positivas no puedan todas agruparse en una clase de información facial entonces puede deberse al hecho de que comparten mas rasgos

negativos que positivos aun y cuando se les considere positivos. Nótese, por ejemplo el caso de la cara 3 positiva SD (cara de sorpresa positiva) que fue la única positiva que es agrupada con caras negativas. Sin embargo, cuando se compara esta cara con la cara negativa de miedo se puede observar su similitud tal y como se ilustra en la Figura 4.5.



Figura 4.5. Las caras de miedo (izquierda) y sorpresa (derecha) pueden ser confundidas por el sistema amígdala dada su similitud.

El problema de desempeño en el reconocimiento facial se agrava más si el sistema amígdala es entrenada con todas las Eigencaras de ambos grupos a la vez y no por separado como en las simulaciones anteriores. La Tabla 4.12. muestra el decremento en desempeño de clasificación. Esto resultó así por el hecho de que se considera el tipo de cara (típico vs SD) como un factor de interferencia adicional en la clasificación de valencia emocional.

Tabla 4.12. El entrenamiento con todas las Eigencaras de ambas poblaciones de cara genera un pobre desempeño.

Aprendizaje supervisado todos									
Neurona	Población típica				Síndrome de Down				
	1		0		1		0		
Valencia	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Pos.
1		+			1				+
2		+			2	+			
3		+			3	+			
4		+			4				+
5				+	5	+			
6		+			6				+
7	-				7			-	
8	-				8			-	
9	-				9			-	
10	-				10			-	
11	-				11			-	
12	-				12			-	

De la Tabla anterior, obsérvese que para el caso de las caras de la población típica, la unidad 1 se encarga de responder tanto a todas las caras negativas como a casi todas las positivas (excepto una).

Finalmente, la inclusión de una tercera neurona en el sistema, no tuvo ningún impacto en la clasificación de la información emocional en el sistema amígdala no supervisado. Ocasionalmente cuando el sistema fue forzado a salir de algún mínimo

local este separaba una cara positiva o negativa del rostro del grupo para asignar su reconocimiento a la tercera neurona.

Dado que el sistema de reconocimiento facial emocional que se considero asume que debe existir una apropiada clasificación de valencia emocional por parte de la amígdala entonces solo se consideraron aquellas Eigencaras que fueron correctamente clasificadas. Para este propósito se acabo con un conjunto de tres caras positivas, tres negativas y tres caras neutras para cada población. Por otra parte, dado que la combinación de ambos grupos de Eigencaras trajo un desempeño más bajo que cuando se considera la población por separado entonces las simulaciones IACSD se dividieron por tipo de población, esto es, un sistema de reconocimiento facial para SD y otro para la población típica.

En el caso del Sistema IACSD el sistema FRU así como el de unidades PIN convergieron casi de inmediato a un mínimo global de error después de 500 exposiciones. Todas las caras seleccionadas para reconocimiento facial (positivas, negativas y neutras) fueron reconocidas apropiadamente lo que permitió usar el sistema amígdala para determinar si la inserción de información facial emocional tuvo un efecto en el desempeño de reconocimiento facial logrado. En relación a esto, es interesante el hecho de que aún y cuando las unidades PIN no parecen ser afectadas en su capacidad de reconocimiento con la inserción emocional, el sistema amígdala se comportó con bajo desempeño en el reconocimiento de información negativa por la amígdala. Si se introduce ruido en la conectividad que se da entre la

retina y las unidades competitivas, entonces la capacidad de reconocimiento emocional negativa es la que se ve afectada casi en su totalidad y no el reconocimiento facial emocional positivo. Aún en estas condiciones de deterioro las unidades PIN sostienen su buen desempeño.

En general los resultados señalan, que la clase de información emocional que una cara emocional lleva puede ser naturalmente extraída en dos valencias emocionales por mecanismos neuro-computacionales inspirados en el funcionamiento perceptual del cerebro humano. Dicha propiedad dual de información de la cara emocional humana parece estar implícita o latente y es capaz de especificar por mecanismos de interacción competitiva. En condiciones de reconocimiento facial óptimas es la información negativa la que primero se afecta si el sistema de reconocimiento facial se encuentra bajo situación de estrés. Sin embargo, es la información negativa y no la positiva la más susceptible de identificarse o reconocerse apropiadamente de forma más rápida, sugiriendo que es esta valencia la que trae latente más información implícita que permite su más pronta clasificación.



## **Capítulo 5**

### **Discusión y conclusiones**

En este capítulo, se discutirán los hallazgos encontrados en la presente tesis. Para ello, se hará referencia a las preguntas, hipótesis y objetivos considerando los datos obtenidos en el estudio. Finalmente, se presentarán las conclusiones del trabajo y las implicaciones del mismo.

#### **5.1. Discusión**

En general, el propósito de la presente tesis fue explorar la naturaleza del reconocimiento facial emocional en las personas con SD. A este respecto, la evidencia proveniente de diversos estudios (e.g., Annaz, Karmiloff-Smith, Johnson & Thomas, 2009; Wishart, Cebula, Willis, Pitcairn, 2007; Wishart & Pitcairn, 2000; Turk & Cornish, 1998) señala que en el SD existen dificultades en el reconocimiento de la información facial negativa.

Las explicaciones sobre estos hallazgos habían sido dadas en términos de déficits. De hecho su exploración había sido encaminada a través de estudios con otros pacientes con dificultades similares, pero con disfunciones o daños neuroanatómicos que difieren del cuadro que se presenta en el SD. Por ejemplo, se han realizado estudios de reconocimiento facial en pacientes con daño amigdalario (Aggleton, 2000) en donde se ha observado que esta población presenta un déficit en

el procesamiento de información facial negativa que parece estar relacionado a la condición de su estructura amigdalal. Estos resultados parecen tener cierto grado de similaridad a los encontrados en los estudios con poblaciones con SD.

Sin embargo, es importante mencionar que mientras en los pacientes con daño amigdalal, el déficit en el reconocimiento de información facial negativa, es originado por la destrucción parcial o total de dicha estructura, en el SD, estas dificultades parecen estar asociadas más a una disfunción en estructuras del sistema neural emocional debida a condiciones de morfología neural atípica, que están presentes desde su nacimiento, por lo que es posible que las alteraciones del reconocimiento de emociones faciales en el SD, tengan una naturaleza distinta a aquellas dificultades originadas por un daño neural parcial o total (destrucción de una estructura).

Por otra parte, es posible pensar que estas anomalías en la morfología neural de las personas con SD, aunque tienen una etiología común, pueden afectar de diferente manera a cada individuo, dado que la historia ontogenética del individuo puede favorecer pequeñas variaciones entre los miembros de un mismo grupo. Esto es así, porque se sabe que existen otros factores internos y externos que influyen el desarrollo de un individuo además de las cuestiones neurales. Por ejemplo, las experiencias tempranas de una persona pueden afectar la manera en que ésta percibe su ambiente (e.g. Pollak & Kistler, 2002) y si se añade que hay una estructura neural atípica, es posible que se generen cuadros de vulnerabilidad cognitiva o bien

preferencias hacia cierto tipo de información dada la interacción entre dichos factores. De hecho, los resultados del estudio señalaron que no todos los participantes con SD presentan dificultades al procesar caras de tipo negativo y que en general parecen tener una mayor preferencia hacia la información de tipo positivo.

Con respecto a lo anterior, se observa que en el estudio de preferencias y déficits y en el estudio de inversión facial 2 de los 12 participantes contestaron de manera correcta un porcentaje alto de ensayos en las condiciones experimentales en donde el objetivo a evaluar era de tipo negativo. Por otra parte, en el estudio de familiaridad, 8 de los 18 participantes contestaron correctamente un alto porcentaje de los ensayos por lo menos en una de las tres condiciones en donde el objetivo era de tipo negativo.

Considerando la evidencia obtenida en los estudios, los resultados apoyan la hipótesis de que existen estilos de procesamiento facial emocional diferentes en las personas con SD. Es decir que las dificultades en el procesamiento de información facial negativa no están presentes en todos los miembros de esta población, porque al igual que la población típica existe variabilidad en el estilo de procesamiento emocional facial.

Es interesante señalar que aun y cuando la mayoría de los participantes contestó de manera incorrecta los ensayos de las condiciones experimentales donde el objetivo era negativo, y aunque la condición de facilitador negativo no interfirió el

reconocimiento facial de los objetivos positivos (Figura 4.1.), parece existir un procesamiento implícito de la información negativa. Esto se supone así, porque si el facilitador negativo no hubiera sido procesado por los participantes con SD, y si su valencia no estuviera afectando el procesamiento del objetivo positivo, tal como sucede con los facilitadores neutros, entonces el tiempo de reacción no debería diferir entre los facilitadores negativos y neutros, y los tiempos consumidos en los objetivos positivos precedidos por un facilitador negativo debería ser igual o muy similar a los tiempos consumidos por los objetivos positivos precedidos por facilitadores neutros.

Con respecto a lo anterior, los datos mostrados en la Tabla 4.3. y 4.4. sugieren que para los participantes con SD los facilitadores negativos tienden a ser procesados de manera diferencial a los facilitadores neutros y también proveen evidencia acerca de que la evaluación de los objetivos positivos precedidos por facilitadores negativos difiere de aquellos que son precedidos por facilitadores neutros.

Además, si se considera que la condición neutro/positiva es procesada con mayor lentitud que la información negativa/positiva (Figura 4.1. y 4.2.), no sería apropiado asumir que la diferencia entre las condiciones de caras positiva/positiva vs. negativa/positiva se debe a que la información negativa no está siendo procesada. De hecho en la comparación planeada entre las condiciones de caras positiva/positiva vs. negativa/positiva se encontró una diferencia significativa (Tabla 4.3.). Si se parte de que los objetivos para ambas condiciones eran los mismos y que la única variante aquí era la naturaleza emocional del facilitador (caras negativas) se puede suponer

que alguna especie de información de naturaleza negativa puede estar siendo procesada de manera implícita por los participantes con SD. Aunque, es importante señalar que dicha información facial negativa no parece ser procesada como de naturaleza opuesta a la positiva. Esto puede observarse en la Figura 4.1. y 4.2. en donde la condición positiva/positiva es procesada con mayor lentitud que la información negativa/positiva.

Por otra parte, con respecto a si existe un patrón común de respuesta en la población con SD, los datos señalan que la información facial positiva, parece ser de especial relevancia en esta población, de hecho esto se observa en las Figuras 4.1., 4.2. y 4.3. en donde se visualiza que para el grupo experimental (con SD) existe un patrón diferencial en la evaluación de los objetivos positivos dada la naturaleza del facilitador, en comparación con el grupo control (población típica o PT). En adición, el procesamiento de la información facial positiva parece ser afectado no solo por la naturaleza emocional (positiva/negativa/neutra) del facilitador, sino también por la naturaleza facial del mismo (con rasgos de SD/ con rasgos típicos) (Tabla 4.6.).

Relacionado a lo anterior, los datos mostraron que aunque existe una diferencia marginalmente significativa para el factor de naturaleza facial o familiaridad (Tabla 4.6.), es claro que el procesamiento de las caras positivas familiares con respecto a las caras positivas no familiares es procesado diferente en los participantes con SD (Tabla 4.7.). De hecho, el patrón de respuestas fue diferente para las caras con rasgos de SD en comparación con las caras con rasgos típicos en

los participantes con SD (véase Figura 4.2.). Estos hallazgos, parecen ser similares a los encontrados en los primeros estudios piloto realizados por Morales y López (2006), con respecto a que existe un procesamiento diferencial entre la información familiar y no familiar, por lo menos a nivel emocional positivo. Entonces estos resultados parecen apoyar la idea de que el factor de familiaridad juega un papel relevante en el procesamiento facial emocional en las personas con SD.

En general, los datos obtenidos en el estudio de categorización emocional y el estudio de familiaridad, proporcionaron datos valiosos que serán de utilidad en la caracterización del estilo de procesamiento emocional, de manera particular para la población con SD. La evidencia apunta a que la forma en cómo esta población procesa la información facial es sensible a variables de categoría emocional y de familiaridad. Por otra parte, también las claves de orientación visual parecen jugar un papel importante en el procesamiento emocional de la cara. A este respecto, los resultados del tercer estudio sobre la tarea de categorización emocional con inversión facial, proporcionan información original acerca del estilo de procesamiento de información emocional a nivel perceptual.

Específicamente, el análisis del tercer estudio sugiere que las personas con SD parecen procesar de manera configuracional la información de emoción facial. Estos resultados son similares a los encontrados en otros estudios en donde se sugiere que las personas adultas de la población típica tienden hacia el procesamiento por configuración facial (e.g., Shimamura, Ross & Bennett, 2006). Es decir, que los datos

apoyan la hipótesis del procesamiento configuracional en las personas con SD, porque ellos consumieron mayor tiempo de reacción en el reconocimiento emocional de los objetivos en las condiciones donde los facilitadores fueron invertidos, en comparación con los tiempos consumidos para evaluar objetivos donde los facilitadores eran presentados de manera normal (hacia arriba) (ver Figura 4.3.).

Finalmente, en relación a si existen diferencias en el procesamiento de información facial entre los participantes del grupo control y el grupo experimental, los datos de los estudio sugieren que si existen diferencias en los tiempos de reacción consumidos por los grupos de participantes (véase Tabla 4.2., 4.6., 4.8.). Estos resultados son probablemente debidos a las diferencias en la condición cognitiva de los participantes, sin embargo, cuando se hace referencia a los estilos de procesamiento la información emocional, el patrón de datos obtenido cobra relevancia. En este caso, no solamente existen diferencias en los tiempos de reacción consumidos en las tareas, sino que también existen diferencias en el patrón de respuestas a través de las diferentes tareas entre ambos grupos, control y experimental (véase Figura 4.1., 4.2., 4.3.).

Existe evidencia acerca de que las diferencias en los patrones de respuesta en los estudios de facilitación afectiva se relacionan a estilos de procesamiento emocional particulares, como en el caso de las personas con ansiedad o depresión (véase López, 2009). Considerando lo anterior, las diferencias en los patrones de respuesta del grupo control y experimental encontrados a través de los estudios

sugiere un estilo de procesamiento diferente para los participantes relacionado al factor de población.

Por otra parte, los resultados de las simulaciones computacionales conexionistas sugieren que las dificultades en el procesamiento emocional negativo en el SD parece no estar asociadas a un mecanismo de reorientación evaluativa preatentiva disfuncional sobre la información emocional negativa como en el caso de la depresión o la ansiedad (e.g., Williams, Watts, MacLeod & Mathews, 1997), sino que más pueden relacionarse a la preferencia para usar o no la información implícita sobre la valencia emocional que es extraída previo a los procesos de reconocimiento facial (e.g., el reconocimiento de la identidad facial).

Las simulaciones también señalan la posibilidad de que estas dificultades en el reconocimiento facial emocional negativo, se deba a una falla inhibitoria en un sistema de competencia de extracción de características. Esta falla puede hacer el sistema de reconocimiento emocional muy inestable, ya que la actividad de reconocimiento facial e identidad cuando interactúan para el reconocimiento facial emocional afectaron en desempeño al sistema amigdalario en situación normal y disfuncional. Dicha inestabilidad se puede explicar por el hecho de que los diferentes módulos del sistema de reconocimiento facial compiten por una interpretación del rostro y siendo el sistema amigdalario de poco peso inhibitorio en la competencia global hace de la amígdala un sistema inestable y susceptible a la equivocación. Esto explicaría la variedad de desempeño del individuo con SD al reconocer información



facial negativa. Algunos de estos individuos parecen reconocer información negativa pero otros no. Mecanismos inhibitorios dada la competencia entre módulos de reconocimiento facial emocional pueden ser diferentes dependiendo de la persona con SD de la que se trate.

Ahora bien, dicha influencia modular se estudio en la presente investigación solo explorando un procesamiento de abajo hacia arriba. De hecho es la información negativa la que es mejor clasificada y extraída por el sistema amígdala construido en la presente investigación (lo cual según la teoría es importante para propósitos de supervivencia). Es solamente cuando dicha información es compartida para otros propósitos de reconocimiento facial cuando la información negativa parece ser mal clasificada. Aquí, mecanismos de procesamiento de arriba hacia abajo pueden intervenir para corregir dicho desempeño o incluso imponer un nuevo significado emocional sobre las clasificaciones amigdalares. Si esto es así o no, en el momento es especulativo, pero futuras manipulaciones de módulos, como el del significado personal emocional del modelo de Breen et al. (2000), pueden servir para explorar como es que las categorías emocionales aprendidas influyen en clasificaciones de valencia amigdalas en el reconocimiento facial.

Finalmente, en cuanto al sistema IACSD propuesto en el presente estudio encuentra su mejor contribución al señalar que dentro de un proceso de reconocimiento facial el factor emocional influye desde procesos previos a la construcción de una representación facial. Esto no había sido considerado

previamente en modelos cognitivos de reconocimiento facial emocional. Por otra parte, el término *déficit* en cuanto a la dificultad de algunos individuos con SD para detectar información facial negativa se considera un término muy inapropiado para el desarrollo teórico cognitivo del reconocimiento facial. Por ejemplo, no se sabe si este concepto de déficit incluye aspectos de procesamiento periférico de abajo hacia arriba o de procesamiento central, por lo que es necesaria la inclusión de nuevos conceptos de estilística cognitiva que permitan la integración del procesamiento pre-atentivo o de significado emocional como un factor explicativo y exclusivo del término de déficit.

Así la pregunta de investigación sobre si los mecanismos de competencia interactiva son necesarios y suficientes para la extracción de la información de las valencias emocionales en un rostro humano puede contestarse señalando que es plausible que mecanismos neurales basados en competencia inhibitoria vs excitatoria sean necesario para clasificar las valencias emocionales de una cara, sin embargo, no son suficientes para una clasificación emocional apropiada. Es probable que exista una participación neural de otros mecanismos de reconocimiento facial, los cuales parecen ser de mayor jerarquía cognitiva en la reconstrucción de la identidad facial. De esta forma, los resultados de las simulaciones sugieren que la formación de identidad de la cara de un individuo no es afectada de forma significativa por la existencia de déficits de reconocimiento de la valencia emocional.

Considerando las interpretaciones anteriores hay que señalar la necesidad de nuevas líneas de investigación en el estudio del reconocimiento facial emocional y resaltar la plausibilidad de un nuevo modelo de procesamiento de información emocional que considere las características neurales específicas de la población con SD.

## **5.2. Conclusiones**

Este estudio provee nueva información sobre la forma en cómo las personas con SD procesan la información de las caras emocionales. En general, los hallazgos obtenidos sugieren que no solo parece existir un estilo de procesamiento emocional diferente en el SD en comparación con la población típica, sino que también, dentro de la misma población con SD hay variabilidad en los estilos de procesamiento de información emocional facial. Por ejemplo, en este estudio no todos los participantes con SD presentaron dificultades en el reconocimiento de la información de tipo negativo.

Por otra parte, la evidencia señala que para el sistema emocional de los participantes con SD, existe una preferencia marcada hacia la información de tipo positivo. Es probable que el sistema de procesamiento emocional en el SD esté tratando de crear un mecanismo de compensación dado que la información emocional negativa, parece estar siendo procesada en una forma diferente a como lo hace la población típica.

Además, el factor de familiaridad parece influir de manera importante la evaluación de la información positiva. Esto es interesante, porque sugiere que la información facial emocional adquiere valores diferentes cuando se agrega una variable de familiaridad, e incluso pudiera haber un efecto multiplicador del valor emocional de un rostro dado el significado implícito que contiene la familiaridad facial.

En cuanto al estilo de procesamiento emocional a nivel perceptual, la evidencia señala que las personas con SD parecen procesar la información facial en términos configuracionales. Nuevas manipulaciones experimentales son sugeridas, para seguir explorando la naturaleza del procesamiento facial en el SD. Aquí es importante señalar que la técnica de facilitación afectiva, hasta donde es del conocimiento de la autora, no había sido utilizada para explorar el estilo de procesamiento de información facial emocional en el SD, por lo que los hallazgos aquí expuestos sobre el estilo de procesamiento facial en el SD son una contribución original a nivel teórico y metodológico. Estos y otros aspectos son abordados en el siguiente apartado.

### **5.3. Implicaciones**

Finalmente, las principales implicaciones de los estudios realizados pueden ser consideradas dentro de tres niveles: teórico, de método y aplicado. La

contribuciones e implicaciones teóricas fueron abordadas en el apartado de discusión, por lo que el desarrollo de esta sección se centrará en los siguientes dos niveles.

A nivel del método los hallazgos de los estudios realizados señalan que la utilización de diseños experimentales basados en el paradigma de la facilitación afectiva pueden ser de utilidad en la exploración de los mecanismos de evaluación de información facial emocional en la población con SD. A este respecto, los instrumentos utilizados mostraron ser sensibles para identificar diferencias en el procesamiento facial emocional a través de diferentes variables (categoría emocional, familiaridad, configuración facial) en una muestra (SD) que por sus características cognitivas ha sido difícil de explorar en términos emocionales. Considerando que es la primera vez que se aplica este tipo de diseños en esta población, entonces la presente investigación abre la posibilidad a nuevas líneas de investigación basadas en este tipo de paradigmas.

A nivel aplicado, los hallazgos sugieren modificaciones en la aplicación de las técnicas que incluyen información emocional de tipo negativo. Esto es debido a dos razones, en primera instancia, las personas con SD parecen tener un estilo de procesamiento facial emocional diferente al de la población típica. En segundo lugar, los datos señalan que aunque no todos los participantes presentan dificultades para reconocer emociones faciales negativas, una parte considerable de esta población parece procesar las emociones negativas de una forma diferente e incluso tener dificultades en categorizarlas en términos emocionales. Dado lo anterior, las técnicas

que implican una interpretación facial negativa podrían no funcionar efectivamente en todos los miembros de la población con SD debido a dicho estilo de procesamiento. Por ejemplo con respecto a las técnicas correctivas como el castigo positivo, si se utilizará la emoción facial negativa para señalar una conducta inadecuada esta podría ser interpretada de manera diferente y por tanto no producir el efecto esperado sobre el comportamiento de la persona con SD.

Por otra parte, considerando que los instrumentos utilizados fueron útiles en la exploración de los mecanismos cognitivos de reconocimiento facial emocional en el SD, también podrán ser de utilidad en el campo del diagnóstico. Dado que al detectar patrones de respuesta específicos, permitiría caracterizar una parte del estilo emocional a nivel de procesamiento, lo que es de especial relevancia, porque existen pocos instrumentos que puedan medir los procesos emocionales en este tipo de población. Por ejemplo, aquí es posible construir una red neural conexionista que usando los tiempos de reacción ante tareas cognitivas como las señaladas en la presente investigación pueda clasificar de forma automática el estilo de procesamiento emocional de una persona con SD. Una utilidad software de este sistema puede ser distribuido en centros de educación especial para intervenciones educativas o clínicas.

## Lista de referencias

- Acerra, F., Burnod, Y. & Schonен, S. (2002). Modelling aspects of face processing in early infancy. *Developmental Science*, 5(1), 98-117.
- Adolphs, R. & Tranel, D. (2004). Impaired judgments of sadness but not happiness following bilateral amygdala damage. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16(3), 453–462.
- Adolphs, R., Tranel, D. & Damasio, A. R. (1998). The human amygdala in social judgment. *Nature*, 393, 460-474.
- Aggleton, J. P. (2000). *The amygdala* (2a. ed.). Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Annaz, D., Karmiloff-Smith, A., Johnson, M. H. & Thomas, M. S. C. (2009). A cross-syndrome study of the development of holistic face recognition in children with autism, Down syndrome, and Williams syndrome. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(4), 456-486.
- Banсе, R. (2001). Affective priming with liked and disliked persons: Prime visibility determines congruency and incongruency effects. *Cognition and Emotion*, 15(4), 501–520.

- Bargh, J. A. (1999). The cognitive monster: the case against the controllability of automatic stereotype effects. En S. Chaiken & Y. Trope (Eds.). *Dual process theories in social psychology* (pp. 361-382). Nueva York, NY, EE. UU.: Guilford Press.
- Basile, H. (2008). Retraso mental y genética: Síndrome de Down. *Alcmeon, Revista Argentina de Clínica Neuropsiquiátrica, Año XVII, 15(1), 9-23.*
- Bauer, R. (1984). Autonomic recognition of names and faces: A neuropsychological application of the Guilty Knowledge Test. *Neuropsychologia, 22(4), 457-469.*
- Bauer, R. (1986). The cognitive psychophysiology of prosopagnosia. En H. Ellis, M. Jeeves, F. Newcombe & A. Young, (Eds.). *Aspects of face processing* (pp. 253-267). Dordrecht, The Netherlands: Martinus Nijhoff.
- Beale, J. M. & Keil, F.C. (1995). Categorical effects in the perception of faces. *Cognition, 57(3), 217-239.*
- Bear, D. (1983). Hemispheric specialization and the neurology of emotion. *Archives of Neurology, 40(4), 195-202.*
- Beck, A. T. (2002). *Con el amor no basta: Cómo superar malentendidos, resolver conflictos y enfrentarse a los problemas de pareja.* México, D.F: Piados.



- Beck, A. T. (2003). *Prisioneros del odio: Las bases de la ira, la hostilidad y la violencia*. México, D.F: Piados.
- Beck, A. T., Rush, A. J., Shaw, B. F. & Emery, G. (1979). *Cognitive Therapy of Depression*. Nueva York, NY, EE. UU.: Guilford Press.
- Benda, C. E. (1971). Mongolism. En J. Minckler (Ed.). *Pathology of the nervous system* (pp. 1361-1371). Nueva York, NY, EE. UU.: McGraw-Hill.
- Bertenthal, B., Campos, J. & Barrett, K. (1984). Self-produced locomotion: an organizer of emotional, cognitive, and social development in infancy. En R. Emde & R. Harmon (Eds.). *Continuities in development* (pp. 175-209). Nueva York, NY, EE. UU.: Plenum.
- Blackmore, S. (2000). *The meme machine*. UK: Oxford University Press.
- Bleyer, A. (1934). Indications that mongoloid idiocy is a gametic mutation of degenerative type. *American Journal of Diseases of Children*, 47, 342-48
- Bly, B. M. & Rumelhart, D. E. (Eds.) (1999). Cognitive science. En E. C. Carterette & M. P. Friedman (Eds. de la serie), *Handbook of perception and cognition* (2a. ed.). San Diego, California, EE. UU.: Academic Press.

- Bobes, M. A., Lopera, F., Coma, L. D., Galan, L., Carbonell, F., Bringas, M. L. & Valdés-Sosa, M. (2004). Brain potentials reflect residual face processing in a case of prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 21(7), 691-718.
- Borod, J. C., Yecker, S. A. & Brickman, A. M. (2004). Changes in posed facial expression of emotion across the adult life. *Experimental Aging Research*, 30(4), 305-331.
- Bower, G. H. (1981). Mood and memory. *American Psychologist*, 36(2), 129-148.
- Bower, H. G. & Forgas, J. P. (2000). Affect, memory, and social cognition. En E. Eich, J. F. Kihlstrom, G. H. Bower, J. P. Forgas & P. M. Niedenthal (Eds.). *Cognition and emotion* (pp. 87-168). Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford Press.
- Bowlby, J. (1969). *Attachment and loss: Vol. 1. Attachment*. Nueva York, NY, EE. UU.: Basic Books.
- Bradley, B. P., Mogg, K. K., Falla, S. J., & Hamilton, L. R. (1998). Attentional bias for threatening facial expressions in anxiety: Manipulation of stimulus duration. *Cognition and Emotion*, 12(6), 737-753.
- Breen, N., Caine, D. & Coltheart, M. (2000). Models of face recognition and delusional misidentification: a critical review. *Cognitive Neuropsychology*, 17(1-3), 55-71.

- Brennan, S. E. (1985). Caricature generator: The dynamic exaggeration of faces by computer. *Leonardo*, 18(3), 170—178.
- Brockman, C. A. (2010). *A new cognitive theory of the emotions*. Dissertation Abstracts International, 71(02). (Microfilms de la University of Illinois at Chicago, No. AAT 3394212). Chicago, Illinois, EE. UU.
- Bruce, V. & Young, A. (1986). Understanding face recognition. *British Journal of Psychology*, 77(3), 305-327.
- Burton, A. M. (1994). Learning new faces in an interactive activation and competition model. *Visual Cognition*, 1(2/3), 313–348.
- Burton, A. M., Bruce, V. & Johnston, R. A. (1990). Understanding face recognition with an interactive activation model. *British Journal of Psychology*, 81, 361–80.
- Burton, A. M., Young, A. W., Bruce, V., Johnston, R. & Ellis, A. W. (1991). Understanding covert recognition. *Cognition*, 39(2), 129–166.
- Cafferata, J. F. (1909). Contribution a la literature du mongolisme. *Arch Med Enf*, 12, 929.

Calder, A. (2003). The perception of Facial Expressions [Versión electrónica], *Cognition and Brain Sciences Unit*. Recuperado el 12 de mayo de 2003, de <http://www.mrcmbu.cam.ac.uk/personal/andy.calder/perception.shtml>

Calder, A. J., Keane, J. & Manes, F. (2000). Impaired recognition and experience of disgust following brain injury. *Nature Neuroscience*, 3(11), 1077-1078.

Calder, A. J., Young, A. W., Rowland, D., Perrett, D. I., Hodges, J. R. & Ectoff, N. L. (1996). Facial emotion recognition after bilateral amygdala damage: differentially severe impairment of fear. *Cognitive Neuropsychology*, 13(5), 699-745.

Carter, K. C. (2002). Early Conjectures That Down syndrome is caused by chromosomal nondisjunction. *Bulletin of the History of Medicine*, 76(3), 528-563.

Carvajal, F. & Iglesias, J. (2000). Looking behavior and smiling in Down syndrome infants. *Journal of Nonverbal Behavior*, 24(3), 225-236.

Carvajal, F. & Iglesias, J. (2002). Face-to-face emotion interaction studies in Down syndrome infants. *International Journal of Behavioral Development*, 26(2), 104-112.

- Cassia, V. M., Simion, F. & Umiltà, C. (2001). Face preference at birth: the role of an orienting mechanism. *Developmental Science*, 4(1), 101-108.
- Chapman, R. S. & Hesketh, L. J. (2000). Behavioral phenotype of individuals with Down syndrome. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 6(2), 84-95.
- Christensen, K. J., Riley, B. E., Heffernan, K. A., Love, S. B. & MacLaughlin Sta. Maria, M. E. (2002). Facial recognition test in the elderly: Norms, reliability and premorbid estimation. *Clinical Neuropsychologist*, 16(1), 51-56.
- Chung, M-S. & Donald, M. T. (1995). Development of face recognition. *The British Journal of Psychology*, 86, 55-87.
- Churchland, P. S. (1986). *Neurophilosophy: Towards a unified science of the Mind/Brain*. Nueva York, NY, EE. UU.: Bradford Book.
- Churchland, P. M. (1996). *The engine of reason, the seat of the soul: A philosophical journey into the brain*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Churchland, P. M. (2007). *Neurophilosophy at work*. Cambridge: Cambridge University Press.

Churchland, P. S. & Sejnowski, T. J. (1992). *The Computational Brain*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Clark, R. M. & Edin, M. B. (1928). The mongol: a new explanation. *Journal of Mental Science*, 74, 739-747.

Conrad, N. J., Schmidt, L. A., Niccols, A., Polak, C. P., Riniolo, T. C. & Burack, J. A. (2007). Frontal electroencephalogram asymmetry during affective processing in children with Down syndrome: a pilot study. *Journal of Intellectual Disability Research*, 51(12), 988-995.

Conway, M. A. (2005). *Connectionist models in cognitive psychology*. Nueva York, NY, EE. UU.: Psychology Press.

Crookshank F. G. (1924). *In The Mongol in our Midst*. London: Kegan Paul, Trench and Trubner Ltd.

Cosgrave, M., McCarron, M. & Anderson, M. (1998). Cognitive decline in Down syndrome: a validity/reliability study of the Test for severe impairment. *American Journal on Mental Retardation*, 103(2), 193-197.

Cottrell, G. W. & Metcalfe, J. (1991). Empath: Face, gender and emotion recognition using holons. En R. P. Lippman, J. Moody & D. S. Touretzky (Eds.). *Advances*

*in neural information processing systems 3* (pp. 564–571). San Mateo: Morgan Kaufmann.

Dailey, M. N. & Cottrell, G. W. (1999). Organization of face and object recognition in modular neural network models. *Neural Networks*, *12*(7/8), 1053–1073.

Dailey, M. N., Cottrell, G. W., Padgett, C. & Adolphs, R. (2002). Empath: A neural network that categorizes facial expressions. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(8), 1158–1173.

Dalgleish, T. & Power, M. (Eds.). (2000). *Handbook of cognition and emotion*. Nueva York, NY, EE. UU.: John Wiley & Sons.

Dawkins, R. (1976). *The selfish gene*. UK: Oxford University Press.

Dawson, G., Webb, S. J., Carver, L., Panagiotides, H. & McPartland, J. (2004). Young children with autism show atypical brain responses to fearful versus neutral facial expressions of emotion. *Developmental Science*, *7*(3), 340–359.

de Gelder, B. & Rouw, R. (2000). Structural encoding precludes recognition of face parts in prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, *17*(1/2/3), 89–102.

De Houwer, J., Hermans, D. & Eelen, P. (1998). Affectivity and identity priming with episodically associated stimuli. *Cognition and Emotion*, 12(2), 145-169.

Dennett, D. (1991). *Consciousness Explained*. Nueva York, NY, EE. UU.: Back Bay Books

Diamantaras K. I. & Kung, S. Y. (1996). *Principal Component Neural Networks: Theory and Applications*. New York: John Wiley & Sons.

Dimberg, U., Thunberg, M. & Elmehed, K. (2000). Unconscious facial reactions to emotional facial expression. *Psychology Science*, 11(1), 86-89.

Distin, K. (2005). *The selfish gene*. Cambridge: Cambridge University Press.

Down, J. L. (1866). Observations on ethnic classification of idiots. *London Hospital. Clinical Lectures and Reports*, 3,259-262.

Du, S. & Ward, R. K. (2009). *Improved face representation by non uniform multilevel selection of gabor convolution features*, *IEEE Trans Syst Man Cybern B Cybern*, 39(6), 1408-1419.



- Dubois, S., Rossion, B., Schiltz, C., Bodart, J. M., Michel, C., Bruyer, R. & Crommelinck, M. (1999). Effect of familiarity on the processing of human faces. *NeuroImage*, 9(3), 278-289.
- Duncan, P. & Millard, W. (1866) *A Manual for the Classification Training, and Education of the Feeble-minded, imbecile and idiotic*. London: Longmans, Green.
- Dykens, E. M. (1995). Measuring behavioral phenotypes: Provocations from “the new genetics”. *American Journal of Mental Retardation*, 99(5), 522-532.
- Eich, E., Kihlstrom, J. F., Bower, G. H., Forgas, J. P. & Niedenthal, P. (2000). *Cognition and emotion*. Nueva York, NY, EE.UU.: Oxford University Press.
- Ekman, P. (2003). *Emotions reveled: recognizing faces and feelings to improve communication and emotional life*. EE. UU.: Times books.
- Ekman, P., Friesen, W. V. & Hager, J. C. (2002). *Facial action coding system: the manual*. EE. UU.: Research Nexus division of Network Information Research Corporation.
- Ellis, H. D. & Young, A. (1990). Accounting for delusional misidentifications. *British Journal of Psychiatry*, 157, 239–248.

- Enfield, S., Tonge, B., Parmenter, T. & Smith, A. (1999). Longitudinal course of behavioural and emotional problems of young persons with Prader-Willi, Fragile X, Williams and Down syndrome. *Journal of Intellectual and Development Disability*, 24(4), 349-354.
- English, H. B. (1924). Emotion as related to instinct. *Psychological Bulletin*, 21(6), 309-326.
- Esquirol, J. (1838). *Des maladies mentales considerees sous les rapports medical, hygienique et medico-legal*. Paris: Baillière, ed.
- Farah, M. J., O'Reilly, R. C. & Vecera, S.P. (1993). Dissociated overt and covert recognition as an emergent property of a lesioned neural network. *Psychological Review*, 100(4), 571–588.
- Fazio, R. H. (1995). Attitudes as object-evaluation associations: Determinants, consequences, and correlates of attitude accessibility. En R. E. Petty & J. A. Krosnick (Eds.). *Attitude strength: Antecedents and consequences* (pp. 247–282). Hillsdale, NJ, EE. UU.: Erlbaum.
- Fazio, R. H. (2000). Accessible attitudes as tools for object appraisal: Their costs and benefits. En G. Maio & J. Olson (Eds.). *Why we evaluate: Functions of attitudes* (pp. 1–36). Mahwah, NJ, EE. UU.: Erlbaum

- Fazio, R. H. (2001). On the automatic activation associated evaluations: An overview. *Cognition and Emotion, 15*(12), 115-141.
- Fazio, R. H. & Dunton, B. C. (1997). Categorization by race: The impact of automatic and controlled components of racial prejudice. *Journal of Experimental Social Psychology, 33*(5), 451-470.
- Fazio, R. H., Sanbonmatsu, D. M., Powell, M. C. & Kardes, F. R. (1986). On the automatic activation of attitudes. *Journal of Personality and Social Psychology, 50*(2), 229-238.
- Ferguson, M. J. & Bargh, J. A. (2003). The constructive nature of automatic evaluation. En J. Musch & K. C. Klauer (Eds.). *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion* (pp.169-188). NJ, EE. UU.: Erlbaum
- Fidler, D., Hodapp, R. & Dykens, E. (2002). Behavioral phenotypes and special education: parent report of educational issues for children with Down syndrome, Prader-Willi syndrome and Williams syndrome. *The Journal of Special Education, 36*(2), 80-88.
- Fiedler, K. (2003). The Hidden vicissitudes of the priming paradigm in evaluative research. En J. Musch & K. C. Klauer (Eds.). *The psychology of evaluation:*

*Affective processes in cognition and emotion* (pp. 109-137). Mahthaw, NJ., EE.  
UU.: LEA.

Filliozat, I. (1998). *El corazón tiene sus razones: conocer el lenguaje de las emociones*:  
México: Urano.

Finkel, L. H. (2000). Neuroengineering models of brain disease. *Annual Review of  
Biomedical Engineering*, 2, 577-606.

Friedman, H. S. (1978). The relative strength of verbal versus no verbal cues.  
*Personality and Social Psychology Bulletin*, 4(1), 147-150.

Giner-Sorolla, R., Garcia, M. T. & Bargh, J. A. (1999). The automatic evaluation of  
pictures. *Social Cognition*, 17(1), 76-96.

Gross, J. (1999). Emotion regulation: present, past and future. *Cognition and Emotion*,  
13(5), 551-573.

Guerrero, L., J. (1995). *Nuevas perspectivas en la educación e integración de los niños  
con síndrome de Down*. México: Paidós.

Gutiérrez, M. (2006). Procesamiento parafoveal de información emocional. En E.  
Gámez & J. M. Díaz (Eds.). *Investigaciones en Psicología Básica ULL*:

*Psicolingüística, Razonamiento y Emoción* (pp. 167 – 184). España:  
Universidad de la Laguna.

Hansen, C. H. & Hansen, R. D. (1988). Finding the face in the crowd: An anger superiority effect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), 917-924.

Hanze, M. & Meyer, H. A. (1998). Mood influences on automatic and controlled semantic priming. *American Journal of Psychology*, 111(2), 265-278.

Hargrave, R., Maddock, R. & Stone, V. (2002). Impaired recognition of facial expressions of emotion in Alzheimer's disease. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 14(1), 64-71.

Harwood, N., Hall, L. J. & Schinkfield, A. J. (1999) Recognition of facial emotional expressions from moving and static displays by individuals with mental retardation. *American Journal on Mental Retardation*, 104(3), 270-278.

Herba, C. & Phillips, M. (2004). Annotation: Development of facial expression recognition from childhood to adolescence: behavioural and neurological perspectives. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(7), 1185-1198.

Hermans, D., Baeyens, F. & Eelen, P. (1998). Odours as affective- Processing context for word evaluation: A case of cross- modal affective priming. *Cognition and Emotion*, 12(4), 601-613.

Hermans, D., De Houwer, J. & Eelen, P. (1994). The affective priming effect: Automatic activation of evaluative information in memory. *Cognition and Emotion*, 8(6), 515-533.

Herzmann, G., Schweinberger, S. R., Sommer, W. & Jentsch, I. (2004). What's special about personally familiar faces? A multimodal approach. *Psychophysiology*, 41(5), 688–701.

Hinton, G. E. & Anderson, J. A. (1981) *Parallel models of associative memory*. NJ, EE. UU.: Erlbaum, Hillsdale.

Hodapp, R. M., DesJardin, J. L. & Ricci, L. A. (2003). Genetic syndromes of mental retardation: should they matter for the early interventionist?. *Infants and Young Children*, 16(2), 152-160.

Howard-Jones, N. (1979). On the diagnostic term Down's disease. *Medical History*, 23(1), 102-104.

Irvine, P. (2007). Down, J. (John) Langdon (1828-1896). En C. R. Reynolds & Fletcher-Janzen (Eds.). *Encyclopedia of special education: a reference for the education of children adolescents and adults with disabilities and other exceptional individuals* (Vol. 1, pp. 760). NJ, EE. UU.: John Wiley & Sons.

Izard, C. (1978) On the ontogenesis of emotions and emotion-cognition relationships in infancy. En M. Lewis & L. Rosenblum (Eds.). *The development of affect* (pp. 389-413). Nueva York, NY, EE.UU.: Plenum.

Jacobs, P. A., Baikie A. G., Court-Brown, W. M., Strong, J. A. (1959). The somatic chromosomes in mongolism. *Lancet*, 1(7075), 710.

James, W. (1884). What is an emotion? [Versión electrónica], *Mind*, 9, 188-205. Recuperado el 12 de abril de 2008 del sitio de Green, C. D. de la York University, Toronto, Canada: <http://psychclassics.yorku.ca/author.htm>

Jasso, L. (1991). *El niños Down: mitos y realidades*. México, D.F.: Manual moderno.

Jay, V. (1999). Dr. John Langdon Down. *Archives of Pathology & Laboratory Medicine*, 123(2), 102

- Jeringan, T. L., Bellugi, U. & Sowell, E. (1993). Cerebral morphological distinctions between William's and Down's syndromes. *Archives of Neurology*, 50(2), 186-191.
- Johnstone, T., Van Reekum, C. M. & Scherer, K. R. (2001). Vocal expressions correlates of appraisal processes. En K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.). *Appraisal processes in emotion: theory, methods, research* (pp, 271-285). Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Jones, R. D. & Tranel, D. (2001). Severe developmental prosopagnosia in a child with superior intellect. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23 (3), 265-273.
- Kaiser, S. & Wehrle, T. (2001). *The role of facial expression in intra-individual and inter-individual emotional regulation*. Recuperado el 20 de noviembre de 2003, de [http://www.unige.ch/faapse/emotion/members/jaiser\\_publ.htm](http://www.unige.ch/faapse/emotion/members/jaiser_publ.htm).
- Kanwisher, N. & Moscovitch, M. (2000). The cognitive neuroscience of face processing: an introduction. *Cognitive Neuropsychology*, 17(1/2/3), 1-11.
- Kasabov, N. (2007). *Evolving connectionist systems*. UK: Springer Verlag.



- Kasari, C., Freeman, S. F. & Bass, W. (2003). Empathy and response to distress in children with Down syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(3), 424-431.
- Kelly, D. J., Quinn, P. C., Slater, A. M., Lee, K., Gibson, a., Smith, M. Ge, L. & Pascalis, O. (2005). Three-month-olds, but not newborns, prefer own-race faces. *Development science*, 8(6), 31-36.
- Kihlstrom, J. F., Shelagh, M., Tobias B. A. & Tobis, I. P. (2000). The emotional unconscious. En E. Eich, J. F. Kihlstrom, G. H. Bower, J. P., Forgas & P. M. Niedenthal (Eds.), *Cognition and emotion* (pp. 30-86). New York: Oxford University Press
- Kingston, H. (2002). *ABC of clinical genetics*. Londres: BMJ.
- Lachman, R., Lachman, J. L. & Butterfield, E. C. (1979). *Cognitive psychology and information processing: An introduction*. Hillsdale, NJ, EE. UU.: Erlbaum.
- Lambert, J. & Rondal, J. (1989). *El mongolismo*. Barcelona: Herder.
- Lazarus, R. S. (2000). The cognition-emotion debate: A bit of history. En T. Dalgleish & M. Power (Eds.). *Handbook of cognition and emotion* (pp. 3-19). Nueva York, NY, EE.UU.: John Wiley & Sons.

- Lazarus, R. S. (2001). Relational meaning and discrete emotions. En K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.). *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research* (pp. 3-19). Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Leder, H., Schwarzer, G. & Langton, S. (2003). Development of face processing in early adolescence. En G. Schwarzer, & H. Leder (Eds.). *The development of face processing* (pp. 69-80). EE.UU.: Hogrefe & Huber Publishers.
- Lejeune, J. (1959). Le mongolism: premier exemple d'aberration autosomique humaine. *Ann Genet, 1*, 41-49.
- Lejeune, J., Gauthier, M., & Turpin, R. (1959a). Les chromosomes humains en culture de tissus. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, 248*, 602-603.
- Lejeune, J., Gauthier, M., & Turpin, R. (1959b). Etudes des chromosomes somatiques de neuf enfants mongoliens. *Comptes Rendus de l'Academie des Sciences, 248*, 1721-1722.
- Lindsay, P. H. & Norman, D. A. (1977). *Human information processing: An introduction to psychology*. Nueva York, NY, EE.UU.: Academic Press.
- Loeches, A. A., Iglesias, D. J. & Carvajal, M. F. (1991) Psicobiología del síndrome de Down. *Aprendizaje, Estudios de Psicología, 46*, 107-128.

López, P., López, R., Páres, G., Borges, A. & Valdespino, L (2000). Reseña histórica del síndrome Down. *ADM LVII*, (5), 193-199.

López, R. E. O. (2002). *El enfoque cognitivo de la memoria humana: Técnicas de investigación*. México, D.F.: Trillas.

López, R. E. O. (2009). *Las emociones*. Mexico: Trillas.

Lubec, G. (2003). *The brain in Down syndrome (trisomy 21)*. Recuperado el 13 de abril de 2004, de <http://www.altonweb.com/cs/downsyndrome/lubec.html>.

Lund, N. (2001). *Attention and pattern recognition*. Nueva York, NY, EE. UU.: Taylor and Francis Inc.

MacClean, P. D. (1949). Psychosomatic disease and the “visceral brain”. Recent developments bearing on the Papez theory of emotion. *Psychosomatic. Med.*, *11*(6), 338-353.

MacClean, P. D. (1952). Some psychiatric implications of physiological studies on frontotemporal portion of limbic system (visceral brain). *Electroencephalograph. Clin. Neurophysiol*, *4*(4), 407-418.

- Mandler, G. (2003). Emotion. En D. K. Freedheim & I. B. Weiner (Eds.), *Handbook of psychology: Vol. 1. History of psychology* (pp. 157-175). Nueva York, NY, EE. UU.: Wiley.
- Marotta, J. J., McKeeff, T. J. & Behrmann, M. (2002). The effects of rotation and inversion on face processing in prosopagnosia. *Cognitive Neuropsychology*, 19(1), 31–47.
- Matsumoto, D., LeRoux, J., Wilson- Cohn, C., Raroque J., Kookan, K., Ekman, P., Yrizarry, N., Loewinger, S., Uchida, H., Yee, A., Amo, L. & Goh, A. (2000). A new test to measure emotion recognition ability: Mastsumoto and Ekman's japanese and caucasian brief affect recognition test (JACBART). *Journal of Nonverbal Behavior*, 24(3), 179-209.
- Maurer, D. & Barrera, M. (1981). Infants' perception of natural and distorted arrangements of a schematic face. *Child Development* , 52(1), 196-202.
- McClelland, J. L. & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of the effect of context in perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88(5), 375–407.
- McClelland, J. L. & Rumelhart, D. E. (1988). *Explorations in parallel distributed processing*. Cambridge, MA: Bradford Books.

- McCloskey, M. (1991). Networks and theories: The place of connectionism in cognitive science. *Psychological Science*, 2(6), 387–395.
- McNamara, T. P. (1992). Theories of priming: I. Associative distance and lag. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(6), 1173-1190.
- McNamara, T. P. (1994). Theories of priming: II. Types of primes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 20(3), 507-520.
- Mondloch, C. J., Lewis, T, Budreau, R., Maurer, D., Dannemiller, J., Stephens, B. & Kleiner-Gathercoal, K. (1999). Face preference during early infancy. *Psychology Science* , 10(5), 419-422.
- Morales, M. G. E. (2004). *Mecanismos cognitivos de reconocimiento de información emocional en personas con síndrome de Down*. Tesis de maestría no publicada. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey, México.
- Morales, M. G. E. (2009). La inclusión del factor emocional en la educación de personas con síndrome de Down. *Liberaddictus*.105, 9-12.
- Morales, M. G. E., Charles, C. D. J. & López, R. E. O. (2008). Actitudes hacia los maestros, emociones académicas y mecanismos cognitivos de evaluación

emocional de los estudiantes. En N. L. Pérez (Ed.). *La voz de los investigadores en Psicología Educativa: Dos cuerpos académicos en red* (pp. 129-153). México: Ediciones cultura de Veracruz.

Morales, M. G. E. & López, R. E. O. (2005). Mecanismos cognitivos de reconocimiento de información emocional en personas con síndrome de Down. *Revista Médica Internacional sobre Síndrome de Down*, 9(1), 2-6.

Morales, M. G. E. & López, R. E. O. (2006). *El síndrome de Down y su mundo emocional*. México: Trillas.

Morales, M. G. E. & López, R. E. O. (en prensa). Down syndrome and automatic processing of familiar and unfamiliar emotional faces. *International Journal of Special Education*.

Morales, M. G. E., López, R. E. O. & Hedlefs, A. M. I. (2010). La psicología de las emociones: *La expresión facial como una revelación de la emoción y el pensamiento*. México: Trillas.

Morton, J. & Johnson, M. H. (1991). Conspic and concern a two process theory of infant face recognition. *Psychological Review*, 98(2), 164-181.

Musch, J. & Klauer, K. C. (2003). The psychology of evaluation: an introduction. En J. Musch & K. C. Klauer (Eds.). *The psychology of evaluation: Affective processes in cognition and emotion* (pp. 1-5). NJ, EE. UU.: LEA.

National Dissemination Center for Children with Disabilities (NICHCY) (2004). *El síndrome de Down*. Recuperado el 10 de enero de 2010, del sitio Web del National Dissemination Center for Children with Disabilities: [www.nichcy.org](http://www.nichcy.org).

Neely, J. H. (1991). Semantic priming effects in visual word recognition: A selective review of current findings and Theories. En D. Besner & G. W. Humphreys (Eds.). *Basic processes in reading: Visual word recognition* (pp. 264-336). Hillsdale, NJ, EE. UU.: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Neisser, U. (1967). *Psicología cognitiva*. México, D.F.: Trillas.

Nelson, C. A. (2001). The Development and neural bases of face recognition. *Infant and Child Development*, 10, 3-18.

Noller, P. (1986). Video primacy-A Further look. *Journal of Nonverbal Behavior*, 9(1), 28-47.

Öhman, A. & Mineka, S. (2001). Fear, fobias and preparedness: toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychology Review*, 108(3), 483-522.

- Pace, B., Lynn, C. & Glass, R. (2001). Down syndrome [Versión electrónica], *JAMA*. Recuperado el 15 de enero de 2004, de <http://www.hmc.psu.edu/healthinfo/articles/downsyndrome.pdf>
- Parkin, A. (1999). *Exploraciones en neuropsicología cognitiva*. Madrid: Médica Panamericana.
- Parkinson, B. (1995). *Ideas and realities of emotion*. Nueva York, NY, EE. UU.: Routledge.
- Parrish, J. (2007). *Affective priming and memory for faces and semantic information*. Dissertation Abstracts International, 68(03). (Microfilms de la Rosalind Franklin University of Medicine and Science, No. AAT 3258312). Chicago, Illinois, EE. UU.
- Patterson, D. & Costa, A. C. S. (2005). History of genetic disease: Down syndrome and genetics a case of linked histories. *Nature Reviews Genetics*, 6(2), 137-147.
- Pennington, B., Moon, J., Edgin, J. Stedron, J. & Nade, L. (2003). The neuropsychology of Down syndrome: evidence for hippocampal disfunction. *Child Development*, 74(1), 75-93.



- Pimentel, B. H. & Dyce, G. B. (2003). Caracterización citogenética del síndrome de Down. *Revista Medica Internacional sobre el Síndrome Down*. Recuperado el 15 de noviembre de 2003, de <http://www.fcsd.org/cas/revista/suscriptores.html>
- Pine, D. S., Lissek, S., Klein, R. G., Mannuzza, S., Moulton, J. L., Guardino, M. & Woldehawariat, G. (2004). Face-memory and emotion: associations with major depression in children and adolescents. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45(7), 1199–1208.
- Pitcairn, T. & Wishart, J. (2000). Face processing in Children With Down Syndrome. En D. Weeks, R. Chua & D. Elliot (Eds.). *Perceptual-Motor behavior in Down syndrome* (pp. 123-147). Edinburgh, Inglaterra: Human Kinetics.
- Plutchik, R. (1994). *The psychology and biology of emotion*. Nueva York, NY, EE. UU.: Harper Collins College Publishers.
- Pollak, S. & Kistler, D. (2002). Early experience is associated with the development of categorical representations for facial expressions of emotion. *PNAS*, 99(13), 9072-9076.
- Porter, M., Coltheart, M. & Langdon, R. (2007). The neuropsychological basis of hypersociability in Williams and Down syndrome. *Neuropsychologia*, 45(12), 2839-2849.

- Prkachin, G. C. (2003). The effect of orientation on detection and identification of facial expression of emotion. *British Journal of Psychology*, 94, 45-62.
- Pueschel, S. M. (2001). *A parent's guide to Down syndrome: Toward a brighter future* (2a. ed.). EE. UU.: Paul H. Brookes Publishing Co.
- Pueschel, S. M., Bernier, J. C. & Pezzullo, J. C. (1991). Behavioural observations in children with Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 35(6), 502-511.
- Pylyshyn, Z. (1984). *Computation and Cognition*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
- Quiñones, I., Pérez, J., León, I. & Bobes, A. (2006). Vínculos afectivos y procesamiento de caras: Un estudio con potenciales evocados y fMRI. En E. Gámez & J. M. Díaz (Eds.). *Investigaciones en Psicología Básica ULL: Psicolingüística, Razonamiento y Emoción* (pp. 185 – 195). España: Universidad de la Laguna.
- Raz, N., Torres, I. & Briggs, S. D. (1995). Selective neuroanatomical abnormalities in Down's syndrome and their cognitive correlates: Evidence from MRI morphometry. *Neurology*, 45(2), 356-366.

- Reddy, V., Williams, E. & Vaughan, A. (2001). Sharing laughter: the humour of pre-school children with Down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(3), 125-128
- Reynolds, J. K. & Pezdek, K. (1992). Face recognition memory: The effects of exposure duration and encoding instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 6(4), 279-292.
- Rhodes, G., Brennan, S., & Carey, S. (1987). Identification and ratings of caricatures: Implications for mental representations of faces. *Cognitive Psychology*, 19(4), 473-497.
- Roizen, N. & Patterson, D. (2003). Down's syndrome. *The lancet*, 361(9365), 1281-1289.
- Roseman, I. J. & Smith, C. A. (2001). Appraisal Theory: Overview, assumptions, varieties, controversies. En K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.). *Appraisal processes in emotion: Theory, methods, research*. Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Roth, G. (2003). Is the human brain unique?. En M. Brune, H. Ribbert & W. Schiefenovel (Eds.). *The social brain: Evolution and pathology* (pp. 29-42). West Sussex, England: John Wiley & Sons.

Rumelhart, D. E., McClelland, J. L. & the PDP Research Group (1986). *Parallel distributed processing. Explorations in the microstructures of cognition: Psychological and bio-logical models: Vol. 2. Psychological and biological models*. Cambridge, MA: MIT Press.

Rumelhart, D. E., Smolensky, P., McClelland, J. L., & Hinton, G. E. (1986). Schemata and sequential thought processes. In: McClelland, J. L., Rumelhart, D. E. & the PDP research group (Eds.). *Parallel Distributed Processing. Exploration in the microstructure of cognition: Psychological and biological models: Vol. 2. Psychological and biological models* (pp. 7-57). Cambridge, MA: Bradford Book, The MIT Press.

Rumelhart, D. E. & Zipser, D. (1986). Feature discovery by competitive learning. En D. E. Rumelhart, J. L. McClelland & the PDP Research Group (Eds.), *Parallel Distributed Processing: Explorations in the microstructure of cognition: Vol. 1. Foundations* (pp. 151-193). Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Russell, J. A. & Fher, B. (1987). Relativity in the perception of emotion in facial expressions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 116(3), 223-237.

Sadler, T. W. (2004). *Embriología médica: con orientación clínica* (10a. ed.) México: Médica Panamericana.

- Sangrigoli, S. & De Schonen, S. (2004). Recognition of own-race and other-race faces by three-month-old infants. *Journal of Child Psychology & Psychiatry*, 45(7), 1219-1227.
- Santos, M. J. & Morizon, G. (1999). Enfoque clínico del síndrome de Down. *Pediatría al día*, 15(1), 29-33.
- Sanz, E., Salguero, Cásanovas, V., Holanda, M., & Vivas, L. M. (2000). *Historia del síndrome Down*. C.E.S. Madrid: Universidad Complutense.
- Scherer, K. R. (1987). Toward a dynamic theory of emotion: The component process model of affective states [Versión electrónica], *Geneva Studies in Emotion and Communication*, 1, 1-98. Recuperado el 19 de agosto de 2004, de <http://www.unige.ch/fapse/emotion/genstudies/genstudies.html>
- Scherer, K. R. (2001). Appraisal considered as a process of multilevel sequential checking. En K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.). *Appraisal processes in emotion: theory, methods, research* (pp, 92-120). Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.
- Schorr, A. (2001). Subjective measurement in appraisal research: Present state and future perspectives. En K. R. Scherer, A. Schorr & T. Johnstone (Eds.).

*Appraisal processes in emotion: theory, methods, research* (pp, 331-349).

Nueva York, NY, EE. UU.: Oxford University Press.

Schwartz, A., Campos J. & Baisel, E. (1973). The visual cliff: cardiac and behavioral correlates on the deep and shallow sides at five and nine months of age. *Journal of Experimental Child Psychology*, 15(1), 85-99.

Schwarzer, G. (2000). Development of face processing: the effect of face inversion. *Child Development*, 71(2), 391-401.

Schwarzer, G., & Leder, H. (2003). *The development of face processing*. EE. UU.: Hogrefe & Huber.

Schwarzer, G., Zauner, N., & Korell, M. (2003). Face processing during the first decade of life. En G. Schwarzer & H. Leder (Eds.). *The development of face processing* (pp. 55-68). EE. UU.: Hogrefe & Huber Publishers.

Séguin, E. (1846). *Traitement moral, hygiène et éducation des idiots et autres enfants arrières ou retardés dans leurs mouvements, agités de mouvements volontaires*. Paris: J.-B. Baillière.

Seidenberg, M. S. (1993). Connectionist models and cognitive theory. *Psychological Science*, 4(4), 228–235.

Serrano, S (2009). *Face recognition: Eigenface tutorial*. Recuperado el 5 de julio de 2010, del sitio web de la University of Drexel <http://www.pages.drexel.edu/~sis26/Computer%20Vision.htm>

Shimamura, A., Ross J. G. & Bennett, H. D. (2006). Memory for facial expressions: the power of a smile. *Psychonomic Bulletin & Review*, 13(2), 217-222.

Shuttleworth G. E.(1909). Mongolian imbecility. *British Medical Journal*, 2, 661–5

Slater, A., Quinn, P. C., Hayes, R. & Brown, E. (2000). The role of facial orientation in newborn infant´ preference for attractive faces. *Development Science*, 3(2), 181-185.

Smith, M. & Walden, T. (1998, agosto). *Emotion regulation in children with Down syndrome*. Documento presentado en la American Psychological Association Annual Convencion, San Francisco, CA, EE. UU.

Spitzer, M. (2003). Neural networks and psychopathology. *Australian & New Zealand Journal of Psychiatry*. 37(Suppl. 1), A30-A31

Sroufe, A. (1998). *Desarrollo emocional: la organización de la vida emocional en los primeros años*. México, D.F.: Oxford University Press.

Stein, D. J. & Ludik, J. (1998). Neural networks and psychopathology: An introduction.

En D. Stein & J. Ludick (Eds.). *Neural Networks and Psychopathology* (pp. 3-13). Cambridge: Cambridge University Press.

Stratford, B. (1998). *Síndrome de Down: pasado, presente y futuro*. México: Edivision.

Strongman, K. T. (2003). *The psychology of emotion* (5a. ed.). Inglaterra: Wiley

Sullivan, S., Ruffman, T. & Hutton, S. B. (2007). Age differences in emotion recognition skills and the visual scanning of emotion faces. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, 62b(1), 53-60.

Sutherland G.A. (1899). Mongolian imbecility in infants. *Practitioner*, 63, 632.

Thomas, L. A., De Bellis, M. D., Graham, R. & LaBar, K. S. (2007). Development of emotional facial recognition in late childhood and adolescence. *Development Science*, 10(5), 547-558.

Tijo J. H. & Levan A. (1956). The chromosome number of man. *Hereditas*, 42,1

Turati, C. (2004). Why Faces are not special to newborns: an alternative account of the face preference. *Current Directions in Psychological Science*, 13(1), 5-8.





- Turk, J. & Cornish, K. (1998). Face recognition and emotion perception in boys with Fragile X syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research*, 42(6), 490-499.
- Turk M. A. & Pentland, A. P. (1991). *Face recognition using eigenfaces* [Versión electrónica], I IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. 586-591. Recuperado el 30 de Mayo de 2010, de [www.cs.ucsb.edu/~mturk/Papers/mturk-CVPR91.pdf](http://www.cs.ucsb.edu/~mturk/Papers/mturk-CVPR91.pdf)
- Valentine, T. (1988). Upside-down faces: a review of the effect of inversion upon face recognition. *British Journal of Psychology*, 79, 471-491.
- Van der Geest, J. N., Kemner, C., Verbaten, M. N. & van Engeland, H. (2002). Gaze behavior of children with pervasive developmental disorder toward human faces: a fixation time study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(5), 669-678.
- van Honk, J., Tuiten, A., de Haan, E., van den Hout, M., & Stam, H. (2001). Attentional biases for angry faces: Relationships to trait anger and anxiety. *Cognition and Emotion*, 15(3), 279–297.

- von Salisch, M. (2001). Children's emotional development: Challenges in their relationship to parents, peer, and friends. *International Journal of Behavioral Development, 25*(4), 310-319.
- Waardenburg P. J. (1932). In *das menschliche auge und seine erbalagen*. Haag: Martinus Nijhoff,
- Wang, P. P. (1996). A neuropsychological profile of Down syndrome: Cognitive skills and brain morphology. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews, 2*(2), 102-108.
- Wang, P. P., Doherty, S. Rourke, S. B. & Bellugi, U. (1995). Unique profile of visuo-perceptual skills in genetic syndrome. *Brain and Cognition, 29*(1), 54-65.
- Watson, J. B. (1916). Behavior and the concept of mental disease. [Versión electrónica], *Journal of Philosophy, Psychology, and Scientific Methods, 13*, 589-597. Recuperado el 12 de abril de 2008 del sitio de Green, C. D. de la York University, Toronto, Canada: <http://psychclassics.yorku.ca/author.htm>
- Well, A. (2003). *Emotional disorders and metacognition*. Nueva York, NY, EE. UU.: John Wiley and Sons, LTD

- White, M. (2000). Parts and wholes in expression recognition. *Cognition & Emotion*, *14*(1), 39-60.
- Williams, J. M. G., Watts, F. N., MacLeod, C. & Mathews, A. (1997). *Cognitive psychology and emotional disorders* (2a. ed.). Chichester, Inglaterra: John Wiley & Sons.
- Williams, K. R., Wishart, J. G., Pitcairn, T. K. & Willis, D. S. (2005). Emotion recognition by children with Down syndrome: investigation of specific impairments and error profiles. *American Journal on Mental Retardation*, *110*(5), 378-392.
- Wishart, J. G., Cebula, K. R., Willis, D. S. & Pitcairn, T. K. (2007). Understanding of facial expressions of emotion by children with intellectual disabilities of differing aetiology. *Journal of Intellectual Disability Research*, *51*(7), 551-563.
- Wishart, J. & Pitcairn, T. (2000). Recognition of identity and expression in faces by children with Down syndrome. *American Journal on Mental Retardation*, *105*(6), 466-479.
- Young, A. W. & Burton, A. M. (1999). Simulating face recognition: Implications for modeling cognition. *Cognitive Neuropsychology*, *16*(1), 1 - 48.
- Zebrowitz, L. A. (2006). Finally, faces find favor. *Social Cognition*, *24*(5), 657-701.

# Apéndice A

	<b>UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN</b> <b>FACULTAD DE PSICOLOGÍA</b> <b>LABORATORIO DE CIENCIA COGNITIVA</b>		Fecha: <input type="text"/> Folio: <input type="text"/>
---	---	--	--

Nombre Testigo 4

## HOJA DE CONSENTIMIENTO PARA PARTICIPAR EN EL ESTUDIO

**Estudio:** El síndrome de Down y el procesamiento de información facial emocional

Usted está siendo requerido para participar en un estudio. El propósito de este documento es proporcionarle información que le permita considerar si desea o no participar en la presente investigación. Su consentimiento debe estar basado en la comprensión de la naturaleza, características, beneficios y riesgos del estudio y su procedimiento y técnicas aplicadas. Por favor, realice las cuestiones que sean necesarias si no comprende algún aspecto de este documento. Su participación es voluntaria y en caso de decidir no participar en el estudio, su elección no afectará el trato que se le brinda en esta institución, ya sea en el presente o en ocasiones futuras.

Todos los datos requeridos serán tratados con absoluta confidencialidad.

### Datos de la persona que autoriza la participación de la persona en el estudio

Nombre: \_\_\_\_\_  
Parentesco: \_\_\_\_\_  
Dirección: Calle: \_\_\_\_\_ # \_\_\_\_\_ Col. \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
Tel. \_\_\_\_\_ Cel. \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Nombre Testigo 3

Nombre Testigo 2

Nombre testigo 1

### Participante

Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Vive con: a. Informante   
b. Parientes  d. Especifique   
c. Otros:

En caso de la opción b y c favor de completar la siguiente información

Dirección: Calle: \_\_\_\_\_ # \_\_\_\_\_ Col. \_\_\_\_\_  
Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_  
Tel. \_\_\_\_\_ Cel. \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Nombre del que autoriza Parentesco con el participante

En las páginas de la 2 a la 8 del formato de consentimiento informado, se abarcan los siguientes aspectos:

- I. Información sobre el investigador responsable
- II. Información sobre la institución que acredita o avala la investigación
- III. Lugar donde se llevará a cabo el estudio
- IV. propósito del estudio
- V. Procedimiento del estudio
- VI. Riesgos
- VII. Beneficios
- VIII. Compensación por participación
- IX. Costo asociado con el estudio
- X. Alternativas para participar en el estudio
- XI. Criterios de elección de los participantes
- XII. Nuevos hallazgos
- XIII. Compensación por consecuencias derivadas directamente del estudio
- XIV. Confidencialidad
- XV. Opción de abandono del estudio
- XVI. Criterios de exclusión antes y durante el estudio

Una vez que los puntos anteriores fueron explicados de manera verbal y escrita a los participantes se les solicitó su autorización escrita a través de las siguientes hojas de firmas.

Fecha:

Folio: \_\_\_\_\_

### Consentimiento Voluntario

(Página de firmas)

He leído todo lo que incluye este documento de consentimiento, también me ha sido explicado cada uno de los aspectos y todas las dudas o cuestiones con respecto a la investigación y han sido resueltas claramente. Yo he sido invitado a realizar cualquier cuestión sobre cualquier aspecto de este estudio. Si tengo alguna duda en el futuro, debo contactar a:

Responsable:

Tel.

e-mail:

Centro de Investigaciones Psicológicas, Cubículo 7

Facultad de Psicología, U.A N. L.

Mutualismo 110 Col. Mitrás Centro

Monterrey, N. L. C. P. 64460 México

Al firmar esta forma no se ha vulnerado ninguno de mis derechos legales.

Al firmar ésta forma, Yo estoy de acuerdo en participar en esta investigación.

_____ Nombre del Participante	_____ Firma de la participante	_____ / / Fecha
----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------

_____ Nombre del responsable médico/ representante legal médico del participante (si aplica)	_____ Firma del responsable médico/ representante legal del participante (si aplica)	_____ / / Fecha
--	--	-----------------------

_____ Nombre del investigador principal	_____ Firma de investigador principal	_____ / / Fecha
--	--	-----------------------

Yo certifico que la naturaleza, propósito, los posibles beneficios y riesgos asociados con la participación en esta investigación han sido explicados en las hojas anteriores al participante y que cualquier pregunta acerca de esta información ha sido resuelta al participante. Una copia firmada de este consentimiento será dado al participante.

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
Firma de la persona que obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_  
/ /  
Fecha

Yo certifico que los individuos nombrados arriba como participante y persona que da y que obtiene el consentimiento (\*\*Incluyendo el representante legal- si aplica) firmaron este documento en mi presencia.

\_\_\_\_\_  
Nombre del testigo

\_\_\_\_\_  
Firma del testigo

\_\_\_\_\_  
/ /  
Fecha

Yo certifico que “la persona que obtuvo el consentimiento” es alguien designado de manera autorizada.

\_\_\_\_\_  
Nombre del investigador principal

\_\_\_\_\_  
Firma del investigador principal

\_\_\_\_\_  
/ /  
Fecha

Fecha:     
Folio: \_\_\_\_\_

**Autorizaciones**

Especifique los aspectos que autoriza del estudio:

a) Publicación de datos obtenidos sin revelación de datos que puedan identificar al participante (ej. Nombre, dirección, etc.).

Si                  No

b) Publicación de fotos, videos y audio, con la única finalidad de ilustrar el procedimiento, pero sin asociar resultados obtenidos del participante. Cabe mencionar que no existe la posibilidad revelar los resultados específicos del participante en dicha publicación o cualquier observación que pueda describir con detalle el perfil o datos confidenciales del participante (ej. Nombre, dirección, etc.)

Si                  No

En caso de que su respuesta sea afirmativa especifique los medios en los que autoriza publicar:

Escritos: revistas de difusión científica, revistas científicas, libros, periódicos etc.

Audio-visuales: Televisión, radio, etc.

Digitales: CD, DVD, etc.

Internet

Otro medio: \_\_\_\_\_

En caso de autorizar la publicación de fotos, video o audio, el participante y su familia tienen derecho a que se le informe en que medios aparecerán y bajo qué condiciones se publicará.

Por otra parte este material no podrá generar recursos económicos para el participante, más que la compensación monetaria del presente estudio. Cabe mencionar que no se pretende lucrar con el material, el objetivo es promover de una manera respetuosa y ética la importancia del estudio de las emociones en esta población. Y que los medios en los que se publicará serán medios serios de corte científico o de difusión científica.

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma  
Responsable de la investigación

\_\_\_\_\_  
Nombre y Firma de quien autoriza  
Parentesco con participante:

Nombre Testigo 3

Nombre Testigo 2

Nombre Testigo 1



## Apéndice B

La siguiente imagen muestra las áreas que fueron medidas en la prueba no estandarizada utilizada en el presente trabajo de investigación.

### Habilidades de reconocimiento facial emocional del participante

Fecha:     
Folio: \_\_\_\_\_

El presente instrumento fue diseñado con el propósito de recabar información que puede ser útil durante la realización del estudio y de la elaboración del reporte final del mismo. Los datos que se obtengan serán manejados con confidencialidad, ética y respeto por parte del investigador.

#### Participante

Nombre: \_\_\_\_\_  
Edad: \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_  
Condición: \_\_\_\_\_

#### Habilidades cognitivas asociadas al reconocimiento de la emoción facial

Marque con una ✓ si el participante presenta alguna de estas características:

Habilidades cognitivas asociadas al reconocimiento de la emoción facial		Si	No
1	Define correctamente y de manera declarativa el término "emoción".		
2	Define correctamente y por ejemplificación el término "emoción".		
3	Identifica entre expresiones faciales emocionales y neutras.		
4	Discrimina entre expresiones faciales emocionales y neutras.		
5	Identifica la valencia emocional (positiva- negativa) de las expresiones faciales.		
6	Discrimina entre la valencia emocional (positiva- negativa) de las expresiones faciales.		
7	Nomina de manera correcta las expresiones faciales por tipo de emoción (considerando solo las emociones básicas: alegría, tristeza, enojo, miedo, disgusto, sorpresa).		
8	Discrimina las expresiones faciales de acuerdo al tipo de emoción (considerando solo las emociones básicas: alegría, tristeza, enojo, miedo, disgusto, sorpresa).		
9	Empareja de manera correcta la expresión facial con la historia correspondiente (considerando solo las emociones básicas: alegría, tristeza, enojo, miedo, disgusto, sorpresa).		

## Apéndice C

### Cuestionario sobre el perfil del participante

Fecha:

Folio: \_\_\_\_\_

El presente cuestionario fue diseñado con el propósito de recabar información que puede ser útil durante la realización del estudio y de la elaboración del reporte final del mismo. Por ello, es importante que la información proporcionada sea lo más exacta y detallada posible por parte del informante.

Los datos que se obtengan del presente cuestionario serán manejados con confidencialidad, ética y respeto por parte del investigador.

#### Informante

Nombre: \_\_\_\_\_

Parentesco: \_\_\_\_\_

Dirección: Calle: \_\_\_\_\_ # \_\_\_\_\_ Col. \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_ Cel. \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

#### Participante

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad: \_\_\_\_\_ Sexo \_\_\_\_\_

Vive con: a. Informante

b. Parientes

c. Otros:

En caso de la opción b y c favor de completar la siguiente información

Nombre \_\_\_\_\_

Dirección: Calle: \_\_\_\_\_ # \_\_\_\_\_ Col. \_\_\_\_\_

Ciudad: \_\_\_\_\_ Estado: \_\_\_\_\_

Tel. \_\_\_\_\_ Cel. \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

Notas: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



