



# Computación Afectiva

## 1a. Parte



Artículo de R.W. Picard (1ra parte)

Martha Mora-Torres

Ana Lilia Laureano-Cruces

# Resumen

---

- ▶ Recientes estudios neurológicos indican el papel esencial que desempeña la emoción en la cognición humana:
  - ▶ Toma de decisiones
  - ▶ Percepción
  - ▶ Interacción humana
  - ▶ Inteligencia
- ▶ Este hecho combinado con las computadoras hábiles en el reconocimiento de expresiones y emociones abren nuevas áreas para la investigación.
- ▶ En este artículo se describen aspectos claves en la “computación afectiva”



# 1 Miedo, emoción y ciencia

---

- ▶ Nada en la vida debe ser temido, sólo entendido (Marie Curie)
- ▶ El estigma de las emociones en la ciencia es que se les considera inherentemente no científicas, aún cuando los científicos desarrollan su trabajo influenciados por la curiosidad, la frustración y el placer de descubrir, el papel de las emociones es marginado.
- ▶ El tópico emoción es difícil tratarlo científicamente pero es necesario hacerlo.



# 1 Miedo, emoción y ciencia

---

- ▶ Se sugieren modelos computacionales para reconocimiento afectivo y se describen nuevas aplicaciones de la computación afectiva en áreas como:
  - ▶ Aprendizaje asistido por computadora
  - ▶ Recuperación de información sobre la percepción
  - ▶ Artes creativas y entretenimiento
  - ▶ Salud humana



- 
- ▶ La propuesta es que usando las computadoras para el reconocimiento y síntesis de las emociones, los científicos cuenten con este apoyo para responder de manera aproximada importantes preguntas como ¿qué son las emociones?, ¿qué las causa? y ¿porqué las sentimos?



# Organización del artículo

---

- ▶ Sección 1:

Breve descripción de dos descubrimientos recientes que apoyan la importancia de la emoción en la cognición, el primero sobre la percepción y el segundo sobre la toma de decisiones racional.

Ejemplo de computación afectivo: Escenario basado en el papel de las emociones en el aprendizaje

- ▶ Sección 2:

Delineamientos sobre reconocimiento de emoción y expresión humana mediante el uso de la computadora.

---



---

▶ Sección 3

Reconocimiento de sentimientos en actitudes humanas como un problema de reconocimiento de patrones y modelos propuestos para su solución.

▶ Sección 4

Dilema ético y moral sobre computadoras con emociones



---

- ▶ Sección 5

Computadoras que pueden reconocer y expresar afecto  
conducen a innumerables aplicaciones nuevas

- ▶ Sección 6

Sumario breve del artículo



# 1.1 Canciones versus leyes

---

- ▶ Sentimientos más que las leyes o reglas influyen en gran medida en el comportamiento humano. Esto se debe a que el humano es regido por sus emociones (amor-perdón, curiosidad-investigación científica, pena de muerte como castigo vs cultura y los índices de criminalidad, reacción ante la impuntualidad).
- ▶ Las leyes y reglas no son necesariamente lo más importante en el comportamiento e inteligencia humana (tareas cognoscitivas: percepción y toma de decisiones)



## 1.2 Percepción límbica

---

- ▶ Experiencia sinestésica significa una percepción “cruzada” (percibir olores como colores, sonidos como sabores, etc.)
- ▶ Cytowic: La sinestesia sugiere un colapso del metabolismo de la corteza, donde se lleva a cabo la percepción sensorial, y es en el sistema límbico (emoción, memoria, atención) dónde se incrementa la actividad. Lo anterior indica la importancia del sistema límbico en la percepción.
- ▶ Izard: Emoción como motivación y guía de la atención y percepción (miedo inducido, visión del tunel, alegría inducida, ver color de rosa)



## 1.2.1 La trama límbico-cortical

---

- ▶ El estudio de las funciones límbicas y corticales sugieren áreas separadas pero no es así, incluso se cree en una superioridad funcional del área cortical, la realidad es que trabajan de manera conjunta, e incluso existen funciones muy importantes realizadas por el sistema límbico y no por la corteza (LeDoux: hipocampo involucrado en el registro y reconocimiento de patrones perceptuales)
- ▶ LeDoux: Mapeo de rutas que demuestran la respuesta inmediata del sistema límbico a ciertos eventos (emergencia) antes que la corteza intervenga.
- ▶ Lo anterior indica que el comportamiento racional es neurológicamente dirigido por las llamadas pasiones.



## 1.3 Reevaluación de la toma de decisiones

---

- ▶ **¿Importancia del papel de las emociones no sólo en la percepción sino también en más funciones cognoscitivas “racionales”?**



## 1.3.1 El eje pensar-sentir

---

- ▶ Los estereotipos de femenino, masculino, indican tendencias del pensamiento emocional o racional respectivamente, o a separar el comportamiento emocional del racional pero, neurológicamente, se ha confirmado que todo converge en el hipocampo (sistema límbico: base de las emociones) antes de ser distribuido a la corteza para su análisis.



## 1.3.2 La muy *poco* emocionalmente deteriorada toma de decisiones

---

- ▶ Demasiadas emociones pueden causar estragos en el razonamiento, pero ahora se sabe, que muy pocas emociones también pueden causar estragos.
- ▶ Ejemplo: Pacientes de Damasio con desórdenes del lóbulo frontal y afección de parte de la corteza que comunica con el sistema límbico, generan comportamientos inteligentes, inusualmente racionales y sin embargo, sufren de una deteriorada habilidad de toma de decisiones (les toma mucho tiempo decidir las cosas más simples).
- ▶ De acuerdo a Damasio, el problema es que la emoción introduce el concepto de valor, necesario en la toma de decisiones, del cuál ellos carecen al no comunicarse el sistema límbico con la corteza.



- 
- ▶ Johnson-Laird y Shafir: el papel de las emociones no es meramente de acortar la cola de posibilidades a considerar en la toma de decisiones, sino que es esencial en el aprendizaje de vías requeridas para construir una respuesta racional.
  - ▶ Por lo tanto, la emoción es esencial en el entendimiento de la cognición humana, lo cual implica que si deseamos tener computadoras efectivas en la toma de decisiones, necesitamos mecanismos como la emoción que funcionen coordinadamente con sus sistemas basados en reglas.
- 



## 1.4 Pruebas del pensar, pruebas del sentir

---

- ▶ Si la cognición humana involucra pensamiento y sentimiento al mismo tiempo, ¿significa que un dispositivo diseñado para “pensar” como humano, tendrá que pensar y sentir?
- ▶ Prueba de Turing (entrevista máquina-humano- texto), considera el aspecto racional, pero para que la prueba sea efectiva deberá incluir una prueba de la emoción, pues sólo así podría ser capaz de reconocer emociones y proporcionar respuestas efectivas.
- ▶ Primer intento de aproximación emotiva a través del lenguaje: Retórica de Aristóteles.



- 
- ▶ Goleman: inteligencia emocional más importante para predecir el éxito que el C.I
  - ▶ No se pide que una máquina tenga emociones para tener empatía, sino que tenga la habilidad de expresar esas emociones.



## 1.5 Comunicación afectiva

---

- ▶ Interacción humano-computadora: Alto impacto psicológico y económico, de ahí la importancia de las computadoras afectivas (Nass y colegas en Stanford).
- ▶ De acuerdo a los estudios realizados la tendencia del humano en una interacción es ser más simpático cara a cara que a través de un ente neutral, es decir que la emoción tiene un papel muy importante en la comunicación necesaria en toda interacción.



## 1.6 Ejemplo: El efectivo y afectivo profesor de piano

---

- ▶ **Desafío:** construir un sistema computacional de enseñanza de piano, que considere aspectos como dinámicas, formas de expresarse y sincronización expresiva del estudiante, etc.
- ▶ Reconocimiento de la expresión musical y del estado de ánimo del estudiante, destreza, habilidad, interés y placer, frustración, errores,
- ▶ ¿cómo detectar el estado emocional?
- ▶ Formas medibles de la emoción: tono de la voz, expresiones faciales, lenguaje corporal
- ▶ Entender cómo generar y expresar emociones



## 2 Aspectos cognoscitivos y físicos de la emoción

---

- ▶ **Tratamientos de la emoción por lo general opuestas:**
  - ▶ Cognición
  - ▶ Respuesta psicológica

Plutnick y Kellerman: Teorías de la emoción

Habilidad para reconocer, expresar y modelar afectos.



## 2.1 ¿"cara de palo", "cuerpo de palo" ?

---

- ▶ Se pueden esconder las emociones tras una cara de palo pero ¿se puede tener cuerpo de palo? Es decir, hay aspectos del cuerpo que nos pueden indicar el tipo de emociones (voz,
- ▶ Bethoven: Afirmó en sus escritos que podía saber por la expresión del ejecutante de su obra, si lo haría con el espíritu correcto.
- ▶ Aún no siendo expertos es posible reconocer aspectos como la sonrisa falsa (músculos faciales de boca y ojos no concuerdan). Existen patrones distintos del movimiento facial, si es falso o verdadero.



- 
- ▶ Para hacer el reconocimiento emocional con un sistema computacional es necesario considerar cómo el estado emocional interno es comunicado fisiológicamente, es decir, qué es lo externamente observable.
  - ▶ Debate: naturaleza de la emoción y la respuesta fisiológica



## 2.2 Terminología

---

- ▶ Sentir, emocional y afectivo son usados indistintamente, sin embargo se tenderá a usar “sentir” cuando se refiere a la manifestación física de la emoción.
- ▶ Estado afectivo: estado dinámico interno durante una emoción, el cual no puede ser observado pero sí, inferido.
- ▶ Experiencia emocional: percepción consciente de tu propio estado emocional
- ▶ Expresión emocional: lo revelado a otros voluntariamente
- ▶ Humor: estado emocional duradero (difícil de cuantificar ya que puede cambiar abruptamente)

## 2.3 Aspectos fisiológicos de la emoción: modulación del sentir

---

- ▶ Clase de cualidades inherentemente unidas al sistema motriz, cualidades que pueden ser comunicadas (emociones).
- ▶ El carácter emocional puede ser expresado por una modulación específica (**inflexión de la voz, expresión facial, postura**) de la acción motriz involucrada y corresponde a la demanda del estado del sentir (**Clynes**), **es decir, se trata de una modulación del sentir.**



# Correspondencia fisiológica con las emociones

- Una computadora que aprenda a reconocer las emociones humanas en realidad estará aprendiendo la modulación del sentir (manifestaciones físicas de las emociones)
- Lazarus et al: cada emoción probablemente tiene un patrón de respuesta somática única.
- Duchenne (1862) identificó de manera independiente los *músculos faciales* expresivos de la atención, de la lascivia, del desdén o duda y el de la alegría

- 
- Paul Ekman: Sistema de codificación de la acción facial, que proporciona un mapeo de los *músculos faciales* con relación a la emoción.
  - *Entonación de la Voz*: puede denotar amor, ansiedad, es más comprensible la emoción vocal que las palabras (niños, mascotas).
  - Existen otras formas de expresar emociones (salidas motoras). Presionar con un dedo momentáneamente puede revelar cierto enojo, odio, amor, alegría, sexualidad, reverencia o indiferencia de acuerdo a la cultura (Clynes).

- 
- Otras respuestas fisiológicas: ritmo cardiaco, presión sistólica y diastólica, pulso, dilatación de la pupila, respiración, color de piel y temperatura.
  - También las hay las que tienen que ver con la postura, la forma de caminar.
  - Lo difícil es establecer una definición sólida de emociones por lo que no se puede hablar de emociones básicas o discretas.

## 2.3.1 Condiciones que complican

- Existen factores que pueden complicar aún más la detección de emociones, como son:
  - La intensidad de la emoción
  - Tipo de emoción
  - La forma de provocar la emoción y
  - Si la persona está dispuesta a demostrar u ocultar la emoción.
  - Puede haber respuestas fisiológicas similares que no correspondan a una emoción (pulso, ritmo cardiaco)

## 2.3.2 Patrón personal en lugar de patrón universal

- Leidelmeijer: la respuesta emocional es distinta en cada persona (evidencia a favor y en contra del patrón autónomo universal).
- Otro problema que se tiene paralelo al reconocimiento de la respuesta emocional es el del reconocimiento de la voz independiente del hablante
- Negroponte: sugiere aprovechar el reconocimiento con dependencia del hablante ya que podría realizar la traducción del hablante con el resto del mundo.

- 
- Esto también podría utilizarse para la detección del estado anímico personal, de manera que una computadora personal sea capaz de detectar, de acuerdo al contexto (ejercicio, reposo, clima), el estado anímico del usuario y comunicarlo a los demás.

## 2.3.3 Estudios fuera de laboratorio

- Las condiciones dentro de un laboratorio alteran los estudios realizados porque puede inhibir respuestas emocionales o limitarlas. Es importante observarlas en un “ambiente natural” que dependerá del tipo de trabajo que la persona realiza (actor, científico, ingeniero).

## 2.4 Aspectos cognoscitivos de la emoción

- La valoración cognoscitiva (precondición necesaria según algunos) precede a la generación de emociones.
- Recientes estudios neurológicos prueban que las emociones pueden secuestrar centros cognoscitivos del cerebro. También que eventos bioquímicos no cognoscitivos pueden alterar el humor (hormonas, neurotransmisores en depresión).
- Eventos cognoscitivos y fisiológicos afectan la emoción y viceversa. No hay separación real entre cuerpo y mente.

- 
- Damasio: distingue las emociones no cognoscitivas (miedo) de las cognoscitivas (vergüenza, culpa) como primarias (sistema límbico) y secundarias (prefrontal y corteza) respectivamente.

## 2.4.1 Condiciones que complican

- Wierzbicka trata de definir los conceptos de la emoción en términos de primitivas semánticas universales como bueno, malo, y querer (metas, logros, o falta de logros).
- Computadoras afectivas pueden codificar estos conceptos de la emoción de acuerdo a la teoría motivación-meta considerando la situación social pero no pueden medir la influencia cognoscitiva.

- 
- Medir el entorno cognoscitivo perceptible (entradas y salidas de la sala, lo pequeño o caliente de la sala) mediante un análisis visual y acústico de una escena controlada junto con las mediciones de respuestas fisiológicas (expresión facial, respiración, etc.) es importante para reconocer y entender las emociones humanas en condiciones naturales.
  - Por lo tanto, modelos universales de mecanismos productores de emociones son sobresimplificados y requieren ser personalizados cuando tienen que predecir respuestas individuales.

## 2.4.2 Un desafío en el entendimiento de la creatividad

- Se investiga cómo la relación afecto-cognición influye en la recuperación de la memoria así como en la creatividad.
- Damasio relacionó la estructura cortical con las emociones primarias, por ello se espera que la estructura cortical para la creatividad, el pensamiento y la recuperación de la memoria también desarrollen relaciones emocionales.

- 
- Gelernter sugiere que la “relación afecto” puede ser importante para la creatividad y que surge durante el pensamiento de bajo enfoque y no en el razonamiento de alto enfoque, sin embargo hay evidencia que la emoción es importante en la toma de decisiones de alto nivel (razonamiento) esto es, que no es restrictivo del pensamiento de bajo enfoque.

## 2.5 Comentario sobre el incentivo de la emoción

- Marvin Minsky: ciertos actos físicos son afectivos, en particular las expresiones faciales involucradas en la comunicación social.
- Siempre hay incentivos emocionales en nuestro entorno, un mercadólogo, escritor, actor, político sabe aprovechar la importancia esto (Aristóteles y su retórica)

- 
- Un número de teóricos (Laird, Izard, Stanislavsky) postulan que la retroalimentación sensorial de movimientos musculares (faciales) es suficiente para inducir una emoción correspondiente.
  - Es importante entender cómo se inducen las emociones y cómo este incentivo puede ser minimizado (interacción de los sistemas neuronal, sensomotriz, motivacional y cognoscitivo).

# 3 Reconocimiento del patrón afectivo

- Para habilitar a las computadoras para el reconocimiento de estados afectivos es necesario saber interpretar las señales que nos proporcionan los nuevos dispositivos de medición sobre los niveles de la actividad cerebral en determinadas regiones del cerebro.
- Reconocer una emoción significará interpretar las mediciones del sistema motriz en correspondencia con uno o más emociones subyacentes. La dificultad del reconocimiento de un patrón afectivo es el incremento en el número de posibilidades.

# 3.1 Emociones básicas o prototipo: puntos clave

- 3.1.1 ¿Categorías o series continuas?
- Diversos escritores han propuesto de 2 a 20 emociones básicas o prototipo. Los más comunes son 4: miedo, enojo, tristeza y alegría. Plutchik indica 8: miedo, enojo, dolor, alegría, disgusto, aceptación, anticipación y sorpresa. Ortony et al. Proporciona un resumen de listas de emociones básicas, algunas definidas como esencialmente innatas (emociones primarias de Damasio). Leidelmeijer y Stein, y Oatley: en pro y en contra de emociones básicas, especialmente universales.

- Otros autores se refieren a las dimensiones de la emoción; las más comunes son 3: “despertar” (calma/excitación), “valencia” (positiva/negativa), “control o atención” se refieren a la fuente de la emoción (desprecio o sorpresa).
- El problema de definir las categorías es un problema tanto de las emociones como de la cognición, reconocimiento de patrones y la “clasificación difusa”. En computación afectiva el problema de reconocimiento y modelado se simplifica a un conjunto de emociones discretas o de dimensiones.

## 3.1.2 ¿Universalidad?

- Este problema sobre si hay emociones que todos los humanos experimentan, es decir, si hay emociones básicas se complica con los siguientes factores: cómo fue provocada, expresada, comunicada y etiquetada la emoción. Diferentes idiomas pueden o no usar las mismas palabras para describir fenómenos emotivos.
- Computación afectiva se beneficia de la habilidad para medir a individuos y las circunstancias que los afectan. Con lo cual, utilizando herramientas de análisis es posible obtener un patrón universal de los datos individuales.

# 3.1.3 ¿Emoción Pura o mezclada?

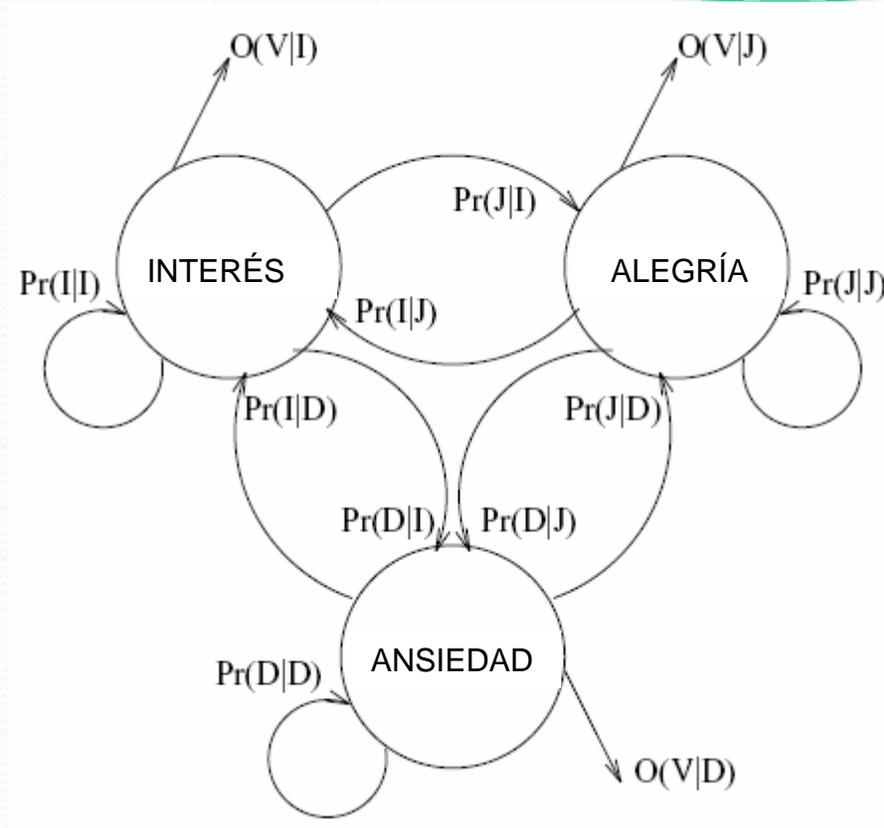
- Principio de exclusividad de Clynes: no se puede expresar una emoción cuando se siente otra (pureza emocional básica). Los demás estados emocionales se derivan de los básicos (melancolía del amor y tristeza).
- Plutchik: cualquier emoción es una mezcla de las principales y rara vez se perciben en estado puro.
- Computación afectiva podría ayudar a identificar cuando se enmascara una emoción (enojo oculta miedo) mediante modelos (modulación sensorial-emociones).

## 3.2 Modelando afecto

- Esta sección sugiere modelos computacionales y basados en reglas para representar emociones. Existen técnicas de análisis de emociones (reconocimiento) o síntesis de emociones (predicción y generación).
- Los modelos se clasifican en 3 tipos: modelos computacionales para estados discretos, computacionales para espacios de la emoción y modelos basados en reglas.

## 3.2.1 Modelos del estado afectivo discreto

- La Figura 1 muestra un ejemplo de un posible modelo del paradigma encubierto, discreto de estados emocionales: Modelo Markov encubierto.
- La figura indica que de un estado cualquiera se puede pasar a otro estado con determinada probabilidad.
- Este modelo es entrenado en observaciones (modulación sensorial), la salida puede ser el estado emocional de una persona o el reconocimiento de un patrón de comportamiento emocional.



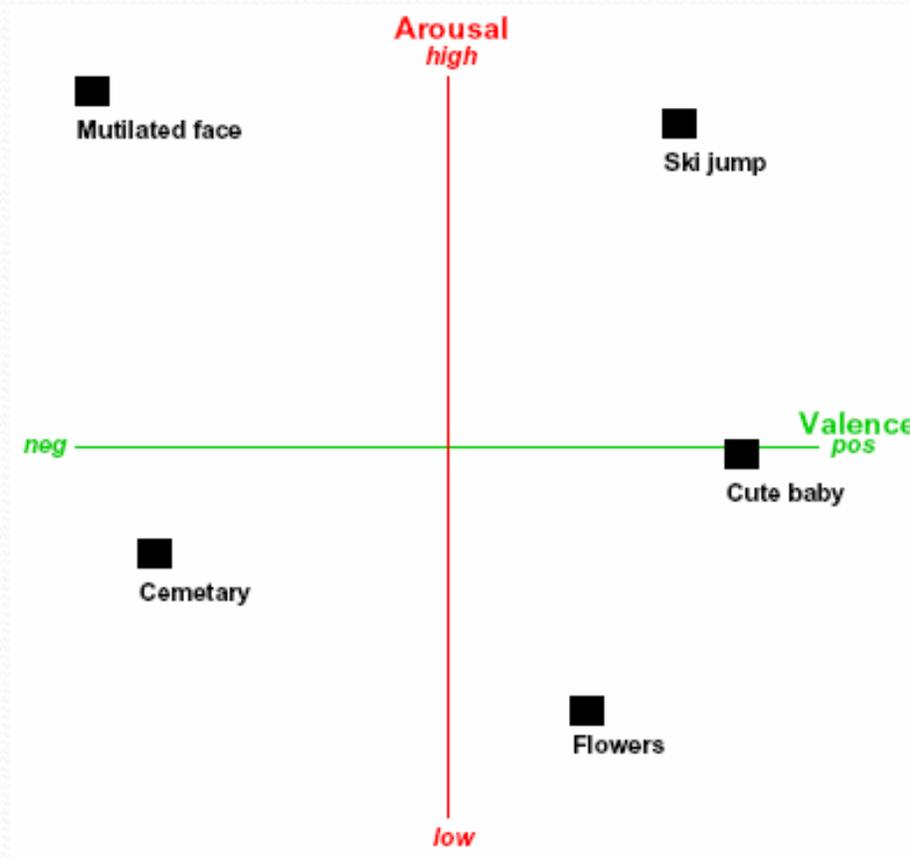
HMM puede ser entrenado en función de un contexto social (campo o ciudad) o temporal (ciclo hormonal, exámenes), puede representar mezcla de emociones complejas.

- 
- Determinadas mezclas de probabilidades pueden representar determinadas emociones (75% alegría, 25% ansiedad).
  - También es posible sintetizar estados emocionales con la representación de las mezclas de probabilidades.
  - Redes neuronales y el modelo Lattice pueden modelar sistemas dinámicos no lineales.
  - Freeman: modela el olfato con sistemas dinámicos (modelar influencia límbica sobre la intención y la motivación)

## 3.2.2 Modelos de afectos continuos y “humor propio”

- Algunas veces es más adecuado tomar los datos y hacer un análisis de factor o descomposición de vectores propios para descubrir sus dimensiones subyacentes (Continuos ejes describen las variaciones más importantes en los datos como en la figura 2)
- Con las observaciones de modulaciones sensoriales se forma una matriz de covarianza, se obtienen los vectores propios, se diagonaliza la covarianza para obtener un espacio de dimensiones. Se calculan los discriminantes para determinar los espacios propios que corresponden a diferencias en estados emocionales

2 dimensiones dominantes de la emoción son usadas para localizar la respuesta afectiva de cierta foto mostrada (Lang)



## 3.2.3 Catarsis en computación

- La mayoría de los modelos computacionales de imitación de la actividad cerebral no consideran explícitamente la respuesta límbica, sin embargo implícitamente sí es considerada, por ejemplo, Werbos indica que su algoritmo de propagación hacia atrás usado en las redes neuronales se trata de una traducción matemática de una idea del modelo de Freud: “el comportamiento humano es gobernado por las emociones y las personas agregan energía emocional a las cosas (objetos)”.

# Werbos

- De acuerdo a la teoría de Freud, las personas primero aprenden las asociaciones causa-efecto (A asociado a B). Existe un flujo invertido de energía emocional, es decir que si A causa B y B tiene energía emocional, entonces una parte proporcional de esta energía fluye hacia A. El uso de esta forma de retroalimentación es parte importante de los métodos actuales de aprendizaje por computadora (la computadora aprende del usuario).

# 3.2.4 Modelos de emoción basada en reglas y sus limitaciones

- El énfasis de estos modelos está en la escritura de guiones para producir estados emocionales etiquetados con varias emociones (síntesis de reglas de estados cognoscitivos en la computadora con nombres emocionales como por ejemplo “frustración” si solicita algo y no es atendido).
- Estos modelos todavía no se utilizan para reconocimiento y predicción de emociones, lo cual podría ser posible si se consideran el procesamiento de señales y el reconocimiento de patrones para convertir la señal humana en un guión o viceversa.

- 
- Modelo de Pfeifer otros generadores de emociones motivacionales-cognoscitivas potencialmente pueden generar un estado cognoscitivo-emocional e identificar o predecir el estado emocional.
  - Modelos de reconocimiento por lo general no son capaces de sintetizar estados, sólo de analizar.
  - Pacientes de Damasio podían reconocer (análisis) las emociones y predecirlas (síntesis) pero no podían responder fisiológicamente a ellas. Esto demuestra que los modelos basados en reglas, no son suficientes si

- 
- Dejan de lado el aspecto fisiológico (error de Descartes: separar cuerpo y mente).
  - El componente de la emoción en la computadora no se debe limitar a un guión para generar un estado emocional o perturbaciones al azar en vías de otro sistema basado en reglas sino que debe estar acoplado en la inteligencia de la máquina: capaz de aprender, de demostrar interacción emocional con un humano.