

# **INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

Reconocimiento de validez oficial de estudios de nivel superior según acuerdo secretarial 15018, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de noviembre de 1976.

---

Departamento de Electrónica, Sistemas e Informática

MAESTRÍA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES



## **ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO DE EMOCIONES HUMANAS EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE VOZ**

Trabajo recepcional que para obtener el grado de  
MAESTRO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

Presenta: Juan Jose Toris Palacios

Director de tesis: Dr. Ivan Villalon Turrubiates

Tlaquepaque, Jalisco a Julio de 2016.



# AGRADECIMIENTOS

Antes de agradecer, me permito comentar que el orden no es por importancia, o relevancia, ni siquiera por orden de aparición. Agradezco a todos con igual de importancia y de todo corazón.

A mi familia, por inculcarme la superación continua, en todos los aspectos de la vida, entre ellos, la académica.

De igual forma, agradezco a esta honorable institución ITESO, quien confió en mí, de forma incondicional, apoyándome en cuestiones académicas y financieras. Es un hecho que, al día de hoy, no hubiera logrado todo esto sin ambos apoyos.

Es un placer, el agradecer de alguna forma el apoyo recibido por el CONACYT para la obtención de este grado, gracias a la Beca recibida con Numero 373680.

# DEDICATORIA

A mi madre, quien de una forma rara y única, cada vez que nos vemos y sin perder ninguna ocasión, me invita a estar en constante movimiento, como parte del crecimiento personal.

A mi hermano, quien me mostro que pese a todo, la formación académica es esencial.

A mis hermanos y hermanas, quienes me motivaron en todo momento e incluso contribuyeron a reforzar los lazos familiares durante la etapa académica.

A mi Tía, Cristina Toris, quien me recibió de una forma especial en su familia y comparte conmigo cada logro.

A mi hija, quien tiene poco de haber iniciado junto a nosotros este largo viaje de la vida, puedo decir que todo lo que he hecho, hago y hare, es por ella.

A mi esposa, quien de forma incondicional es un apoyo para todos los eventos de la vida.

A todos y todas, incluso a aquellas personas que no conozco y nunca conoceré. Somos resultado de una serie de eventos durante toda la vida, incluyendo acciones de personas que quizá nunca conoceremos. Así que agradezco a todos y todas por lo que han hecho y de alguna forma, quizá hayan contribuido a este logro sin saberlo.

## RESUMEN

¿Qué hace la diferencia entre un hombre y una máquina?

La respuesta puede ser tan extensa, así como compleja. El pensamiento humano es una barrera que hace la diferencia entre el procesamiento lógico de un dispositivo electrónico y el pensamiento humano, que puede llegar a ser errático, incluso caer en lo absurdo e ilógico. Las razones pueden ser explicadas en términos filosóficos, antropológicos o simplemente fisiológicos. En simples palabras, intentar igualar en comportamiento humano expresado en términos lógicos que pueda ser interpretado por un procesador lógico, es simplemente imposible [1].

Aun sabiendo que perseguimos algo que nunca podremos alcanzar, seguimos en busca de ello. Podemos abogar que de igual forma es parte de la misma naturaleza humana, la búsqueda incesable de algo que no existe, pero que nos aferramos en continuar, pese a toda contradicción lógica.

Esta investigación se limita al análisis de voz basándose en los recursos de hardware actuales para determinar la capacidad máxima de procesamiento y obtener el mayor rendimiento. Con un análisis comparativo de variaciones de voz en un rango determinado específico, se determinará si la persona que está conversando se encuentra en un estado emotivo específico. El algoritmo parte de muestras reales para determinar la variación necesaria en la voz para identificar si se encuentra en un estado emocional o simplemente continua en zona de confort (sin emoción presente). Las variantes a analizar mediante muestras tomadas durante la conversación son: potencia de la voz (volumen) y frecuencias auditivas presentes en toda conversación.

# TABLA DE CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>11</b>
1.1. ANTECEDENTES .....	12
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	13
1.3. PROBLEMA .....	13
1.4. HIPÓTESIS.....	14
1.5. OBJETIVOS.....	14
1.5.1. Objetivo General:.....	14
1.5.2. Objetivos Específicos: .....	14
1.6. IDENTIFICAR EL COSTO DE PROCESAMIENTO PER-SE. NOVEDAD CIENTÍFICA, TECNOLÓGICA O APORTACIÓN .....	14
<b>2. ESTADO DEL ARTE.....</b>	<b>15</b>
2.1. TEMAS DE INVESTIGACIÓN RELACIONADOS.....	16
2.1. RESULTADO DE ESTADO DEL ARTE .....	16
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
3.1. COMUNICACIÓN HUMANA.....	19
3.1.1. DEFINICIONES DE COMUNICACIÓN.....	20
3.1.2. COMUNICACIÓN EMOCIONAL .....	20
3.1.2.1. EMOCIONES BÁSICAS .....	28
3.2. FISIOLÓGÍA ESPECÍFICA DE LA EMOCIÓN .....	29
3.2.1. MECANISMO DE EVALUACIÓN AUTOMÁTICA.....	30
3.3. PRECEDENCIA DE EVENTOS UNIVERSAL.....	32
3.4. DIAGRAMA DE EMOCIONES .....	34
3.4.1. EVOLUCIÓN Y EMOCIÓN.....	36
3.4.2. COGNICIÓN, EMOCIÓN Y EVOLUCIÓN.....	37
3.4.3. MODELADO DE LAS EMOCIONES .....	39
3.4.4. ALGUNAS IMPLICACIONES EMOCIONALES .....	41
3.5. LAS EMOCIONES Y LA VOZ.....	42
3.5.1. ESTUDIOS DE FISIOLÓGÍA Y VOZ EMOCIONAL .....	42
3.6. ANÁLISIS DE VOZ EMOCIONAL.....	44
3.7. COMUNICACIONES DIGITALES .....	45
3.7.1. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES DIGITALES .....	47
3.7.1.1. CANALES.....	48
3.7.1.2. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN .....	50
3.7.1.3. VELOCIDAD DE MUESTREO.....	51
3.7.1.4. LEY DE CODIFICACIÓN.....	51
3.7.2. PROTOCOLO UNIVERSAL (PCM) G.711 Y CÓDEC G.729 .....	52
3.8. ALGORITMO DE RECONOCIMIENTO HUMANO DE EMOCIONES .....	54
3.8.1. VARIABLES.....	57
3.8.2. PBX BALANCE DE CARGAS.....	58

3.8.3.	PBX ESCLAVO .....	59
3.8.4.	PBX REMOTO .....	59
3.8.5.	PROCESO DE MUESTREO DE “MUESTRA” .....	59
3.8.6.	TIEMPO DE MUESTREO.....	61
3.8.7.	PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA .....	61
3.8.8.	OBTENCIÓN DE LA MUESTRA .....	62
3.8.9.	ENTRADA DE LA MUESTRA .....	62
3.8.10.	SALIDA DE LA MUESTRA Y RESULTADO .....	62
3.8.11.	PROCESAMIENTO DE FLUJO CONTINUO .....	63
3.9.	COSTO DE PROCESAMIENTO DE TIEMPO REAL (NO ALMACENADO – LEYES DE PRIVACIDAD).....	63
3.10.	VARIACIÓN DE ALGORITMO .....	64
3.11.	MODELO DE PROGRAMACIÓN Y EL MARCO DE LA EJECUCIÓN.....	65
3.12.	ARQUITECTURA.....	66
3.13.	ESCALABILIDAD .....	66
3.14.	PROPUESTA DE VALOR.....	67
3.15.	MODO STREAMING.....	67
3.16.	MAPER .....	68
3.17.	REDUCE.....	68
<b>4.</b>	<b>DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>70</b>
4.1.	LEVANTAMIENTO DE REQUERIMIENTOS.....	71
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>72</b>
5.1.	RESULTADOS .....	73
5.2.	DISCUSIÓN.....	73
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
6.1.	CONCLUSIONES .....	75
6.2.	TRABAJO FUTURO .....	76

# LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1 Diagrama de Plutchky.....40

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Variables utilizadas en Algoritmo .....	57
Tabla 2 Variables de Analisis de Variacion.....	58
Tabla 3 Resultado de Comparativo de Apreciación humana contra Algoritmo.....	73

## LISTA DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

EGG	Electroglotografico.
EMG	Electromiografía de Superficie.
FFT	Transformada Rápida de Fourier.
HDFS	Sistema de Archivos de Hadoop.
LCP	Codificación predictiva lineal.
MFCC	Coefficientes Cepstrales en las Frecuencias de Mel.
SNA	Sistema Nervioso Autónomo.

---

# 1. INTRODUCCIÓN

---

## 1.1. Antecedentes

El pensamiento humano es una barrera que hace la diferencia entre el procesamiento lógico de un dispositivo electrónico y el pensamiento humano, que puede llegar a ser errático, incluso caer en lo absurdo e ilógico. Las razones pueden ser explicadas en términos filosóficos, antropológicos o simplemente fisiológicos. En simples palabras, intentar igualar en comportamiento humano expresado en términos lógicos que pueda ser interpretado por un procesador lógico, es simplemente imposible [1].

Aun sabiendo que se persigue algo que nunca se podrá alcanzar, seguimos en busca de ello. Se puede abogar que de igual forma es parte de la misma naturaleza humana, la búsqueda incesable de algo que no existe, pero que nos aferramos en continuar, pese a toda contradicción lógica.

Si se inicia, partiendo de la lógica elemental que el pensamiento humano no es posible ser igualado por un medio electrónico, podemos entonces cambiar en planteamiento fundamental de lo que se está buscando, entonces, se puede buscar el comportamiento más cercano, parecido o similar que un medio electrónico sea capaz de procesar. La respuesta aún sigue siendo ambigua, pero ahora, se puede decir que al menos es alcanzable. La discrepancia que pueda existir entre lo que se defina como más o menos cercano al pensamiento humano dependerá directamente de las capacidades de procesamiento del medio electrónico, ya de ello, dependerá el algoritmo que pueda interpretar [2].

Debido a la misma naturaleza humana, se debe de partir del hecho que el mismo pensamiento humano procesa toda información a su disposición, tales como el entorno, hechos históricos, y circunstancias en que se desarrolla. Todo esto, exige una interpretación de cada recepción sensorial, almacenarla y predecir los resultados. De tal forma, que para lograr un resultado similar a un comportamiento humano es necesario un procesamiento intenso de toda la información histórica, para cada una de las opciones cotidianas posibles. Esto lleva al cómputo de operaciones un nivel que difícilmente se alcanzara en términos de disponibilidad de recursos.

Si en lugar de intentar atacar al problema completo, se realiza sobre algo específico, de tal forma que sea dividido y atacado una pequeña parte, se podrá resumir que si bien, aún no está por completo resuelto, al menos, se habrá dado en paso hacia la solución completa. Por lo tanto, se puede enfocar únicamente en la interpretación de un punto básico utilizado de forma cotidiana para la interpretación del comportamiento, se habla de las emociones humanas. Si bien, no se pretende intentar predecirlas, ni tampoco en analizar por qué se presentan en un momento dado, este enfoque será más básico, simplemente identificar las emociones cuando estas se presenten. Es decir, identificar las emociones en la voz en el instante preciso que se desarrolla la conversación.

Si enfocamos una sola conversación y consideramos todos los recursos actuales para el procesamiento de la voz y su interpretación emocional, indistintamente el algoritmo utilizado, llegamos a la conclusión que el objetivo es alcanzable, obteniendo como resultado una interpretación con un retraso en el resultado. Este retraso, equivale al tiempo de procesamiento que se tomara el algoritmo en procesar la información.

Esta investigación tiene como objetivo científico la identificación de aspectos humanos basados en variaciones de voz utilizando un algoritmo diseñado para grandes volúmenes de datos a fin de evitar el almacenamiento de la información y por lo tanto incurrir en implicaciones legales. Debido a las nuevas

leyes de protección de la información, es necesario contar con carta autorización de posesión de la información y su objeto de uso, así como para su almacenamiento, distribución y posterior procesamiento, si dicha información es almacenada.

Todo el planteamiento anteriormente descrito, obedece a la necesidad de los centros de llamadas o también llamados “call centers” de auditar la calidad de los locutores que representan a la firma en cada llamada. Una conversación denominada “normal” en el ámbito no-personal, debería de transcurrir sin involucrar emociones. Un estado emocional presente durante estas conversaciones, se consideraría como no conveniente para negocios. Por lo tanto, es importante identificar los estados emocionales presentes y en mejor medida, intentar evitar que se presenten.

Esta investigación se limita al análisis en tiempo real basándose en los recursos de hardware actuales para medir su capacidad de procesamiento. Más aún, si se plantean ligeras variaciones en el algoritmo, como explotar indiscriminadamente la transformada rápida de Fourier (FFT) para obtener el identificador de voz o también llamado “voiceID” que es único, se podrá plantear para fines de seguridad nacional, de tal forma que sería posible identificar a personal en tiempo real dentro de un banco de datos mientras transcurre la llamada. O bien, con un análisis comparativo de variaciones de voz en un rango determinado específico, se podría determinar si la persona que está conversando está mintiendo. U otro planteamiento posible, mezclar ambas, es decir, identificar que la persona X, que está siendo buscada a nivel internacional y que se tiene su voiceID en un banco de datos, está en una conversación en el preciso momento, y que además, se identifica que está mintiendo en dicha conversación, sería un tema muy amplio de investigación científica. Pero estos puntos, los serán tema para una posterior y profunda investigación futura.

## 1.2. Justificación

Esta investigación parte de la necesidad de ofrecer al mercado comercial una opción viable principalmente en términos de costo-beneficio. Una herramienta al alcance de los mercados comerciales, de implementación eficaz y alto nivel de retribución del costo invertido. Por lo que el factor decisivo es el costo-beneficio, obligando a esta investigación a llevar a los límites de la eficacia los algoritmos de menor costo de procesamiento.

## 1.3. Problema

La problemática es la propia naturaleza humana. Sus emociones, tan complejas como la propia humanidad. El cuantificar, analizar y determinar un resultado basado en comportamiento humano, ese ya es un problema en sí. Ahora, si llevamos este problema al plano del audio y los llevamos al límite de lo eficaz respecto al costo de procesamiento y el beneficio de la precisión, hacemos que su vuelta todavía más complejo, mas no imposible. Encontramos que debemos explorar planos básicos para mantener el procesamiento en los límites de lo permisible sin sacrificar precisión, dado que nuestro problema será llevado a un entorno de N llamadas concurrentes que deberán ser resultas en tiempo real.

## 1.4. Hipótesis

Es posible identificar el estado emocional primario actual de una llamada en curso mediante el análisis de los datos en la modulación de pulsos codificada (PCM). Identificando la emoción actual en cada flujo de datos mientras estos se presentan, se puede determinar el estado emocional de una persona o un número de personas, en un tiempo determinado, de tal forma que se podrán cuantificar el total de las emociones en un tiempo preciso. Este alcance podría ser regional, nacional o mundial.

## 1.5. Objetivos

### *1.5.1. Objetivo General:*

Analizar el algoritmo óptimo para identificar los patrones asociados a las emociones humanas presentes en la transmisión digital de la voz en una conversión telefónica, basados en un costo/beneficio de procesamiento.

### *1.5.2. Objetivos Específicos:*

1. Identificar los patrones de cambios en los datos.
2. Definir patrones-matemáticos para cada uno de los patrones emocionales.
3. Realizar el modelo matemático de análisis de la información de la comunicación.
4. Mantener los recursos físicos dentro del mercado comercial

## 1.6. Identificar el costo de procesamiento per-se. Novedad científica, tecnológica o aportación

El algoritmo analizado para esta investigación permite una flexibilidad en su uso y en su implementación. El costo de procesamiento es la idea principal, su tendencia de uso en tiempo real es la prioridad, pero de igual manera, se puede realizar en análisis intensivo discriminatorio de la premisa de tiempo real. Por lo tanto, la aportación principal de la investigación es un algoritmo multi-paradigma compatible con las tecnologías de tendencia actual y basada en un costo de procesamiento mínimo.

---

## 2. ESTADO DEL ARTE

---

## 2.1. Temas de Investigación relacionados

Speech Emotion Perception by Human and Machine

Sz. L. Tóth, D. Sztahó, K. Vicsi

Laboratory of Speech Acoustics, Budapest University of Technology and Economics, Department of Telecommunications and Media Informatics, Stoczek u. 2, 1111 Budapest, Hungary

{toth.sz, vicsi, sztaho.david}@tmit.bme.hu

An Emotion Processing System Based on Fuzzy Inference and Subjective Observations

TORAO YANARU, NARUKI SHIRAHAMA, KAORI YOSHIDA and MASAHIRO NAGAMATSU

Department of Electricity, Kyushu Institute of Technology,

1-1 Sensui Tobata Kitakyushu, Fukuoka 804, Japan

Human Affective (Emotion) Behaviour Analysis using Speech Signals: A Review

2012 International Conference on Biomedical Engineering

M.N. Hasrul, M.Hariharan, Sazali Yaacob

School of Mechatronic Engineering,

Universiti Malaysia Perlis (UniMAP),

Kampus Ulu Pauh, 02600 Ulu Pauh, Perlis.

[kids.hasrul@gmail.com](mailto:kids.hasrul@gmail.com)

## 2.1. Resultado de Estado del Arte

La investigación húngara presenta un análisis específico de los cambios de los factores de tono/energía en algunas de las palabras dentro de una conversación. Para lograr la interpretación de las emociones humanas los investigadores utilizan una base de datos con algunas palabras ya analizadas con un valor pre-definido como normal. A partir de este punto, solo las palabras almacenadas en la base de datos son analizadas en una conversación y cuando alguna de las palabras coincide con algún registro en la base de datos es analizada y comparada contra el valor registrado en la base de datos. Las variaciones encontradas en comparación con el valor predefinido son las analizadas para determinar el estado de la emoción humana en ese momento en particular de la conversación.

A diferencia de las investigaciones japonesa y malaya, esta investigación presenta un resultado no satisfactorio. Para lo cual, esta investigación será descartada como base fundamental para la investigación.

Por otro lado, vamos a analizar la investigación japonesa, si bien, la investigación Japonesa se adentra a los temas medulares como el análisis específico de la conversación y su interpretación de las emociones humanas en base a las variaciones de los factores, finaliza proponiendo un algoritmo específico para

implementarse en el análisis de las emociones humanas sin presentar un resultado detallado de la eficiencia de dicho algoritmo. Por tal motivo, los investigadores comienzan proponiendo una secuencia de propuestas algebraicas para formular finalmente un algoritmo. Esta investigación si serán consideradas para la investigación.

Finalmente, la investigación de origen malaya, presenta un punto de vista muy diferente de las demás investigaciones. Dicho documento presenta un análisis de los principales usos y beneficios de la interpretación de conversaciones y su potencial en una amplia gama de aplicaciones, siempre haciendo énfasis en el entorno medico/salud. Seguido de los beneficios que se pueden obtener con el análisis de las emociones humanas, comienza adentrándose en un mundo de tipos de análisis que se pueden realizar a una conversación para finalmente resumir con una tabla de eficiencia de interpretación basando en distintos factores de análisis.

De tal forma, que este documento concluye con una acentuada invitación a continuar con la investigación del análisis de las emociones humanas partiendo del resultado de esta investigación y asumiendo el mejor método de análisis de factores para alcanzar el máximo resultado de eficiencia.

Por lo tanto, concluimos que podemos utilizar el resultado de la investigación malaya para partir con análisis de las emociones humanas con los factores de evaluación que presentaron mejor desempeño y continuar con la investigación de este mismo resultado aplicarlo a los niveles técnicos requeridos. Es decir, aplicarlo directamente a las condiciones donde finalmente se realizará el análisis en tiempo real: en entornos telefónicos que presentan una conversión análoga/digital y su pérdida de información por la conversión que se realiza al momento de realizar la digitalización de la señal: la modulación de pulsos.

---

## 3. MARCO TEÓRICO

---

### 3.1. Comunicación Humana

La comunicación humana es una de las más importantes conductas que el ser humano efectúa diariamente, por lo cual, es importante conocer, que esta conducta se utiliza para diferentes propósitos, en diferentes situaciones y de diferentes formas [3].

Haciendo un recorrido en la historia, vemos que la comunicación era utilizada de diferentes formas, pero en similares propósitos. Mencionando a los presocráticos, los sofistas, quienes se interesaban en el poder de la palabra, aun reconociendo que el lenguaje no era preciso, le asignaban al lenguaje las capacidades de nombrar lo que no se ve, de ocultar y revelar aspectos de la realidad [3].

Platón, importante filósofo griego realizaba otras consideraciones hacía el lenguaje, concibiéndolo como un medio de expresión imperfecto que solo distorsionaba la realidad, cada vez que se le utilizaba.

Aristóteles, filósofo griego, discípulo de Platón realizó una combinación de la concepción que le daban los sofistas al lenguaje y la concepción platónica, concluyendo que un análisis cuidadoso, con un razonamiento meticuloso dentro de las normas de la lógica, esto daría como resultado el verdadero conocimiento del mundo natural y un buen juicio en aquellos asuntos humanos en los que la certeza no fuera posible.

La retórica de Aristóteles es un estudio basado en concepciones empíricas, de las prácticas de los oradores y su público, fue diseñado para descubrir los medios de persuasión (384-322 a.C.) [3].

En el siglo XX el desarrollo de la disciplina de la comunicación pasó por tres fases: la primera se centró en el análisis de la profesión de la oratoria, la segunda en el desarrollo del campo de la comunicación y la tercera, en el surgimiento de la disciplina de la comunicación.

Esta disciplina de la comunicación surge de la unión de la profesión de la oratoria y el campo del lenguaje, por lo cual se iniciaron a desarrollar sus propios métodos de investigación. En los últimos años, los intelectuales norteamericanos se han interesado en el estudio del proceso y los efectos de la comunicación, dado que la comunicación es un proceso social fundamental, sin la comunicación no existirían los grupos humanos y las sociedades [3].

La teoría y la investigación de la comunicación, han atraído, por lo tanto, el interés de los psicólogos, sociólogos, antropólogos, políticos científicos, economistas, matemáticos, historiadores y lingüistas, lo cual ha contribuido a una mejor comprensión de esta ciencia.

La investigación acerca de la comunicación se refiere a todas las formas en que se verifica intercambio de ideas y en las que estas se comparten. Así tanto se habla de comunicación de masas, como de comunicación interpersonal.

### 3.1.1. Definiciones de comunicación

Etimológicamente, “comunicar” se refiere a “compartir” o a “intercambiar”. Por ello los autores que tratan el fenómeno de la comunicación humana plantean que se trata de un proceso de interacción, o transacción entre dos o más elementos de un sistema [4].

“La comunicación” es una palabra que designa una actividad humana y, por tanto, tendrá un uso, un significado y una finalidad diferente, las cuales dependerán de la cultura de la persona que la utilice [4].

La comunicación es un proceso de transmisión de estructuras entre las partes de un sistema que son identificables en el tiempo o en el espacio”.

La comunicación es el mecanismo por medio del cual existen y se desarrollan las Relaciones Humanas, es decir todos los símbolos de la mente junto con los medios para transmitirlos, a través del espacio y preservarlos en el tiempo.

La comunicación es un fenómeno transaccional en que se influyen o afectan recíproca o mutuamente los “miembros integrantes”.

Es el proceso por medio del cual el individuo transmite estímulos para modificar el comportamiento de otros.

### 3.1.2. Comunicación emocional

Una expresión de emoción es un estado afectivo que experimentamos en el momento preciso que se desarrolla la comunicación, una reacción subjetiva al ambiente que viene acompañada de cambios orgánicos (fisiológicos y endocrinos) de origen innato, influidos por la experiencia. Las emociones tienen una función adaptativa de nuestro organismo a lo que nos rodea. Es un estado que sobreviene súbita y bruscamente, en forma de crisis más o menos violentas y más o menos pasajeras [5].

En el ser humano la experiencia de una emoción generalmente involucra un conjunto de cogniciones, actitudes y creencias sobre el mundo, que utilizamos para valorar una situación concreta y, por tanto, influyen en el modo en el que se percibe dicha situación.

Durante mucho tiempo las emociones han estado consideradas poco importantes y siempre se le ha dado más relevancia a la parte más racional del ser humano. Pero las emociones, al ser estados afectivos, indican estados internos personales, motivaciones, deseos, necesidades e incluso objetivos. De todas formas, es difícil saber a partir de la emoción cual será la conducta futura del individuo, aunque nos puede ayudar a intuirlo. Apenas tenemos unos meses de vida, se adquieren emociones básicas como el miedo, el enfado o la alegría. Algunos animales comparten con nosotros esas emociones tan básicas, que en los humanos se van haciendo más complejas gracias al lenguaje, porque los humanos usamos símbolos, signos e interpretaciones.

Cada individuo experimenta una emoción de forma particular, dependiendo de sus experiencias anteriores, aprendizaje, carácter y de la situación concreta. Algunas de las reacciones fisiológicas y comportamentales que desencadenan las emociones son innatas, mientras que otras pueden adquirirse.

Por esto, las diferencias cuantificadas de una emoción son relativas entre individuos. Durante las investigaciones [6] de identificación de emociones por método natural, es decir, escuchar la conversación y determinar la emoción que se está transmitiendo, algunas muestras resultaban ambiguas, al no obtener un resultado unánime por parte de los analizadores. Cuantificar un estado humano tan complejo como las emociones nos lleva a un valor subjetivo, para fines prácticos, se utilizaron los métodos estadísticos, partiendo de suposiciones como: una mayoría pasa a ser el valor absoluto en nuestros cálculos y siempre considerando que un 100% de precisión en los cálculos es imposible, dada su naturaleza subjetiva.

Ahora, partiendo de la definición de las emociones, podemos decir, que hay sentimientos de placer y displacer, de interés y de disgusto, ligada a las operaciones mentales, pero que no tiene expresión corporal obvia para su consecuencia. Ciertas disposiciones de sonidos, de líneas, de colores, son agradables, y otros a la inversa, sin el grado de la sensación de ser suficiente para acelerar el pulso o la respiración, o para incitar movimientos cualesquiera del cuerpo o la cara. Ciertas secuencias de las ideas a algunos encantan tanto como otros cansan.

El primer conjunto de ejemplos, los sonidos, líneas y colores, son o bien las sensaciones corporales, o las imágenes de los mismos. El segundo grupo parece depender de los procesos en los centros ideacionales exclusivamente. Tomados en conjunto, parecen demostrar que hay placeres y dolores inherentes a ciertas formas de nervio-acción como tal, donde se producen esa acción. El caso de estos sentimientos que en la actualidad se deje a un lado por completo, y confinar nuestra atención a los más complicados casos en que una onda de perturbación corporal de algún tipo es acompañada a la percepción del interés de vistas o sonidos. Sorpresa, curiosidad, éxtasis, miedo, la ira, la lujuria, la codicia, y similares, se convierten entonces los nombres de los estados mentales con los que la persona está experimentando. Las alteraciones corporales se dice que la "manifestación" de estas varias emociones, su "expresión" o "lenguaje natural"; y estas mismas emociones, al ser tan fuertemente caracterizado tanto por dentro y por fuera, que se puede llamar las emociones estándar.

Nuestra manera natural de pensar sobre estas emociones estándar es que la percepción mental de algunos hechos excita el afecto mental llamada la emoción, y que este último estado de la mente da lugar a la expresión corporal. El sentido común dice, perdemos nuestra fortuna, sentimos y lloramos; nos encontramos con un oso, nos asusta y corremos; nos insultan un rival, nos enojados y reaccionamos. Entonces, este orden de secuencia es incorrecta, que un estado mental no es inmediatamente inducido por la otra, que las manifestaciones corporales primero deben estar interpuestos entre, y que la declaración más racional es que nos sentimos tristes porque lloramos, enojado porque golpeamos, miedo porque temblamos, y no es que lloramos, reaccionamos, o temblamos, porque lo sentimos, nos enojamos o sentimos temor, como sea el caso. Sin los estados corporales siguientes en la percepción, este último sería puramente cognitiva en forma, pálida, incolora, desprovisto de emocional calidez. Podríamos entonces ver al oso, y juzgar lo mejor es correr, recibir el insulto y lo considera adecuado a la reacción, pero no pudimos realmente sentir miedo o enojo.

Para empezar, se debe recordar que el sistema nervioso de todo ser viviente no es más que un conjunto de predisposiciones a reaccionar de manera particular sobre el contacto de las características particulares del medio ambiente. Tan cierto como que el abdomen del cangrejo ermitaño presupone la existencia de conchas vacías en algún lugar que se encuentren, por lo que seguramente la existencia de órganos olfatorios del perro implicaría la existencia, por un lado, de venado o zorros, y por el otro, la tendencia a seguir sus huellas. La maquinaria neural es más que un guion entre los acuerdos determinados de la materia fuera del cuerpo y determinados impulsos a la inhibición o descarga dentro de sus órganos.

Cuando la gallina ve un objeto oval blanco en el suelo, ella no puede dejarlo o abandonarlo; ella debe mantenerse sobre este y esperar a él, hasta que al final de su transformación en una pequeña masa de movimiento, cante desde abajo y provoque que su maquinaria de un nuevo conjunto de actuaciones. El amor del hombre por mujer, o de la madre humana para su bebé, nuestra ira en serpientes y nuestro miedo a los precipicios, todos pueden ser descritos de manera similar, como ejemplos de la forma en que se ajustaban peculiarmente como piezas de mobiliario de este mundo para suscitar más particulares reacciones mentales y corporales, de antemano, y muchas veces en oposición directa a, el veredicto de la razón deliberada respecto a ellos.

Toda criatura viviente es, de hecho, una especie de cerrojo, cuyas salas y resortes presuponen formas especiales de llave, qué sin embargo no nacen asociadas a las cerraduras, pero están seguros de encontrar en el mundo cerca de donde la vida proseguirá. Y las cerraduras son indiferentes a cualquier por sus propias llaves. El huevo deja de fascinar al perro, el pájaro no teme el precipicio, la serpiente no crea enojó a su misma especie, el ciervo no se preocupa por la mujer o el bebé humano.

Ahora bien, entre estas anticipaciones nerviosas son, por supuesto, a tener en cuenta las emociones, por lo que éstos pueden ser llamados sucesivamente y directamente por la percepción de ciertos hechos. Antes de toda experiencia, un elefante puede dejar de tener miedo a un niño si de repente encontrara uno y lo cargara sobre él. Ninguna mujer puede ver a un pequeño bebé desnudo guapo sin deleite, ningún hombre en el desierto puede ver una forma humana en la distancia y no sentir entusiasmo y curiosidad. Se debería considerar estas emociones sólo en la medida en que los movimientos corporales de algún tipo para sus acompañamientos. Pero el primer punto es mostrar que sus acompañamientos corporales son mucho más de gran alcance y complicado de lo que normalmente suponemos.

Los signos de emoción visible desde el exterior fueron los únicos tomados en cuenta, cambios en el funcionamiento de glándulas y músculos, y en la del aparato circulatorio. Pero ni siquiera se tiene exhaustivamente enumerado todas las afecciones corporales características de una emoción normal cualquiera [6]. Cada vez más, a medida que avanza la fisiología, se comienza a discernir cómo casi infinitamente numeroso y sutil que debe ser. Las investigaciones con el pletismógrafo muestran que no sólo el corazón, sino a todo el sistema circulatorio [6], forma una especie de sonar a bordo, que cada cambio de nuestra conciencia, por insignificante que fuera, puede hacer reverberar. Apenas una sensación viene a nosotros sin enviar ondas de constricción y dilatación alternativa por las arterias de los brazos. Los vasos sanguíneos del acto abdomen recíprocamente con las de las partes más externas. La vejiga y los intestinos, las glándulas de la boca, la garganta y la piel, y el hígado, son conocidos por ser afectados gravemente en ciertas emociones fuertes, y son, sin duda, afectado transitoriamente cuando las emociones son de una especie más ligero. Que los latidos del corazón y el ritmo de la respiración juegan un papel importante en todas las emociones de algún modo, es una cuestión demasiado notoria para la prueba. Y lo

que es realmente igual de importante, pero menos probabilidades de ser admitido hasta que una atención especial es atraída por el hecho, es la cooperación continua de los músculos voluntarios en nuestros estados emocionales. Incluso cuando no se produce ningún cambio de actitud hacia el exterior, su tensión interna altera para adaptarse cada uno que varía el estado de ánimo, y se siente como una diferencia de tono o de tensión. En la depresión los flexores tienden prevaleciendo; en euforia o excitación beligerante los extensores de tomar la iniciativa. Y los diversos permutaciones y combinaciones de las cuales estas actividades orgánicas susceptibles, que sea abstractamente posible que ninguna sombra de la emoción, por insignificante, debe estar sin un cuerpo exaltado como único, cuando se toma en su totalidad, al igual que el propio estado de ánimo mental.

El inmenso número de piezas modificadas en cada emoción es lo que hace tan difícil reproducir a sangre fría la expresión total y la integral de cualquiera de ellos. Podemos intentar engañar a los músculos voluntarios, pero fallar con la piel, glándulas, el corazón y otras vísceras. Así como un estornudo imitado artificialmente carece de algo de la realidad, por lo que el intento de imitar una emoción en la ausencia de su causa normal de instigar tiende a ser más bien "hueco".

La siguiente cosa a notar es esto, que cada uno de los cambios corporales, sea lo que sea, se siente, aguda u oscuramente, el momento en que se produce. Si nunca se ha prestado atención a este asunto, que será a la vez interesante y sorprendente el aprender muchas sensaciones corporales locales diferentes que pueden detectar en sí mismo como características de sus diferentes estados de ánimo. Se puede observar estados más tranquilos, y que puede ser asumido aquí para validar la verdad de la mayoría que se muestra. Nuestra capacidad entera es sensiblemente viva; y cada bocado que aporta sus pulsaciones de sentimiento, tenue o agudo, agradable, doloroso, o dudosa, a ese sentido de la personalidad que cada uno de nosotros lleva indefectiblemente con él. Es sorprendente lo poco que elementos dan acento a estos complejos de sensibilidad.

Cuando se preocupa por cualquier pequeño problema, se puede encontrar que el foco de algunos movimientos corporales sin conciencia es la contracción, a menudo bastante considerable, de los ojos y las cejas. Cuando momentáneamente avergonzado, es algo en la faringe que obliga o bien un carraspeo, o un poco de tos; y así sucesivamente como muchos más casos que podrían ser nombrados.

Si imaginamos alguna fuerte emoción y, a continuación, tratamos de abstraerla de nuestra conciencia de ella todos los sentimientos de su característica síntomas corporales, encontramos con que hemos dejado atrás nada, no "materia mental" de la que la emoción puede estar constituida, y que un estado frío y neutral de la percepción intelectual es todo lo que queda. Es cierto que, aunque la mayoría de la gente, cuando se le pregunta dicen que su introspección verifica esta declaración, algunos persisten en decir la suya no. Muchos no se pueden hacer para entender la cuestión. Cuando se les ruega imaginar lejos cada sensación de la risa y de la tendencia a reírse de su conciencia de lo absurdo de un objeto, y después de decirle lo que sintió de su ridiculez sería como, ya que trate de algo más que la percepción de que el objeto pertenece a la clase "gracioso" que persisten en contestar que lo propuesto es una imposibilidad física, y que siempre deben reír, si ven un objeto divertido. Por supuesto, la tarea propuesta no es la práctica de ver un objeto de ridículo y aniquilar la propia tendencia a reír. Es puramente especulativa de restar ciertos elementos de la sensación que se supone el estado emocional de existir en su plenitud, y diciendo lo que los elementos residuales son. ¿Qué clase de emoción del miedo quedaría, si los sentimientos ninguno acelera latidos del corazón ni de respiración superficial, ni de labios temblorosos ni de extremidades debilitadas, ninguno de

piel de gallina, ni de indicios viscerales, estuvieron presentes?, es bastante imposible pensar. Sentir un estado de rabia e imaginar la no ebullición de la misma en el pecho, sin enrojecimiento de la cara, sin dilatación de las fosas nasales, sin apretar los dientes, ningún impulso a la acción vigorosa, pero en su fisiología músculos flácidos, respiración tranquila, y una cara plácida. La rabia es la forma más completa súbita como la sensación de sus llamadas manifestaciones, y la única cosa que posiblemente se puede suponer para ocupar su lugar es un poco de sangre fría y sentencia judicial imparcial, confinado en su totalidad a la esfera intelectual, en el sentido de que una cierta persona o personas que merecen el castigo por sus anexos actos. En la misma manera de la pena: ¿Cómo podrá contar con sus lágrimas, su llanto, su asfixia del corazón, su punzada en el esternón? La cognición no-emocional que ciertas circunstancias son deplorables, y nada más. Toda pasión a su vez, cuenta la misma historia. Una emoción humana puramente incorpórea es un cero a la izquierda. La emoción dissociada de toda sensación corporal es inconcebible. Cuanto más de cerca escrutemos los estados, más persuadido nos volvemos, de los estados de ánimo, afectos y pasiones que tenemos, son en verdad constituido por, y compone de los cambios corporales que ordinariamente llamamos su expresión o consecuencia. Tal existencia, aunque parece haber sido el ideal de los antiguos sabios, es demasiado apáticos para ser intensamente buscada por los nacidos después de la reactivación de la adoración de sensibilidad.

Pero si la emoción no es más que la sensación de los efectos corporales reflejos de lo que llamamos su "objetos", los efectos debidos a la adaptación del sistema nervioso a ese objeto, que parecen inmediatamente se enfrentaron por esta objeción: la mayor parte de los objetos de las emociones de los hombres civilizados son cosas que sería absurdo suponer que sus sistemas nerviosos adaptados naturalmente. La mayoría de vergüenza y muchos insultos son puramente convencional, y varían con el ambiente social. Lo mismo puede decirse de muchos asuntos de temor y de deseo, y de muchas ocasiones de melancolía y pesar. En estos casos, al menos, parecería que las ideas de vergüenza, el deseo, el arrepentimiento primero debe haber sido concedida por la educación y la asociación de estos objetos convencionales antes de que los cambios corporales, posiblemente, podrían ser despertados. Y si, en estos casos los cambios corporales siguen las ideas, en vez de dar lugar a ellos.

El principio evolutivo cuando un cierto poder una vez que se ha fijado en un animal por virtud de su uso en presencia de ciertas características del entorno, puede llegar a ser útil en presencia de otras características del ambiente que tenía originalmente nada que ver ni con producir o preservarlo. Una tendencia nerviosa se descargue siendo una vez allí, todo tipo de cosas imprevistas pueden apretar el gatillo y soltar los efectos. Que entre estas cosas deberían ser convencionalismos del ideal del hombre es una cuestión sin importancia psicológica que sea. La conciencia de su actitud hacia uno mismo es la percepción que normalmente abre la mayoría de nuestras vergüenzas e indignaciones y miedos. La extraordinaria sensibilidad de esta conciencia se muestra por las modificaciones corporales obrado en nosotros por la conciencia de que nuestro prójimo nos está notando en absoluto. Nadie puede caminar a través de la plataforma en una reunión pública con la misma inervación muscular, que utiliza para caminar a través de su habitación en casa. Nadie puede dar un mensaje a una reunión de este tipo sin excitación orgánica. "Miedo escénico" es sólo el grado extremo de que la auto-conciencia personal totalmente irracional que cada uno tiene en alguna medida, tan pronto como se siente los ojos de una serie de extraños fija en él, a pesar de que estar convencido interiormente que su sentimiento hacia él no es de cuenta práctico. Siendo esto así, no es de extrañar que la persuasión adicional que la actitud del prójimo significa, ya sea bien o mal, debe despertar las emociones más fuertes todavía. En sociedades primitivas "Bueno" pueden

significar entregándome un pedazo de carne de res, y "malos" puede significar que apunta una lanza en el cráneo. En nuestra "edad cultivada", "enfermo" puede significar me corte en la calle, y "Bueno", me da grato gusto verte. Lo que la acción en sí misma puede ser es bastante insignificante, por lo desde que se puede percibir en él la intención o ánimo. Esa es la percepción de la emoción-despertar; y puede dar lugar a convulsiones corporales fuertes en cada individuo, un hombre civilizado que experimenta el tratamiento de la sociedad artificial, como en cualquier prisionero salvaje de la guerra, ya sea aprendiendo de sus captores están a punto de comérselo a él o para hacer de él un miembro de su tribu.

Pero ahora, esta objeción la eliminaremos, ahora nos surge una duda más general. ¿Hay alguna evidencia, que se puede pedir, por el supuesto de que las percepciones particulares producen efectos corporales generalizados para cada efecto de una especie de influencia física inmediata, antecedente a la excitación de una emoción o idea emocional?

La única respuesta posible es, que existe con toda seguridad esas pruebas. Al escuchar a la poesía, drama, o la narrativa heroica, que a menudo son sorprendidos por el escalofrío cutáneo que gustan de una repentina ola fluye sobre nosotros, y en la efusión de corazón la hinchazón y el lagrimal que captura de forma inesperada nosotros en intervalos. Al escuchar la música, lo mismo es aún más sorprendente verdad. Si de repente se ve una forma en movimiento oscuro en el bosque, el corazón deja de latir, y recuperar el aliento al instante y antes de que pueda surgir alguna idea articulada de peligro. Si una persona se acerca al borde de un precipicio, obtenemos la conocida sensación de "todo escalofrío," y nos encogemos de nuevo, a pesar de que de manera positiva sabemos que él este seguro, y no tienen imaginación distinta de su caída. Un escritor recuerda su asombro, cuando un niño de siete u ocho años, se desmayó cuando vio un caballo sangrando. La sangre estaba en un cubo, con un palo en ella, y, si la memoria no le engañe, se revolvió y vio que goteo del palo con ningún sentimiento salvo que de la curiosidad infantil. De repente el mundo creció negro ante sus ojos, sus oídos comenzaron a zumbar, y no supo nada más. Nunca había oído hablar que el ver la sangre podría producir desmayos o enfermedad, y tenía tan poca repugnancia a la misma, y tan poca aprehensión de cualquier otro tipo de peligro de ella, que incluso a esa tierna edad, como él bien recuerda, no podía dejar de preguntarse cómo la mera presencia física de un balde de carmesí líquido ocasiono en él tales efectos corporales formidables.

Si imaginamos dos hojas de cuchillo de acero con sus bordes afilados que se cruzan en ángulo recto, y moverse demasiado hacia adelante y atrás. La organización nerviosa en conjunto es "en alerta" en el pensamiento; y sin embargo, lo que la emoción puede estar allí, excepto el propio sentimiento nervioso desagradable, o el temor de que más de lo mismo ¿puede venir?

Todo el fondo y el capital de la emoción aquí es el efecto físico sin sentido las cuchillas inmediatamente despiertan emociones. Este caso es típico de una clase: cuando una emoción ideal parece preceder a los síntomas corporales, a menudo no es más que una representación de los mismos síntomas. Quien ya ha desmayado al ver sangre puede ser testigo de los preparativos para una operación quirúrgica con incontrollable corazón hecho nudo y la ansiedad. Él anticipa ciertos sentimientos, y la anticipación precipita su llegada. En diversas formas se le llama "tierna emoción", aunque el objeto apropiado por lo general debe ser contemplado directamente ante la emoción puede ser excitado, pero a veces pensar de los síntomas de la emoción misma puede tener el mismo efecto. En naturalezas sentimentales, la idea de "anhelo" producirá "anhelo" de verdad.

En casos como éstos, podemos ver claramente cómo la emoción tanto comienza y termina con lo que se llama sus efectos o manifestaciones. No tiene el estado mental, excepto como sea la sensación presentada, o la idea, de las manifestaciones; que este último, constituyen la totalidad de su material, su suma y sustancia, y sus acciones en el comercio. Y estos casos debería hacernos ver como en todos los casos las sensaciones de la manifestación pueden desempeñar un papel mucho más profundo en la constitución de la emoción que solemos suponer.

Un corolario necesario de la misma debe ser que cualquier excitación voluntaria de las denominadas manifestaciones de una emoción especial debería darnos la emoción misma. Por supuesto, en la mayoría de emociones, esta prueba es inaplicable; para muchas de las manifestaciones se encuentran en órganos durante los cuales no tenemos control volitivo. Sin embargo, dentro de los límites en los que puede ser verificada, la experiencia corrobora plenamente esta prueba. Todo el mundo sabe cómo el pánico se incrementa en vuelo, y cómo el dar paso a los síntomas de dolor o enojo aumenta las propias pasiones. Cada ataque de llanto hace que el dolor más agudo, y provoca otro ataque más fuerte todavía, hasta que por fin descansar solamente sobreviene con lasitud y con el aparente agotamiento de la maquinaria. En la ira, que es notorio cómo "trabajamos nosotros mismos" a un clímax por repetidos brotes de expresión. Negarse a expresar una pasión, y muere. Cuente hasta diez antes de ventilar su ira, y con motivo esto pareciera ridículo.

Silbando para mantener el valor no es una mera figura retórica. Por otro lado, sentarse todo el día en una postura tranquila, suspirando, y responder a todo con una voz triste, y su melancolía persistente. No hay más valioso preceptor en la educación moral que esto, como todos los que tienen experiencia saben: si queremos conquistar tendencias emocionales indeseables en nosotros mismos, tenemos que asiduamente, y en primera instancia, a sangre fría, con las formalidades externas de las disposiciones contrarias que prefieren cultivar. La recompensa de la persistencia infaliblemente vendrá, en el desvanecido de la hosquedad o depresión, y el advenimiento de la alegría verdadera y la bondad en su lugar. Las únicas excepciones a esto son evidentes, no es real. La gran expresividad emocional y movilidad de determinadas personas a menudo nos llevan a decir "Ellos se sentirían más si hablaron menos". Y en otra clase de personas, la energía explosiva con la que la pasión se manifiesta en la crítica ocasiones, parece correlacionarse con la manera en que la abordan que durante los intervalos. Pero estos son sólo tipos excéntricos de carácter, y dentro de cada tipo de la ley del último prevalece. El sentimentalista es construido de manera que "brota" es su modo normal de expresión. Poner un tapón en el "chorro" será sólo de forma limitada causando más "real" las actividades para ocupar su lugar; en lo principal será simplemente producir apatía.

El efecto formidable de lágrimas reprimidas podría ser mencionado, y los resultados calmantes de hablar en su mente cuando está enojado y tener hecho con ella. Pero estos son también engañosos andanzas de la regla. Cada percepción debe conducir a algún resultado nervioso. Si esto es la expresión emocional normal, pronto se gasta en sí, y en el curso natural de las cosas una calma. Pero si el problema normal de ser bloqueada desde cualquier causan, las corrientes pueden bajo ciertas circunstancias invadir otras zonas, y no trabajar diferente y podría traer efectos peores. Por lo tanto, melancólico-vengativa puede reemplazar a un estallido de indignación; cuando se enseña a los niños a reprimir sus emociones, no es que pueden sentirse más, todo lo contrario. Es que ellos pueden pensar más; para en cierta medida lo que corrientes

nerviosas se desvíen de las regiones por debajo, debe engrosar la actividad de las vías de pensamiento del cerebro.

El último gran argumento a favor de la prioridad de los síntomas corporales a la emoción sentida, es la facilidad con que se formula por su medio los casos patológicos y casos normales bajo un esquema común. En cada asilo encontramos ejemplos de miedo absolutamente sin motivación, la ira, melancolía, o por vanagloria; y otros de una apatía igualmente no motivacional que persiste a pesar de la mejor de las razones externas por las que debe dar paso. En los primeros casos se debe suponer la maquinaria nerviosa para ser tan "lábil" en alguna dirección emocional, que casi todos los estímulos, sin embargo, inapropiada, hará que se molesta de esa manera, y como consecuencia engendrará el particularmente complejo de los sentimientos de los que el cuerpo psíquico de la emoción compone. Por lo tanto, para tomar un caso especial, si la incapacidad para dibujar respiración profunda, aleteo del corazón, y ese peculiar cambio epigástrico sentía como "ansiedad precordial," con una irresistible tendencia a tomar un poco agazapado actitud y quedarse quieto, y tal vez con otros procesos viscerales no ahora conocidos, todo espontáneamente ocurrirán juntos en una persona determinada; su sentimiento de su combinación es la emoción del temor, y él es la víctima de lo que se conoce como el miedo mórbido.

Lo que nos hace comprender más profundamente que nunca cuánto nuestra vida mental es tejer con nuestra estructura corporal, en el sentido más estricto del término. Rapto, el amor, la ambición, indignación y orgullo, considerados como los sentimientos, son frutos del mismo suelo con el cuerpo más grosero sensaciones de placer y de dolor. Pero se dijo desde el principio que esto sería afirmar única de lo que a continuación de acuerdo en llamar a las emociones "estándar"; y que esas sensibilidades internas que aparecieron desprovisto a primera vista de los resultados corporales se deben dejar fuera de la cuenta.

Ellos son, los sentimientos morales, intelectuales y estéticos. Grupos de sonidos, de colores, de líneas, consistencias lógicas, nos afectan con un placer que parece arraigado en la forma misma de la representación en sí, y para pedir prestada cualquier idea surgiendo desde las partes inferiores del cerebro. Los psicólogos han tratado enfáticamente de distinguir sentimientos debido a la forma en que las ideas se pueden arreglar. Una geométrica demostración puede ser tan "bonita", y un acto de justicia como "limpio" como un dibujo o una melodía, aunque la hermosura y pulcritud parecer aquí para ser una cuestión pura de la sensibilidad, y no tener nada que ver con la sensación. Se tiene entonces, o para algunos, pareciera tener, formas genuinamente cerebrales de placer y displacer, al parecer no estar de acuerdo en su modo de producción, con la llamada Emociones "estándar" que hemos estado analizando. Desde percepciones musicales, ya que las ideas lógicas, puede despertar inmediatamente una forma de sentimiento emocional, ¿no es más natural suponer que en el caso de la llamada emociones "estándar", impulsado por la presencia de objetos o la experiencia de los acontecimientos, el sentimiento emocional es igualmente inmediata, y la expresión corporal algo que viene después y se añade el?

Sin embargo, un examen sobrio de los casos de la emoción puramente cerebral da poca fuerza para esta asimilación. A menos que en ellos existe realmente aceptaciones con el sentimiento intelectual una reacción corporal de algún tipo, a menos que en realidad se ríen de la pulcritud del dispositivo mecánico, la emoción en la justicia del acto, o cosquilleo en la perfección de la forma musical, nuestra condición mental es más aliada a un juicio del derecho que no será para cualquier otra cosa. Y tal juicio es más bien para ser clasificado entre percepciones de la verdad: es un acto cognitivo. Pero como una cuestión de hecho de la sensación intelectual casi nunca sí existe por lo tanto no acompañado. El cuerpo de resonancia

de a bordo está en el trabajo, como la introspección mostrará, mucho más de lo que solemos suponer. Sin embargo, donde la familiaridad con cierta clase de efectos ha embotado la sensibilidad emocional a ella tanto como lo ha agudizado el gusto y el juicio, se hace llegar la emoción intelectual, si tal puede llamarse, pura y sin mácula. Y la sequedad de la misma, la palidez, la ausencia de todo resplandor, ya que puede existir en una a fondo la mente de crítico experto, no sólo nos muestra lo que una cosa totalmente diferente que es de las emociones "estándar" que consideran primero, sino que nos hace sospechar que casi la totalidad diferencia radica en el hecho de que el cuerpo de resonancia de a bordo, vibrando en un caso, está en el otro mudo. "No es tan malo" es, de una persona de gusto consumado, apto para ser el límite más alto de la aprobación de expresión.

Para volver a nuestro punto de partida, la fisiología del cerebro. Si suponemos su corteza contiene centros para la percepción de cambios en cada órgano sensorial especial, en cada porción de la piel, en cada músculo, cada articulación y cada víscera, y contiene absolutamente nada más, todavía tienen un esquema perfectamente capaz de representar el proceso de las emociones. Un objeto cae en un sentido-órgano y está apercibido por el centro cortical apropiado; o bien este último, emocionado de alguna de otra manera, da lugar a una idea del mismo objeto. Rápido como un rayo, las corrientes reflejas pasan a través de sus canales de pre-ordenado, alterar la condición de los músculos, la piel y vísceras; y estas alteraciones, apercibido como el objeto original, en tantas partes específicas de la corteza, se combinan con él en la conciencia y transformar desde un objeto-simplemente-aprehendido en un emocional-objeto de sentido. No hay nuevos principios que tienen que ser invocados, nada se postula más allá del circuito reflejo ordinario, y los centros de tópicos admitidas en una forma u otra por toda la existencia.

Un caso de la anestesia corporal interna y externa completa, sin alteración del motor o la alteración de la inteligencia, excepto la apatía emocional, sería pagar, sino una prueba crucial, al menos, una fuerte presunción en favor de la verdad de la opinión de que ha establecido; mientras que la persistencia del fuerte sentimiento emocional en tal caso sería completamente derrocar nuestro caso. Anestésias históricas parecieran no ser lo suficientemente completa para cubrir el suelo. Completo anestésias de enfermedad orgánica, por otro lado, son extensamente raro.

Finalmente, podemos decir que todo ser humano en un estado de salud física y mental "normal" cuenta con todas las facultades funcionales necesarias para entablar una comunicación verbal y emocional estable, con las reacciones fisiológicas que conlleva la comunicación y sus respectivos estados emocionales que de igual forma es transitoria en toda comunicación mientras esta se desarrolla.

### 3.1.2.1. Emociones Básicas

Una emoción es una respuesta sin elección o consideración, sobre lo que está ocurriendo: el interior de la persona (planos, memorias, cambios fisiológicos), lo más probable es que se produjeron antes de lograr que la expresión (antecedentes), y lo que es más probable que ocurra próximos (consecuencias inmediatas. intentos de regulación, de afrontamiento) [7]. Por ejemplo, cuando vemos a una persona con una expresión de disgusto, sabemos que la persona está respondiendo a algo ofensivo para saborear u oler, literal o metafóricamente, que la persona es probable que haga sonidos como "puaj" en lugar de "yum", y es

probable que se aleje de la fuente de estimulación. En otro lugar se ha descrito siete u ocho clases de información que señales emocionales pueden proporcionar, y las investigaciones necesarias para establecer que esto es así.

Expresiones emocionales son cruciales para el desarrollo y la regulación de las relaciones interpersonales. Por mencionar sólo tres ejemplos, expresiones faciales deben participar en la formación de información adjunta (desde la infancia, así como en el cortejo), y en la regulación, la aceleración o desaceleración de la agresión.

Los estados de ánimo y los rasgos emocionales no son dueños de sus propias señales distintivas, pero en lugar de eso infieren estos fenómenos afectivos, al menos en parte, del hecho de que ellos están saturados con las señales de una u otra emoción. Una alta incidencia de señales relacionadas con la ira puede sugerir un irritable estado de ánimo o un rasgo hostil, por ejemplo.

Decir que es crucial para la evolución de las emociones que informen sobre sus congéneres materia de estudio, no significa que en todos y cada instancia en la que las emociones se producen una señal estará presente. Emociones, obviamente, se producen sin ninguna señal evidente, porque podemos, a un grado muy grande, inhibir la aparición de una señal. También, un umbral puede necesitar ser cruzado para lograr una señal expresiva, y ese umbral puede variar entre los individuos. Si se pudiera medir las áreas del cerebro que envían información al núcleo facial durante una experiencia emocional, se encontraría con que hay alguna actividad distintiva, incluso con poco estados de umbral o bien, cuando una persona está tratando de inhibir la emoción. Esta sigue siendo una empírica cuestión.

No sólo puede haber emoción sin expresión, no puede ser lo que parece ser la expresión sin emoción. Los humanos deliberadamente o habitualmente pueden fabricar un facsímil de una emotiva expresión, vestibular y vocalmente. Esto puede ocurrir por muchas razones; por ejemplo, inducir a error o para referirse a una emoción que no se experimenta actualmente. Las expresiones faciales difieren en formas sutiles cuando una sonrisa se produce involuntariamente como parte de uno u otro disfrute experiencias, en comparación con cualquiera de los dos sonriendo social o deliberadamente hecho falsas sonrisas.

## 3.2. Fisiología específica de la Emoción

Si las emociones básicas evolucionaron [7] para hacer frente a las tareas fundamentales de la vida, no sólo deben proporcionar información a través de las expresiones de sus congéneres acerca de lo que está ocurriendo, pero también debe haber cambios fisiológicos que preparan al organismo a responder de manera diferente en diferentes estados emocionales.

Para patrones distintivos del sistema nervioso autónomo (SNA) existe cierta actividad para la ira, el miedo y el asco, y parece que también puede haber un patrón distintivo para la tristeza. Estos hallazgos han sido replicados en cuatro experimentos separados, en dos grupos de edad diferentes, por investigadores expertos en el tema, logrando gran aceptación en su respectivo gremio [8].

Es de suponer que los que abogan por una visión tan diferente debería esperar diferentes patrones de conducta que sean les enseña para cada emoción, y por lo tanto diferentes patrones de actividad SNA deben llegar a ser establecida con cada emoción en las culturas que se sabe que difieren en sus actitudes acerca de emoción.

La mayoría simplemente, el construccionismo social enfatiza la historia pasada de la persona, mientras que el teórico evolutivo hace hincapié en la historia pasada de la especie en la explicación de por qué hay emoción específica con actividad del SNA. Si es sólo la ontogenia, a continuación, en la medida en que diferentes personas aprender diferentes formas de comportamiento cuando se experimenta una u otra emoción, no debe haber diferentes patrones de actividad SNA observada para las emociones que hemos estudiado. Esto proporciona un importante apoyo consistente con una vista evolutivo que éstas son las emociones básicas.

Congelación por el miedo puede parecer para crear un problema para esta línea de razonamiento, pero no si la congelación es interpretada como un estado terrible en la que es, sin embargo, todavía preparada el organismo, autónomicamente, para el vuelo rápido, o bien, la acción de congelación proporciona ocultamiento. No toda experiencia temerosa implica una amenaza de la que uno puede huir. El informe del médico, que más pruebas son necesarias para confirmar si los resultados preliminares son correctos en señalar una enfermedad terminal, despierta el temor, pero el evento no es uno que la persona puede huir del patrón de SNA de actividad que prosigue del vuelo aún podría ocurrir en este ejemplo, si el programa motor evolucionado para esta emoción es el vuelo.

Análisis del miedo es relevante para estas complejidades. Distingue temor animal, miedo a la gente, y el miedo de los objetos inanimados, lo que sugiere que las diferentes acciones pueden tener desarrollado por temor a un depredador en comparación con los miedos sociales. No está claro si él ve miedo a los depredadores que incluye el temor de otros humanos agresivos, o si se limita estrictamente al miedo de otros animales. El patrón no específico de la actividad motora tenía valor de supervivencia de una emoción, entonces no habría razón para esperar un patrón específico de actividad del SNA al haber sido establecido para la emoción.

Se cree que no hemos encontrado un patrón de emoción específica, un patrón que difiere de cada una de las otras emociones, ya sea para la sorpresa o el disfrute. Sin embargo, es necesario postular la actividad específica del sistema nervioso central-emoción (SNC) en las emociones básicas. Las características distintivas de cada emoción, incluyendo los cambios no sólo en la expresión, pero en los recuerdos, las imágenes, las expectativas y otras actividades cognitivas, no podía ocurrir sin organización del sistema nervioso central y la dirección. Debe ser único patrones fisiológicos para cada emoción, y estos patrones SNC deben ser específicas para estas emociones no se encuentran en otra actividad mental.

### 3.2.1. Mecanismo de Evaluación automática

Tiene que haber un mecanismo evaluador que atiende selectivamente a esos estímulos [8] (internos o externos) que son la ocasión para una u otra emoción. Dado que el intervalo entre el estímulo y la respuesta emocional es a veces extraordinariamente corto, el mecanismo de evaluación debe ser capaz de operar con

gran velocidad. A menudo la evaluación no sólo es rápida, pero sucede sin el conocimiento, por lo que debe postular que el mecanismo de evaluación es capaz de operar automáticamente. Debe ser construida de manera que atiende rápidamente a algunos estímulos, no determinar sólo que pertenecen a la emoción, pero a la que corresponde no siempre es automática. A veces la evaluación de lo que está sucediendo es lento, deliberado y consciente. Con una valoración más extensa existente puede haber alguna activación autonómica, pero quizás no de una especie que se diferencia. La persona podría decirse que esta despierta o alerta, pero sin emoción específica operativa. Cognición juega el papel importante en la determinación de lo que quedará reflejado. Durante tal evaluación extendida la evaluación puede igualar a los filtros selectivos de la ejecución automática o no tiene que ser, sin embargo; la experiencia puede ser difusa y no específica de una emoción

Sistemas de procesamiento emocional tienden a utilizar la representación de estímulo mínimo posible para activar el comportamiento emocional de sistemas de control de la respuesta, que característicamente implican que están relativamente ligados, la velocidad, y el uso de más alto nivel de estímulo de procesamiento es de mala adaptación cuando un nivel inferior exista. Sin embargo, no todas las reacciones emocionales pueden ser medidas por los acontecimientos sensoriales primitivos y circuitos neuronales subcorticales [8].

En un cambio importante en la propia posición para incorporar las pruebas en las emociones básicas, son entre dos modos de evaluación: uno automático, irreflexiva e inconsciente o preconsciente, el otro deliberada y consciente. Se describe sucintamente lo que se llama un "psicobiológico principio", que, se dijo, "prevé universales en el proceso de la emoción. Una vez que las evaluaciones se han hecho, la respuesta emocional es una conclusión inevitable, consecuencia de la biología"

No se sabe exactamente cómo funciona una contribución biológica a la evaluación; qué es lo que es dado, que luego es operado automáticamente. Parece razonable suponer que lo que es biológicamente determinado debe estar relacionados con los antecedentes universales de la emoción.

Evaluación automática opera también en una variedad de eventos de estímulo que tenemos repetidamente encontrado o con acontecimientos que, aunque raros eran extraordinariamente intensos. Se señala cómo diferencias en nuestra experiencia permite enormes variaciones en los detalles de lo que provoca emoción que son atribuibles a la personalidad, la familia y la cultura. Y, sin embargo, no es totalmente maleable. Hay algunos puntos en común en lo que suscita una emoción para cualquier persona: La situación estructurada ancestralmente recurrente que el organismo clasifica a sí mismo como es en el "significado" de la situación de ese organismo.

A menudo en la vida civilizada, nuestras emociones se producen en respuesta a las palabras, no las acciones, a los acontecimientos que son complejos e indirectos, y es un proceso de evaluación extendida que opera con conciencia y deliberación. Entonces la persona es muy consciente de lo que se llama al "El análisis de significado" el que se produce. Aquí es otro lugar de entrada para el aprendizaje social para generar grandes diferencias entre grupos culturales, y las principales diferencias individuales dentro de una cultura.

Se han desarrollado modelos de cómo se pueden operar los procesos de evaluación. Leyendo sus descripciones y teniendo en cuenta la mayor parte de sus fuentes de datos, parece que están considerando solamente la evaluación extendida, pero se cree que sus modelos para caracterizar la evaluación automática

también son importantes. Sus modelos no son contradictorios con una posición de emociones básicas, pero al parecer lo hacen ver una contradicción.

### 3.3. Precedencia de Eventos Universal

Si las emociones son vistas como algo evolucionado para hacer frente a las tareas fundamentales de la vida en formas que han sido evolutivamente adaptativo [8], entonces es lógicamente consistente esperar que habrá pocos elementos comunes en los contextos en que se encuentran las emociones que se producen. Esto no es para presumir que cada contexto social que suscita una emoción será el mismo para todas las personas dentro o a través de las culturas. Pero este aprendizaje es probable que sea biológicamente adquirido o restringido en el sentido de que las respuestas son mucho más fácilmente conectar a algunos tipos de estímulos que a otros. En otras palabras, es apropiado hablar de biológicamente preparado aprendizaje. Por lo tanto, es probable que requiera un mínimo de entrada sólo en términos de formación, y para dar lugar a respuestas muy persistentes que no se extinguen con facilidad.

Se ha demostrado que la exposición limitada es suficiente para el establecimiento de los temores de serpiente en monos que son muy difíciles de extinguir. Se encontraron antecedentes comunes en emoción en las muchas culturas no occidentales que se examinaron.

Se ha discutido una serie de características que distinguen las emociones de señales universales, fisiología distintiva, valoración automática influenciado por tanto ontogenético y filogenético pasado y similitudes en los antecedentes de eventos que requieren sucesivamente la emoción [8].

Las emociones son propensas a ser observables en otros primates. Es posible que puede haber algunas emociones que son únicos a los seres humanos, pero no hay pruebas convincentes. Eso es tanto, por supuesto, la capacidad para representar la experiencia emocional de las palabras cambia mucho los aspectos de la experiencia emocional. Las emociones pueden tener un inicio muy rápido, a partir de tan súbito evento que pueden ocurrir antes de que uno es consciente de que han comenzado. Inicio rápido es fundamental para el valor adaptativo de las emociones, la movilización nosotros rápidamente para responder a eventos importantes. También es adaptativo para los cambios de respuesta que puede ocurrir tan rápidamente que no durará mucho tiempo a menos que la emoción se evoca de nuevo. Aquí no es el lugar para discutir sobre cuánto tiempo una emoción dura normalmente, pero sin duda no es de horas o días, pero más en el ámbito de minutos y segundos.

Debido a que las emociones pueden ocurrir con un inicio muy rápido, a través de la evaluación automática, con poca conciencia, y con los cambios involuntarios en la expresión y la fisiología, a menudo experimentan emociones como nos pasa. Las emociones son espontáneamente, no elegido por nosotros.

Las emociones específicas regulan la forma en que pensamos, y que esto será evidente en los recuerdos, las imágenes y las expectativas. Sospecho que la relación entre las emociones y los pensamientos no es exclusivamente una función de aprendizaje social debido a las limitaciones biológicas poner en el sistema cognitivo, así como el sistema de emoción.

La experiencia subjetiva de la emoción, cómo se siente cada emoción, es para algunos en el centro de lo que es una emoción. Esto incluye presumiblemente sensaciones físicas, y otros sentimientos que son la consecuencia de la retroalimentación de los diversos cambios de respuesta que se producen de forma única para cada emoción. Lamentablemente, la experiencia la mayoría de lo que sabemos sobre subjetiva viene de cuestionarios, cumplimentados por personas que no están teniendo una emoción, tratando de recordar lo que se siente. No es un asunto fácil de evaluar la experiencia subjetiva, sobre todo si lo que se quiere es algo más que simplemente la cantidad de emociones positivas o negativas.

Antes de pasar a la pregunta de cuántas emociones existen, se menciona el concepto de familias de emociones, que pueden ayudar a despejar un poco de la confusión y la discusión sobre este punto importante. Cada emoción no es un solo estado afectivo sino una familia de estados relacionados. Cada miembro de una familia de emociones comparte las características que he descrito. Estas características compartidas dentro una familia difieren entre familias de emociones, distinguiendo una familia de otro. Dicho de otro término, cada familia de emociones puede considerarse que constituyen un tema y variaciones. El tema es compuesto de las características únicas para esa familia, las variaciones sobre ese tema son el producto de las diferencias individuales, y diferencias en la ocasión específica en la que una emoción ocurre. Los temas son el producto de la evolución, mientras que las variaciones reflejan el aprendizaje [9].

Aunque la evidencia no es ciertamente exacta. Inicialmente se propone la siguiente lista de emociones: diversión, la ira, el desprecio, la alegría, el asco, vergüenza, emoción, el miedo, la culpa, el orgullo de los logros, el alivio, la tristeza / la angustia, la satisfacción sensorial placer, y la vergüenza. Cuando se tiene en cuenta que cada una de estas palabras denota una familia de relacionadas emociones, entonces esta lista de 15 emociones está muy expandida. Claramente, omite algunos fenómenos afectivos que otros han considerados emociones. La culpa es un candidato probable.

Antes de abandonar la lucha por la pregunta de cuántas emociones existen, vale la pena teniendo en cuenta la posibilidad de que probablemente hay palabras más emocionales que las mismas emociones, términos que no se refieren sólo a la emoción, pero las características de la situación provocando, de diferencial respuesta a esa situación, se detalla cómo ocurre esto, y cómo tales variaciones en términos emocionales pueden ser tratados desde un punto de vista de emociones básicas.

Características que distinguen emociones básicas de sí y de los fenómenos efectivos:

1. Señales universales distintivos
2. Fisiología Distintivo
3. Valoración automática, atención
4. Universales distintivos en eventos antecedentes
5. Aspecto distintivo del desarrollo
6. Presencia en otros primates
7. Inicio rápido

8. Duración breve

9. Ocurrencia Espontáneamente

10. Distintivos pensamientos, recuerdos imágenes

11. Experiencia subjetiva Distintivo

Los sellos que distingue a las emociones de otros fenómenos afectivos. Lo que es único es que cuando se produce una emoción que se trata de tareas actuales de vida fundamentales en formas que eran adaptativa en nuestro pasado evolutivo. Esto no es negar que nuestra propia experiencia pasada voluntad individual también influyen en cómo nos ocupamos de estas tareas fundamentales de la vida, pero eso no es lo que es única para emociones. Es nuestro pasado como especie en el trato con las tareas fundamentales de la vida y cómo que organiza y al menos al principio influye en la forma en que evaluamos y respondemos a un evento actual que marca las emociones.

La posición de las emociones básicas que se ha descrito no pretende omitir a la variedad de afectiva de fenómenos, intenta organizar esos fenómenos, poniendo de relieve las posibles diferencias entre emociones básicas y otros fenómenos afectivos que sólo pueden ser determinados por la investigación adicional.

### 3.4. Diagrama de Emociones

Las emociones humanas tienen raíces evolutivas profundas [9], un hecho que puede explicar su complejidad y proporcionar herramientas para la práctica clínica.

Se asume que el estudio de las emociones es una de las más confusas (y todavía abiertos) capítulos en la historia de la psicología. Según una estimación, se propusieron en el transcurso del siglo 20 más de 90 definiciones de "emoción". Si hay poco consenso sobre el significado del término, no es de extrañar que hay mucho desacuerdo entre los teóricos contemporáneos relativos a la mejor manera de conceptualizar la emoción e interpretar su papel en la vida [9].

En la existencia humana cotidiana concebimos una serie de emoción: la ira, la desesperación, la alegría, el dolor, como un sentimiento, un estado interior. La experiencia interna de la emoción es muy personal y a menudo confuso, sobre todo porque varias emociones se pueden experimentar al mismo tiempo. Imagínenos, entonces, lo difícil del estudio objetivo de la emoción debe ser. La mayoría de nosotros a menudo censuran nuestros propios pensamientos y sentimientos, y hemos aprendido a ser cauteloso acerca de la aceptación de los comentarios de la gente sobre sus sentimientos. El estudio empírico de un fenómeno psicológico tan complejo y tan elaboradamente envuelta no puede dejar de presentar un reto especial.

Para agravar la desconfianza de los informes verbales de emoción son las influencias del conductismo y el psicoanálisis en la investigación psicológica. Los conductistas del siglo 20 creían que la información objetiva único método verdaderamente fiable que se puede obtener a partir de las criaturas vivientes sería la información sobre su comportamiento [9]. Un conductista clásico sostendría que la emoción es un estado interior y por lo tanto simplemente fuera del ámbito de la ciencia. Por su parte, los psicoanalistas han

hecho conscientes de que las emociones pueden ser reprimidos, inhibido o inconsciente, y por lo tanto no está disponible para la introspección. Por último, el lenguaje mismo introduce ambigüedad y no hace que sea fácil para describir una mezcla de emociones de una manera inequívoca. El significado de los términos emoción es a menudo oscura. Por ejemplo, mucha gente no está seguro acerca de las diferencias entre el miedo y la ansiedad, la culpa y la vergüenza, o la envidia y los celos. Como resultado, a menudo recurre a la metáfora para intentar describir la emoción. Pensemos, por ejemplo, tales expresiones como "desahogarse", "odiar las tripas de alguien", "dolor en el cuello", "nudo en la garganta" y "un corazón roto."

¿Cómo, entonces, puede ser estudiado y comprendido la emoción? El reto de desarrollar un enfoque teórico es importante, porque las emociones son una parte esencial de lo que somos y cómo sobrevivimos; angustia emocional impulsa a la gente a buscar ayuda, y de hecho la principal preocupación de la psicoterapia es la reparación de los trastornos emocionales. Para simplemente declarar la emoción fuera de los límites del estudio científico sería irresponsable.

Se cree que una comprensión científica y terapéuticamente útil de las emociones es posible. De hecho, hay varias tradiciones intelectuales científicos que se han ocupado de esta cuestión. Hay una evolución (lanzado por Charles Darwin), una psicofisiológica (William James), un neurológica (Walter Cannon) y una tradición psicodinámica (Sigmund Freud), además de la perspectiva cognitiva que comenzó emergente en la década de 1950 [9]. Más recientemente la evidencia neurobiológica ha comenzado a informar a la discusión; Sin embargo, la identificación de las estructuras del cerebro relacionadas con la emoción no es una teoría de la emoción, ni puede tal teoría se construye a partir de un conocimiento de los productos químicos implicados en los estados de ánimo, tal como una teoría adecuada de la depresión no puede ser construido simplemente de un conocimiento de la disponibilidad de serotonina.

La teoría evolutiva ofrece una manera de unificar una serie de perspectivas teóricas. El uso de las herramientas y los métodos de la biología evolutiva, y reunir información de otras especies, podemos poner las emociones en un marco funcional-definirlos en términos de lo que podría ser su función adaptativa, y así comprender mejor su base biológica y las aparentes conexiones entre ellos.

Por autores ahora que todos hemos oído hablar de los libros más vendidos describir los celos, el amor, la ansiedad y el miedo en perros, gatos, chimpancés, babuinos, elefantes y leones. Los bestiarios de la época medieval contenían descripciones detalladas de las emociones en los animales. El atractivo popular de estas explicaciones puede radicar en su capacidad de tocar un sentido profundo de la conexión de todas las cosas vivas. Aunque muchos psicólogos han advertido de los peligros de antropomorfismo, el pensamiento reciente de los científicos cognitivos y otros ve esta actitud como un prejuicio anticuado. Pero existe el peligro de simplificar demasiado: Se necesita una comprensión sofisticada de informar a la práctica clínica.

Al igual que muchos conceptos en la ciencia, las emociones pueden entenderse mejor al hacer inferencias a partir de ciertas clases de pruebas. Tales inferencias sugieren que las emociones o sus precursores evolutivos (o prototipos) se pueden encontrar entre los animales inferiores, así como los seres humanos, un hecho que puede proporcionar ideas evolutivas fascinantes en nuestras emociones, estados de ánimo y rasgos de personalidad. Además, sugieren que la emoción, la cognición y la acción interactúan en los

bucles de retroalimentación y que las emociones se pueden ver en un modelo estructural ligado a la adaptación.

### 3.4.1. Evolución y Emoción

Lo que llamamos cognición (la actividad de conocer, aprender y pensar, de que la emoción está a millones de piezas) evolucionado a lo largo del año. Estudios anteriores reconocen que el proceso de la evolución por selección natural aplicada no sólo a las estructuras anatómicas, sino también a la "mente" de un animal y el comportamiento. Los que han seguido estos estudios de los orígenes evolutivos de la emoción han tratado de entender cómo las emociones aumentan la aptitud evolutiva para el individuo [9].

Unos orígenes evolutivos son fáciles de postular. El miedo y la ansiedad en las personas paralelas de cerca el estado de mayor excitación de un animal que siente un depredador o una amenaza a su descendencia, una similitud que se ha encontrado en los estudios neuroquímicos, anatómicos y de imágenes que muestran estos estados están mediadas por el sistema límbico, la parte del sistema nervioso central común a los animales inferiores y superiores. El amor y el apego emocional promueven claramente vinculación de los pares, la reproducción y la inversión parental, básica a la aptitud evolutiva de seres humanos. Pero los orígenes de algunas otras emociones son más difíciles de encontrar.

El punto de partida podría ser el problema de definición. Una emoción no es simplemente un estado emocional. La emoción es una compleja cadena de acontecimientos relacionados vagamente que comienza con un estímulo e incluye sentimientos, cambios psicológicos, impulsos a la acción y el comportamiento específico, dirigido a un objetivo. Es decir, los sentimientos no ocurren de manera aislada. Son respuestas a situaciones importantes en la vida de un individuo, y con frecuencia motivan acciones. Esta definición de las emociones permite el concepto a ser generalizado para bajar animales sin dificultad. A partir de sus estudios sobre animales, los bebés humanos y los adultos humanos, se llegó a la conclusión de que los comportamientos expresivos comunican información de un animal a otro sobre lo que es probable que suceda; por lo tanto, afectan a las posibilidades de supervivencia del individuo que demuestra el comportamiento.

En general, las emociones se activan en un individuo cuando los problemas de la supervivencia se plantean de hecho o por implicación. Estas situaciones incluyen amenazas, ataques, sustancias venenosas o el avistamiento de una pareja potencial. El efecto del estado emocional es crear una interacción entre el individuo y el acontecimiento o estímulo que precipitó la emoción. La interacción usualmente toma la forma de un intento de reducir el desequilibrio y restablecer un estado de reposo comparativo.

Cada organismo unicelular, del alga azul-verde a la eucariota, es un organismo completo autosuficiente. Los organismos unicelulares están expuestos a riesgos cotidianos en sus entornos. Toman en los alimentos, excretar productos de desecho, evitar a los depredadores, reproducir mediante el intercambio de genes en muchos casos, buscan entornos seguros y explorar su mundo microbiológico. Así, estos simples organismos se adaptan a muchos de los mismos problemas que los superiores, los organismos multicelulares. Las bacterias son capaces de vías metabólicas muy complejas y, los virus y las bacterias han evolucionado tácticas de camuflaje, la distracción y la mímica. Incluso las células vegetales como las

algas verdes muestran reacciones defensivas para tocar, y los mensajes químicos señalan desde la alarma a la atracción sexual en organismos desde las bacterias hasta los seres humanos.

Como uno se mueve en la escala evolutiva, es notable observar que un pequeño número de genes de desarrollo puede alterar radicalmente el comportamiento de las células y cambiar una ameba en un organismo multicelular. Junto con el contenido genético, y continuidades evolutivas en estructura, función y desarrollo, entonces, no es sorprendente que se puede discernir una serie continua de comportamiento.

La naturaleza del entorno que crea una serie de requisitos funcionales para todos los organismos para que puedan sobrevivir. Como alga de Ricci, un organismo superior debe tomar en nutrientes y eliminar los productos de desecho. Se debe distinguir entre depredador y presa, y entre una pareja potencial y un enemigo potencial. Se debe explorar su entorno y orientar sus órganos de los sentidos apropiadamente, ya que toma en la información sobre los aspectos beneficiosos y perjudiciales de su mundo inmediato. Los organismos que son relativamente impotentes al nacer deben tener formas de indicar la necesidad de cuidado y crianza.

Sólo unas pocas clases de conducta adaptativa, se encuentran en la mayoría de las especies y en la mayoría de los niveles filogenéticos. Estos incluyen la alimentación, la respuesta de lucha o huida, el sexo, el cuidado y la investigación. Estos patrones pueden ser considerados adaptaciones prototipo. Las conexiones entre el comportamiento y los estados y procesos internos son menos obvias. Sin embargo, este tipo de conexiones se pueden hacer por inferencia a partir de una variedad de pruebas. Esta evidencia incluye el conocimiento de las condiciones estimulantes, el conocimiento de los patrones de conducta típicos del individuo y de la especie, decisiones tomadas cuando existen alternativas a los efectos de los actos de comportamiento y reacciones de los otros miembros del grupo o de la propia especie. Una sola pantalla abierta de emociones puede reflejar estados complejos como aproximación y evitación, ataque y huida, el sexo y la agresión, o el miedo y el placer. No es necesariamente fácil de detectar un sustrato emocional en el comportamiento de los animales inferiores, pero tampoco es necesario excluir la posibilidad. La emoción es mucho más compleja que la experiencia subjetiva familiar para un adulto humano, y el concepto de la emoción se puede aplicar a los animales inferiores, así como los seres humanos. Las emociones tienen una complejidad inherente que está en parte relacionada con su historia evolutiva.

### 3.4.2. Cognición, Emoción y Evolución

Cualquier organismo debe determinar, sobre la base de información limitada, si hay comida, un compañero o peligro en su entorno. En función de la predicción hecha, el organismo toma la decisión de escapar, al ataque, para comer o para aparearse. Los complejos procesos que tienen lugar en el servicio de necesidad biológica incluyen recibir información sensorial, evaluarla, la captura de los aspectos importantes de la información de símbolos y comparar la nueva información con los almacenes de memoria. La predicción de las características de ciertos ambientes permite a los organismos de prepararse para esos ambientes [10].

Las funciones cognitivas sirven a las emociones y necesidades biológicas. Información al medio ambiente, dice, se evalúa en términos de su capacidad para satisfacer o frustrar necesidades. Lo que es

particularmente significativo es que cada nueva experiencia cognitiva que es biológicamente importante está relacionada con una reacción emocional, como el miedo, el placer, el dolor, disgusto o depresión. Desde el punto de vista de la evolución, la cognición desarrollada con el fin de predecir el futuro de manera más eficaz. El cerebro humano, que ha evolucionado como una adaptación a los cambios y entornos difíciles, ahora ha ayudado a crear el entorno al que debe seguir adaptándose.

Si la emoción es una cadena de eventos, la cognición es generalmente cerca del comienzo de la cadena. ¿Es la sensación de emoción o los cambios fisiológicos que son parte de la emoción? Esto es realmente una pseudo-problema. Las emociones no son simplemente eventos lineales, sino que son procesos de retroalimentación. La función de la emoción es restaurar al individuo a un estado de equilibrio cuando los acontecimientos inesperados o inusuales crean desequilibrio. Incluso si las cogniciones son generalmente al principio de la cadena de acontecimientos, que pueden ser influenciados por los acontecimientos que aparecen más adelante en la cadena-estado de excitación, por ejemplo, o las defensas a través del yo un proceso de retroalimentación. Eventos de estímulo, ya sea externa o interna (como en los sueños), actúan como desencadenantes primarias que inician el proceso de la emoción de ir.

Estados emocionales tienden a ser seguido por los impulsos a la acción. La emoción puede causar que uno de los músculos se tense; se puede expresar como un gesto facial, puño cerrado o una acción como correr, atacar o gritando. Los impulsos a la acción no siempre son seguidas por la acción, ya que los individuos saben a menudo por temor a represalias o por vergüenza. Incluso cuando lo son, la conducta manifiesta no es el final del proceso de la emoción.

Tal comportamiento generalmente tiene un efecto sobre el estímulo o condición que se inició la cadena de acontecimientos en el primer lugar. Por ejemplo, que va desde una fuente de amenaza reduce la amenaza y tiende a restablecer la condición que existía antes de la amenaza. Del mismo modo, si alguien pierde un padre, llorando y duelo tienden a suscitar contactos de apoyo y ayuda de los miembros del grupo social de la persona en duelo y, al menos en forma simbólica, proporcionan una especie de reinsertión con el padre perdido y por lo tanto un cambio en el estado sentimental.

En general, la emoción es una especie de proceso homeostático en el que el comportamiento media progreso hacia el equilibrio; se llama homeostático del comportamiento, sistema de retroalimentación negativa. La emoción es una cadena de eventos compuestos de bucles de retroalimentación. Sentimientos y comportamiento pueden afectar la cognición, al igual que la cognición puede influir en el sentimiento.

En el corazón de todas estas descripciones es la idea de que las emociones tienen una función en la vida de los individuos. Esta idea surge de una perspectiva evolutiva, es coherente con el pensamiento psicodinámico y está cada vez más aceptado en los escritos contemporáneos. Por ejemplo, los organismos jóvenes requieren alimentos, protección y transporte. El llanto es un método importante para obtener dicha atención. Miedo protege el auto, inicia la retirada y permite el funcionamiento general para continuar. Vergüenza conduce al remordimiento y una disminución en la probabilidad de repetición del acto vergonzoso.

Estos ejemplos implican que las emociones son parte de un proceso de regulación social. La teoría evolutiva nos recuerda que los intereses de los diferentes individuos son a menudo en conflicto: los varones frente a las mujeres, los padres frente a los niños, hermanos contra hermanos, grupo contra grupo. Los genes son "egoístas" y preocupado con la auto-mantenimiento y auto-reproducción. Las interacciones

sociales y las comunicaciones reflejan este conflicto. Escuchar y hablar son regulados por las expresiones directas y sutiles de emoción-sonrisas, contacto con los ojos o mirando a otro lado, asiente con la cabeza, cambios posturales, vocalizaciones, preguntas pasivas y comandos implícitos ("¿Por qué no te pones un audífono?").

Interacción social Mucho implica individuos en diferentes posiciones jerárquicas. En tales situaciones, durante la conversación a menudo hay una censura de pensamientos rebeldes, y un concurso de ideas encubierto. Un individuo puede experimentar sentimientos de desafío o puede aceptar una posición sumisa. Las emociones, tanto a nivel consciente e inconsciente, regulan estos procesos sociales.

Otra forma de conceptualizar las emociones como un proceso de regulación social es en términos de los puntos de vista de la comunicación y sus colegas. Se señala que la comunicación es un proceso de evaluación / gestión orientada a la supervivencia. Las señales de comunicación se seleccionan en la evolución, ya que sustituyen el comportamiento más arriesgado como lucha.

Las emociones son parte de la gestión del proceso. La ira, por ejemplo, intimida, inflencias que otros hagan algo que usted desea que hagan, da energía a un individuo para el ataque o la defensa y los espacios de los participantes en un conflicto.

### 3.4.3. Modelado de las Emociones

Se ha utilizado el término "emoción" como un solo término, general para un grupo de fenómenos. Como los procesos complejos con valor funcional tanto en la comunicación y en el aumento de las posibilidades de la persona de la supervivencia, las emociones representan métodos inmediatos para lograr la aptitud evolutiva. Para integrar muchas de las cosas conocidas sobre las emociones, el modelo de decisiones es útil.

En inglés hay unos pocos cientos de palabras emocionales, y tienden a caer en familias basadas en la similitud. Se ha identificado que las emociones primarias se pueden conceptualizar de manera análoga a una rueda de color de colocación de emociones similares juntos y opuestos 180 grados de separación, como colores complementarios. Otras emociones son mezclas de las emociones primarias, al igual que algunos colores son primarios y otros realizados por la mezcla de los colores primarios. Tal modelado "circumplejo" se puede utilizar como herramienta de análisis en la comprensión de la personalidad, así, y la similitud entre los dos modelos es importante. Se ha ampliado el modelo circumplejo en tercera dimensión, que representa la intensidad de las emociones, de modo que el total así llamado modelo estructural de las emociones tiene la forma de un cono. Tal como se muestra en la Ilustración 1[10].

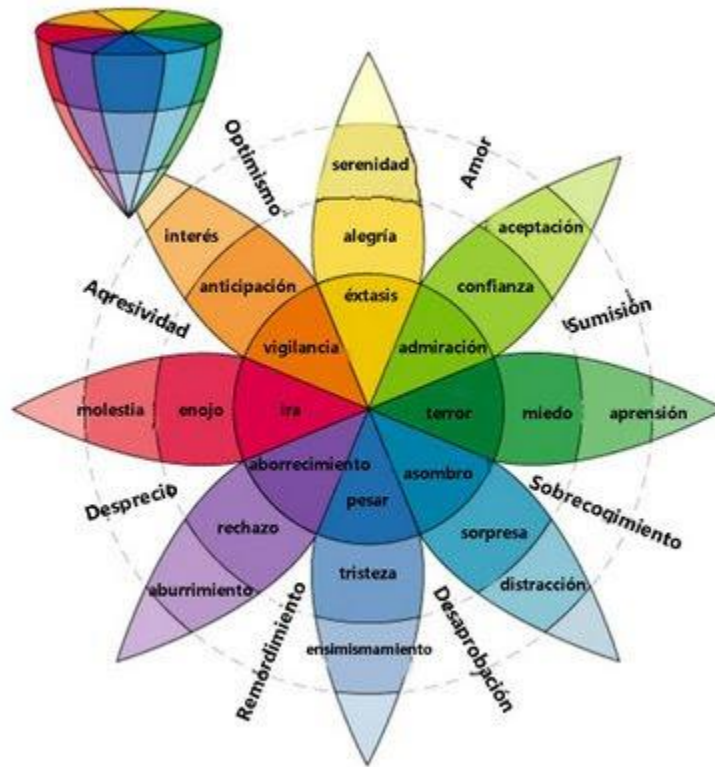


Ilustración 1 Diagrama de Plutchky

A través de los siglos, desde épocas ancestrales hasta el presente, filósofos y psicólogos han propuesto en cualquier lugar de 3 a 11 emociones como primaria o básica [10]. Todas las listas incluyen miedo, la ira y la tristeza; la mayoría incluye la alegría, el amor y la sorpresa. No hay manera inequívoca a establecerse en un número preciso, aunque los estudios de factor analítico, estudios de similitud-escalamiento, estudios de desarrollo infantil y estudios interculturales son útiles. Pero en el análisis final, esta es una decisión teórica para ser evaluados en términos de las inferencias e ideas a las que conduce, la investigación sugiere y el grado en que los datos empíricos son consistentes con ella. La teoría de la psico-evolución asume hay ocho dimensiones emoción básicas dispuestos en cuatro pares.

Si hay ocho dimensiones emocionales básicas (cada uno con un número de sinónimos o términos relacionados), ¿cómo podemos explicar el lenguaje total de las emociones? Varios estudios implican que los pocos cientos de palabras emocionales tienden a caer en familias basadas en la similitud. Si seguimos el patrón utilizado en la teoría del color y la investigación, podemos obtener juicios sobre combinaciones- las emociones que se producen cuando se combinan dos o más emociones fundamentales, de la misma manera que el rojo y el azul hacen púrpura. Los jueces de estos estudios han coincidido en que la alegría y la aceptación de mezcla produce la emoción mezclada de amor; asco, más la ira produce odio u hostilidad. Estas mezclas han sido llamados díadas primarias en la teoría.

Como se señaló anteriormente, es interesante y quizás importante que una de las hipótesis generadas a partir de este modelo estructural es que los rasgos de personalidad deben tener una estructura similar. Aunque la personalidad se enseña generalmente en las universidades como si tuviera poco o nada que ver

con las emociones, palabras tales como rasgos de personalidad sombríos, resentidos, ansiosos y tranquilas puede describir, así como los estados emocionales. Una persona puede sentirse deprimido, o sea una persona deprimida, se siente nervioso o ser una persona nerviosa. A menudo las personas son capaces de medir ambos estados emocionales y rasgos de personalidad que utilizan la misma lista de adjetivos, con un simple cambio en las instrucciones. Cuando se pide a los participantes de investigación cómo se sienten ahora, o dentro de los últimos días, la instrucción pide un auto-informe de un estado emocional o un estado de ánimo. Pero se les puede pedir lo que por lo general se sienten, una pregunta que se obtiene información acerca de los rasgos de personalidad. En los extremos son estados patológicos como la manía y la paranoia, pero incluso éstos pueden ser concebidos como expresiones extremas de emociones tan básicas como la tristeza, la alegría y disgusto.

Por otra parte, en los últimos años se han producido más de 1,000 estudios publicados relacionados con la identificación de las características de personalidad en los animales inferiores. Por supuesto los animales inferiores, probablemente se dice que tiene el temperamento en lugar de "personalidad", pero la extroversión, estabilidad emocional y amabilidad han demostrado generalidad considerable entre especies [10].

### 3.4.4. Algunas implicaciones emocionales

Un marco evolutivo suministra el estudio de las emociones con conceptos tales como el pensamiento funcional, la generalidad de los mecanismos a través de los filios, la teoría del desarrollo (para explicar, por ejemplo, el apego), y los conceptos de la aptitud inclusiva y la causalidad próxima y última.

Felizmente, en combinación con los sistemas secuenciales, estructurales y derivados descritos anteriormente, la teoría evolutiva puede proporcionar no sólo una forma de organizar los datos en los campos de las emociones, la personalidad y la psicopatología, sino también nuevas herramientas para la práctica clínica.

Un enfoque evolutivo sugiere que los estados de sentimientos subjetivos de las emociones suelen ser más ambigua y oscura que son los impulsos asociados a la acción.

Además, la adaptación exitosa implica la capacidad de sentir y expresar todas las emociones en la configuración adecuada. Aplicado a la emoción, la sociedad dicta que "hay un tiempo y un lugar para todo" en realidad encapsula la idea de que todas las emociones pueden ser adaptable dentro de la sociedad humana. Es una cuestión de la clasificación de las circunstancias específicas en que las emociones a veces pueden fallar en sus tareas de adaptación.

La teoría de la psico-evolución ha guiado el desarrollo de pruebas para medir los estados de ánimo, rasgos de personalidad, defensas del ego y los estilos de afrontamiento. También ha propuesto una conexión entre las emociones y las crisis existenciales que todos los seres humanos están sujetos a las relacionadas con la jerarquía, la territorialidad, la identidad y la temporalidad.

### 3.5. Las emociones y la voz

En las últimas dos décadas, los científicos e investigadores han podido identificar sistemáticamente las relaciones importantes entre un número de parámetros de voz acústicas y actitudes de los altavoces y emociones. A nivel teórico, las predicciones específicas de emociones en perfiles acústicos, basadas en suposiciones acerca de componentes fisiológicos de las respuestas emocionales, se han reunido con cierto éxito empírico. Se ha sugerido recientemente que las discrepancias entre las predicciones teóricas y hallazgos empíricos bien pueden ser debido al casi exclusivo uso de expresión emocional actuado en la investigación anterior, en el que los actores a propósito simulan emociones altamente estereotipados que podrían no reflejar los efectos espontáneos, sin control de la emoción en el habla, que eran el foco de los estudios [11]. Existe un problema adicional en la interpretación los datos de muchos estudios, debido al hecho de que las discrepancias entre las predicciones y los datos podrían tener su origen en cualquiera de un número de diferentes niveles, que van desde la actividad cognitiva que supone para dar lugar a las emociones, a través de la respuesta fisiológica esperada para diferentes emociones, a la forma en que se cree características vocales a depender fisiología del habla. En efecto, mientras que mucho se ha dicho acerca de presuntos cambios emocionales a la fisiología vocal, investigaciones empíricas que vinculan la medición fisiológica con evaluación acústica de expresión emocional está casi totalmente ausente.

Cada vez es más claro que necesita más atención a interpretar a vincular explícitamente el cognitivo, fisiológico y acústico propiedades del emotivo discurso espontáneo provocado. Una variedad de métodos se utiliza para provocar emotivo discurso naturalista, incluyendo la inducción técnica, así como la más clásico emoción de inducción mediante técnicas tales como los basados en la imaginación. Además de mediciones de las características acústicas del habla, respuestas fisiológicas también se registran y analizan.

En línea con el enfoque de incontrolada, fisiológicamente mediados del discurso emocional, parámetros acústicos vinculados principalmente a la calidad de voz son examinados. Estos incluyen parámetros basados, así como las medidas de la distribución de energía espectral, como han demostrado ser buenos indicadores de la expresada emoción en investigaciones recientes. A raíz de la reciente investigación que ha aplicado el filtrado inverso de la señal de voz para estimar la forma de onda glotal a través de diferentes emociones, se ha iniciado análisis más directos de la glotis abriendo y cerrando en el discurso emocional por medio de electroglotografía. El grupo de investigación también está llevando a cabo estudios paralelos de las respuestas fisiológicas a las emociones que son pertinentes para el estudio de la producción vocal. El objetivo directo de este enfoque combinado es entender mejor cómo las características acústicas del emotivo discurso se determinan por cambios fisiológicos emocionales subyacentes.

#### 3.5.1. Estudios de fisiología y voz emocional

En una serie de experimentos recientes y en curso, se ha utilizado un juego de ordenador como medio para inducir genuinas respuestas emocionales en un entorno interactivo. Eventos seleccionados en un juego de ordenador son manipulados de manera sistemática con la intención de provocar las evaluaciones

cognitivas que son postuladas por muchos teóricos de las emociones y que son la base de las mismas emociones [11].

Mucha evidencia en la emoción psicología sugiere que, de una persona con apreciaciones subjetivas de la obstrucción causada por un evento o estímulo, y su potencial para hacer frente a la situación, determinar el desencadenamiento de la respuesta emocional posterior.

En un estudio reciente, se manipulo los eventos en un espacio de juego de ordenador para provocar tasaciones de alta o baja obstrucción y potencial alto o bajo de afrontamiento. Los participantes fueron 36 masculinos, los estudiantes nativos de habla francesa de la Universidad de Ginebra, que estaban compitiendo por tres premios en efectivo (los premios aumentan la relevancia del juego para los participantes, por lo tanto, haciendo que el juego sea más emocional). La obstrucción meta o conducencia de situaciones de juego fue manipulado por la introducción del enemigo o naves alienígenas amigables respectivamente. El afrontamiento potencial del jugador frente a esos extranjeros era manipulado por la disminución o el aumento de tiro del jugador, el poder y la capacidad de control de la nave espacial [11].

Durante los eventos manipulados, sin dejar de jugar el juego, se pidió a los participantes a presentar un informe de su estado emocional, pronunciando en voz alta la frase "En ce momento, Je me sens ... " ("En este momento, me siento ... "), y luego completando la frase por la elección de una o más emociones, de una lista de 8 palabras (irritados, decepcionadas, contento, enfatizado, sorprendido, aliviado, impotente, y alarmado). Estos informes se registraron a una grabadora DAT Casio usando un Sony AD-38 con micrófono de solapa. Electromiografía de superficie (EMG) grabaciones de la actividad muscular del extensor del antebrazo, grabaciones de electrocardiograma de ritmo cardíaco, y la actividad respiratoria fue medida por medio de una cepa torácica calibre se registraron a lo largo de la duración de la sesión experimental a una frecuencia de muestreo de 800 Hz.

Análisis psicofisiológicos. Los bloques de datos de longitud de 10 segundo correspondientes a cada informe verbal se extrajeron para análisis. Cada una de las señales EMG fue rectificadas y se alisó fuera de línea usando un filtro de paso bajo digital de Butterworth con un corte frecuencia de 4 Hz., después de lo cual se muestrea la señal de a 20 Hz. y de media sobre el bloque de datos. El periodo corazón se calculó mediante un algoritmo de pico-cosecha para la detección automática de sucesivos picos de la onda R. La tasa de respiración se calculó mediante un filtro de la señal de la respiración en 4 Hz y, a continuación, la disminución de resolución de la señal a 10 Hz. La transformada rápida de Fourier (FFT) el análisis se utilizó para aproximar la media respiratoria duración del ciclo.

Análisis vocal. Cada repetición de "En ce moment, je me sens "estaba analizada acústicamente utilizando LabSpeech, una suite de rutinas de análisis de discurso LabVIEW semiautomáticas desarrollado en el laboratorio.

Estimaciones medias marginales para los parámetros vocales para que los principales efectos de afrontamiento o la obstrucción fueron significativas. El análisis acústico de las grabaciones de efectos vocales revelo la capacidad del jugador para hacer frente a situaciones de juego manipuladas, con un rango superior bajo condiciones de baja-afrontamiento que bajo alta-afrontamiento. Los mecanismos que subyacen a esta diferencia no están claros. Hubo un ciclo más largo respiratorio y disminución de la profundidad respiratoria para situaciones de poca-afrontamiento frente situaciones de afrontamiento de altura, y un efecto de ciclo respiratorio similar para obstructiva frente eventos conducentes. Los jugadores

con más frecuencia de situaciones de afrontamiento bajas reportadas como estresante, lo cual es consistente con la respiración superficial observada. Más lento fue la articulación en bajo afrontamiento y las situaciones de obstrucción debido al aumento carga cognitiva podría ser la base de la reducción observada de tasa de respiratoria (hubo una tendencia en estas situaciones no significativa de la frase con más larga duración). El aumento del ritmo cardíaco (Disminución del período) para eventos obstructivos apoya tal interpretación. Por el contrario, durante la escuela de afrontamiento y propicio de situaciones, los jugadores con más frecuencia reportaron haber sido contentos o tranquilos, lo cual es consistente con la producción del habla más relajado y la profundidad respiratoria normal y por lo tanto la tasa de articulación. No se encontraron diferencias significativas entre las condiciones para energía RMS acústica o actividad muscular del extensor del antebrazo.

Cabe señalar que todos los efectos significativos reportados en el informe fueron muy pequeños. Esto es debido probablemente en parte a los análisis acústicos, que eran preliminares y representan promedios de grano grueso tomadas sobre una frase entera en lugar de sílabas individuales. Los análisis de la respiración también fueron limitados debido a la falta de precisión la sincronización entre la señal respiratoria y la grabación acústica.

### 3.6. Análisis de voz emocional

En un esfuerzo para entender mejor la relación entre vocal fisiología y las características acústicas de discurso emocional, se ha comenzado recientemente a utilizar el análisis electroglotografico (EGG). La investigación está motivada en gran medida por el hallazgo de que un promedio, suprasegmentales difiere de distribución de energía espectral significativamente a través de las emociones. Este efecto de la emoción en el espectro promediado podría ser debido en parte a las diferencias en el tracto vocal, por ejemplo, causado por cambios en la precisión de articulación y por lo tanto la amplitud y ancho de banda de formantes. Sin embargo, en el estudio mencionado, la emoción no se encontró efectos a través de diferentes frases habladas, con ello lo que sugiere una causa-articulación independiente. Además, gran parte del trabajo en el modelado de fuente de voz y estimación ha señalado la relación entre la dinámica de la glotis-flujo y el espectro acústico resultante, en particular, la fuerza relativa de los armónicos, lo que sugiere que examen más cerca de la dinámica de la glotis en el discurso emocional es merecido.

Análisis Glotal de emociones imaginadas. Este estudio se llevó a cabo principalmente como una prueba de la viabilidad y la aplicabilidad de análisis EGG para el estudio de la producción emocional de la voz. En dicha investigación, se les hizo ocho personas a imaginarse a sí mismos en cada estado emocional específico y luego repetir una serie de Cadenas de 5 dígitos y frases cortas, así como la sostenida -a- vocal. Siete emociones no extremas (tensos, neutros, feliz, irritado, deprimido, aburrido, ansioso) correspondiente a los que se encuentra con frecuencia en situaciones cotidianas fueron seleccionados para este estudio. El discurso fue grabado con una grabadora DAT Casio usando un Sony AD-38 micrófono a un canal de la DAT en modo clip-on. Grabaciones de EGG eran hechas con un laringógrafo portátil en el segundo canal DAT.

Las muestras de cada sujeto fueron separadas acústicamente y analizadas mediante LabSpeech. Las medidas estándar fueron extraídas, así como la media de energía RMS de segmentos sonoros y la proporción media de energía de menos de 1000 Hertz para segmentos de voz. De apertura y cierre, expresados como porcentaje del período fundamental, fueron calculados a partir de la Señal EGG. Además, se calculó una medida de la fluctuación de fase. Por el cálculo de la fluctuación de fase, una curva cuadrática se ajustó a un funcionamiento de cinco valores sucesivos. Este sirvió para eliminar a largo plazo, los movimientos prosódicos, que de otro modo contaminarían las mediciones de fluctuación (jitter). Jitter es a continuación, calculado como el período medio de la variación en el período de valores de residuales.

El resultado de la investigación demostró que existe una estrecha relación entre el flujo de las emociones y las reacciones fisiológicas estrechamente relacionadas con la voz. Dado esto, podemos argumentar, que las emociones afectan el desempeño y el funcionamiento de los órganos encargados de producir la voz y por lo tanto, son susceptibles de ser identificados, analizados e interpretados para fines de extender la comunicación digital.

### 3.7. Comunicaciones Digitales

¿Por qué comunicaciones digitales? Para comprender el sentido de la pregunta es necesario entender que muchas de las señales que deseamos comunicar están originalmente en formato analógico y que cabe, por tanto, es posible transmitir las usando alguna de las técnicas clásicas en comunicaciones analógicas, como la modulación de amplitud (“amplitude modulation”, AM) o la modulación de frecuencia (“frequency modulation”, FM). Un ejemplo puede ser una señal de voz que es captada por el micrófono de un teléfono móvil de primera generación y que, modulada en FM, se transmite por radio hasta la estación base. Como alternativa, se puede pensar en digitalizar la señal de voz y transmitir los bits resultantes utilizando cualquiera de las técnicas conocidas [12].

El concepto “comunicaciones digitales” suele evocar la idea de señales de voltaje que cambian entre dos niveles que representan el uno y el cero y que, aunque distorsionadas al ser transmitidas por el canal, pueden ser reconstruidas en el destino gracias a su carácter discreto. Como veremos, estas formas de onda no son precisamente las más eficientes para comunicar información y existen soluciones mejores; sin embargo, son un buen ejemplo de cómo la discretización ayuda a conseguir una comunicación fiable. De hecho, la diferencia fundamental entre comunicaciones digitales y analógicas es que en las primeras el número de formas de onda transmitidas posibles es finito, lo que no ocurre en el segundo caso. Podemos pensar, por tanto, que en un instante de tiempo dado el transmisor tiene a su disposición un conjunto finito y discreto de formas de onda que puede hacer corresponder con los bits a transmitir.

Ahora que se ha aclarado de qué se está hablando cuando referimos a las comunicaciones digitales, retomemos la pregunta que nos hacíamos al principio e identifiquemos sus ventajas frente a las comunicaciones analógicas. Cabe señalar, en primer lugar, que en muchas ocasiones la propia naturaleza digital de la información hace que no quepa otra alternativa, por ejemplo, cuando se desea transmitir un fichero de texto. En otros casos es la naturaleza del canal, en sí más adecuado para la transmisión de señales digitales, la que aconseja el uso de técnicas de comunicaciones digitales. Esto ocurre, por ejemplo,

en los dispositivos de almacenamiento óptico, como el DVD (“Digital Versatile Disc” o “Disco Versatil Digital”).

Una destacable ventaja de las comunicaciones digitales con respecto a las analógicas es el grado de abstracción que permite alcanzar, independizando la comunicación de la naturaleza de la información a enviar. Para un sistema de comunicaciones digitales se aplica el viejo dicho “un bit es un bit”, que puede entenderse como que su objetivo no es otro que comunicar de manera fiable cada bit, con independencia de qué representa 1. Fue Claude Shannon quien se encargó de demostrar en los años 40 que el problema de la transmisión de información se podía descomponer en dos sin pérdida teórica de prestaciones: primero se busca la forma más eficiente de representar como una secuencia binaria la señal a transmitir; después se busca la forma más eficiente de transmitir la secuencia binaria.

Otra gran ventaja de las comunicaciones digitales se conoce como el efecto regenerativo. Cuando se deseaba transmitir información a larga distancia (p.ej., a través de un cable submarino), la atenuación sufrida por la señal enviada obligaba a que los sistemas de comunicaciones analógicas incorporasen repetidores, esto es, dispositivos que captan, amplifican y retransmiten dicha señal. El inconveniente de los repetidores es que no sólo amplifican la señal, sino también el ruido, por lo que al final de una cadena con muchos repetidores la calidad de la señal en el extremo receptor podía ser muy pobre. Empleando comunicaciones digitales es posible emplear repetidores regenerativos, esto es, que reconstruyen la señal antes de retransmitirla. De este modo, si la calidad de un solo enlace es suficientemente buena, la reconstrucción puede tener lugar sin apenas errores, lo que hace que la información en el extremo receptor pueda extraerse sin una pérdida de calidad apreciable. Curiosamente, es el efecto regenerativo el que también propicia que se realicen copias de un medio de almacenamiento óptico a otro manteniendo la calidad.

Además, las comunicaciones digitales permiten aprovechar todo el potencial de los sistemas electrónicos digitales para alcanzar el objetivo de fabricar terminales más baratos y pequeños. Gracias al formato digital, es posible emplear técnicas de tratamiento digital de señales que dotan a los sistemas de nuevas funcionalidades, entre las que destaca la flexibilidad. Un terminal de comunicaciones digitales moderno contiene una enorme cantidad de software; de hecho, la tendencia es hacia terminales definidos mediante software, que puedan actualizarse automáticamente para incorporar nuevas versiones del estándar bajo el que operan, o incluso de diferentes estándares, dependiendo del uso que se dé al terminal. Asimismo, el formato digital permite aplicar sobre las señales ciertas operaciones que en el caso analógico no están resueltas satisfactoriamente, como ocurre con la criptografía, gracias a la cual se consigue conferir privacidad a la comunicación.

Finalmente, los sistemas digitales permiten construir fácilmente mecanismos de multiplexación temporal y encaminamiento, que resultarían muy complejos con sistemas analógicos. Pero no todo van a ser ventajas: así, las señales obtenidas al digitalizar una señal analógica necesitan más ancho de banda para poder ser transmitidas con un nivel similar de calidad. Por fortuna, en la práctica se han conseguido desarrollar algoritmos de codificación de fuente tan eficientes que la situación ha dado la vuelta, siendo posible en la actualidad emplear una fracción del ancho de banda ocupado por la señal analógica; no obstante, estos algoritmos demandan una elevada potencia de cálculo que encarece el coste de los terminales. A ello hay que añadir, por supuesto, el coste de los conversores analógico/digital y digital/

analógico. Sólo gracias a los rápidos avances en las tecnologías de circuitos integrados se han podido reducir estos costes.

Otra desventaja de las comunicaciones digitales es la necesidad de sincronizar perfectamente los relojes empleados en transmisión y recepción. Como comprobaremos en este texto, ello ha obligado a concebir ingeniosos algoritmos de sincronización.

### 3.7.1. Elementos de un sistema de comunicaciones digitales

La fuente de información puede ser, analógica o digital. En el primer caso podemos tener, por ejemplo, la señal captada por un micrófono o por una cámara; en el segundo, la fuente podría ser un servidor web. La misión del bloque denominado codificación de fuente es la de representar la información de fuente con la menor cantidad de bits posible; es por ello que en ocasiones se habla de compresión de la información. Para lograr este propósito el codificador de fuente elimina la redundancia presente en la señal a su entrada. Por ejemplo, en una señal de televisión, en la que el locutor apenas varía de posición de un cuadro de la imagen al siguiente; en tal caso es más eficiente transmitir sólo la información que nos dice cómo varía la imagen en un cuadro con respecto al anterior que el cuadro completo. Naturalmente, cuanto más redundancia, mayor compresión se puede alcanzar. La codificación de canal protege los bits fruto de la compresión contra errores producidos en el canal. Es fácil entender que cuanto más redundancia se haya eliminado más “importante” será cada bit, en el sentido de que, si se recibe erróneamente, sus efectos se propagarán cuando se “descomprima” la señal recibida. ¿Cómo protege los bits el codificador de canal? Añadiendo redundancia. Pero se trata de otro tipo de redundancia, destinada a evitar que se produzcan errores en el canal. Una forma sencilla, aunque poco eficiente, de código de canal consiste en repetir cada bit un número impar  $n$  de veces y en el decodificador decidir por mayoría: si en los  $n$  bits recibidos hay más unos que ceros, se decide que se transmitió un uno; en caso contrario, un cero.

La secuencia de bits que sale del codificador de canal debe ser ahora transformada en formas de onda que se adapten a las características del canal. Por ejemplo, si el canal es limitado en banda, no se gana nada transmitiendo potencia fuera de ella. El cometido del modulador digital es hacer corresponder las formas de onda de un conjunto finito y discreto con los bits que se tienen a su entrada. En el caso más sencillo que recordábamos en el apartado anterior, la transmisión de un bit de valor uno se corresponde con una forma de onda rectangular de un determinado nivel de voltaje, mientras que el cero se corresponde con otro nivel distinto. Pero se pueden concebir esquemas más eficientes sin más que considerar un número mayor de niveles posibles, haciendo la correspondencia entre varios bits y una forma de onda. Por ejemplo, los bits de entrada al modulador se pueden agrupar de tres en tres para transmitir un pulso rectangular que pueda tomar uno de entre  $2^3 = 8$  niveles posibles.

La clave de un buen diseño está en elegir adecuadamente las formas de onda para que su número sea lo mayor posible (y así enviar más bits por cada forma de onda transmitida) y sean lo suficientemente distintas como para que al ser deterioradas en el canal se puedan seguir distinguiendo en el receptor. El canal se corresponde con el medio físico sobre el que transmitimos la señal que sale del modulador. Por

ejemplo, el canal puede ser el cable de pares de la línea telefónica, o el espacio libre en el caso de señales de radio. Por desgracia, todos los medios físicos deterioran la señal transmitida al menos de dos maneras: por un lado, distorsionan la forma de onda y por otro corrompen la señal incorporando ruido.

El demodulador digital, decodificador de canal y decodificador de fuente simplemente realizan las funciones inversas al modulador digital, codificador de canal y codificador de fuente, respectivamente. Por ejemplo, el demodulador digital debe convertir la forma de onda recibida en un grupo de bits, para lo que suele buscar aquella forma de onda transmitida que más se parece a la recibida. El conversor análogo, éste implica la vuelta al mundo analógico en aquellos casos en que la señal a transmitir es de esta naturaleza, y la presentación o almacenamiento en aquellos casos en que la fuente es digital. Por ejemplo, en el caso de una señal de voz, el conversor análogo convierte los bits de entrada en una señal audible.

El codificador de fuente, codificador de canal y modulador, componen el transmisor, mientras que el demodulador, el decodificador de canal y el decodificador de fuente componen el receptor. En aplicaciones en que se necesita mantener una comunicación digital bidireccional, es frecuente encapsular transmisor y receptor en un único equipo que en Comunicaciones digitales se conoce como módem, término que procede de la combinación de las palabras “modulador” y “demodulador”. El ejemplo más conocido es el módem telefónico, empleado para comunicar información digital sobre el cable de pares telefónico.

Los algoritmos de codificación y decodificación de fuente son fuertemente dependientes de las características de la señal de entrada, por lo que suelen ser descritos en textos enfocados a aplicaciones específicas. Por otra parte, dado que nuestro objetivo es la comunicación fiable (con una baja probabilidad de error) de bits independientemente de su naturaleza.

### 3.7.1.1. Canales

La existencia de un canal es la razón que justifica la existencia de un sistema de comunicaciones, y la forma en que un canal degrada la señal que se pone a su entrada es la guía para el diseño del sistema de comunicaciones. Un primer tipo de canales son aquellos en que el medio físico empleado para la transmisión es un conductor eléctrico, tal como el par de hilos de cobre que conectan un terminal telefónico con la central o centralita a la que está asociado, el cable que conecta el módem de una red de cable con su distribuidor correspondiente, los ocho hilos de un cable de pares trenzados de los utilizados para conectar un ordenador al conmutador de la red de área local o los cuatro hilos paralelos de un cable USB (“Universal Serial Bus”).

Los principales mecanismos de degradación que introduce este medio son la atenuación de la señal puesta a su entrada y la adición del denominado ruido térmico. La atenuación va a depender, entre otros factores, de la longitud de los hilos o el cable, pero no de la longitud en unidades de medida como el metro, sino en longitudes de onda de la señal que lo atraviesa (supuesto que es una senoide), lo que implica que sinusoides de distintas frecuencias van a sufrir distintas atenuaciones. Para una señal en general, este efecto se va a traducir en una distorsión de su forma de onda. El segundo efecto, el ruido térmico o ruido de

Johnson, se produce por el movimiento desordenado de los electrones en un material conductor y es de naturaleza aleatoria. Es, en la mayoría de los casos, el factor que limita más severamente la fiabilidad de la comunicación.

Un segundo tipo de canal es el denominado canal radioeléctrico o canal radio, que engloba todas aquellas transmisiones electromagnéticas en el espacio libre. Suele dividirse en canal radio fijo (si tanto la antena transmisora como la receptora están en una ubicación física fija) y canal radio móvil (si al menos una de las antenas está en movimiento). Ejemplos de estos canales son los radioenlaces fijos en HF (“High Frequency”, de 3 a 30 MHz), el canal radio móvil en el sistema de telefonía móvil GSM en las bandas de 900 o 1.800 MHz o el canal entre un satélite de comunicaciones y un receptor terrestre en la banda Ka (entre 18 y 40 GHz).

Los mecanismos de propagación electromagnética son distintos en bandas distintas de frecuencia, pero en espacio libre el efecto es sólo una atenuación (aunque puede ser distinta a frecuencias distintas). El principal mecanismo de distorsión de la forma de onda es debido a las múltiples reflexiones y refracciones que pueden sufrir las ondas electromagnéticas en su propagación, lo que se conoce con el nombre de propagación multitrayecto, que provoca que en la antena receptora aparezcan réplicas de la onda original a distintos retardos y con distintas amplitudes. Adicionalmente, en el canal radio móvil (o en canales fijos si cambian las condiciones de propagación), todos estos efectos varían con el tiempo, lo que origina un nuevo problema que no vamos a considerar en este texto y que se suele denominar transmisión en canales con desvanecimiento.

En el canal radioeléctrico no se ha mencionado la presencia del ruido térmico porque no aparece en la propagación radioeléctrica, ya que, en el momento de realizar la conversión electromagnética a eléctrica en la antena, encontramos el primer elemento metálico, por no mencionar toda la circuitería eléctrica o electrónica posterior. Aunque en términos absolutos la magnitud del ruido térmico que introduce la antena puede ser muy pequeña, la señal que recibe esta misma antena también puede ser muy pequeña, por lo que el ruido térmico vuelve a ser el factor limitante más importante también en este canal.

La aparición del ruido térmico en el canal radioeléctrico pone de manifiesto que rara vez nos encontraremos con un canal compuesto por un único medio físico (en este caso, propagación radioeléctrica y circuitos eléctricos o electrónicos). Un ejemplo extremo de esta situación puede ser el canal telefónico en banda vocal que ha sido profusamente utilizado en décadas pasadas: imaginemos que queremos realizar una comunicación entre México y Madrid empleando módems de canal telefónico; además del par de hilos entre el módem y la central probablemente la señal atravesase un gran número de medios de transmisión como enlaces vía radio terrestres, satelitales, cables submarinos, cables coaxiales terrestres, etc., además de posibles conversiones analógico-digital y digital-analógico.

Para lograr una caracterización útil de este tipo de canales compuestos se suele agrupar todas las distorsiones sobre la forma de onda como un único sistema lineal o no lineal y todas las fuentes de ruido aditivo en una única, generalmente representada como ruido térmico. Un tercer tipo de canal, que no vamos a considerar en este texto, son los canales ópticos, tanto guiados (fibras ópticas) como no guiados.

Todos los codificadores de canal y moduladores se aplican para comunicaciones que podríamos denominar “instantáneas”, pero no es así. El cuarto tipo de canal que se va a considerar es el canal magnético, que encontramos en discos duros y cintas magnéticas. Desde el punto de vista del diseño del sistema de

comunicación importa poco que el retardo entre la entrada al canal (grabación en el caso del canal magnético) y la salida (lectura en el caso del canal magnético) sea de microsegundos o de años (siempre que no exista realimentación del receptor al transmisor). Este canal, al igual que los canales radioeléctricos y de medio conductor, introduce una distorsión a la forma de onda (aunque los mecanismos que generan esta distorsión sean de naturaleza distinta) y un ruido que, aunque no es el ruido térmico, presenta unas propiedades muy similares a ruido térmico filtrado. Resulta impensable hoy en día producir discos duros o sistemas de almacenamiento en cinta magnética sin emplear estas técnicas.

Otro ejemplo de canal no instantáneo es el que aparece en los sistemas de marcado de agua digital. El marcado de agua digital se refiere a un conjunto de técnicas utilizadas para enviar información “escondida” en un objeto multimedia. Por ejemplo, una marca de agua puede incrustarse de forma invisible en una imagen digital; dicha marca puede contener información sobre el propietario legal de la imagen, anotaciones relativas a la misma o datos que garanticen su integridad. En estos casos, el canal es la propia imagen en donde se desea esconder la marca, que por su parte hace las veces de señal transmitida. La comunicación se ve dificultada por el hecho de que, para garantizar la invisibilidad, la energía de la imagen (nivel de ruido) suele ser mucho mayor que el de la marca (nivel de señal), por lo que se suelen emplear técnicas de protección contra errores para conseguir comunicar la cantidad de información deseada.

Además de las fuentes intrínsecas de degradación que introducen los canales y que se ha analizado hasta ahora puede existir además otro tipo de interferencias de fuentes no naturales que es necesario tener en cuenta en algunos canales concretos. Si esa interferencia está provocada por otras comunicaciones simultáneas se habla de interferencia radioeléctrica o interferencia a secas en el caso del canal radioeléctrico y diafonía en el caso de canal de medio conductor. Si además esta interferencia está producida por otras comunicaciones de las mismas características realizadas por otros usuarios se denomina interferencia multiusuario.

Otras interferencias suelen denominarse ruido generado por el ser humano si la fuente de la interferencia es alguna máquina o aparato eléctrico o electromecánico que durante su uso pudiera estar capturando más información de la necesaria. En este caso, un dispositivo de comunicación que es usado en modo altavoz o manos libres introduce más ruido ambiental debido a su intento por maximizar los sonidos en un rango mayor de distancia.

Toda esta conversión de analógica digital se realiza únicamente considerando el espectro de onda mecánica de las frecuencias 20-4000Hz, que es donde toda voz humana es audible. Se descartan todas las frecuencias superiores e inferiores. En el sentido estricto, se puede decir que el rango 0-20Hz si está contenido de forma intrínseca, pero debido a que este rango no es audible, los conversores digital-análogo la omiten por definición.

### 3.7.1.2. Protocolos de Comunicación

Por definición, un protocolo es una secuencia de pasos que se deben realizar a pie de letra, de tal forma que cualquier persona que utilice este mismo protocolo pueda obtener el mismo resultado. Esto garantiza

que cualquier fabricante, hablando en términos de hardware logre una comunicación fiable entre terminales que implementan el mismo protocolo [13].

A continuación, se detallan los pasos establecidos en el protocolo universal de comunicación conocido como Modulación de Pulsos (PCM o G.711), que es la base de la comunicación digital:

### 3.7.1.3. Velocidad de muestreo

El valor nominal recomendado es de 8000 muestras por segundo con una tolerancia de  $\pm 50$  partes por millón (ppm).

### 3.7.1.4. Ley de codificación

Para los circuitos internacionales deben utilizarse ocho dígitos binarios por muestra.

Se recomiendan dos leyes de codificación, designadas ley A y ley  $\mu$ . Las definiciones de estas leyes se encuentran en los cuadros 1a/G.711 y 1b/G.711, y en los cuadros 2a/G.711 y 2b/G.711, respectivamente. Si se utiliza la ley  $\mu$  en redes que requieran la supresión de la señal de carácter “todos 0”, la señal de carácter correspondiente a valores de entrada negativos comprendidos entre valores de decisión 127 y 128, será 00000010, y el valor a la salida del decodificador será  $-7519$ . Al valor de salida del decodificador corresponde el número 125.

El número de valores cuantificados viene dado por la ley de codificación.

Los trayectos digitales entre países que hayan adoptado leyes de codificación diferentes deberán efectuar la transmisión con señales codificadas según la ley A. Cuando los dos países hayan adoptado la misma ley, deberá utilizarse esa ley en los trayectos digitales entre los mismos. Incumbirá a los países que utilicen la ley  $\mu$  efectuar toda conversión necesaria.

Las reglas para la conversión se dan en los cuadros 3/G.711 y 4/G.711.

Conversión a MIC uniforme y a partir de ella cada “valor de decisión” y “valor cuantificado” de ley A (o  $\mu$ ) debe asociarse a un “valor MIC uniforme”.

Transmisión de señales de carácter

Cuando se transmiten en serie las señales de carácter, esto es, consecutivamente en un medio físico, el bit 1 (bit de polaridad) se transmite en primer lugar y el bit 8 (el bit menos significativo) en último lugar.

Relación entre las leyes de codificación y el nivel de la señal de frecuencias vocales

La relación entre las leyes de codificación de los cuadros 1/G.711 y 2/G.711 y el nivel de la señal de frecuencias vocales se define como sigue:

En una salida de frecuencias vocales cualquiera del multiplexor MIC debe haber una señal sinusoidal de 1 kHz con un nivel nominal de 0 dBm0 al aplicarse a la entrada del decodificador la secuencia periódica de señales de carácter del cuadro 5/G.711 para la ley A y del cuadro 6/G.711 para la ley  $\mu$ .

El nivel de sobrecarga teórica resultante ( $T_{\text{máx.}}$ ) es de +3,14 dBm0 para la ley A y de +3,17 dBm0 para la ley  $\mu$ .

### 3.7.2. Protocolo universal (PCM) G.711 y códec G.729

La digitalización de una onda análoga en un flujo digital puede resultar en una gran cantidad de datos digitales. Posterior a la conversión Análoga-Digital, el segundo punto, consiste en transmitir ahora esta gran cantidad de datos a su destinatario y finalmente, que el destinatario, realice la decodificación, para esto es necesario un conversor Digital-Análogo. Después de considerar todos estos procesos, existe, para el caso de transmisión de audio, un límite máximo de tiempo, para que la comunicación sea considerada como “fluida” y no afecte a las partes en ambos puntos [14].

Para lograr eficiente el flujo de datos que se envía entre las partes, la comunicación digital hace uso de sistemas matemáticos de reducción de datos mediante distintas técnicas. La codificación que ha sido universalmente aceptada es la G.729 [14], la cual permite transmisiones de bajo tamaño de datos con una calidad de audio aceptable.

G.729 contiene la descripción de un algoritmo para la codificación de señales de voz utilizando conjugado de estructura de código algebraico-emocionados de predicción lineal (CS-ACELP).

En su modo básico, el codificador UIT-T G.729 consiste en un codificador de voz de velocidad mono a 8 kbit / s mediante operaciones aritméticas de punto fijo. Este estándar de codificación cuenta con variaciones, las cuales son definidas como ANEXOS a esta versión, las cuales solo son mencionadas para fines informativos, sin adentrarnos en los detalles de estas.

Esta codificación contiene la descripción de un algoritmo para la codificación de señales de voz a 8 kbit/s utilizando conjugado de estructura algebraica con excitación por código de predicción lineal (CS-ACELP). El codificador UIT-T G.729 está diseñado para funcionar con una señal digital obtenida por primer filtrado de ancho de banda de teléfono especificado por la realización de [UIT-T G.712] de la señal de entrada analógica, entonces el muestreo al 8 000 Hz, seguido por la conversión a 16 bits código de modulación de impulsos lineal (PCM) para la entrada al codificador. La salida del decodificador debe ser convertida de nuevo a una señal analógica por medios similares. Otras características de entrada / salida, tales como los especificados por [UIT T G.711] para los datos de 64 kbit / s PCM, deben ser convertidas a 16 bits PCM lineal antes de la codificación, o de 16 bits PCM lineal para el formato apropiado después de decodificación. El flujo de bits desde el codificador al decodificador se define dentro de esta códec.

El codificador CS-ACELP se basa en la predicción lineal de código excitado (CELP) modelo de codificación. El codificador opera en tramas de voz de 10 ms que corresponden a 80 muestras a una frecuencia de muestreo de 8 000 muestras por segundo. Para cada trama de 10 ms, se analiza la señal de voz para extraer los parámetros del modelo CELP (coeficientes de filtro de predicción lineal, adaptación e índices-libro de códigos fijo y ganancias). Estos parámetros se codifican y se transmiten. En el decodificador, estos parámetros se utilizan para recuperar los parámetros de filtro de excitación y de síntesis. El discurso se reconstruye mediante el filtrado de esta excitación a través del filtro de síntesis a corto plazo. El filtro de síntesis a corto plazo se basa en un filtro de décimo orden de predicción lineal (LP). El largo plazo, o el tono de filtros de síntesis se lleva a cabo utilizando el llamado enfoque adaptativo-libro de códigos. Después de calcular la voz reconstruida, que se ve reforzada por un postfiltro.

La señal de entrada es filtrada paso alto y ampliada en el bloque de preprocesamiento. La señal de preprocesado sirve como la señal de entrada para todos los análisis posteriores. Análisis LP se realiza una vez por cada 10 ms de margen para calcular los coeficientes de filtro LP. Estos coeficientes se convierten en pares espectro de línea (LSP) y cuantificada utilizando predictivo de cuantificación vectorial de dos etapas (VQ) con 18 bits. La señal de excitación se elige mediante el uso de un análisis por procedimiento de búsqueda de síntesis en la que se reduce al mínimo el error entre el habla original y reconstruida de acuerdo con una medida de distorsión ponderada perceptualmente. Esto se hace mediante el filtrado de la señal de error con un filtro de ponderación perceptual, cuyos coeficientes se derivan del filtro LP no cuantificados. La cantidad de ponderación perceptual se hace adaptativo para mejorar el rendimiento para señales de entrada con una frecuencia de respuesta plana.

Los parámetros de excitación (fijos y los parámetros de adaptación-libro de códigos) se determinan por subtrama de 5 ms (40 muestras) cada uno. Los cuantificados y no cuantificados coeficientes del filtro LP se utilizan para la segunda subtrama, mientras que en la primera subtrama interpolan coeficientes de filtro LP se utilizan (tanto cuantizada y no cuantificada). Un retardo de tono en bucle abierto se calcula una vez por trama de 10 ms sobre la base de la señal de voz ponderada perceptivamente. A continuación, las siguientes operaciones se repiten para cada subtrama. La señal objetivo  $x(n)$  se calcula filtrando la LP residual a través del filtro de síntesis ponderado  $W(z) / \hat{A}(z)$ . Los estados iniciales de estos filtros se actualizan filtrando el error entre LP residual y de excitación. Esto es equivalente a la de enfoque común restando la respuesta de entrada cero del filtro de síntesis ponderado de la señal de voz ponderada. La respuesta impulsional  $h(n)$  del filtro de síntesis ponderado se calcula. Análisis de paso de bucle cerrado se realiza a continuación (para encontrar el retardo adaptativo-libro de códigos y la ganancia), utilizando el objetivo  $x(n)$  y la respuesta de impulso  $h(n)$ , mediante la búsqueda alrededor del valor del retardo de tono en bucle abierto. Se utiliza un retardo de tono fraccionario con 1/3 de resolución. El retardo de tono se codifica con 8 bits en la primera subtrama y diferencialmente codificado con 5 bits en la segunda subtrama. La señal objetivo  $x(n)$  se actualiza restando la (filtrada) contribución adaptativo-registro de códigos, y este nuevo cálculo,  $x'(n)$ , se utiliza en la búsqueda-registro de códigos fijo para encontrar la excitación óptima. Un registro de códigos algebraico con 17 bits se utiliza para el registro-fijo de códigos de excitación. Las ganancias de las contribuciones de adaptación y de registro de códigos fijo se cuantifican con 7 bits (con la predicción MA aplicada a la ganancia de libro de códigos fijo) vectores. Finalmente, las memorias de filtro se actualizan utilizando la señal de excitación determinado.

El principio decodificador, en primer lugar, los índices del parámetro se extraen de la corriente de bits recibida. Estos índices se descodifican para obtener los parámetros del codificador correspondientes a una trama de voz de 10 ms. Estos parámetros son los coeficientes LSP, los dos retardos de tono fraccionarios, los dos vectores de libro de código fijo, y los dos conjuntos de ganancias de adaptación y de registro de código fijo. Los coeficientes LSP se interpolan y se convierten en coeficientes de filtro LP para cada subtrama. Entonces, por cada 5 ms subchasis los siguientes pasos se realizan:

- La excitación se construye mediante la adición de los vectores de adaptación y de registro de códigos fijo escalados por sus respectivas ganancias;
- El discurso se reconstruye mediante el filtrado de la excitación a través del filtro de síntesis de LP; y
- La señal de voz reconstruida se pasa por una etapa de post-procesamiento, que incluye un postfiltro adaptativo basado en el largo plazo y corto plazo filtros de síntesis, seguido por un filtro de paso alto y la ampliación de la operación.

Este codificador codifica otras señales de audio con marcos de 10 ms de voz y. Además, hay un aspecto delante de 5 ms, lo que resulta en un retardo algorítmico total de 15 ms. Todos los retrasos adicionales en una implementación práctica de este codificador se deben a:

- El tiempo de procesamiento necesario para las operaciones de codificación y decodificación;
- Tiempo de transmisión en el enlace de comunicación; y
- Retraso de multiplexación cuando se combinan los datos de audio con otros datos.

La descripción del algoritmo de codificación de voz de esta codificación se hace en términos de bits de operaciones matemáticas de punto fijo exacto. El código ANSI C que se indica en la cláusula 5, que constituye una parte integrante de la presente codificación, refleja este enfoque descriptivo de punto fijo bits exacta. Las descripciones matemáticas del codificador, y el decodificador, se pueden implementar en varias otras maneras, que puede dar lugar a una aplicación códec que no cumpla con la presente codificación.

### 3.8. Algoritmo de Reconocimiento Humano de Emociones

La funcionalidad del algoritmo de reconocimiento humano es un proceso paralelo que se realiza mientras la llamada está establecida. El proceso consiste en extraer los datos del flujo de la llamada en medio digitales y realizar el proceso sobre cada uno de los canales de la comunicación. El algoritmo está diseñado para soportar N canales de comunicación limitado a una única persona por canal, es decir, no soporta una llamada con más de un interlocutor, pero en cambio, si soporta una conferencia con N miembros donde cada uno está de forma independiente en un único canal.

El diseño técnico del proceso de distribución de las cargas y optimización de procesamiento se detalla más adelante. A modo de vista rápida, se detalla las opciones de maximizar el procesamiento de forma

distribuida para soportar el procesamiento en tiempo real o bien, se plante a opción de procesamiento por fuerza bruta distribuida a datos almacenados.

La propuesta del algoritmo para el reconocimiento humano inicia con la premisa de ser un algoritmo de costo menor para recurrencia exponencial. [15] El algoritmo debe de ser capaz de soportar la concurrencia de llamadas en las horas de mayor demanda, dado que se propone que el proceso cumple con las políticas de privacidad de la información donde la llamada no puede ser almacenada, pero es susceptible de ser procesada en tiempo real y únicamente almacenar su interpretación emocional impersonal.

Cada llamada desencadena un proceso de interpretación de emociones, el cual cuenta con un valor de costo mínimo y un valor de costo máximo. El costo mínimo equivale a una llamada en la cual el llamante se mantuvo en la zona de confort, por lo cual, el proceso no ejecuto ningún cálculo de FFT el cual representa un costo de procesamiento considerablemente alto. El costo máximo, equivaldría a una llamada en la cual se identifica variaciones de potencia, si la potencia supera a los límites definidos, entonces el proceso ejecuta la FFT para identificar variaciones en las frecuencias límites.

Partiendo de una zona de confort absoluta, es como el proceso identifica al saludo inicial de llamante. Se asume como absoluta, ya que todo llamante es considerado como en zona de confort al realizar la llamada. Toda llamada entrante es considerada como una llamada inicial y por lo tanto se asume que toda primera pronunciación del llamante se encuentra tranquilo y por lo tanto en la zona de confort. Obteniendo la zona de confort, se obtiene el valor inicial de referencia. A este valor de referencia se calculan los límites de variación considerados para inicial el cálculo de FFT. Esto es, Potencia \* X% para el límite superior y Potencia \* Y% para el límite inferior. Estos porcentajes son por definición manual. La precisión del porcentaje depende del análisis de las muestras masivas realizadas previamente.

$$f(V^{lim}) = \left\{ V_{Fac^{min}}^{Fac^{max}} \right\} \Rightarrow f(F)$$

**Algoritmo de Funciones de f(V) para análisis de Volumen y f(F) para análisis de Frecuencia**

El cálculo de porcentajes para la definición de los límites consiste en realizar un muestreo previo y calcular los límites basándonos en los resultados obtenidos. La precisión de las muestras resultantes y su análisis manual es el resultado de los cálculos para obtener una identificación precisa. Por lo tanto, el algoritmo no es 100% preciso, pero el cálculo de los porcentajes está basado en una tendencia a un 100% de precisión, pero sin alcanzar un 100% absoluto. Durante el desarrollo de esta investigación se obtuvieron resultados concretos, más no se alcanzó la precisión absoluta, por lo tanto, la variación de la precisión en cada llamada tendrá un margen de error equivalente a la obtenida durante el análisis de la muestra.

El algoritmo propuesto para el reconocimiento de emociones en tiempo real consiste en obtener la muestra base para obtener los valores de referencia de la zona de confort, posterior a la obtención de los valores de referencia, el proceso consiste en tomar una muestra cada X tiempo y procesarlo por el algoritmo. El resultado del análisis de cada muestra es comparado con los valores de referencia para determinar la variación de las variables de volumen y frecuencia.

El proceso de reconocimiento humano de emociones inicia al momento de iniciar una llamada, únicamente se realiza el proceso en el canal de la persona que se desea analizar, esto es, el procesamiento es mono-canal. Este algoritmo está diseñado para ser utilizado en ambientes controlados y con personal capacitada en el otro canal. Esto es, un ambiente de atención personalizado, tal como un Centro de Contacto, de Soporte o de Información por personal capacitado en el cual el objetivo de análisis es la contraparte. Más aun, este algoritmo no está limitado al análisis de un único canal, el procesamiento multi-canal esta soportado por el algoritmo, solamente está limitado por la capacidad del procesamiento del servidor de análisis.

El costo de procesamiento del algoritmo está diseñado para optimizar el procesador y minimizar el consumo de memoria, de tal forma que este algoritmo permita un crecimiento exponencial dependiendo de la cantidad de llamadas a analizar. Es decir, el costo de procesamiento es directamente proporcional a la cantidad de llamadas simultáneas a analizar. El costo de procesamiento por llamada es completamente variable, ya que el algoritmo utiliza una variable estática y una variable dinámica, por lo tanto, el algoritmo tiene un costo de procesamiento mínimo, basado en el costo mínimo de una variable y un costo máximo basado en el uso continuo de ambas variables.

Las variables que están en juego en el algoritmo son: potencia de la señal descrita en decibeles (volumen) y los extremos de frecuencia de muestra FFT. El uso de ambas variables está diseñado de tal forma que el algoritmo permita discriminar escenarios más comunes y sin emociones, a emociones más complejas y que requieren un costo mayor de procesamiento. Por lo tanto, el primer paso del algoritmo es identificar si la llamada se encuentra en la zona de confort mediante el análisis único de la variable de potencia. Si la variable no presenta variación en comparación con los valores de referencia absoluta, el algoritmo asume que se encuentra aún en la zona de confort, debido a esto, se finaliza el algoritmo y devuelve el valor correspondiente a la zona de confort. En cambio, si la variable presenta una variación considerable, en algoritmo analiza primero la potencia y analiza si es necesario realizar el cálculo de FFT para realizar un análisis de frecuencia, este entorno es el punto máximo de costo de procesamiento. El mismo cálculo se realiza cuando la potencia baja y alcanza entra dentro de los rangos de la zona de confort.

Este dinamismo permite al algoritmo ser flexible en todos los entornos posibles. El costo máximo y el costo mínimo son calculados en base a métodos estadísticos para determinar un costo promedio y fija un valor de cálculo de referencia.

Debido a la naturaleza del elemento analizado, se puede considerar que todo valor de referencia para el costo de procesamiento cuenta con un valor muy elevado de margen de error, debido a que cada entorno es único e irreplacable, así como la relación de horarios de llamadas y el volumen de llamadas. Ningún cálculo es preciso cuando se trata de analizar el comportamiento humano, debido a la misma naturaleza humana.

Una reacción emocional depende de un sin fin de factores externos y comúnmente ajenos a la persona que pueden reflejarse en el momento preciso de realizar la llamada. Todos estos factores son completamente independientes a cualquier variable de cualquier tipo, ya sea de entorno, de horario, de clima o de concurrencia de llamadas.

Para fines prácticos, los cálculos son realizados periodos de días, es decir, para determinar un valor de referencia se extrae la muestra correspondiente a un día completo, defínase como día completo toda llamada de 00:00 hasta 23:59, aun cuando las muestras presentan un horario común de 8:00 a 18:00.

### 3.8.1. Variables

<b>Función</b>	<b>Definición</b>	<b>Resultado</b>
<b>f(V)</b>	Función de Análisis de Potencia de Audio (Volumen)	Entero, representa los decibels de la muestra analizada
<b>f(F)</b>	Función de Análisis de Frecuencias presentes	Lista de Enteros, representa las frecuencias presentes en la muestra

Tabla 1 Variables utilizadas en Algoritmo

El uso de dos variables, permite al algoritmo minimizar el costo de procesamiento debido a que el uso de las ambas variables solamente está enfocado a entornos muy específicos y por lo tanto, poco común. Es decir, las emociones más complejas son que le se presentan con menor frecuencia. Por lo tanto, el entorno más frecuente en una llamada es la zona de confort, esto está ligado a la misma naturaleza de la llamada, es decir, para un centro de contacto de soporte técnico especializado, las conversaciones son impersonales y por lo tanto, el grado emocional no está implícito en la llamada. Principalmente para todo centro de contacto de negocios no están mezcladas emociones. Los análisis muestran que se puede considerar como nulo o casi nulos, aunque siempre se debe de considerar la variante humana, donde puede presentarse un caso en cualquier entorno.

Para un entorno de naturaleza más emotiva, como un centro de contacto de cobranza o un centro de apuestas telefónica, la presencia de emociones en las llamadas son más comunes. Debido a esto, se debe de considerar la naturaleza del entorno de la llamada, esto para el ajuste de los cálculos de costo de procesamiento.

La variable básica de monitoreo de potencia es el equivalente al volumen de un reproductor de altavoces, esta potencia esta descrita en decibels comúnmente, para fines de procesamiento, este valor esta denotado basado en el valor de referencia inicial, los valores de las muestras son comparadas y se obtiene el valor porcentual de variación. La definición de los límites para los cambios de emociones y el monitoreo continuo permiten determinar cambios en la voz únicamente basándose en una variable de coste menor, y el cálculo que realiza son únicamente operaciones básicas no-exponenciales.

La definición de los rango-límite de la zona de confort, ayudan a la variable a determinar si es necesario realizar el cálculo de FFT, limitando el análisis únicamente a llamadas que presenten esta situación. Los límites están definidos para valores máximos, así como para valores mínimos, es decir, la voz del interlocutor deberá de ubicarse en unos rangos aceptables antes de intervenir con la segunda variable. Los valores de los rangos, son únicos y especiales para cada llamada, basados en los valores de potencia y frecuencia tomados de la zona de referencia inicial. Los valores que se utilizan para definir los rangos son expresados de forma manual, calculados previamente por muestreo. De tal forma que los rangos sean definidos basados en valor inicial de  $X + \text{límite máximo de variación}$  y  $X + \text{límite mínimo de variación}$ .

Este cálculo se realiza en cada proceso de análisis, de tal forma que el algoritmo identifique si la llamada aún se encuentra en una zona fuera de la zona de confort y por lo tanto realizara el cálculo necesario para determinar esa emoción. Esto es, mientras la emoción este presente, el proceso de análisis de realiza completo para identificar la emoción, en su caso, la misma emoción que ya está presente.

	Vigilancia	Amenaza	Éxtasis	Dolor	Admiración	Aversión	Terror	Rabia
<b>f(V)+</b>	X		X		X		X	
<b>f(V)-</b>		X		X		X		X
<b>f(F)+</b>			X	X			X	X
<b>f(F)-</b>					X	X	X	X

Tabla 2 Variables de Análisis de Variación

### 3.8.2. PBX Balance de Cargas

El algoritmo está diseñado para soportar el máximo número de procesos simultáneos, aun así, debido al costo de procesamiento del FFT o bien, por el volumen de llamadas que puede llegar a saturar los recursos de un único servidor. Pensando en este entorno y gracias a la flexibilidad de la telefonía IP, es fácil el diseño de un plan de alto volumen de procesamiento, si se cuenta con los recursos necesarios para balancear las cargas de trabajo para entornos definidos.

El balance le cargas de trabajo es completamente ajeno al algoritmo de reconocimiento de emociones, pero es muy importante exponer el potencial crecimiento que se puede lograr en un ambiente tan flexible como es la propia telefonía digital. Partiendo del hecho que la naturaleza de la telefonía es un flujo continuo de datos modulados transmitidos mediante el protocolo UDP, es sumamente sencillo el bifurcar el flujo y redireccionarlo a un nuevo punto dentro de la red.

Dependiendo del sistema de telefonía, el PBX puede administra el flujo de datos de cada llamada hacia un almacenamiento de la llamada para su posterior análisis, este es un entorno normal de cualquier PBX, pero en modo modificado del flujo normal, el PBX puede redireccionar un flujo alterno a modo de conferencia hacia una estación dedicada para recibir el flujo para su análisis, esta estación puede ser una estación de N unidades, el PBX es quien deberá de balancear las cargas según el número de llamadas a cada estación.

De esta forma, se puede administrar hasta N estaciones de procesamiento de emociones sin afectar el PBX salvo por el balance de cargas de las estaciones de procesamiento, un costo mínimo para un PBX, dada su naturaleza de administración telefónica. El extender la funcionalidad del PBX para minimizar el impacto de procesamiento dentro de la red con el menor de afectaciones. Esta funcionalidad radica en la configuración del mismo PBX y está limitada al fabricante del software y los parámetros habilitados para la administración y extensión del PBX.

Este tema es de suma importancia, debido a que la decisión de procesamiento en tiempo real o procesamiento por fuerza bruta puede depender de un aspecto tan básico como el análisis exponencial y sus costos de procesamiento en ambos ambientes. Si bien, un procesamiento en tiempo real, representa costos elevados por la disponibilidad de los recursos en los momentos críticos, el resultado en un momento

adecuando de la llamada puede proveer mejoras en calidad en el servicio más que en datos de procesamiento posterior.

Así mismo, se puede configurar al mismo PBX para realizar acciones basadas en el resultado de la interpretación emocional en el momento de la llamada, para temas relacionados con Calidad en el Servicio o Niveles de calidad o bien, para puntos críticos de negociación, dado que una negociación es considerada como nula o sin punto de negociación cuando presenta emociones, sobre todo cuando estas emociones alteran el estado de ánimo.

### 3.8.3. PBX Esclavo

Para el uso extendido de PBX, es necesario contar con PBX esclavos y dedicados al procesamiento del algoritmo de reconocimiento de emociones para descentralizar el procesamiento y evitar afectaciones de performance en el servidor principal o principal PBX.

Esto se puede realizar configurando un PBX en modo secundario o esclavo, para lo cual, el PBX principal considera al PBX esclavo como una extensión telefónica más de las registradas y toda llamada es enlazada con esta extensión en modo conferencia.

### 3.8.4. PBX Remoto

Debido a la flexibilidad de los PBX esclavos, podemos asumir que el PBX esclavo puede ubicarse en cualquier parte donde el PBX principal pueda alcanzarlo, la única afectación, correspondería al tiempo de retraso de la transmisión. Para fines prácticos, este retraso es considerado como una no afectación, mientras que el procesamiento se mantenga dentro de los límites de “tiempo real”.

Por lo tanto, podemos decir que la ubicación y naturaleza del PBX esclavo es indiferente siempre y cuando se mantenga la comunicación con el PBX principal y este mismo, cumpla su cometido.

### 3.8.5. Proceso de Muestreo de “Muestra”

El proceso de cálculo de emociones está directamente ligado al flujo de datos generado por la conversación que se realiza en ese momento. Toda conversación cuenta con un retraso, este retraso es debido al tiempo que se demora el dispositivo en muestrear la onda mecánica de la voz, convertirla en digital y transmitirla hasta su destino, donde el dispositivo deberá de realizar la conversión inversa de digital a onda mecánica. Todo este proceso debe de realizarse en un tiempo donde los locutores no perciban esta demora. Por lo tanto, el cálculo debe de realizarse durante el transcurso de este flujo.

Durante la llamada, el sistema realizara extracciones precisas del flujo de la llamada, el algoritmo trabaja sobre valores fijos, por lo tanto, el proceso consiste en almacenar en buffer un tamaño X de tiempo de la llamada, para realizar los calculo y obtener un valor de resultado expresado en Y emociones para esa muestra X.

El muestreo de la llamada está definido de forma manual, este tiempo no afecta al algoritmo directamente, pero puedo afectar a la precisión del cálculo de la emoción dentro de ella. Si bien, un cálculo continuo de X tiempo para toda la llamada Y sin pérdida de flujo sería el método de máxima precisión del algoritmo, este equivaldría a un costo máximo de procesamiento. Es decir, un tiempo de muestreo de 500 milisegundos, para todo el flujo sin descremación de flujo, correspondería a un proceso intenso de cálculo de emociones debido a que se debe de invocar el proceso cada 500 milisegundo y debe de ser lo suficientemente rápido para evitar desbordar el buffer o bien, considerar el tamaño del buffer para evitar este entorno catastrófico de procesamientos.

Por lo tanto, un procesamiento intenso debe de ser acompañado del cálculo para un entorno específico en el cual el procesador pueda desahogar el trabajo del procesamiento de los cálculos requeridos por el algoritmo en un tiempo menor del tiempo de muestra + el espacio de discriminación de flujo entre muestras. Esto con el fin de evitar un uso exhaustivo de buffer para cálculos, de lo contrario, se deberá de considerar el buffer como un factor crítico para un entorno de máxima demanda que puede afectar el desempeño del servidor.

El tiempo de la muestra, es el número de muestras de la llamada que serán almacenadas en buffer para proveerlas al algoritmo el cual las utilizara de como valores de entrada. El tiempo de discriminación, es la cantidad de muestras que serán omitidas hasta iniciar nuevamente con el almacenamiento de buffer de la siguiente muestra para proveerla al algoritmo. Por lo tanto, las muestras son expresadas en tiempo y corresponde a la cantidad de muestras por ciclo que deberán de cumplir la condición antes descritas para identificar si serán procesadas o serán discriminadas. En otras palabras, el tiempo de la muestra, es equivale a las muestras que serán analizadas y por lo tanto, son las que definirán el resultado del algoritmo, en cambio, el tiempo de discriminación, corresponde al tiempo que será omitido del cálculo de emociones y que será utilizado por margen de desahogo de procesamiento.

El tiempo de la muestra y el tiempo de la descremación de flujo no están directamente ligados, de igual forma, no afectan el algoritmo de identificación de emociones, siempre y cuando se utilice un valor aceptable para el algoritmo. El algoritmo puede utilizarse dese un mínimo de 1 ciclo, es decir, 1 Hertz. En este entorno, la precisión es sumamente castigada, ya que el algoritmo trabaja sobre valores mínimos, máximos y absolutos, dado este entorno, todos los valores seria básicamente los mismos, por lo tanto, la precisión del cálculo es muy subjetiva. De igual forma, una muestra igual a la duración total de una llamada, también es aceptada por el algoritmo, de igual forma, el algoritmo trabaja con los valores mínimos, máximos y absolutos, por lo tanto, inicialmente identificara las potencias más altas y sobre estas realizara el cálculo para identificar una sola y única emoción.

El tiempo de muestreo y el tiempo de discriminación de flujo afectan el resultado final de la interpretación de la llamada, es decir, para una llamada de X tiempo, se obtendrá tantos valores como correspondan al resultado de  $X / (\text{Tiempo de Muestra} + \text{Tiempo de Discriminación})$ . Este resultado corresponderá al

análisis completo de la llamada, es decir, para una llamada X sus muestras finales será igual al resultado del algoritmo definido.

### 3.8.6. Tiempo de muestreo

El tiempo de muestreo y el tiempo de discriminación son definidos de forma manual, son definidos en base a cálculos previos de muestras y a un desempeño esperado del procesador. Para un ambiente de alta demanda se puede modificar el tiempo de discriminación para desahogar el procesador y permitir el cálculo de la mayor cantidad de llamadas simultáneas.

El costo de procesamiento corresponde a los tiempos que el procesador tarda en obtener un resultado para una muestra X, por lo tanto, el tiempo de cálculo de procesamiento, tiene dos valores, para un máximo y para un mínimo, aun así, elevando de forma exponencial el costo de procesamiento a sus valores como mínimos, puede ser considerable para un equipo de recursos limitados. Es decir, para una cantidad de X de llamadas, solamente considerando un costo menor, puede resultar en un desbordo de los recursos físicos del servidor. Para el cálculo del costo de procesamiento, aun cuando este sea basado en un cálculo de costo menor, se debe de considerar el tiempo de muestreo y el tiempo de discriminación de flujo.

Dado que el costo de procesamiento se realiza considerando un uso exhaustivo y simultáneo de los recursos, las variables de tiempo de procesamiento y tiempo de discriminación de flujo afectan directamente el cálculo de la cantidad de procesos simultáneos que soportara el servidor.

Para toda muestra de mayor tamaño corresponderá un tiempo mayor para realizar los cálculos y obtener un resultado, por lo tanto, un tiempo óptimo de la muestra, reflejará un tiempo de respuesta a un corto tiempo. Por otro lado, para un tiempo mayor de discriminación, corresponderá un uso menor del algoritmo para una misma llamada. Todo esto puede realizarse de forma dinámica cuando el procesador se encuentre en límites críticos, aun cuando los valores utilizados sean los óptimos, iniciando por sacrificar el tiempo de discriminación hasta una un límite de 1 por llamada, sacrificando la precisión por la cantidad de procesamiento.

### 3.8.7. Procesamiento de la Muestra

El procesamiento de la muestra consiste en tomar del buffer la cantidad de muestras de la llamada definidas para el procesamiento del algoritmo. Es decir, para una cantidad de muestras X que son expresadas en tiempo equivalente a la cantidad de muestras por ciclo, serán enviadas al algoritmo Y para su procesamiento el cual deberá de devolver un resultado para cada una de las muestras independientemente de su tamaño.

Por lo tanto, dado que el algoritmo solamente funciona con muestra fijas de los datos, el flujo continuo de la llamada es fragmentado en X cantidades dependiendo del tiempo de muestreo y el tiempo de discriminación, siempre resultando en una X cantidad de resultados del algoritmo.

### 3.8.8. Obtención de la muestra

La muestra que se obtendrá para el algoritmo, corresponde a todo el flujo de llamada que se realice posterior a la obtención de la muestra de zona de confort absoluta + el tiempo de discriminación. Por lo tanto, para toda llamada que se realice, el primer proceso es obtener el saludo del llamante para obtener la zona de confort, posterior a eso, se realiza el tiempo de discriminación y posterior a eso, se inicia el proceso de obtención de la muestra en buffer, al finalizar el tiempo de la muestra, se procede al tiempo de discriminación y así continuamente, alternando únicamente entre tiempo de discriminación y tiempo de muestra.

Toda muestra para análisis será almacenada en buffer por el mismo sistema operativo, el cual la colocara en un espacio de memoria reservada utilizada por la aplicación para su procesamiento, este espacio de memoria es considerado por definición como un proceso de tiempo real, siempre y cuando la muestra no sea enviada a un dispositivo fuera de la memoria volátil o el mismo procesador. Por lo tanto, el proceso no está limitado a un retraso o “delay” del algoritmo para cumplir con las condiciones de tiempo real, si no, las condiciones de manejo de la información.

### 3.8.9. Entrada de la muestra

Para el algoritmo, la muestra de entrada corresponde a una variable de capacidad fija, es decir, para el envío de la muestra al algoritmo, la muestra debe de ser fija, el proceso principal deberá de encontrarse en la fase de tiempo de discriminación.

El algoritmo realizara la fase de cálculo de las variables en juego para el reconocimiento, continuando con el cálculo de la potencia y evaluando el uso de FFT para determinar las variaciones contra la muestra de zona de confort absoluta. Durante todo este proceso, el espacio de memoria utilizado para el uso de la variable se deberá de mantener intacto dado que es un espacio de memoria reservado para la aplicación, en cambio, el espacio de memoria utilizado para el buffer de la muestra, puede ser liberado inmediatamente después de invocar el algoritmo. Toda esta administración de espacio de memoria es utilizada directamente por la aplicación principal del algoritmo y por el sistema operativo.

### 3.8.10. Salida de la muestra y resultado

El algoritmo de reconocimiento de emociones, devuelve un valor de resultado para cada uno de las muestras que recibe como parámetro de entrada, por lo tanto, el resultado de una llamada completa corresponde a una serie de resultado devuelto por el algoritmo.

Para cada una de las llamadas con un Identificador X corresponderán una serie de valores devueltos por el algoritmo Y. Este arreglo de resultados, dado que es de carácter impersonal, puede ser almacenado en cualquier dispositivo aun fuera del procesador y la memoria volátil, ya sea durante la misma llamada o bien, posterior a finalizar la llamada. Esto es, el arreglo de resultados del algoritmo, puede ser almacenado completamente como una variable de arreglo, sacrificando espacio de memoria volátil hasta la culminación de la llamada o bien, almacenar en DB o Archivo cada uno de los resultados que el Algoritmo va devolviendo uno a uno hasta la finalización de la llamada.

Por lo tanto, para todo Identificador, se almacenará un alias correspondiente a la interpretación emotiva de la llamada original. Por cuestiones de control, un sistema telefónico almacena mínimo el llamante y el teléfono destino, así como su histórico de transferencia y traspasos telefónicos. Por lo tanto, mediante el almacenamiento del ID puede identificar el llamante, la hora de inicio y su duración.

Con base en algunas políticas, se puede considerar el caso de llamadas que pueden ser susceptibles de ser almacenadas, tal como un centro de llamadas de soporte o un centro de atención a clientes telefónicos, donde cuentan con autorización expresa para almacenar las llamadas completas. En estos casos, se puede obtener la llamada original, así como el arreglo resultante de interpretación. En casos específicos como este, se puede modificar el algoritmo para minimizar la pérdida de datos definida por el tiempo de discriminación y utilizar métodos de fuerza bruta o procesamiento distribuido para determinar el estado emocional. Este punto se detallará más adelante.

### 3.8.11. Procesamiento de flujo continuo

El proceso de reconocimiento de emociones se realiza de forma continua durante el flujo de datos de la llamada, aun así, el procesamiento no se realiza sobre un flujo continuo, sino, sobre una serie de muestras que se obtienen del flujo. Esto es, el flujo es partido en muestra que es susceptibles de ser analizadas por el algoritmo con el objetivo de reducir el coste de procesamiento.

El tiempo entre cada muestra es directamente proporción al costo de procesamiento de cada muestra. Considerando que el coste de cálculo depende de cada muestra en sí, se debe de considerar un valor estadístico para un ambiente determinado y durante una hora determinada basado en muestras históricas para ese preciso día.

## 3.9. Costo de Procesamiento de Tiempo Real (No almacenado – Leyes de Privacidad)

El costo de procesamiento en tiempo real puede ser considerado como un costo elevado para los resultados obtenidos, en cambio, se pudiera optar por procesamiento de costo menor y maximizar los resultados del algoritmo al no limitarlo en los tiempos de muestreo y tiempo de discriminación.

Tal como se comentó previamente, el algoritmo es flexible que permite minimizar el costo de procesamiento mediante la configuración del tiempo de muestreo y el tiempo de discriminación. Estos mismos parámetros pueden ser configurados para maximizar el reconocimiento de emociones, minimizando el tiempo de discriminación a valores 0.

En un entorno de procesamiento en tiempo real, se asume que no existe el almacenamiento de los datos, por lo tanto, su procesamiento no implica una afectación a las políticas de Privacidad, sumado a esto, el resultado es considerado como una interpretación impersonal de la llamada original, por lo tanto, su almacenamiento no está afectado por las leyes de Privacidad.

La decisión de implementación del método de trabajo del algoritmo debe de estar basado en los criterios de costo / beneficio sin olvidar las implicaciones legales. Si bien, un procesamiento posterior puede extenderse con herramientas de cómputo distribuido, tales como computo distribuido o “Cloud Computing” estas pueden simularse de forma muy similar en un ambiente de procesamiento en tiempo real. En este caso, una de las principales variantes es el factor de falla en los momentos críticos.

Algoritmo de Reconocimiento humano de Emociones por Procesamiento Intensivo (Computo Distribuido)

Considerando un procesamiento mediante computo distribuido de la información almacenando utilizando el mismo algoritmo con máxima capacidad de precisión de resultados, es factible debido a la facilidad de utilización del algoritmo con la herramienta Hadoop. El uso de la herramienta Hadoop es factible de utilizarse en modo de streaming de datos en modo compatible con Python. [17]

Este modo de procesamiento se encuentra en pruebas de trabajo, pero se utiliza este espacio para describir el proceso de configuración e implementación. La administración, configuración e implementación se debe de realizar directamente en Hadoop solamente el algoritmo de Mapper y Reduce serán administradas por el algoritmo en Python. [18]

El almacenamiento deberá de realizarse en el sistema de archivos para ser distribuidos y procesados por Hadoop, así como la configuración de las estaciones Python y su correcta configuración para ejecución del algoritmo debido a que implementa una serie de librerías externas, las cuales deben de ser previamente configuradas y probadas de forma individual para garantizar que el proceso de Mapper funcione a la adecuadamente al realizar el proceso de computo distribuido.

### 3.10. Variación de Algoritmo

El algoritmo debe soportar ajustes para operar parámetros de entrada variables e incluso se puede ajustar para ajustar el tiempo de discriminación del espacio entre muestras a 0, lo que representaría la anulación de este factor. Esto permitiría analizar completamente el audio, el cual estaría fragmentado en muestras iguales a las definidas en el proceso de muestreo.

Aun cuando el algoritmo soporta una muestra equivalente a una llamada completa, este escenario no es la mejor práctica, debido a que el algoritmo funciona mediante la búsqueda de valores máximos y mínimos, por lo tanto, las emociones con mayores niveles de potencia serán las únicas identificadas y analizadas, e

incluso dado que el resultado esperado es una identificación de una única emoción como resultado, únicamente obtendremos un valor representativo de una única emoción.

Por lo tanto, un ajuste para uso intensivo de este algoritmo, correspondería a un valor de muestreo convencional, pero con un valor de descremación entre muestras igual a 0. Esto permitirá analizar todo el audio de la llamada, dado que el factor tiempo y costo de procesamiento no es un factor decisivo en estos entornos el proceso puede ser ajustado a su punto de máximo de precisión de reconocimiento de emociones.

Pensando un ambiente de computo distribuido, partiendo de grabaciones de audio almacenadas disponibles para su análisis sin las limitantes de tiempo de respuesta u optimización de recursos en línea, se considera que el procesamiento puede realizarse utilizando técnicas modernas de procesamiento de computo distribuido tal como Hadoop mediante el uso de los métodos de Map y Reduce. [19]

### 3.11. Modelo de programación y el marco de la ejecución

Mapa / Reducir es un paradigma de programación que expresa una gran computación distribuida como secuencia de operaciones distribuidas en conjuntos de datos de pares clave-valor. El Hadoop framework Map/Reduce aprovecha un conjunto de máquinas y ejecuta definido por el usuario Map/Reduce empleos en todos los nodos del clúster. Una ejecución de Map/Reduce tiene dos fases, una fase mapa y una fase reducir. La entrada para el cálculo es un conjunto de datos de pares clave / valor.

En la fase de mapa, el framework divide los datos de entrada en un gran número de fragmentos y asigna a cada fragmento a una tarea mapa. El framework también distribuye las muchas tareas mapa a través del grupo de nodos en los que opera. Cada tarea mapa consume pares clave / valor de su fragmento asignado y produce un conjunto de pares clave / valor intermedio. Para cada tecla de entrada / par de valores (K, V), la tarea mapa invoca una función de mapa definido por el usuario que transmuta la entrada en un par clave / valor diferente (K', V').

Después de la fase mapa del framework ordena los establecidos por clave de datos intermedios y produce un conjunto de tuplas de modo que aparecen todos los valores asociados con una clave particular (K', V' \*) juntos. También divide el conjunto de tuplas en un número de fragmentos iguales al número de reducir tareas.

En la fase de reducir, reducir cada tarea consume el fragmento de (K', V' \*) par asignado. Para cada uno de esos pares invoca una función definida por el usuario reducir ese transmuta el par en un par de claves de salida / valor (K, V). Una vez más, el framework distribuye los muchos reducir tareas de todo el conjunto de nodos y se ocupa de enviar el fragmento apropiado de los datos intermedios a cada reducen tarea.

Las tareas en cada fase se ejecutan de una manera tolerante a fallos, si el nodo (s) falla en el medio de un cálculo de las tareas asignadas a ellos se vuelven a distribuirse entre los nodos restantes. Tener muchos mapas y reducir las tareas permite buen equilibrio de carga y permite falló tareas para ser volver a ejecutar con pequeña sobrecarga en tiempo de ejecución.

## 3.12. Arquitectura

El Hadoop Map/Reduce Framework tiene una arquitectura maestro / esclavo. Tiene un solo maestro servidores o tasktrackers servidor o JobTracker y varios esclavos, un nodo por en el clúster. El JobTracker es el punto de interacción entre los usuarios y el marco. Los usuarios envían map/reduce puestos de trabajo a la JobTracker, lo que los pone en una cola de trabajos y ejecuta pendientes ellos en un primer llegado / primer servido. El JobTracker gestiona la asignación de mapa y reducir las tareas a las tasktrackers. Los tasktrackers ejecutan tareas según instrucciones de la JobTracker y también manejar el movimiento de datos entre el mapa y reducir fases.

Sistema de archivos distribuido de Hadoop está diseñado para almacenar de forma fiable archivos muy grandes a través de máquinas en un clúster grande. Está inspirado en la Google File System. Hadoop DFS almacena cada archivo como una secuencia de bloques, todos los bloques en un archivo, excepto el último bloque son del mismo tamaño. Bloques que pertenecen a un archivo se replican para tolerancia a fallos. El tamaño del bloque y la replicación factores son configurables por archivo. Los archivos en HDFS son "escribir una vez" y tienen estrictamente un escritor en cualquier momento.

Como Hadoop Map/Reduce, HDFS sigue una arquitectura maestro / esclavo. Una instalación HDFS consta de una sola NameNode, un servidor maestro que gestiona el espacio de nombres del sistema de archivos y regula el acceso a los archivos de los clientes. Además, hay una serie de DataNodes, un nodo por en el clúster, que gestionan de almacenamiento conectado a los nodos que se ejecutan en. El NameNode hace que las operaciones de espacio de nombres del sistema de archivos como abrir, cerrar, cambiar el nombre, etc. de archivos y directorios disponibles a través de una interfaz RPC. También determina el mapeo de cuadras DataNodes. Los DataNodes son responsables de porción de lectura y escritura las solicitudes de los clientes del sistema de archivos, sino que también realizan la creación de bloques, eliminación, y la replicación según instrucciones de la NameNode.

## 3.13. Escalabilidad

La intención es ampliar Hadoop hasta el manejo de miles de ordenadores. Más que por el tipo de tecnología en sí, lleva aparejado una realidad, y es la necesidad de poder hacer algo útil con la infinidad de datos que hoy disponemos y cuyo crecimiento será exponencial en los próximos años. El problema es disponer de una tecnología que nos permita almacenar, procesar y rentabilizar dicha información.

En cuanto a la red y el almacenamiento, no es algo tan crítico como puedan ser los clústers de supercomputación, donde los nodos de cálculo sólo se dedican al procesamiento de los datos y necesitan de un sistema de almacenamiento y de una red capaces de servir los datos a tiempo para que sean computados, sin tener dichos nodos ociosos por no poder abordar dicho cometido. En el escenario del Big Data no es tan crítico, ya que los datos se distribuyen en los nodos de procesamiento, por lo que no necesitamos de un almacenamiento centralizado. Respecto a la red, al almacenar los datos en los propios

nodos de procesamiento, la carga es muy baja, ya que se producen transacciones tanto en la carga de dichos datos, como en la obtención de los resultados.

Es una herramienta “open source”. Puede implementarse en un clúster de hardware “comunes” por lo que los costes son más reducidos a la hora de implementarlo. El principal inconveniente a día de hoy es el capital humano, ya que no hay personas formadas para poder trabajar con Hadoop. Para una empresa adoptar Hadoop supone subcontractar los servicios de un tercero con los conocimientos necesarios, o bien formar a personal propio para poder abordar cualquier proyecto de este tipo, por lo que muchas veces no es interesante abordar un proyecto que sí lo sería por su utilidad dentro de la empresa.

Además, se tiene el inconveniente del cambio de mentalidad. Hasta hoy estamos acostumbrados a hacer cualquier cosa pensando siempre en bases de datos relacionales, sobre las que hay un conjunto de herramientas muy maduras para “business intelligence” o “datamining”. Con esta nueva tecnología, primero tenemos que ser conscientes de lo que nos puede aportar dicha tecnología y en segundo lugar, interiorizar que las cosas no se harán como antes, sino de una manera totalmente distinta para lo cual tendremos que empezar prácticamente de cero.

### 3.14. Propuesta de valor

Gracias a que el algoritmo está enteramente desarrollado en Python, existe la posibilidad de escalar su funcionamiento e integrarlo a la herramienta Hadoop. El proceso para realizar esto consiste básicamente en operar la herramienta Hadoop en modo streaming compatible con Python y ajustar los métodos Map y Reduce para operar completamente en modo Cómputo Distribuido con todos los beneficios que cuenta actualmente Hadoop.

Por lo tanto, los pasos para realzar esto, consiste básicamente en configuración de la herramienta para operar Python, después, crear los métodos para funcionar en modo streaming y finalmente, dejar que opción Map definida por Hadoop.

### 3.15. Modo Streaming

Tanto el asignador (MAPER) y el reductor (REDUCE) son ejecutables que leen la entrada de la entrada estándar (línea por línea) y emiten la salida a la salida estándar. La utilidad creará un Map/Reduce trabajo, enviar la tarea a un clúster apropiado y monitorear el progreso del trabajo hasta que se complete.

Cuando se especifica un archivo ejecutable para Mappers, cada tarea asignador lanzará el ejecutable como un proceso independiente al inicializar el asignador. Como se ejecuta la tarea asignador, convierte sus entradas en las líneas y alimentar las líneas a la entrada estándar del proceso. Mientras tanto, el asignador recoge las salidas orientadas línea desde el stdout del proceso y convierte cada línea en un par clave / valor, que se recoge como la salida del asignador. De forma predeterminada, el prefijo de una línea hasta

el primer carácter de salto de línea, es la clave y el resto de la línea (excluyendo el carácter de salto de línea) será el valor.

Cuando se especifica un archivo ejecutable para reductores, cada tarea reductor lanzará el ejecutable como un proceso separado y luego se inicializa el reductor. Como se ejecuta la tarea reductor, convierte su tecla de entrada / valora pares en líneas y alimenta las líneas a la entrada estándar del proceso. Mientras tanto, el reductor recoge las salidas orientadas línea desde el stdout del proceso, convierte cada línea en un par clave / valor, que se recoge como la salida del reductor. De forma predeterminada, el prefijo de una línea hasta el primer carácter de tabulación es la clave y el resto de la línea (excluyendo el carácter de tabulación) es el valor. Sin embargo, esto se puede modificar para requisitos particulares, como se discute más adelante.

Esta es la base para el protocolo de comunicación entre el Map/Reducir Framework y la transmisión en Map/Reducer.

Dado que en el modo stream es considerado una línea como una muestra de datos, se configura el flujo de datos de stream utilizando los valores consecutivos de Muestra/Valor de correspondiente al PCM propio de la llamada o bien se puede enviar la representación base 64 del archivo completo.

Para efectos técnicos se detallan ambas propuestas: Para hacer el envío de Muestra-Valor, se envían todos los datos PCM correspondientes de la llamada en el formato X corresponde Y. Donde X representa se secuencia de muestras continuas y consecutivas y Y representa los valores para cada una de esas muestras. Cada muestra debe de ser separada una de otra por un carácter especial en este caso, se propone el uso de | (pipe) de igual forma, se requiere de un carácter distinto al anterior para separar los valores de llave, para este caso se propone – (guion medio). De tal forma que se logre crear una cadena desde la primera muestra hasta la última muestra almacenada y concatenar el carácter de salto de línea “CR y NL”.

Para el paso de stream en modo base 64, consiste en convertir el archivo de audio a string base 64 para transmitirlo seguido por un carácter de CR y NL para confirmar el fin del archivo y continuar con uno nuevo.

### 3.16. Mapper

El Mapper que se propone, es dejar el configurado por Hadoop, de tal forma que su único proceso consiste en organizar las muestras proporcionadas por orden alfabético y los proceda a invocar al método Reduce que será definido por nosotros para aceptar los stream enviados previamente y ser procesados.

### 3.17. Reduce

El Reduce consiste en la rutina de reconocimiento de emociones con unas líneas adicionales para convertir el stream armado durante el envío del stream y convertirlo en una cadena de audio. Para ambos modelos

propuestos previamente, de debe de crear el método de conversión inversa hasta obtener una variable de tipo stream de voz. Este stream será fragmentado en muestras de X tamaño, ya sea utilizando un ciclo de bucle hasta su ultimo fragmento, donde cada fragmento será provisto al Algoritmo para su procesamiento.

El proceso completo de Reducer consiste en fragmentar el stream de voz y obtener una cantidad igual de resultados, donde estos resultados serán igualmente concatenados en un stream de resultado el cual será la nueva representación emocional de la llamada original.

El string-resultado podrá ser almacenado en archivo de texto, base de datos o incluso guardarlo nuevamente en el sistema de archivos de Hadoop para su reprocesamiento para fines de QoS, DataMining o Análisis Estadísticos.

---

## 4. DESARROLLO METODOLÓGICO

---

## 4.1. Levantamiento de requerimientos

### Análisis de Modelos Actuales

Se llevó a cabo la investigación los modelos actuales enfocados en el análisis de las emociones en audio digital. Sin limitar el campo de estudio. Las principales investigaciones están enfocadas en temas relacionados con áreas de estudio psicológico o salud.

Se investigaron proyectos o propuestas de análisis de datos para obtención de identificadores de emociones.

Se evalúa la información de audio de procesamiento digital del protocolo G.729 para definir las limitaciones de codificación del audio a transmitir y su interpretación a sonido.

### Diseño de la solución propuesta

Se obtiene un algoritmo, se evalúa la eficiencia y factibilidad de procesamiento en tiempo real utilizando técnicas computacionales y se genera el diseño y desarrollo de la solución, el lenguaje se definirá en base a la técnica de análisis de datos que se va utilizar.

### Implementación de la solución

Evaluación de efectividad de algoritmo en entornos de alta demanda en tiempo real.

### Pruebas

Análisis de efectividad de llamadas en Conmutador Privado o PBX (Private Branch Exchange)

### Productos Esperados

Algoritmo de análisis de audio para PBX de ambiente controlado.

---

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

## 5.1. Resultados

Como resultado de la investigación, se analizaron de forma manual, un conjunto de 300 grabaciones, de las cuales se extrajeron muestras de audio y se reprodujeron a un grupo de personas ajenas a la persona en dicha grabación. De todas las muestras analizadas de forma manual, se compararon contra los resultados arrojados por el algoritmo para esas mismas muestras. El resultado de la precisión del algoritmo se muestra en la Tabla 3.

	Zona Confort	Vigilancia	Amenaza	Éxtasis	Dolor	Admiración	Aversión	Terror	Rabia
%	98	88	58	91	87	65	45	90	77

Tabla 3 Resultado de Comparativo de Apreciación humana contra Algoritmo

## 5.2. Discusión

El primer punto de discusión es sobre la Zona de Confort, se puede asumir que el algoritmo identifica con gran eficacia los audios que se encuentran en estado no-emotivo.

Por otro lado, está a discusión la precisión de los resultados para las emociones de Aversión (45), Amenaza (58), Admiración (65) y Rabia (77). Debido a la baja precisión de los resultados se asume que este algoritmo requiere de más variables para determinar dichos estados emotivos o en su caso, un ajuste a las variables empleadas para mejorar la precisión de las mismas.

---

## 6. CONCLUSIONES

---

## 6.1. Conclusiones

Las condiciones actuales de costo-beneficio de los recursos de hardware para potenciar el software son muy favorables y conforme pasa el tiempo, esta condición será en aumento. Una constante de crecimiento de potencia de procesamiento solamente equiparable a la necesidad de procesar del hombre.

Los recursos actuales nos permiten desarrollar algoritmos que llevan al límite de los recursos de hardware, siempre condicionados por una tentativa de mejorar la vida humana, las condiciones de vida o simplemente por entender el comportamiento humano. Los algoritmos son cada vez más adecuados a lo que creemos que es un acercamiento de lógico al entendimiento de los comportamientos humanos.

Por lo tanto, podemos concluir que, dentro de las ambiciones del hombre por entender a la humanidad, aun en un aspecto tan pequeño como son las mismas emociones, es algo sumamente exhaustivo para una máquina, también podemos concluir que por más cálculos matemáticos que realicemos, no podemos llegar a una precisión absoluta de 100%.

Respecto al trabajo de investigación, análisis y desarrollo, podemos concluir que el objetivo del algoritmo dinámico está concluido satisfactoriamente. Respecto a la precisión de dicho algoritmo, concluimos que dicho algoritmo está correctamente fundamentado y cuenta con las bases para ser considerado como un algoritmo potencial para procesamiento masivo en tiempo real, mas, no podemos concluir que la precisión del dicho algoritmo sea la adecuada en las condiciones actuales.

Para lograr el objetivo de cumplir con gran cantidad de procesamiento al menor coste, se sacrificó el procesamiento intensivo, y esto a su vez, mermo la precisión que se deseaba obtener, más aun, no significa que el algoritmo este incorrecto o mal formulado, todo lo contrario. Llegamos a la conclusión que un correcto ajuste de análisis de variaciones de frecuencia de la matriz de FFT con respecto a patrones de cambio mejorará sustancialmente la precisión, con un respecto coste de procesamiento que deberá ser calculado y optimizado.

Incluso, podemos aventurarnos concluir que implementando cálculos de tipo Transformada de Z, Coeficientes Cepstrales en las Frecuencias de Mel (MFCC) o Codificación predictiva lineal (LCP) basados en comportamiento básicos de la señal para discriminar los patrones más comunes y mejorar la precisión del algoritmo para casos muy específicos. Es decir, ampliar las posibilidades de utilizar análisis complejos solo cuando el algoritmo identifique un potencial conflicto para determinar una emoción. De esta forma, continuaremos manteniendo un costo mínimo de procesamiento muy bajo, pero sacrificaremos el costo máximo, todo esto en aras del pro de la probabilidad, debido que la presencia de una emoción especifica muy pequeña y la probabilidad de que dentro de un volumen considerable de flujos de datos se presenten los análisis de mayor costo se mantiene en niveles mínimos muy aceptables.

Por lo tanto, se concluye solemnemente que la investigación se encuentra en una fase muy temprana para su implementación, pero siembra las bases para utilizar el algoritmo de flexibilidad de cálculo llamada “dinámica” que permite el uso en ambientes denominados de alta demanda o tiempo real y que también puede utilizarse en ambientes de procesamiento intenso con mínimos ajustes para maximizar la precisión, todo basado en el uso de las variables del algoritmo.

Finalmente, concluimos que el trabajo gracias a que está basado en estándares universales de comunicación como son el G.711 y G.279, se concluye que el algoritmo igualmente satisface los requerimientos para ser considerado como universal. Si bien, la investigación se limitó a los resultados de laboratorio, el código del algoritmo al estar desarrollado Python y por la experiencia de Comunicaciones Digitales, se concluye que el desarrollo de un cliente de VoIP con capacidad de uso de dicho algoritmo es fácilmente alcanzable. Incluso para su distribución y explotación comercial.

Una conclusión más, y la principal razón por la que este algoritmo no puede ser considerado como universal, es debido a que depende de una zona de confort inicial, la cual es la base del cálculo del algoritmo. En un ambiente no controlado o fuera de un centro de llamadas, el protocolo de establecer la comunicación entre individuos es muy distinta. Por lo tanto, definir una zona de confort se vuelve una tarea muy ambigua. La simple determinación de la zona de confort daría pie a un nuevo algoritmo de determinación de dicho dato. No se considera imposible, pero se considera como un tema de investigación alterna, por lo que se concluye que el algoritmo carece de consideraciones para ser universal, pero queda la posibilidad de alcanzar esta nueva meta.

## 6.2. Trabajo Futuro

Debido a los resultados de esta investigación, se estima una futura investigación para analizar el “voiceID” como una extensión de este mismo trabajo. Siempre bajo la premisa de un procesamiento que permita un costo-beneficio sustentable para los fines comerciales, gubernamentales y de seguridad.

Otra secuela de investigación basada en el resultado de este estudio, es el mismo objeto de estudio, pero ahora enfocado en el “faceID” o matriz facial, basado en los mismos principios de streaming de datos y por análisis de muestras y sin perder de vista el balance de costo-beneficio de procesamiento.

# BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Beck, B. Hope y A. Rosenfeld, *Human and Machine Vision*, New York: Academic Press, 1983.
- [2] V. Wukmir, *Emotion and suffering*, Barcelona: Labor, 1967.
- [3] J. Wiley, *Data Science and Big Data Analytics: Discovering, Analyzing, Visualizing and Presenting Data*, EMC, 2014.
- [4] J. Venner, *Pro Hadoop*, Apress, 2009.
- [5] J. Reeve, *Understanding motivation and emotion (5th ed.)*, Hoboken, NJ, 2009.
- [6] J. G. Proakis y M. Salehi, *Digital Communications*, Boston, MA: McGraw-Hill, 2007.
- [7] R. Plutchik, That Nature of Emotions: Human emotions have deep evolutionary roots, a fact that may explain their complexity and provide tools for clinical practice. *Sigma Xi, The Scientific Research Society*, vol. 89, No. 4, pp.344-350, 2001.
- [8] R. Plutchik, *Integration, Differentiation, and Derivatives of Emotion*, *Evolution and Cognition*, Vol. 7, No. 2, 2001.
- [9] R. Plutchik, *EMOTION: A Psychoevolutionary Synthesis*, Harper & Row, 1980.
- [10] S. W. Littlejohn y K. A. Foss, *Theories of Human Communication*, Long Grove, Illinois: Waveland Press Inc, 2011.
- [11] R. Keeble, *Communication Ethics Today*, Leicester, UK: Troubador Publishing, 2005.
- [12] K. Izdebski, *Emotions in the Human Voice, Volume 1*, San Diego, CA: Plural Publishing, 2008.
- [13] P. Himanshu y H. Bhalchandra, *Design and Analysis of Algorithms*, India: Person Education, 2008.
- [14] P. Ekman, «An argument for basic emotions,» de *Cognition and Emotion*, Routledge, 1992, pp. 169-200.
- [15] V. Cantonio, V. Di Gesu, A. Setti y D. Tegolo, *Human and Machine Perception 2*, New York: Kluwer Academy, 1999.
- [16] A. Ahmed, H. Madani y T. Siddiqui, *VoIP Performance Management and Optimization*, Cisco Press, 2011.
- [17] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, «ITU,» 06 2012. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.729/en>. [Último acceso: 03 2015].

[18] INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION, «ITU,» 11 1988. [En línea]. Available: <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.711-198811-I/es>. [Último acceso: 03 2015].

[19] Hadoop Releases, 01 12 2014. [En línea]. Available: <http://hadoop.apache.org/releases.html>.