



Instituto Tecnológico de León

“EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOFT COMPUTING PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESPUESTA AFECTIVA EN AMBIENTES INMERSIVOS”

Tesis

Que presenta:

Janson Joan Fernandez Rojas

Para obtener el grado de

Maestro en Ciencias de la Computación

Con la Dirección de:

Víctor Manuel Zamudio Rodríguez

Y Co Dirección de:

Francisco Javier Navarro Barrón

Revisores

David Asael Gutiérrez Hernández

Carlos Lino Ramírez

León, Guanajuato, junio, 2022

León, Guanajuato, **01/Agosto/2022**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
OFICIO No. DEPI-094-2022

**C. JANSON JOAN FERNÁNDEZ ROJAS
PRESENTE**

De acuerdo al fallo emitido por la Comisión Revisora, integrada por los: Dr. Víctor Manuel Zamudio Rodríguez, Dr. Francisco Javier Navarro Barrón, Dr. David Asael Gutiérrez Hernández, Dr. Carlos Lino Ramírez y considerando que cubre todos los requisitos establecidos en los Lineamientos Generales para la Operación del Posgrado del Tecnológico Nacional de México, se autoriza la impresión del trabajo de tesis titulado: "Evaluación de estrategias de soft computing para el estudio de la evolución de la respuesta afectiva en ambientes inmersivos". Lo que hacemos de su conocimiento para los efectos y fines correspondientes.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Ciencia, Tecnología y Libertad

**LIC. PATRICIA DONATO JIMÉNEZ
SUBDIRECTORA ACADÉMICA**

C.c.p. Expediente



Av. Tecnologías sin Fronces, Industrial Julián de Obregón, C.P. 37290 León, Guanajuato.
Tel: 477 705200 e-mail: tecleon@leon.tecnm.mx tecnm.mx / leon.tecnm.mx



**2022 Flores
Magón**

León, Guanajuato., a 30 de junio del 2022

C. ING. LUIS ROBERTO GALLEGOS MUÑOZ
JEFE DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

Por este medio hacemos de su conocimiento que la tesis titulada "Evaluación de Estrategias de Soft Computing para el Estudio de la Evolución de la Respuesta Afectiva en Ambientes Inmersivo", ha sido leída y aprobada por los miembros del Comité Tutorial para su evaluación por el jurado del acto de examen de grado al alumno (a) C. Janson Joan Fernandez Rojas, con número de control M14240624 como parte de los requisitos para obtener el grado de Maestro(a) en Ciencias de la Computación (MCCOM-20TI-05).

Sin otro particular por el momento, quedamos de Usted.

ATENTAMENTE
COMITÉ TUTORIAL



Dr. Víctor Manuel Zamudio Rodríguez

DIRECTOR



Dr. Javier Navarro Barrón

CODIRECTOR ó REVISOR



Dr. David Asael Gutierrez

REVISOR



Dr. Carlos Lino Ramirez

REVISOR





DECLARACION DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO

Yo, **JANSON JOAN FERNANDEZ ROJAS** identificado con No. Control **M14240624**, alumno (a) del programa de la **Maestría en Ciencias de la Computación**, autor (a) de la Tesis titulada:

"Evaluación de Estrategias de Soft Computing para el Estudio de la Evolución de la Respuesta Afectiva en Ambientes Inmersivo" DECLARO QUE:

1.- El presente trabajo de investigación, tema de la tesis presentada para la obtención del título de **MAESTRO (A) EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN** es original, siendo resultado de mi trabajo personal, el cual no he copiado de otro trabajo de investigación, ni utilizado ideas, fórmulas, ni citas completas "stricto sensu", así como ilustraciones, fotografías u otros materiales audiovisuales, obtenidas de cualquier tesis, obra, artículo, memoria, etc. en su versión digital o impresa.

2.- Declaro que el trabajo de investigación que pongo a consideración para evaluación no ha sido presentado anteriormente para obtener algún grado académico o título, ni ha sido publicado en sitio alguno.

3.- Declaro que las pruebas o experimentos derivados de esta investigación fueron realizados bajo el consentimiento de los involucrados y con fines estrictamente académicos conforme a criterios éticos de confidencialidad.

Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales por lo que asumo cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de irregularidades de la tesis, así como de los derechos sobre la obra presentada.

Asimismo, me hago responsable ante el Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de León o terceros, de cualquier irregularidad o daño que pudiera ocasionar por el incumplimiento de lo declarado.

De identificarse falsificación, plagio, fraude, o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, responsabilizándome por todas las cargas pecuniarias o legales que se deriven de ello sometiéndome a las normas establecidas en los Lineamientos y Disposiciones de la Operación de Estudios de Posgrado en el Tecnológico Nacional de México.

León, Guanajuato a 3 del mes de agosto de 2022

Nombre y firma del autor

JANSON JOAN FERNANDEZ ROJAS

ACUERDO PARA USO DE OBRA (TESIS DE GRADO)

A QUIEN CORRESPONDA

PRESENTE

Por medio del presente escrito, **JANSON JOAN FERNANDEZ ROJAS** (en lo sucesivo el AUTOR) hace constar que es titular intelectual de la obra denominada: "**EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SOFT COMPUTING PARA EL ESTUDIO DE LA EVOLUCIÓN DE LA RESPUESTA AFECTIVA EN AMBIENTES INMERSIVO**", (en lo sucesivo la OBRA) en virtud de lo cual autoriza al Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de León (en lo sucesivo TECNMI/IT León) para que efectúe resguardo físico y/o electrónico mediante copia digital o impresa para asegurar su disponibilidad, divulgación, comunicación pública, distribución, transmisión, reproducción, así como digitalización de la misma con fines académicos y sin fines de lucro como parte del Repositorio Institucional del TECNMI/ITLeón.

De igual manera, es deseo del AUTOR establecer que esta autorización es voluntaria y gratuita, y que de acuerdo con lo señalado en la Ley Federal del Derecho de Autor y la Ley de Propiedad Industrial el TECNMI/IT León cuenta con mi autorización para la utilización de la información antes señalada, estableciendo que se utilizará única y exclusivamente para los fines antes señalados. El AUTOR autoriza al TECNMI/IT León a utilizar la obra en los términos y condiciones aquí expresados, sin que ello implique se le conceda licencia o autorización alguna o algún tipo de derecho distinto al mencionada respecto a la "propiedad intelectual" de la misma OBRA; incluyendo todo tipo de derechos patrimoniales sobre obras y creaciones protegidas por derechos de autor y demás formas de propiedad intelectual reconocida o que lleguen a reconocer las leyes correspondientes. Al reutilizar, reproducir, transmitir y/o distribuir la OBRA se deberá reconocer y dar créditos de autoría de la obra intelectual en los términos especificados por el propio autor, y el no hacerlo implica el término de uso de esta licencia para los fines estipulados. Nada de esta licencia menoscaba o restringe los derechos patrimoniales y morales del AUTOR.

De la misma manera, se hace manifiesto que el contenido académico, literario, la edición y en general de cualquier parte de la OBRA son responsabilidad de AUTOR, por lo que se deslinda al (TECNMI/ITLeón) por cualquier violación a los derechos de autor y/o propiedad intelectual, así como cualquier responsabilidad relacionada con la misma frente a terceros. Finalmente, el AUTOR manifiesta que estará depositando la versión final de su documento de Tesis, OBRA, y cuenta con los derechos morales y patrimoniales correspondientes para otorgar la presente autorización de uso.

En la ciudad de **León**, del estado de **Guanajuato** a los **3** días del mes de **agosto** de **2022**.

Atentamente,

Nombre y firma autógrafa de EL AUTOR.

JANSON JOAN FERNANDEZ ROJAS


AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a mi Madre Rosy Rojas que es el pilar más importante, que sin ella todo esto no sería posible y cada día me da las fuerzas para seguir adelante en todo lo que hago, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ella soy lo que soy y espero algún día pueda lograr ser un mínimo de lo que es ella.

A mi sobrina/ahijada Geraldine Guadalupe Fernández Moreno y a mi abuela María Ester Rojas por apoyo incondicional, durante todo este proceso y por estar conmigo en todo momento gracias.

Un trabajo de investigación es siempre fruto de ideas, proyectos y esfuerzos previos que corresponden a otras personas. En este caso mi más sincero agradecimiento a mi director el doctor Víctor Manuel Zamudio Rodríguez, que en todo momento fue un gran profesor y persona, me dio su apoyo y orientación en cada paso de la maestría. A mi Co director el Doctor Javier Navarro que me dio su apoyo y orientación en muchos momentos claves para que pudiera lograr esto. Un agradecimiento al Dr. David Asael y el Dr. Carlos Lino. Gracias por su amabilidad, su tiempo y sus ideas.

A los docentes de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de León, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación mi carrera. Quiero agradecer a las personas que apoyaron las pruebas para realizar las sesiones de trabajo. Asimismo, quiero agradecer el apoyo y la beca por parte del CONACYT y TecNM / ITL para realizar esta investigación.

Finalmente quiero dedicar este trabajo a mis amigos que me acompañaron durante todo el proceso y quiero destacar principalmente a dos: Dania Ortiz y David Canchola quienes fueron grandes personas que estuvieron para mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
LISTADO DE ANEXOS.....	5
Capitulo 1: INTRODUCCIÓN.....	9
Capitulo 2: ANTECEDENTES.....	13
2.1. Planteamiento del problema	13
2.2. Justificación del Proyecto	14
2.3. Objetivos	15
2.3.1. Objetivo General	15
2.3.2. Objetivos Específicos.....	15
2.4. Hipótesis.....	16
Capitulo 3: Estado del Arte	17
3.1. Computo Afectivo	17
3.2 Metodología de Ruler	17
3.3. Medidor de Emociones	18
3.4. Realidad Aumentada	19
3.5. Lógica Difusa.....	19
3.5.1. Conjuntos Difusos	20
Capitulo 4: Metodología.....	21
4.1. Descripción del Sistema	21
4.2. Software Basado en Reglas de Lógica Difusa	22
4.3. EmotionApp.....	23
4.3.1. Diagrama de Caso de Uso EmotionApp.....	24
4.3.2. Diagrama de Actividad EmotionApp.....	25
4.3.3. Base de Datos EmotionApp	25
4.4. Herramientas.....	27
4.4.1. Unity.....	27
4.4.2. Vuforia	27
4.4.3. Python.....	27
4.5. Algoritmos	28

4.5.1. Descripción del Algoritmo Hill Climbing	28
4.5.2. Diagrama de Flujo del Algoritmo Hill Climbing	32
4.5.3. Descripción del Algoritmo Vecino más Cercano	33
4.5.4. Diagrama de Flujo del Algoritmo Vecino más Cercano.....	34
4.5.5. Comparación.....	34
Capitulo 5: Experimentación	37
5.1. Experimento de Emociones	37
5.2. Experimento de Secuencias	40
Capitulo 6: Resultados.....	43
6.1. Resultados (Experimento 1)	43
6.1.1. Graficas de Cajas.....	43
6.1.2. Prueba ANOVA.....	45
6.2. Resultados (Experimento 2)	48
6.2.1. Primer Criterio: Distancias Euclidianas.....	49
6.2.2. Segundo Criterio: Ángulos	53
6.2.3. Secuencia para Usuarios Nuevos	54
6.2.4. Discusión	56
Conclusiones	57
Referencias.....	60
Apéndices	62
Apéndice 1: Algoritmo de Secuencias por Vecino más Cercano.....	62
Apéndice 2: Algoritmo de Secuencias por Hill Climbing.....	64
Apéndice 3: Algoritmo para Graficar Estimulos.....	68
Apéndice 4: Algoritmo para Graficar Secuencia vs Autopercepción	70
Apéndice 5: Algoritmo para Graficar Error	73
Apéndice 6: Paper for International Conference on Intelligent Environments (IE2022)	76
Anexos.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Tabla de Usuario	25
Tabla 4.2 Tabla de Emociones Antes de Ver los Estímulos	26
Tabla 4.3 Tabla de Emociones Después de Ver los Estímulos	26
Tabla 4.4 Comparación de Distancia Euclidianas entre Algoritmos	36
Tabla 5.1 Atributos de los Estímulos	40
Tabla 5.2 Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 1	41
Tabla 6.1 Prueba ANOVA de Fase 1	46
Tabla 6.2 Prueba ANOVA de Fase 2	47
Tabla 6.3 Prueba ANOVA de Fase 3	47
Tabla 6.4 Secuencias de los Participantes.....	48
Tabla 6.5 Errores de todos los Participantes para el Primer Criterio.....	52
Tabla 6.6 Ángulos de Todos los Participantes para el Segundo Criterio.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Medidor de Emociones	18
Figura 4.1 Proceso de Creación de Vectores.....	22
Figura 4.2 Interfaz de Emociones	23
Figura 4.3 Diagrama de Uso	24
Figura 4.4 Diagrama de Actividad	25
Figura 4.5 Vectores de Estímulos del Usuario	28
Figura 4.6 Inserción del Punto Inicial	29
Figura 4.7 Obtención de las Distancias Euclidianas Respecto al Punto Inicial	29
Figura 4.8 Obtención de Distancia Euclidiana de cada Vector de Estimulo	30
Figura 4.9 Obtención del Mejor Estimulo	31
Figura 4.10 Diagrama de Flujo (Algoritmo Hill Climbing).....	32
Figura 4.11 Punto de Referencia	33
Figura 4.12 Distancias Euclidianas al Punto Final de los Vectores.....	33
Figura 4.13 Diagrama de Flujo (Algoritmo Vecino más Cercano)	34
Figura 4.14 Comparación de Algoritmos (Participante 1).....	35
Figura 4.15 Comparación de Algoritmos (Participante 2).....	35
Figura 4.16 Comparación de Algoritmos (Participante 3).....	36
Figura 5.1 Diagrama de Uso de la Aplicación	38
Figura 5.2 Fases del Experimento 1.....	38
Figura 5.3 Resultado de la Secuencia Creada por el Algoritmo.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 6.1 Diagrama de Caja de Fase 1	43
Figura 6.2 Diagrama de Caja de Fase 2	44
Figura 6.3 Diagrama de Caja de Fase 3	45
Figura 6.4 Formato de Secuencia	48
Figura 6.5 Estímulos de la Secuencia del Participante 1	49
Figura 6.6 Suma de Vectores del Participante 1	50
Figura 6.7 Secuencia y Autopercepción del Participante 1	51
Figura 6.8 Distancia Euclidiana para el Participante 1	52
Figura 6.9 Angulo del Participante 1	53
Figura 6.10 Mejor Tipo de Multimedia	54
Figura 6.11 Tipo de Multimedia por Edad	55
Figura 6.12 Estímulos más Seleccionados por el Algoritmo	55

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 2.....	86
Anexo 2: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 3.....	87
Anexo 3: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 4.....	88
Anexo 4: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 5.....	89
Anexo 5: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 6.....	90
Anexo 6: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 7.....	91
Anexo 7: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 8.....	92
Anexo 8: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 9.....	93
Anexo 9: Estímulos de la Secuencia del Participante 2.....	94
Anexo 10: Estímulos de la Secuencia del Participante 3.....	94
Anexo 11: Estímulos de la Secuencia del Participante 4.....	95
Anexo 12: Estímulos de la Secuencia del Participante 5.....	95
Anexo 13: Estímulos de la Secuencia del Participante 6.....	96
Anexo 14: Estímulos de la Secuencia del Participante 7.....	96
Anexo 15: Estímulos de la Secuencia del Participante 8.....	97
Anexo 16: Estímulos de la Secuencia del Participante 9.....	97
Anexo 17: Suma de Vectores del Participante 2.....	98
Anexo 18: Suma de Vectores del Participante 3.....	98
Anexo 19: Suma de Vectores del Participante 4.....	99
Anexo 20: Suma de Vectores del Participante 5.....	99
Anexo 21: Suma de Vectores del Participante 6.....	100
Anexo 22: Suma de Vectores del Participante 7.....	100
Anexo 23: Suma de Vectores del Participante 8.....	101
Anexo 24: Suma de Vectores del Participante 9.....	101
Anexo 25: Secuencia y Autopercepción del Participante 2.....	102
Anexo 26: Secuencia y Autopercepción del Participante 3.....	102
Anexo 27: Secuencia y Autopercepción del Participante 4.....	103
Anexo 28: Secuencia y Autopercepción del Participante 5.....	103
Anexo 29: Secuencia y Autopercepción del Participante 6.....	104
Anexo 30: Secuencia y Autopercepción del Participante 7.....	104
Anexo 31: Secuencia y Autopercepción del Participante 8.....	105
Anexo 32: Secuencia y Autopercepción del Participante 9.....	105
Anexo 33: Distancia Euclidiana para el Participante 2.....	106
Anexo 34: Distancia Euclidiana para el Participante 3.....	106
Anexo 35: Distancia Euclidiana para el Participante 4.....	107
Anexo 36: Distancia Euclidiana para el Participante 5.....	107
Anexo 37: Distancia Euclidiana para el Participante 6.....	108
Anexo 38: Distancia Euclidiana para el Participante 7.....	108
Anexo 39: Distancia Euclidiana para el Participante 8.....	109
Anexo 40: Distancia Euclidiana para el Participante 9.....	109

Anexo 41: Angulo del Participante 2	110
Anexo 42: Angulo del Participante 3	110
Anexo 43: Angulo del Participante 4	111
Anexo 44: Angulo del Participante 5	111
Anexo 45: Angulo del Participante 6	112
Anexo 46: Angulo del Participante 7	112
Anexo 47: Angulo del Participante 8	113
Anexo 48: Angulo del Participante 9	113

Resumen/Abstract

En la última década se ha visto un rápido desarrollo de los sistemas y aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) en muchas áreas de investigación, incluida la educación, la medicina y los tratamientos psicológicos. Esto se ha debido a la creciente evidencia del potencial de los sistemas RA para apoyar las tareas de aprendizaje, entre otros beneficios. Sin embargo, se sabe muy poco sobre el impacto potencial del uso de sistemas RA para influir en el estado emocional de los usuarios. Este trabajo, está basado en mi trabajo previo sobre el desarrollo de una herramienta basada en realidad aumentada para estimular las emociones de los pacientes a través de contenido audiovisual (imagen, video y audio) [1]. En el presente trabajo se hace énfasis en explorar los efectos de la estimulación de las emociones con contenido audiovisual por separado y la creación de secuencias de estímulos personalizados a cada usuario, mediante un par de experimentos controlados. Se recopiló la información de un grupo de personas y analizó el comportamiento de sus emociones al ser estimulados/as con RA. Para el primer experimento se recopiló información en diferentes sesiones y se analizaron mediante una prueba ANOVA de 2 factores para comparar y determinar las diferencias/cambios en las emociones de los usuarios. Para el segundo experimento se creó un algoritmo que obtuviera los estímulos con un mayor impacto en las emociones del usuario. Los resultados de estos experimentos sugieren que, ya sea positiva o negativamente, sus emociones fueron estimuladas por el contenido que mostró la herramienta AR.

The last decade has seen rapid development of Augmented Reality (AR) systems and applications in many areas of research, including education, medicine, and psychological treatments. This has been due to growing evidence of the potential of AR systems to support learning tasks, among other benefits. However, very little is known about the potential impact of using AR systems to influence the emotional state of users. This work is based on my previous work on the development of a tool based on augmented reality to stimulate the emotions of patients through audiovisual content (image, video and audio) [1]. In the present work, emphasis is placed on exploring the effects of the stimulation of

emotions with audiovisual content separately and the creation of sequences of personalized stimuli for each user, through a couple of controlled experiments. Information was collected from a group of people and the behavior of their emotions when stimulated with AR was analyzed. For the first experiment, information was collected in different sessions and analyzed using a 2-factor ANOVA test to compare and determine the differences/changes in the emotions of the users. For the second experiment, an algorithm was created to obtain the stimuli with the greatest impact on the user's emotions. The results of these experiments suggest that, either positively or negatively, their emotions were stimulated by the content that the AR tool displayed.

Capítulo 1: INTRODUCCIÓN

Los recientes avances en inteligencia artificial han señalado que las emociones juegan un papel clave en las tareas diarias humanas, como el aprendizaje, la comunicación y la toma de decisiones, al influir en la percepción humana y el pensamiento racional [2]. En este contexto, la computación afectiva (CA) es un área de investigación relativamente nueva que tiene como objetivo crear sistemas "sensibles" al proporcionar a las computadoras con la capacidad de reconocer y expresar emociones [3]. Por lo tanto, se han realizado esfuerzos para desarrollar tecnologías de interacción humano-computadora capaces de abordar e identificar el comportamiento humano y su estado emocional en diferentes circunstancias. Por ejemplo, el uso de nuevas herramientas para ayudar a las personas con autismo a comprender y operar en el mundo socioemocional que les rodea [4], el enfoque en los juegos afectivos que se enfocan principalmente en la detección y reconocimiento de las emociones de los jugadores y en la adaptación del juego de respuestas a estas emociones [5], un método para medir estados afectivos a través de parámetros de comportamiento motor a partir de dispositivos de entrada estándar (ratón y teclado) [6], buscando brindar capacitación, ayuda en tareas relacionadas con la educación y brindar tratamiento psicológico, entre otros.

Con la llegada de la pandemia hemos tenido un aumento de enfermedades mentales como la ansiedad, el estrés, etc. El computo afectivo ha demostrado gran utilidad en mejorar las interacciones entre Humanos y Computadoras en numerosas aplicaciones por lo que es una herramienta que valdría la pena explorar en aplicaciones de salud mental. A la fecha el ser humano está en la búsqueda de asemejar la interacción entre la computadora y el ser humano, utilizando diferentes factores que permitan ha la computadora tener un significado de las emociones.

El cuerpo de investigación existente sobre la identificación/transmisión de emociones durante las interacciones humano-computadora se ha centrado en diferentes enfoques, que incluyen: a) micro expresiones faciales que pueden ayudar a distinguir cómo se siente una persona donde, la mayoría de las implementaciones actuales para reconocer las expresiones faciales son basado en el posterior sistema de codificación de acción facial de Paul Ekman [7]; Comunicación oral (voz), que se basa en el ajuste de canales

particulares características ajustadas durante la síntesis de voz para controlar el afecto expresado a través de una voz generada por computadora, utilizando un clasificador de emociones a nivel de palabra, el segmento se puede clasificar automáticamente, se puede mejorar agregando información sobre el tono y la potencia. [8]; la medición de respuestas fisiológicas como frecuencia cardíaca, presión arterial, pulso, dilatación pupilar, respiración, temperatura, etc. Por ejemplo, la aparición de sensores y dispositivos portátiles como mecanismos para la adquisición de datos fisiológicos de las personas en su vida diaria ha hecho posible la investigación en el reconocimiento de patrones emocionales, para la mejora de las experiencias de los usuarios en diversos contextos. [9]; La comunicación escrita, es decir, el texto escrito a mano (o mecanografiado a través de una computadora/teléfono inteligente), también se puede analizar utilizando técnicas para extraer el significado, incluido el sentimiento y la emoción.

A su vez, estos estudios tienen como objetivo crear entornos inteligentes con los que los humanos puedan interactuar mientras las computadoras mejoran su comprensión de las emociones. La evolución actual de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está propiciando el desarrollo de tecnologías heterogéneas, incluidos dispositivos y objetos inteligentes (basados en computadoras), que están altamente interconectados y cooperan a través de Internet, creando entornos enriquecidos con tecnología donde la interacción ocurre en varios niveles entre humanos, dispositivos y agentes autónomos [10]. Estos ambientes buscan ayudar a los seres humanos a tener una mejor vida diaria, brindándoles comodidades que les permitan realizar sus actividades de manera normal con mayores beneficios.

Un ejemplo de esto se ilustra en [11] donde se evalúa una terapia de Alzheimer no farmacológica basada en AR en el contexto de un entorno inmersivo. Esto se logra utilizando los servicios de IBM Watson para procesar las respuestas de los usuarios a preguntas específicas sobre el estado emocional. Los resultados de tales procesos es un vector de valores relacionados con la emoción asociados a los datos de entrada/usuario que finalmente se presentan a los terapeutas como un medio para evaluar su estado emocional en toda la terapia.

Otro ejemplo es el trabajo reportado en [12] [13] donde, los autores reportan sobre un ambiente inteligente que permite a los usuarios interactuar y revisar el estado emocional de las personas a través de la comunicación oral entre el usuario y un agente inteligente (TJBot). El caso reportado en [14] ilustra a dos usuarios, uno recibiendo dichos estímulos a través de un conjunto de datos de video y el otro anotando las emociones que percibió de la otra persona donde un algoritmo en la computadora categorizaría los videos que generan una emoción positiva para el usuario.

Con el fin de lograr el objetivo de desarrollar tecnologías HCI capaces de abordar e identificar las emociones humanas, CA ha utilizado diferentes enfoques y herramientas tecnológicas, incluidos los modelos basados en *Machine Learning* [15] y, más recientemente, las herramientas basadas en Realidad Aumentada (RA). [16] [17]. RA es una tecnología relativamente nueva que se ha mostrado muy prometedora en diferentes áreas de investigación interdisciplinaria debido a sus efectos positivos en el aumento de la comprensión del contenido, la preservación de la memoria y la motivación de aprendizaje [9]. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, poco se ha explorado en otros escenarios de investigación envolvente estimular/manejar las emociones humanas. Esto indica la necesidad de explorar los efectos potenciales de las tecnologías de RA utilizadas en escenarios terapéuticos como el tratamiento de pacientes con demencia en los que las emociones pueden desempeñar un papel clave y/o pueden ser propensos a cambios de humor rápidos difíciles de manejar.

El objetivo de este trabajo es triple, primero, se propuso desarrollar una plataforma basada en RA desarrollada proporcionar estímulos audiovisuales y permitir a los usuarios describir sus emociones auto percibidas a través de controles deslizantes vinculados a 6 emociones. Segundo y más importante, el objetivo principal de este estudio es investigar si este tipo de sistemas tienen el potencial de influir en el estado emocional de los usuarios mediante el análisis de los datos recopilados de diferentes sesiones (PRE y POST) y utilizando diferentes estímulos. Estos datos son a su vez inspeccionados para determinar si existen diferencias significativas entre las emociones del usuario antes y después de tener contacto con el contenido multimedia basado en realidad aumentada.

Tercero diseñar y encontrar una secuencia de estímulos de contenido multimedia que aumente el impacto emocional positivo de cada usuario.

Capítulo 1 describe los aspectos importantes del trabajo así como antecedentes sobre trabajos que influyeron para la creación de este sistema. Capítulo 2 el trabajo proporciona bases sobre trabajos que herramientas utilizadas para la creación de este sistema, la Metodología RULER, las tecnologías de Realidad Aumentada y la aplicación de emociones desarrollada. Capítulo 3 describir los algoritmos y experimentos llevados a cabo para recopilar información de un grupo de participantes con el objetivo de ser analizados e inspeccionar en busca de hallazgos sugerentes del potencial de esta herramienta en escenarios centrados en la emoción y la creación de secuencias respecto a mejorar el estado emocional del usuario. A esto le sigue Capítulo 4, donde dichos datos experimentales se analizan utilizando un estadístico. enfoque, aportando implicaciones de los resultados obtenidos. Finalmente, las conclusiones de este trabajo.

Capítulo 2: ANTECEDENTES

En este capítulo se da información del proyecto explicando diferentes aspectos para dar un mayor entendimiento de cuales fueron los motivos para iniciar con este trabajo, los temas que se plantean para este capítulo describen esto de manera continua y clara para adentrarnos en la concepción de este.

2.1. Planteamiento del problema

La salud mental se refiere a nuestro bienestar social, emocional y psicológico. Depende de factores internos y externos. Cuando vivimos momentos difíciles, ya sean laborales, personales, emocionales, familiares o económicos, las exigencias pueden ser muy altas y, en ocasiones, pueden sobrepasar nuestra capacidad de manejarlas. Esto puede tener un impacto negativo en nuestra salud mental.

La salud mental tiene un impacto directo en nuestra forma de pensar, de sentir y de actuar. Determina cómo respondemos ante el estrés, cómo nos relacionamos con otras personas y cómo tomamos decisiones. Es por esto tan importante cuidar de ella como cuidamos de nuestro cuerpo físico.

Es por eso que se busca desarrollar una sistema inteligente que permita analizar la respuesta emocional a contenidos multimedia que ayuden a mejorar nuestra salud mental, actualmente se cuenta con una aplicación la cual, mediante estímulos audiovisuales basados en realidad aumentada, son proporcionados al usuario para obtener 6 tipos de emociones (Enojo, Miedo, alegría, Tristeza, Disgusto y Sorpresa) mediante el uso de 6 *sliders* se le permite al usuario dar un valor entre 0 y 1. Dichos estímulos son videos imágenes y audios etiquetados que son precargados en el sistema para que puedan ser vistos o escuchados por el usuario en su teléfono. También se cuenta con un sistema de lógica difusa [12] que transforma un vector de 6 emociones en un vector de 2 valores que nos sirven como coordenadas para dar sentido a la emoción de la persona dentro del medidor de emociones de la metodología de RULER.

Utilizando y uniendo estas 2 herramientas podemos crear un sistema inteligente basado en computo afectivo que nos permita obtener las emociones de los usuarios y clasificarlas dentro del medidor de emociones. Esto con 2 objetivos:

El primero demostrar que existen diferencias significativas entre las emociones del usuario antes y después de ver el contenido, ya que podremos observar el comportamiento de las emociones a los diferentes contenidos multimedia dentro del medidor de emociones esto con el fin de tener pruebas de que las emociones son afectadas por dichos el estímulo.

El segundo es añadir a este sistema inteligente un algoritmo de soft computing que genere secuencias de contenido multimedia personalizada a partir de los estímulos clasificados en el medidor emocional y estos ayude al usuario para pasar de un estado emocional negativa a un estado emocional positivo y que esto repercuta en su vida diaria.

2.2. Justificación del Proyecto

Actualmente, no se tiene claro si los estímulos audiovisuales afectan en las emociones del paciente y los estímulos son dados de manera aleatoria y clasificados de forma manual mediante el uso de estas 2 herramientas, esto no nos dice como afectan en el estado emocional del paciente y su estado emocional inicial no es dada, tampoco se sabe qué tipo de multimedia tiene más impacto en el usuario, por lo cual se busca tener un mayor control de los estímulos, para saber qué tipo de formato o qué tipo de tema es la multimedia que más emociones positivas genera en el paciente.

Se busca automatizar dicho proceso y tener una mayor influencia en el estado emocional del paciente, integrando la aplicación y el software con reglas de lógica difusa, para la clasificación inicial y final de la emoción del paciente al ver un estímulo o secuencia de estímulos. Haciendo uso de algoritmos de *soft computing* entregar una secuencia de estímulos que permitan interactuar con el paciente y aumente en gran medida su estado emocional y esto a su vez mejore su estilo de vida.

Se pretende integrar todo esto y crear un sistema inteligente que ayude a las personas y al mismo tiempo sea amigable, optima y funcional proporcionando un soporte

emocional al usuario, al dar resultados de que los estímulos si repercuten en el estado emocional del usuario. Además, crear secuencias de estímulos personalizados ayudando de manera particular a cada usuario dando los estímulos correctos que ayuden a aumentar de manera positiva el estado emocional del usuario.

Con este trabajo se busca ayudar y concientizar a las personas con su salud emocional, ya que muchas veces estamos más preocupadas por la salud física, dejando de lado las emociones, las cuales tienen un gran impacto en nuestra vida diaria incluyendo a mejorar la misma salud física.

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo General

Desarrollar la evaluación de estrategias de *soft computing* para generar una secuencia multimedia que permita el estudio de la respuesta afectiva mediante realidad aumentada para influenciar de forma positiva en el estado emocional.

2.3.2. Objetivos Específicos

- Hacer uso de la aplicación y el paradigma de lógica difusa para obtener las emociones del usuario al ver un estímulo o una secuencia de estímulos y clasificarlas dentro del medidor de emociones de la metodología de RULER.
- Analizar la respuesta afectiva del usuario con respecto a cada tipo de estímulo audiovisual basados en realidad aumentada.
- Evaluar si existe diferencias significativas entre las emociones y los estímulos audiovisuales basados en realidad aumentada.
- Investigar y analizar algoritmos basados en *soft computing* para la creación de secuencias con estímulos basados en realidad aumentada.
- Creación de algoritmos de *soft computing* que permitan extraer los estímulos que tengan mayor impacto positivo en las emociones del usuario.
- Realizar pruebas con dichos algoritmos para ver el funcionamiento de las secuencias respecto a las emociones del usuario.

- Comparar cada uno de los algoritmos analizados y probados para resaltar sus ventajas y desventajas de cada algoritmo.
- Generar secuencias de estímulos para probar en un grupo de participantes y observar la respuesta emocional.
- Generar secuencias de estímulos para usuarios nuevos, es decir, usuarios sin ningún tipo de estímulos previos registrados.

2.4. Hipótesis

Es posible generar una secuencia multimedia (audio, video y foto) basada en realidad aumentada mediante técnicas de soft computing que permita influenciar en el estado emocional del usuario de acuerdo con el modelo de RULER.

Capítulo 3: Estado del Arte

En este capítulo se pretende orientar al lector de algunos conocimientos previos que permitan tener mayor entendimiento de los capítulos siguientes, además de exponer de manera clara las herramientas que son importante para la creación de este trabajo:

3.1. Computo Afectivo

Las emociones juegan un papel muy importante en nuestra vida diaria, nos permite la toma de decisiones, razonamiento o se asocia a la calidad de vida, esta última ayuda puede ayudar a mejorar no solo nuestra salud mental, sino también su salud física y en estos últimos años estamos más preocupados por la salud física dejando a la salud mental de lado siendo está muy importante. Los especialistas han intentado trabajar con herramientas tecnológicas que les permitan entender de forma más precisa las emociones.

“La computación afectiva se basa en la emoción como factor que influye en la forma en que se utilizan las computadoras. Por tanto, se define como el estudio y creación de sistemas y artefactos que puede ser reconocido, interpretado, procesado o estimulado por las emociones humanas” [3].

3.2 Metodología de Ruler

Es un enfoque de educación emocional creado por la Universidad de Yale Centro Universitario de Inteligencia Emocional para dar emocional formación que abarque todo el sistema escolar (directores, profesores, estudiantes, etc.) [18].

RULER, es un acrónimo de las cinco habilidades de la inteligencia emocional inteligencia.

- R: *Recognizing*
- U: *Understanding*
- L: *Labeling*
- E: *Expressing*
- R: *Regulating*

Según sus creadores, RULER informa la práctica educativa al demostrar que la inteligencia emocional puede mejorar los resultados de los líderes, educadores y estudiantes en escuelas que atienden a los estudiantes.

Esta metodología involucra 4 herramientas que ayudan a identificar las emociones de la persona, que son: Capítulo, Medidor emocional, Meta-momento y Plano emocional.

3.3. Medidor de Emociones

Es un plano cartesiano de 4 cuadrantes, donde cada cuadrante define una emoción basada en el nivel de sentimiento y energía (ejes X, Y) que permite al usuario para posicionar cómo se ve en la Figura 3.1.

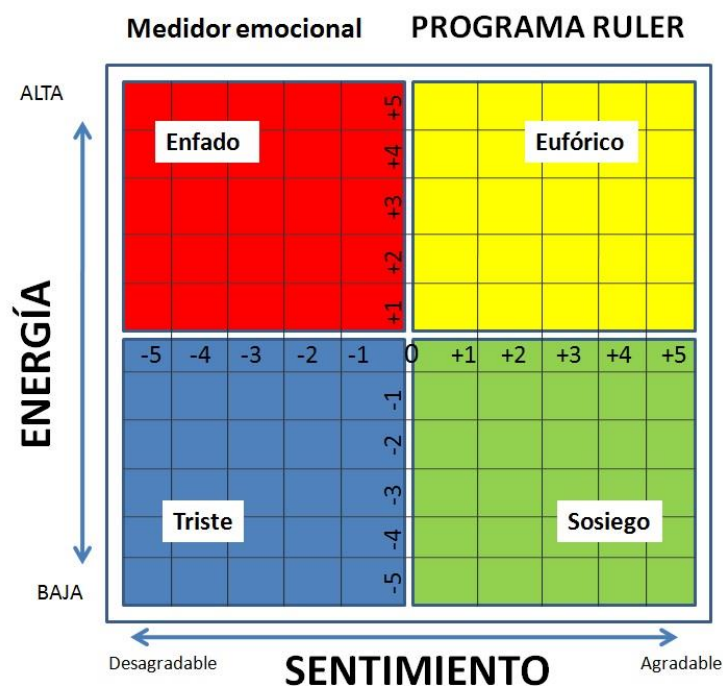


Figura 3.1 Medidor de Emociones

Durante los últimos años la metodología de RULER en especial la herramienta “medidor de emociones” ha sido de utilidad para diferentes investigaciones como en [14] donde se realizó dos experimentos que permitieran clasificar un data set llamado “LIRIS-ACCEDE” que estaba lleno de videos divididos en categorías, ellos proponen que a 2 participantes, el primero que vea estos videos y el segundo sea un anotador que les haga preguntas sobre sus emociones y dividir las preguntas en 2 sesiones la primera enfocada en el eje

X que es la excitación y el segundo en la valencia. Esto con el fin de tener más información de que categoría de videos tiene mayor número de emociones positivas. Además, añaden criterios de atributos para los videos y los ejes y puedan ser clasificados de mejor forma.

Como se puede ver hacen uso del medidor de emociones y debido a esto, el trabajo tuvo cierta influencia en nosotros, de cierta forma intenta describir las emociones al ser estimuladas con videos, pero carece de algunos puntos como los son limitación de contenido, análisis con nuevas tecnologías, etc. los cuales son tratados abordados en esta investigación.

3.4. Realidad Aumentada

La realidad aumentada se define como aquella información adicional que se obtiene al observar un entorno, captado a través de la cámara de un dispositivo que previamente dispone de software específico artículos instalados. La información adicional identificada como realidad aumentada se puede traducir en diferentes formatos. Puede ser una imagen, un carrusel de imágenes, un archivo de audio, un video o un enlace [19]. Para utilizar estas tecnologías se requieren los siguientes elementos:

- Un Dispositivo con cámara integrada.
- Un software encargado de realizar las transformaciones necesarias para brindar la información adicional (por ejemplo, Vuforia, AR Foundation, etc.).
- Un desencadenante o activador de información como imagen, entorno físico (tierra-paisaje, espacio urbano, entorno observado), marcador, objeto o código QR.

3.5. Lógica Difusa

La lógica difusa fue planteada por Zadeh en 1965. Constituye una generalización de la lógica clásica, que es determinista: “verdadero” o “falso”. Sin embargo, la *fuzzy logic*, a diferencia de la lógica clásica, tiene fronteras imprecisas. De acuerdo con Zadeh, un conjunto difuso es una clase de objetos con un contínuum que muestra su grado de

membresía de ese conjunto. En efecto, cada miembro del conjunto está caracterizado por una función de membresía, la cual va desde cero hasta a uno.

La lógica difusa, al ser una forma de lógica multivaluada, puede manejar el razonamiento aproximado. Por esta razón, las variables lingüísticas se utilizan en la definición de conjuntos. Así, por ejemplo, una variable lingüística como podría ser la edad puede tener valores tales como el de joven y viejo. El valor joven permite categorizar a los elementos del universo de edad con mayor detalle al darle valores de que varían en pertenencia dentro del conjunto [20].

En lógica difusa se parte del hecho de que conceptos como alto, bajo, ruidoso, dulce, caro, amargo, barato, delgado, etc. son percibidos de manera diferente por cada persona. Por ejemplo, para una persona de Alaska el concepto de caliente puede ser arriba de 10 °C, mientras que para un mexicano caliente es arriba de 30 °C o en un proceso de fundición caliente es arriba de 300°C. Por esta razón los conjuntos CALIENTE, TIBIO y FRÍO son llamados conjuntos difusos.

3.5.1. Conjuntos Difusos

De manera intuitiva se tiene el concepto de conjunto como una colección bien definida de elementos, en la que es posible determinar para un objeto cualquiera, en un universo dado, si acaso éste pertenece o no al conjunto. La decisión, naturalmente, es “si pertenece” o bien “no pertenece”.

La noción intuitiva de conjunto puede, así, ser muy estrecha. En un conjunto difuso a cada elemento del universo se le asocia un grado de pertenencia, que es un número entre 0 y 1, a ese conjunto. Un conjunto difuso es pues una correspondencia (o función) que a cada elemento del universo le asocia su grado de pertenencia. Enunciada así esta definición parece ser cíclica, mas no lo es: un conjunto difuso es una función cuyo dominio es el universo y cuyo contra dominio es el intervalo $[0, 1]$. En tanto el grado de pertenencia sea más cercano a 1 tanto más estará el elemento en el conjunto y en tanto el grado de pertenencia sea más cercano a 0 tanto menos estará el elemento en el conjunto [21].

Capítulo 4: Metodología

Este capítulo se describe de manera completa el funcionamiento de sistema inteligente, describiendo módulos, partes fundamentales del sistema y las herramientas que hicieron posible esto. Por último, una descripción de 2 algoritmos basados en *soft computing* con criterios diferentes que se emplearon para la creación de secuencias personalizadas. Además de un experimento y comparación entre ambos para definir el mejor algoritmo para dar secuencias con mayor cambio emocional.

4.1. Descripción del Sistema

Para obtener los vectores de cada estímulo y añadirlas dentro del medidor de emociones, se hizo uso de la aplicación EmotionApp y el sistema de reglas basado lógica difusa (Figura 4.1), se realizó de la siguiente manera:

Primeramente, mediante el uso de la aplicación EmotionApp se toman los valores de 6 emociones del usuario antes de ver el contenido, después se pasa a mostrar un solo estímulo (este paso es solo si el usuario quiere añadir contenido a su perfil y tener nuevas secuencias), finalmente volver a tomar las 6 emociones del usuario, como salida tendríamos 2 vectores de 6×1 , en los cuales el primero tendría las emociones antes de ver el estímulo y el segundo son las emociones después de ver el estímulo.

Posteriormente Se toman los valores de las emociones antes y después, estos se pasan a analizar por el sistema de lógica difusa [12] esto nos permite pasar de tener estos valores de las emociones a tener un par de coordenadas (antes y después) con estas coordenadas tendríamos un vector con dirección y magnitud que podrán ser añadidos dentro del medidor de emociones.

Finalmente, Teniendo un grupo vectores (estímulos analizados) el algoritmo obtendrá los 5 mejores estímulos mediante algunos criterios. Para posteriormente realizar el paso 1 y 2 pero ahora haciendo uso de la secuencia propuesta por el algoritmo.

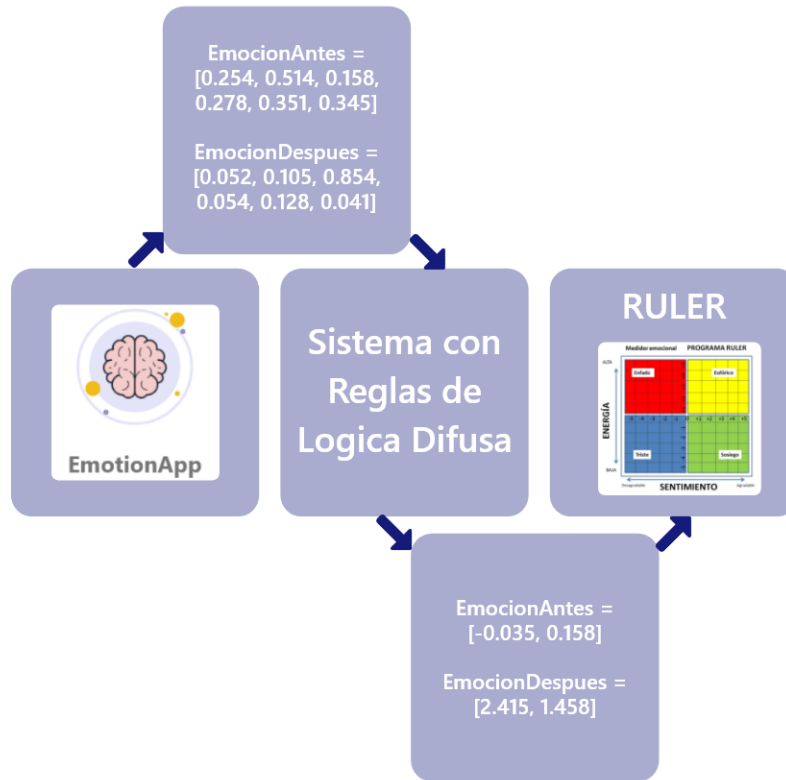


Figura 4.1 Proceso de Creación de Vectores

4.2. Software Basado en Reglas de Lógica Difusa

Este software fue creado por Cruz et.al., [12] el cual nos ayuda a mapear de un sistema de representación de emociones básicas (vector de 6 elementos) a una representación basada en 2 características compatible con la herramienta de visualización RULER (2D). El sistema permite tomar 6 valores de emociones (Enojo, Miedo, Alegría, Tristeza, Disgusto y Sorpresa) para convertirlos en coordenadas de un plano cartesiano (Eje X = Sentimiento, Eje Y = Energía) que permiten orientar en un cuadrante dentro del medidor de emociones y saber cuál es el estado emocional del usuario.

4.3. EmotionApp

EmotionApp es una aplicación para Android que permite a los usuarios visualizar contenido multimedia (imagen, audio y videos) basado en realidad aumentada y permite recopilar información sobre 6 emociones (alegría, tristeza, ira, sorpresa, miedo y asco) estas emociones se miden en un rango de valores entre 0 y 1 (Figura 4.2). Existen 3 objetivos (plantillas con imágenes) precargados que permiten al usuario enfocarlos con el smartphone y poder observar el contenido en realidad aumentada. Los objetivos se establecen en un entorno libre de distracciones y se carga el contenido multimedia. Al iniciar la aplicación se le pide que proporcione un grado de afinidad por cada una de las 6 emociones. Luego, se presentan al usuario diferentes estímulos audiovisuales y al final de la interacción se solicita una segunda autoevaluación de emociones para rastrear posibles cambios.



Figura 4.2 Interfaz de Emociones

Esta aplicación fue utilizada anteriormente en [11] donde la utilizaron para analizar el estado emocional de pacientes con diagnóstico de Alzheimer en el Instituto de la Memoria de León, Gto., generando una terapia no farmacológica con estímulos audiovisuales ayudando a mejorar su salud mental. Además de utilizar herramientas de

IBM el cual les permitía analizar las emociones de los pacientes después de responder preguntas enfocadas a los estímulos y la experiencia al usar la aplicación.

Esta aplicación fue modificada aplicando contenido precargando contenido para los usuarios.

4.3.1. Diagrama de Caso de Uso EmotionApp

En la Figura 4.3 podemos observar los usos que puede tener el usuario dentro de la aplicación:

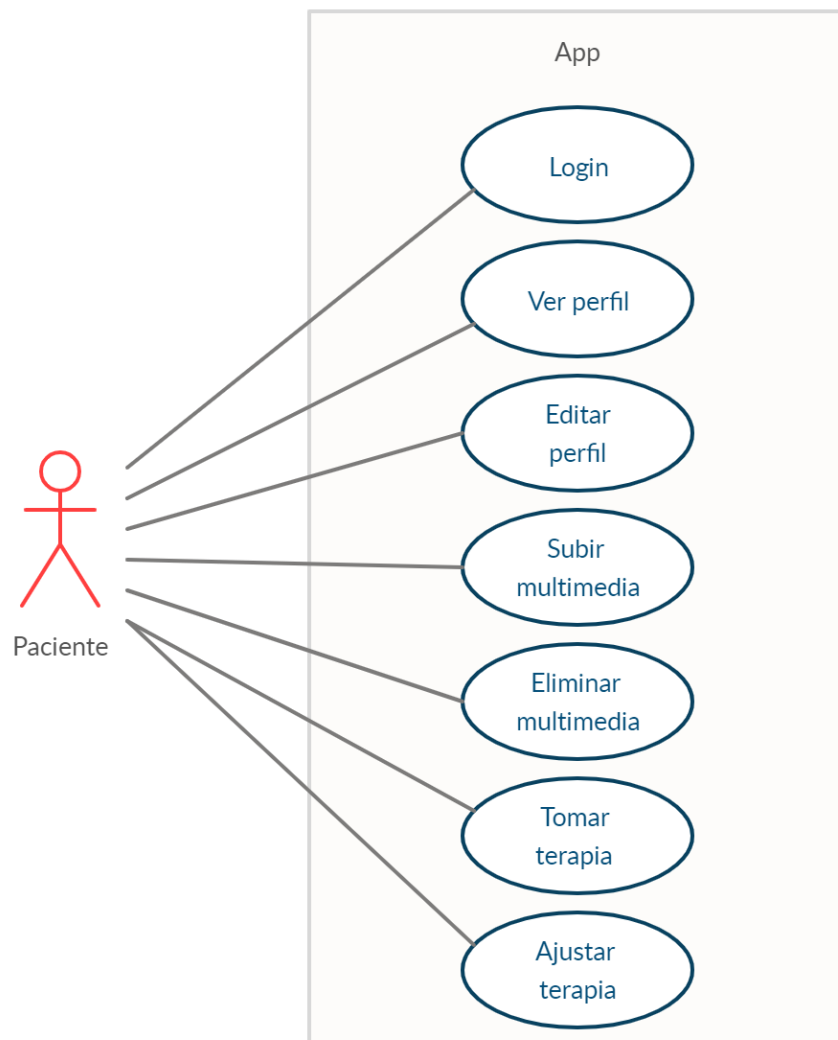


Figura 4.3 Diagrama de Uso

4.3.2. Diagrama de Actividad EmotionApp

En la Figura 4.4 observar el funcionamiento de la aplicación para tomar la información del usuario, tomar las emociones antes y después de ver los estímulos tomar los estímulos.

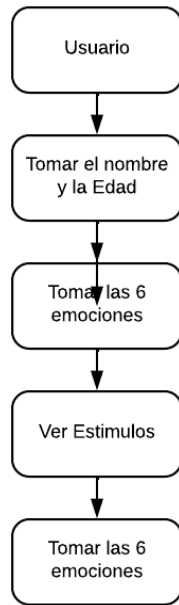


Figura 4.4 Diagrama de Actividad

4.3.3. Base de Datos EmotionApp

A continuación, se presentan las 3 tablas (Tablas 4.1, 4.2, 4.3) para capturar la información de los usuarios y tomar los vectores de las 6 emociones para tener registros para las pruebas que se realizaran.

Tabla 4.1 Tabla de Usuario

Columna	Tipo	Nulo
ID_User	int(11)	No
Nombre	Varchar(45)	No
Edad	int	No

Tabla 4.2 Tabla de Emociones Antes de Ver los Estímulos

Columna	Tipo	Nulo
ID_TA(Primaria)	int(11)	No
TA_Alegría	float	No
TA_Enojo	float	No
TA_Miedo	float	No
TA_Triste	float	No
TA_Sorpresa	float	No
TA_Disgusto	float	No

Tabla 4.3 Tabla de Emociones Después de Ver los Estímulos

Columna	Tipo	Nulo
ID_TD (Primaria)	int(11)	No
TD_Alegría	float	No
TD_Enojo	float	No
TD_Miedo	float	No
TD_Triste	float	No
TD_Sorpresa	float	No
TD_Disgusto	float	No

4.4. Herramientas

4.4.1. Unity

Unity es lo que se conoce como un motor de desarrollo o motor de juegos. El término motor de videojuego, *Game Engine*, hace referencia a un software el cual tiene una serie de rutinas de programación que permiten el diseño, la creación y el funcionamiento de un entorno interactivo; es decir, de un videojuego [22].

Dentro de las funcionalidades típicas que tiene un motor de videojuegos, son las siguientes:

- Motor gráfico para renderizar gráficos 2D y 3D
- Motor físico que simule las leyes de la física
- Animaciones
- Sonidos
- Inteligencia Artificial
- Programación o *scripting*

4.4.2. Vuforia

Es la plataforma más utilizada para el desarrollo de RA, con soporte para teléfonos, tabletas y gafas líderes. Los desarrolladores pueden agregar fácilmente funciones avanzadas de visión por computadora a las aplicaciones de Android, iOS y UWP, para crear experiencias de AR que interactúen de manera realista con los objetos y el entorno [23].

4.4.3. Python

Es un lenguaje de programación potente y fácil de aprender. Tiene estructuras de datos de alto nivel eficientes y un simple pero efectivo sistema de programación orientado a objetos. La elegante sintaxis de Python y su tipado dinámico, junto a su naturaleza interpretada lo convierten en un lenguaje ideal para scripting y desarrollo rápido de aplicaciones en muchas áreas, para la mayoría de las plataformas.

El intérprete de Python es fácilmente extensible con funciones y tipos de datos implementados en C o C++ (u otros lenguajes que permitan ser llamados desde C). Python también es apropiado como un lenguaje para extender aplicaciones modificables [24].

4.5. Algoritmos

En esta sección se describen 2 algoritmos para crear secuencias, estos dos fueron seleccionados para probarlos en 3 participantes y saber cuál tiene mejor respuesta emocional con la secuencia que cada uno elige. A continuación, se muestran la descripción de cada algoritmo, diagramas de flujo y los resultados de la comparación entre ambos.

4.5.1. Descripción del Algoritmo Hill Climbing

Se toman las emociones del antes y después de cada contenido multimedia por separado, posteriormente se sacan las coordenadas de cada estímulo con el sistema de lógica difusa, al tener todas las coordenadas del antes y después de los estímulos se procede a pasar los vectores dentro del medidor de emociones (Figura 4.5).

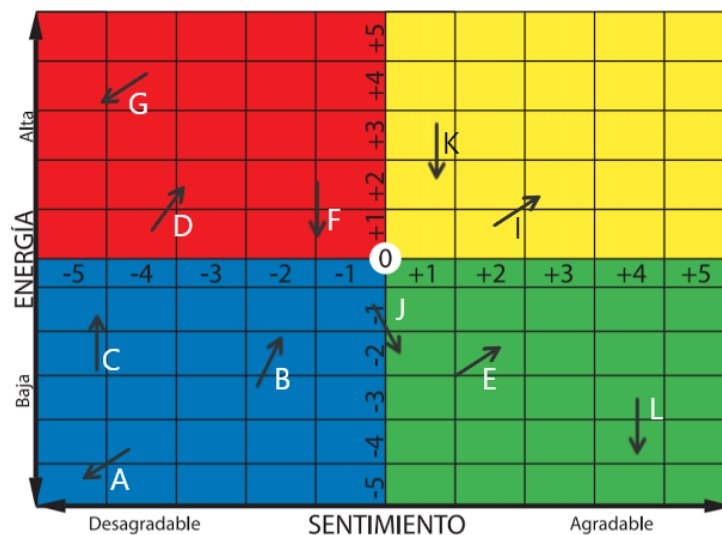


Figura 4.5 Vectores de Estímulos del Usuario

El algoritmo coloca un punto inicial dentro del medidor de emociones, cuyos valores (X, Y) son las coordenadas de las emociones antes de ver el contenido (secuencia) Figura 4.6.

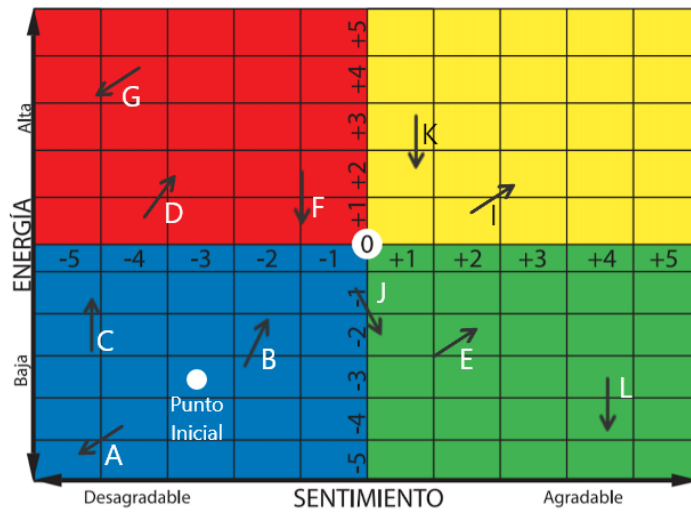


Figura 4.6 Inserción del Punto Inicial

Posteriormente se toman las distancias euclidianas del punto inicial a los puntos iniciales de cada vector de estímulo (Figura 4.7) y se ordenan del menor al mayor. Este es el primer criterio que se tomó el cual permite tomar lo estímulos más cercanos y den progreso continuo que permita al usuario ir poco a poco avanzando a un estado emocional positivo.

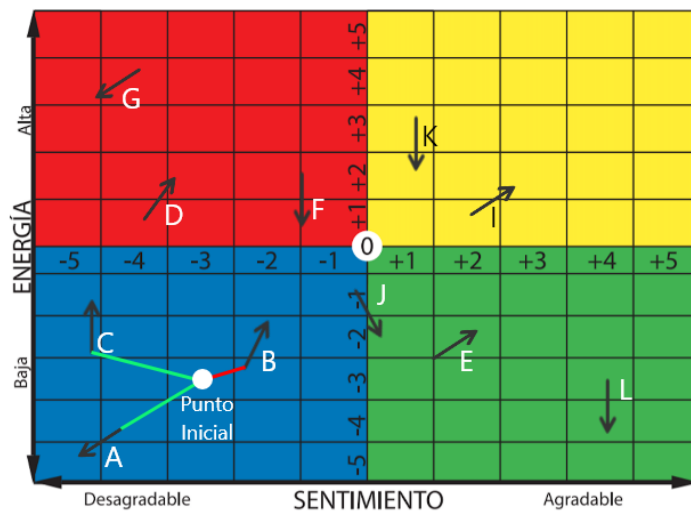


Figura 4.7 Obtención de las Distancias Euclidianas Respecto al Punto Inicial

Además, se sacan las distancias euclidianas de cada vector de estímulo desde sus coordenadas inicial a la final y se ordenan de mayor a menor (Figura 4.8).

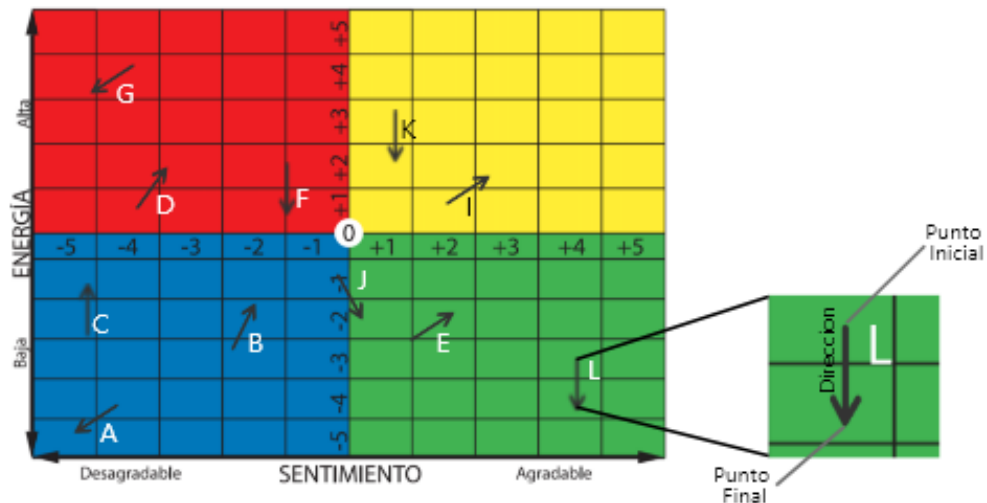


Figura 4.8 Obtención de Distancia Euclidiana de cada Vector de Estimulo

Este es el segundo criterio el cual permite tomar los estímulos con mayor magnitud, esto con el objetivo de avanzar lo más posible entre cada estímulo.

Finalmente se elige el mejor estímulo el cual tenga contenga los mejores valores de índice de los criterios antes mencionados (Figura 4.9) como se puede ver en el ejemplo siguiente:

Supongamos que el algoritmo encuentra 3 estímulos y el más cercano al punto inicial es el B seguido por el A y C como el final (Criterio 1), pero la distancia o magnitud de cada estímulo los coloca como primero el A después el C y finalmente el B (Criterio 2). Mediante el uso de los índices del arreglo se elige el mejor debido a que:

- $A = 1 + 0 = 1$
- $B = 0 + 2 = 2$
- $C = 2 + 1 = 3$

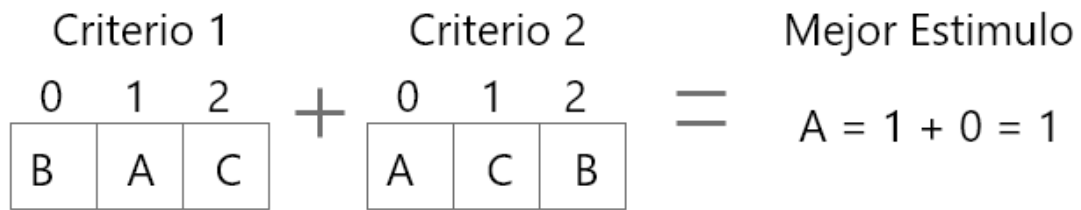


Figura 4.9 Obtención del Mejor Estimulo

Como se puede observar el mejor estimulo es el A, ya que la suma de sus índices es la menor respecto a los otros estímulos.

Este proceso se repite, pero ahora el punto inicial son las coordenadas finales del mejor estimulo y se repite todo el proceso así sucesivamente hasta tener 5 estímulos (Figura 4.10). El pseudocódigo se encuentra en el Anexo 1.

4.5.2. Diagrama de Flujo del Algoritmo Hill Climbing

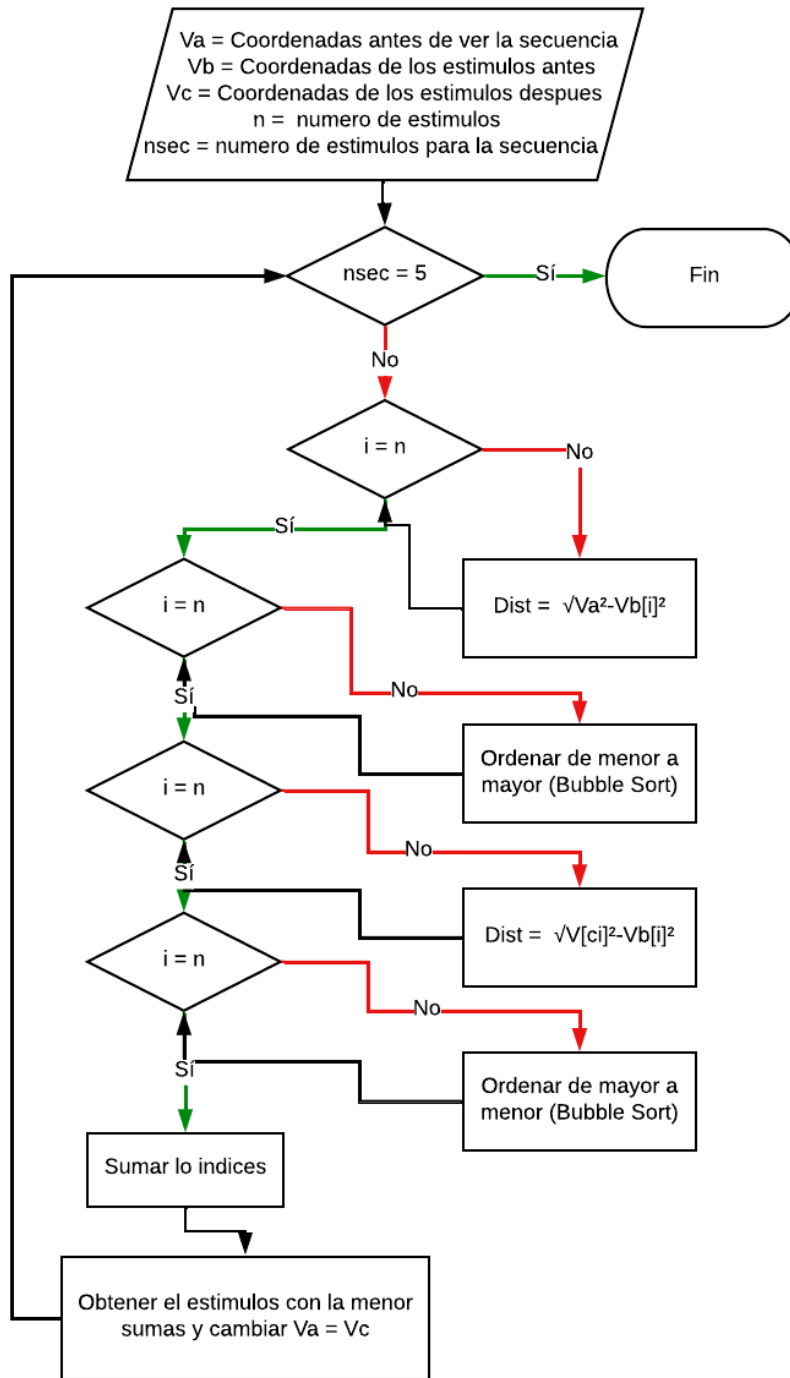


Figura 4.10 Diagrama de Flujo (Algoritmo Hill Climbing)

4.5.3. Descripción del Algoritmo Vecino más Cercano

Se crea un punto de referencia las cuales son las coordenadas más a la derecha y arriba (5, 5) como se ve en la Figura 4.11.

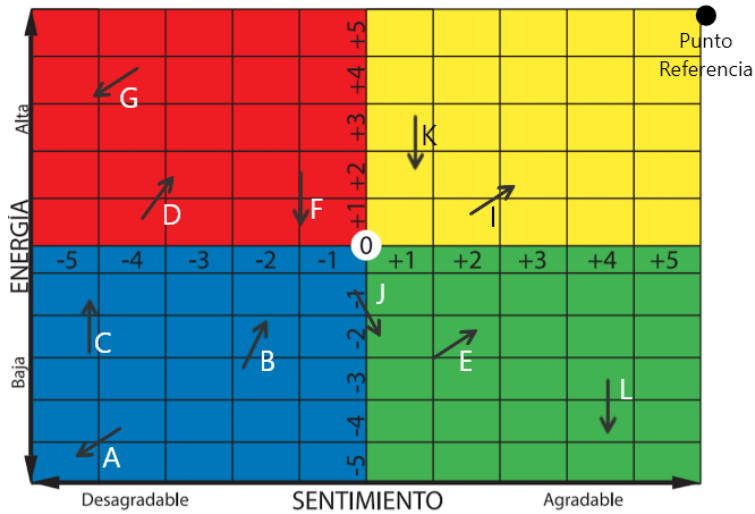


Figura 4.11 Punto de Referencia

Se toman las distancias euclidianas de punto referencial al punto final de todos los estímulos (Figura 4.12) y se acomodan de menor a mayor.

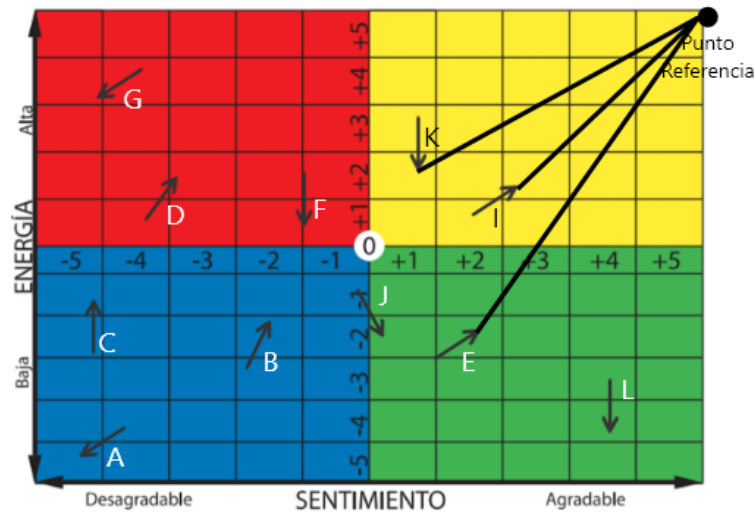


Figura 4.12 Distancias Euclidianas al Punto Final de los Vectores

Finalmente se obtienen los 5 estímulos con menor distancia al Punto Referencia (Figura 4.13). El pseudocódigo se encuentra en el Anexo 2.

4.5.4. Diagrama de Flujo del Algoritmo Vecino más Cercano

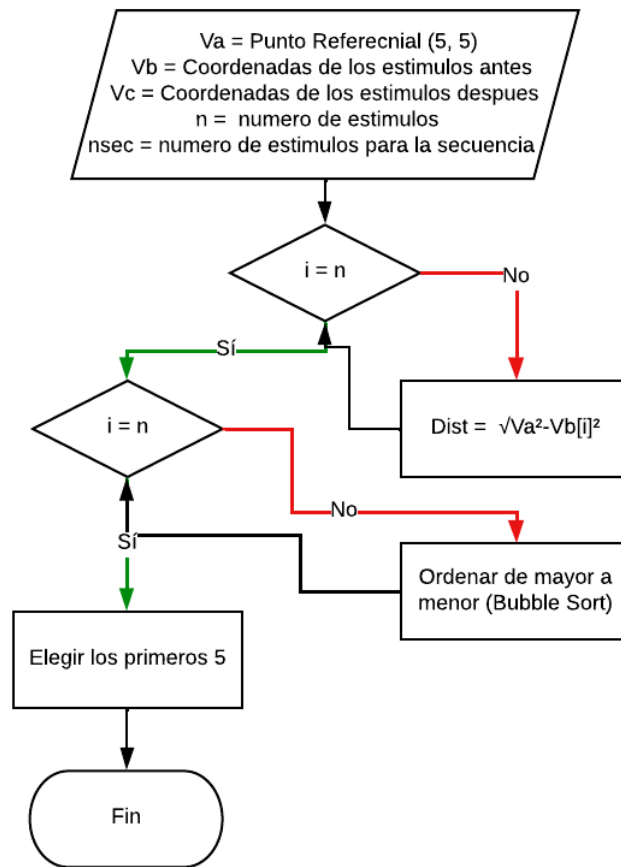


Figura 4.13 Diagrama de Flujo (Algoritmo Vecino más Cercano)

4.5.5. Comparación

Como pudimos ver son algoritmos que utilizan diferentes criterios y cada uno generaba secuencias diferentes, para comparar y ver cuál es el mejor, se realizó una prueba a 6 participantes elegidos aleatoriamente, donde los participantes probaron las secuencias en la aplicación y ver hacia a donde los mandaba cada uno. Estos fueron los resultados (Figuras 4.14, 4.15 y 4.16):

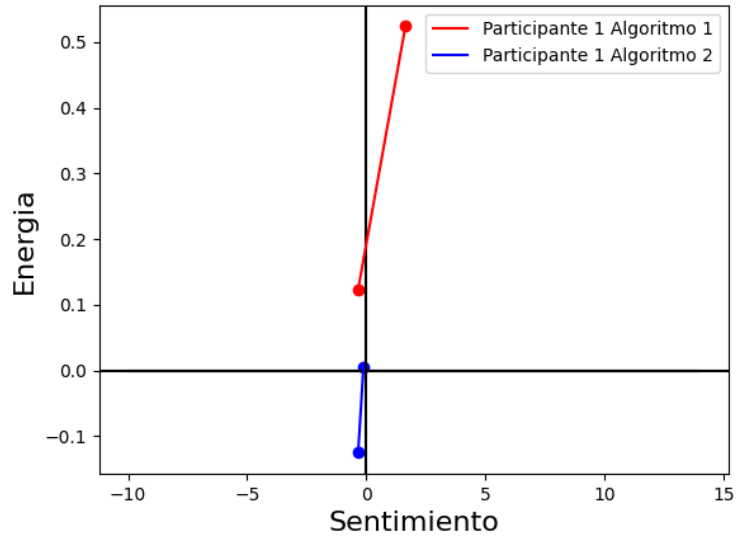


Figura 4.14 Comparación de Algoritmos (Participante 1)

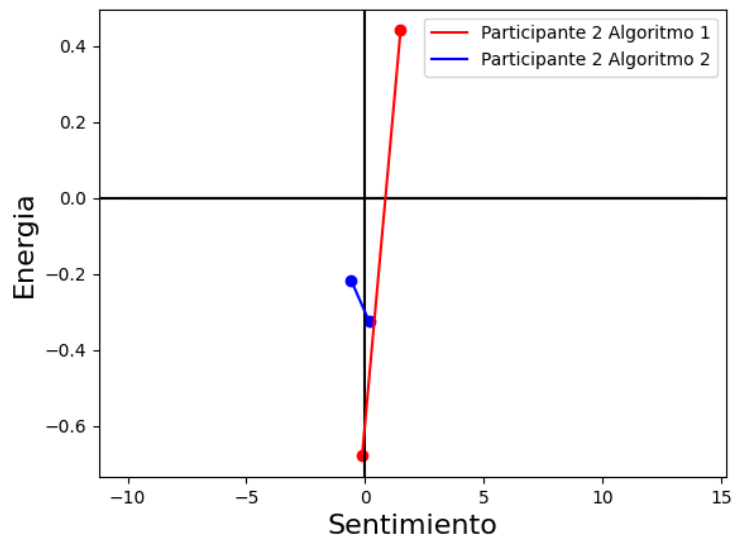


Figura 4.15 Comparación de Algoritmos (Participante 2)

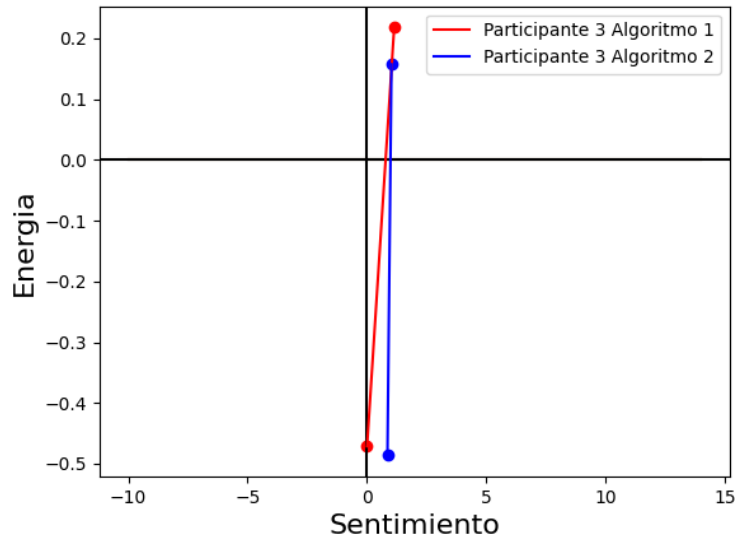


Figura 4.16 Comparación de Algoritmos (Participante 3)

Además, se anexa una comparación de las distancias euclidianas entre los algoritmos de cada participante (Tabla 4.4):

Tabla 4.4 Comparación de Distancia Euclidianas entre Algoritmos

Participantes	Algoritmo 1	Algoritmo 2
Participante 1	2.0243	0.2567
Participante 2	1.9688	0.7611
Participante 3	1.3282	0.6654

Como podemos observar tanto gráficamente y en los datos generados en las 3 pruebas el algoritmo 1 es el que les dio a los participantes el mayor incremento a sus emociones de forma positiva, con esta información se tomó el algoritmo 1 como el que se agregara al sistema inteligente el cual tiene mayores beneficios.

Capítulo 5: Experimentación

En este capítulo se describe 2 experimentos: el saber si existen diferencias significativas entre las emociones antes y después de ver contenido multimedia y el segundo el funcionamiento de las secuencias personalizadas.

5.1. Experimento de Emociones

Como se discutió anteriormente, se sabe poco sobre el potencial del uso de herramientas RA en el contexto de las aplicaciones de CA en las que se desea identificar e influir en las emociones de los usuarios. En esta sección, nos enfocamos en describir el primer conjunto de pruebas de la aplicación EmotionApp presentada, con el objetivo de recopilar información sobre 6 emociones percibidas antes y después por un grupo de participantes que se sometieron a una sesión de interacción con el sistema RA.

Para estos experimentos, RA se integró usando Unity y Vuforia para presentar audios y videos libres de derechos de autor de una duración de aproximadamente 3 a 5 minutos. Las imágenes temáticas se incrustaron en videos cortos (50 segundos) para mostrarse durante 10 segundos cada uno. Además, se recopiló información de los usuarios sobre su estado emocional (6 emociones básicas) estímulos PRE y POST RA a través de *Sliders* que representan su grado de afinidad en una escala de 0 a 1 como se muestra en la Figura 5.1. Esto con el objetivo de darnos una idea de cómo se siente el usuario sin ningún tipo de estimulación, en un ambiente tranquilo y cómo cambian estas emociones al ser estimulado con estímulos multimedia en realidad aumentada, estas emociones quedan almacenadas en una base de datos para luego ser analizadas.

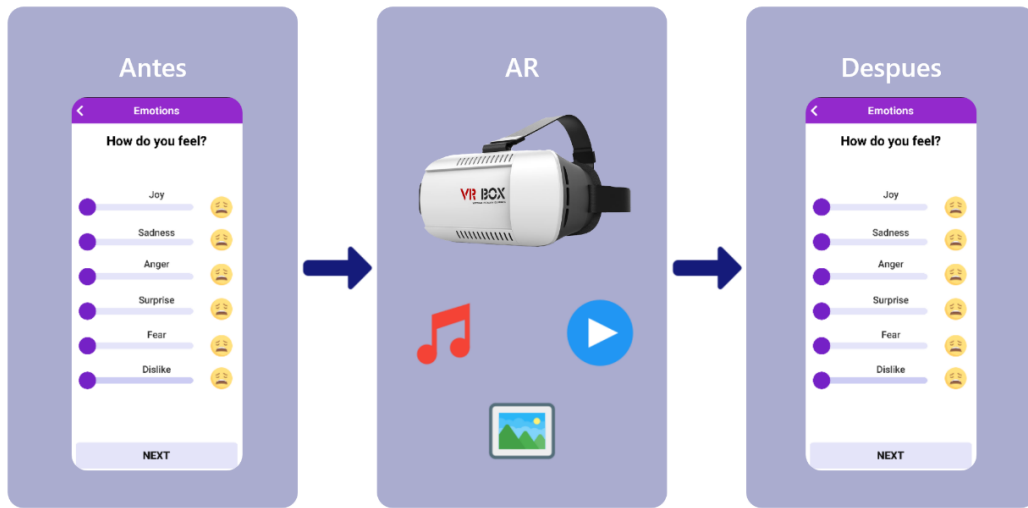


Figura 5.1 Diagrama de Uso de la Aplicación

El experimento se configuró de la siguiente manera: consistió en 3 sesiones de interacción (como se muestra en la Figura 5.2) realizadas a lo largo de 3 días diferentes en las que observamos el autoinforme las emociones de los usuarios ante secuencias multimedia RA (audio, imagen y video).

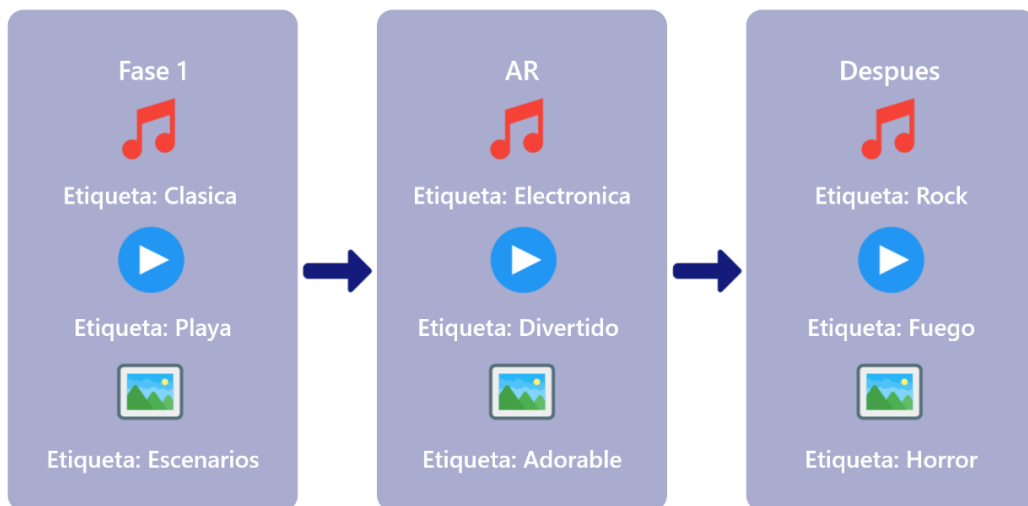


Figura 5.2 Fases del Experimento 1

Se planteó la hipótesis de que se podría observar un aumento en las emociones positivas después de las primeras 2 fases, mientras que emociones más diversas se pueden encontrar después de la fase 3. Las fases (sesiones) se organizaron de la siguiente manera:

Fase 1

- Audio: música clásica con etiqueta Clásico.
- Vídeo: paisaje de playa con etiqueta Playa.
- Imágenes: diferentes paisajes con etiqueta Paisaje.

Fase 2

- Audio: música electrónica con etiqueta Electronic.
- Vídeo: cortos de historieta animados con etiqueta Divertidos.
- Imágenes: animales estéticamente agradables con etiqueta lindos.

Fase 3

- Audio: música rock con etiqueta Rock.
- Vídeo: sobre un incendio con etiqueta Fuego.
- Imágenes: sobre cráneos y manos con sangre con etiqueta Terror.

Cada fase del estudio consta de 15 participantes, 9 eran mujeres y 6 eran hombres con edades comprendidas entre 20 y 65 años. Debido a las limitaciones relacionadas con la pandemia de Covid-19, se reclutaron participantes (no diagnosticados) para participar, incluidas personas dentro del rango de edad establecido y sin ningún diagnóstico médico reconocido. La edad promedio de los participantes fue de 41,13 años (DE = 14,43). Los criterios para la selección de los sujetos fueron los siguientes:

1. No se reconocen problemas de la vista.
2. No tener enfermedades que impidan el uso de tecnologías de realidad aumentada.
3. Comprometerse a utilizar la herramienta RA en un entorno tranquilo.

Durante 3 días todos los usuarios interactuaron con la aplicación la cual mostraba una secuencia multimedia, esto con el objetivo de observar el comportamiento de las

emociones del usuario frente a la etiqueta multimedia. También todos los días antes y después de usar la aplicación se registró su percepción sobre las emociones básicas. Finalmente, se prepararon los datos para análisis usando la prueba de ANOVA. Los resultados y discusiones sobre esta prueba se presentarán en la siguiente sección.

5.2. Experimento de Secuencias

En el segundo experimento, nos enfocamos en aplicar el algoritmo para crear secuencias personalizadas, con el objetivo de recopilar información sobre el efecto que tuvo este en las emociones de un grupo de 9 participantes que se sometieron a una sesión de interacción con el sistema de realidad aumentada.

Los participantes fueron elegidos aleatoriamente y divididos por edades en 3 grupos:

- Grupo 1: 18-25 años
- Grupo 2: 26-50 años
- Grupo 3: 50+ años

El contenido multimedia fue elegido en base a 12 etiquetas distintas (Tabla 5.1) se dividieron de la siguiente manera:

Tabla 5.1 Atributos de los Estímulos

ID	Tipo	Etiqueta
Video1	Video	Comedia
Video2	Video	Fuego
Video3	Video	Playa
Video4	Video	Fabrica
Audio1	Audio	Rock
Audio2	Audio	Electrónica
Audio3	Audio	Clásica

Audio4	Audio	Balada
Imagen1	Imagen	Terror
Imagen2	Imagen	Paisaje
Imagen3	Imagen	Animal
Imagen4	Imagen	Océano

A los 9 participantes se les solicitó ver los 12 estímulos en la aplicación EmotionApp por separado, para posteriormente recopilar la información de las emociones antes y después de ver los estímulos. Por último, se pasaron las emociones por el algoritmo de lógica difusa para sacar las coordenadas de cada estímulo (como se ve en la tabla 5.2) de un solo participante del experimento. Las tablas de los demás participantes se encuentran en los Anexos 1-8.

Tabla 5.2 Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 1

Edad	Estímulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
18-25	Video1	Antes	0.0056	0.0152	0.4589	0	0	0.958	-0.1109
		Después	0	0	0.9989	0	0	1.9616	0.7981
	Video2	Antes	0	0.2465	0	0	0.0125	-0.0183	-0.325
		Después	0.0301	0.9372	0.0311	0.0263	0.0551	-0.4500	0.8100
	Video3	Antes	0.1542	0.1663	0.1485	0.5139	0	-1.0293	0.394
		Después	0.6269	0.4044	0.533	0.9939	0.0492	1.7572	-1.2287
	Video4	Antes	0.0521	0.0541	0.1512	0.1955	0	-0.3422	-0.744
		Después	0.114	0.2168	0.2099	0.4155	0.0629	0.0417	-0.4099
	Audio1	Antes	0.3561	0	0.2215	0.2546	0	0.0073	-0.2698
		Después	0.6136	0.1064	0.3781	0.4253	0.0167	2.4931	3.699
	Audio2	Antes	0.3415	0.4151	0.1549	0.0456	0.4152	-0.0501	-0.1538
		Después	0.4858	0.7609	0.4513	0.1302	0.7767	-0.7673	2.696
	Audio3	Antes	0	0	0.2589	0.2485	0.3154	-0.6062	-0.6062

	Después	0.0606	0.0006	0.4295	0.5076	0.5341	-1.7522	-1.1149
Audio4	Antes	0.3152	0.2015	0.1546	0.0931	0.1298	0.1332	-0.4049
	Después	0.7921	0.4278	0.9484	0.4785	0.9347	0.8142	-2.2558
Imagen1	Antes	0.1864	0	0.3561	0.2465	0.3215	-0.244	-0.3797
	Después	0.9062	0.3007	0.9528	0.8175	0.642	-0.2321	4.8689
Imagen2	Antes	0.3456	0	0.4136	0.1546	0.0948	-0.1647	-0.1806
	Después	0.8272	0.061	0.8564	0.6077	0.2194	0.6562	-3.0407
Imagen3	Antes	0.2858	0.1102	0.4152	0	0	0.7509	-0.1712
	Después	0.5907	0.3051	0.964	0.1644	0.2195	3.0903	-1.9789
Imagen4	Antes	0.1112	0	0	0	0	-1.1147	-3.8555
	Después	0.2171	0.0667	0.076	0.0735	0.0536	-0.8635	-1.5671

Después de obtener todas las coordenadas de los estímulos de cada participante, se procedió a tomar estas y pasarlas por el algoritmo el cual mostraba en que secuencia debía mostrar los 5 mejores estímulos (Tabla 5.3).

Tabla 5.3 Resultado de la Secuencia Creada por el Algoritmo

Secuencia	1re	2do	3ro	4to	5to
índices	9	0	2	10	4

Finalmente se obtuvo las emociones del usuario después de ver la secuencia y procesada por el algoritmo de lógica difusa para obtener las coordenadas.

Capítulo 6: Resultados

En este capítulo se da a conocer los resultados de los dos experimentos de manera clara con gráficos que permitan observar el comportamiento de dichos resultados y dar una explicación clara de estos:

6.1. Resultados (Experimento 1)

6.1.1. Graficas de Cajas

Como resultado del experimento descrito en la última sección, la información sobre las 3 fases se recogió, es decir, la afinidad auto informada con las 6 emociones antes y después ser presentado con un estímulo. Para ilustrar los datos recopilados, los diagramas de caja que se muestra en la Figura 6.1 representan la información de las emociones de los 15 usuarios, donde el eje X corresponde a las emociones (Alegría, Tristeza, Ira, Sorpresa, Miedo y Disgusto), mientras que el eje Y representa la intensidad percibida en una escala de 0 a 1.

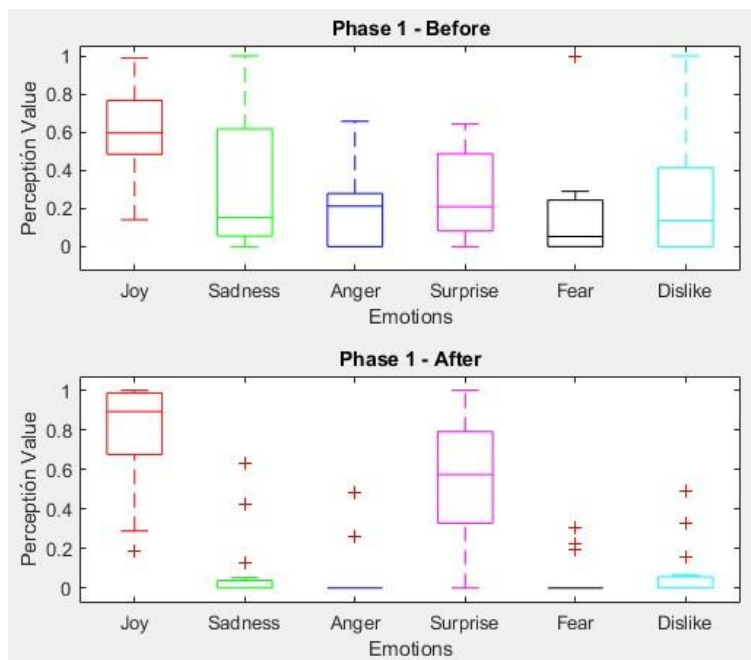


Figura 6.1 Diagrama de Caja de Fase 1

Como se puede ver en la Fig. 3 del lado izquierdo, la primera fase, en el gráfico arriba de las emociones del usuario ante los estímulos que son como el usuario se siente normalmente, mientras que en el siguiente gráfico podemos observar las emociones después de ver los estímulos multimedia y podemos observar incrementos sucesivos en la intensidad de las emociones Alegría y Sorpresa, mientras las otras 4 emociones disminuyeron. En la Figura 6.2 desde el lado derecho, tenemos la fase 2 en la que se produce el mismo efecto que en la fase 1, las emociones de Alegría y Sorpresa aumentaron y las emociones de Tristeza, Ira, Miedo y Disgusto disminuyeron.

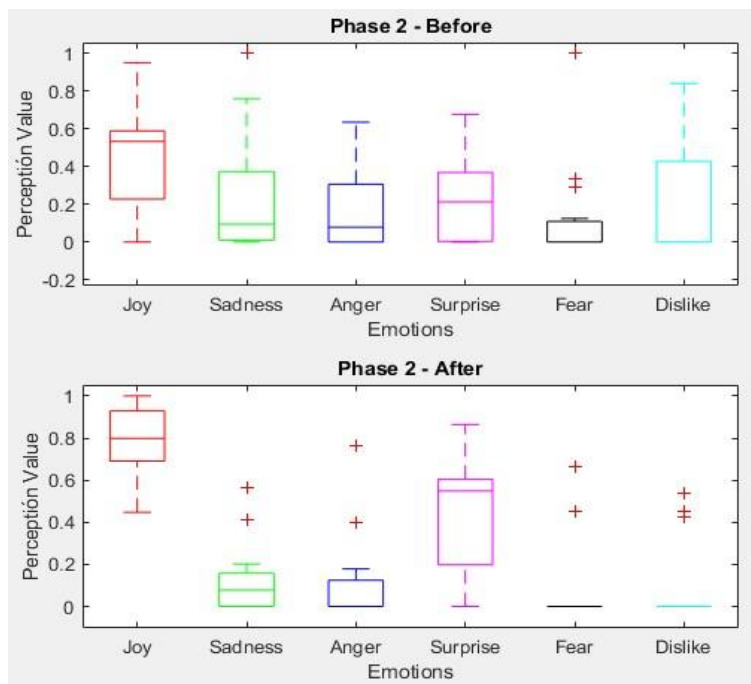


Figura 6.2 Diagrama de Caja de Fase 2

Mirando los datos de la tercera fase representada en la Figura 6.3, se puede observar que cuando se expone a este diferente tipo de multimedia, la emoción de Alegría disminuyó mientras que las otras emociones mostraron una disminución pronunciada.

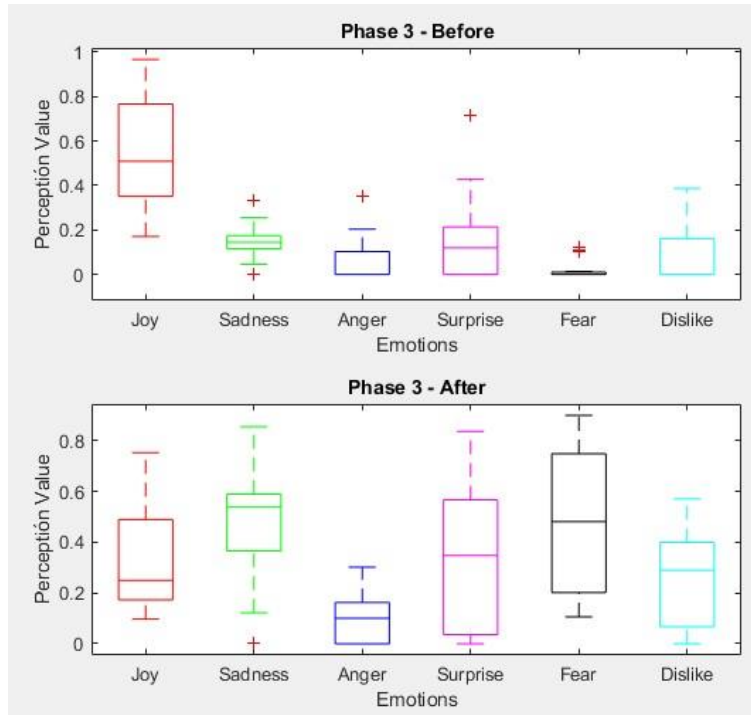


Figura 6.3 Diagrama de Caja de Fase 3

6.1.2. Prueba ANOVA

Para proporcionar más información sobre la fuerza de la influencia en las emociones durante estas sesiones, se realizó una prueba ANOVA de dos vías para analizar las diferencias (cambios), de modo que se inspeccionaron los siguientes valores como se muestra:

- Factor A: Factor tiempo (Antes y Después).
- Factor B: Factor de emociones (Alegría, Tristeza, Ira, Sorpresa, Miedo, Disgusto).
- Interacción AB: Factor entre la interacción entre los Factores A y B.
- Sc: Suma de cuadrados de los factores.
- gl: Grados de libertad.
- a: Número de filas.
- b: Número de columnas.
- N: Número total de datos.
- MS: Media de suma de cuadrados.

- F: Es la división de la media de los cuadrados del factor (MS) por la media del factor de error (MSE): MS/MSE
- Valor crítico para F: Valor F en la distribución de Fisher de 0,05, tomando los grados de libertad (gl) del factor y el error.

Según lo descrito por la prueba ANOVA, en base a esta prueba se probaron 3 hipótesis nulas:

- H^A_0 : el factor de tiempo (PRE y POST) para interactuar con RA no tiene efecto sobre el estado emocional de los usuarios.
- H^B_0 : No existen diferencias significativas en cuanto al factor emoción (Alegría, Tristeza, ira, sorpresa, miedo, disgusto).
- H^{AB}_0 : No existen diferencias significativas en cuanto a la interacción de los dos factores.

Como se puede ver en las puntuaciones F y sus valores críticos asociados que se muestran en la Tabla 6.1, solo se pueden rechazar las hipótesis de los factores B y la interacción AB, ya que su el valor de F es más bajo que sus puntuaciones F, $F^B (5168) = 23,62$, $p < 0,05$ y $F^{AB} (5168) = 5,9$ $p < 0,05$, lo que sugiere que existen diferencias significativas en las emociones y en la interacción entre las emociones y el factor tiempo en los participantes.

Tabla 6.1 Prueba ANOVA de Fase 1

	SC	gl	MS	F	Valor Critico F
Factor A	0.0899	1	0.0899	1.4196	3.8974
Factor B	7.4827	5	1.4965	23.6188	2.2679
Interacción	1.8698	5	0.3739	5.9021	2.2679
Error	10.6449	168	0.0633		
Total	20.0875	179			

En la Tabla 6.2 se pueden apreciar resultados similares a los de la Tabla 6.1, solo las hipótesis de los factores B y la interacción AB puede ser rechazada. Es decir, su valor crítico para F es inferiores a sus puntuaciones F ($F^B(5168) = 21,3$ $p < 0,05$ y $F^{AB}(5168) = 4,46$ $p < 0,05$), básicamente lo que nos permite inferir la información es que H^B y H^{AB} son rechazados y existen diferencias significativas entre las emociones y el factor tiempo entre ellas.

Tabla 6.2 Prueba ANOVA de Fase 2

	SC	gl	MS	F	Valor Critico F
Factor A	0.0596	1	0.0596	1.0252	3.8974
Factor B	6.2002	5	1.24	21.3024	2.2679
Interacción	1.3006	5	0.2601	4.4687	2.2679
Error	9.7796	168	0.0582		
Total	17.3402	179			

Finalmente, en la Tabla 6.3 podemos ver que para los 3 factores se rechazan las hipótesis ya que todas las puntuaciones F son mayores que sus valores críticos para el rechazo $F^A(5,168) = 30,33$ $p < 0,05$, $F^B(5,168) = 11.97$ $p < .05$ y $F^{AB}(5,168) = 22.42$, $p < .05$, como vemos, los 3 se rechazan las hipótesis, lo que nos dice que existen diferencias significativas entre los 2 factores y la interacción entre ellos.

Tabla 6.3 Prueba ANOVA de Fase 3

	SC	gl	MS	F	Valor Critico F
Factor A	1.1321	1	1.1321	30.3315	3.8974
Factor B	2.2345	5	0.4469	11.9726	2.2679
Interacción	2.1323	5	0.4264	11.4252	2.2679
Error	6.2709	168	0.0373		

Total	11.7699	179			
--------------	---------	-----	--	--	--

Como se puede observar en las tablas anteriores, existen diferencias entre los datos relacionados a la emoción PRE y POST y, dado que en todos los casos el valor de significación es inferior a 0,05 (5%), nos da un 95% de confianza de que hay diferencias significativas en las pruebas con los 15 usuarios.

6.2. Resultados (Experimento 2)

Como resultados del segundo experimento se muestra el efecto que tuvo la secuencia (Figura 6.4) respecto a las emociones percibidas por los 9 participantes, para esto se propuso diferentes criterios que nos ayuden a observar cómo se comportaron los resultados. Además de dar información estadística de los estímulos con el mayor número de elecciones por el algoritmo, ya sea en general, por tipo y por edades para poder tener los 5 más seleccionados y tener una secuencia predeterminada para usuarios nuevos que no tengan contenido previo.



Figura 6.4 Formato de Secuencia

Antes que nada, se muestran en la Tabla 6.4 las secuencias de estímulos de todos los participantes:

Tabla 6.4 Secuencias de los Participantes

Participante	Estimulo 1	Estimulo 2	Estimulo 3	Estimulo 4	Estimulo 5
Participante 1	Imagen1	Video3	Imagen3	Audio1	Audio2
Participante 2	Imagen4	Imagen1	Audio1	Audio2	Video1
Participante 3	Audio1	Imagen4	Video1	Audio4	Audio3
Participante 4	Video1	Video3	Imagen2	Audio2	Audio4

Participante 5	Imagen2	Video1	Video2	Imagen3	Audio1
Participante 6	Audio2	Imagen1	Video3	Imagen3	Video1
Participante 7	Video1	Imagen1	Video4	Video2	Imagen3
Participante 8	Video1	Video2	Audio2	Video4	Imagen2
Participante 9	Video1	Audio3	Audio4	Video3	Imagen4

6.2.1. Primer Criterio: Distancias Euclidianas

Para este criterio se enfocó en observar la distancia euclidiana entre el punto final de las emociones antes y después de ver la secuencia y el punto final de la suma de vectores de la secuencia, esto para ver la diferencia entre ambos vectores.

Primeramente, se obtiene los estímulos que conforman la secuencia y la autopercepción de los participantes (Figura 6.5 el código para sacar esta grafica se encuentra en el apéndice 3). Las gráficas de todos los participantes se encuentran en los Anexos 9 – 16.

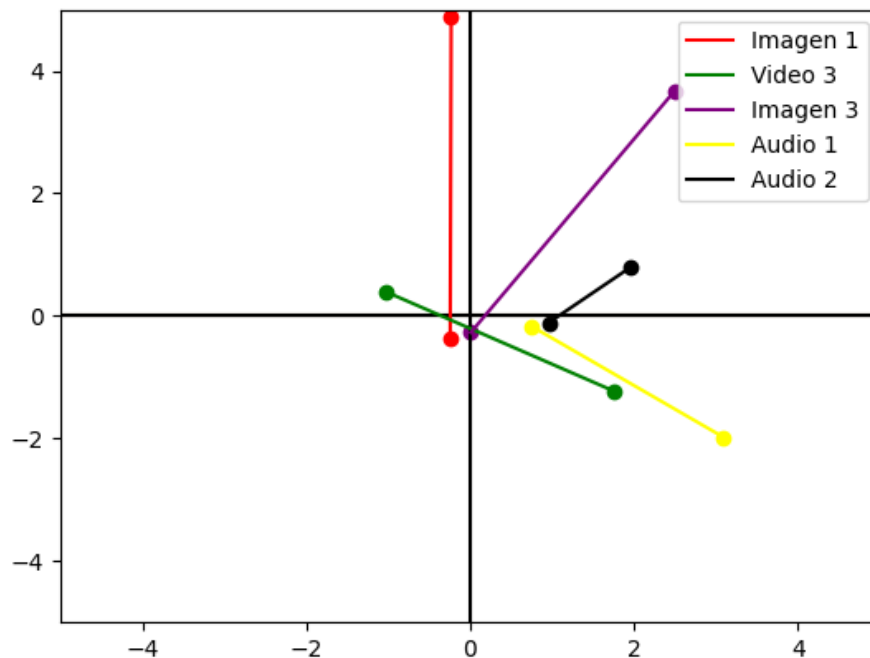


Figura 6.5 Estímulos de la Secuencia del Participante 1

Posteriormente se concatenan los 5 vectores formando una suma de vectores (Figura 6.6). Todas las sumas de vectores de los demás participantes se encuentran en los Anexos 17 – 24.

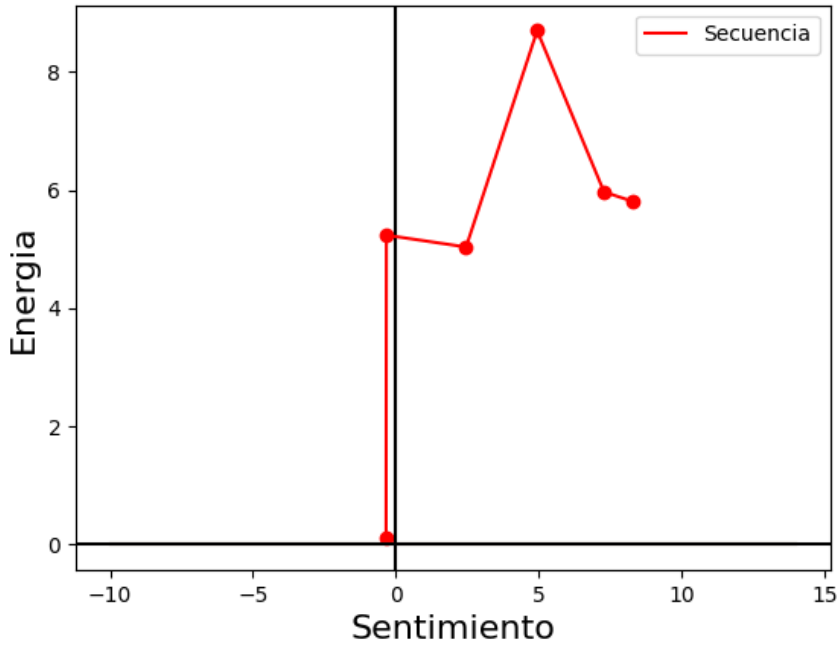


Figura 6.6 Suma de Vectores del Participante 1

Teniendo los estímulos se obtiene las emociones antes y después de ver la secuencia, estos 2 vectores se pasaban por el sistema de lógica difusa y se superponía la suma de vectores de los estímulos vistos por el participante (Figura 6.7). Todas las comparaciones de secuencia vs autopercepción de los demás participantes se encuentran en los Anexos 25 - 32.

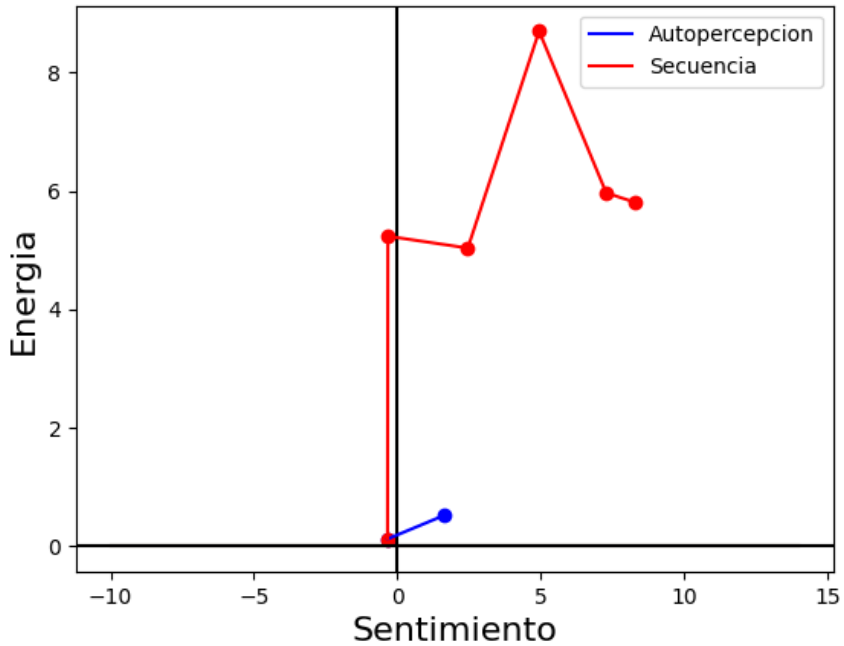


Figura 6.7 Secuencia y Autopercepción del Participante 1

Finalmente, para sacar el error que obtuvo la secuencia respecto a la autopercepción, se obtienen las coordenadas finales de la suma de vectores de la secuencia y las coordenadas que se obtuvieron de la autopercepción del participante, se calcula la distancia euclidiana entre estos dos puntos y esto es el error (Figura 6.8 el código para sacar esta grafica se encuentra en el apéndice 4). Todos los errores de distancias de los demás participantes se encuentran en los Anexos 33 - 40.

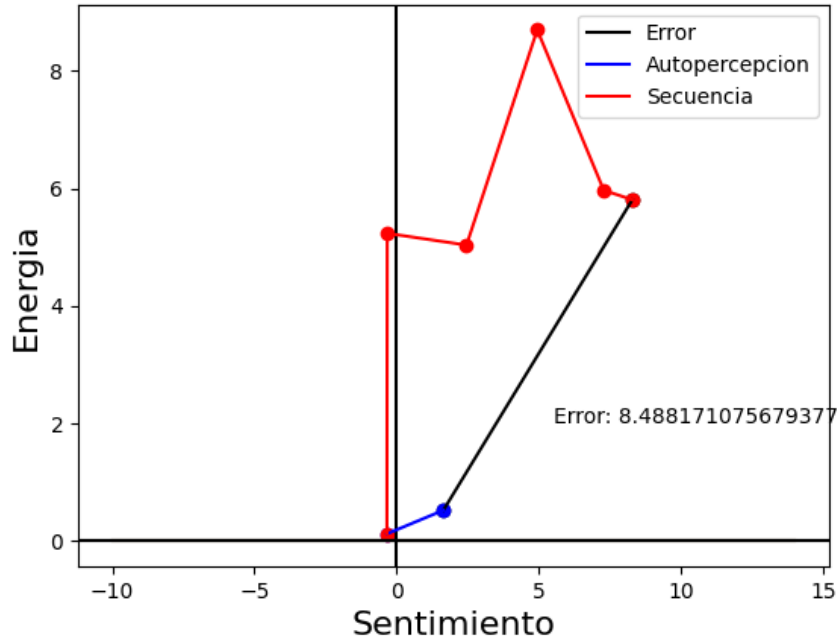


Figura 6.8 Distancia Euclidiana para el Participante 1

A continuación, se muestran todas las diferencias de todos los participantes (Tabla 6.5):

Tabla 6.5 Errores de todos los Participantes para el Primer Criterio

Usuario	Punto Final del usuario		Punto Final de Secuencia		Error
	X	Y	X	Y	
Participante 1	1.6380	0.5243	8.251	5.8081	8.4881
Participante 2	1.4915	0.4409	4.1172	7.3837	7.4227
Participante 3	1.1379	0.2179	15.895	9.1152	17.231
Participante 4	1.9616	0.7981	4.6895	6.6637	6.4689
Participante 5	1.4775	0.4314	10.931	1.7495	9.5450
Participante 6	0.4841	0.1429	9.7487	8.6698	12.591
Participante 7	0.5811	0.4140	-2.003	6.7233	6.8182
Participante 8	1.4046	0.4240	1.5625	5.899	5.4773
Participante 9	0.6010	0.2982	9.7324	2.6045	9.4181

6.2.2. Segundo Criterio: Ángulos

En este segundo criterio que fue propuesto se analizaron los ángulos, para dar sentido a la diferencia de dirección entre el vector de la autopercepción y la suma de vectores de la secuencia (Figura 6.9 el código para sacar esta grafica se encuentra en el apéndice 5). Este último se obtiene como el anterior criterio. Todos los ángulos de los demás participantes se encuentran en los Anexos 41 – 48.

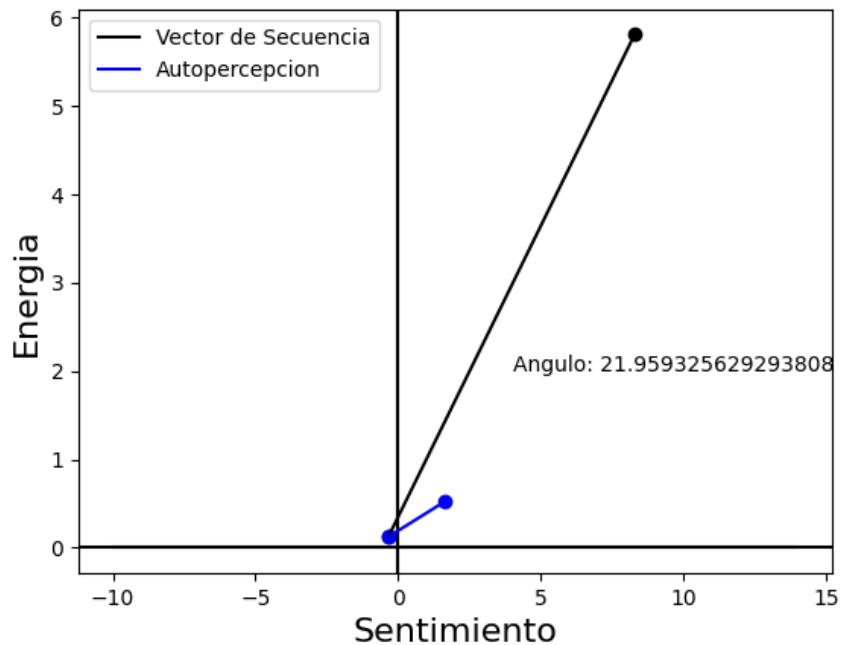


Figura 6.9 Angulo del Participante 1

Los ángulos de cada uno de los participantes de este criterio se muestran en la siguiente Tabla 6.6.

Tabla 6.6 Ángulos de Todos los Participantes para el Segundo Criterio

Usuario	Angulo
Participante 1	21.95°
Participante 2	27.55°
Participante 3	0.14°

Participante 4	27.57°
Participante 5	10.78°
Participante 6	24°
Participante 7	83.73°
Participante 8	38.91°
Participante 9	11.31°

6.2.3. Secuencia para Usuarios Nuevos

Después de ver todos los criterios que se realizaron para este trabajo, se añade una gráfica con los mejores estímulos por su tipo que afectan más a las emociones de los participantes (Figura 6.10).

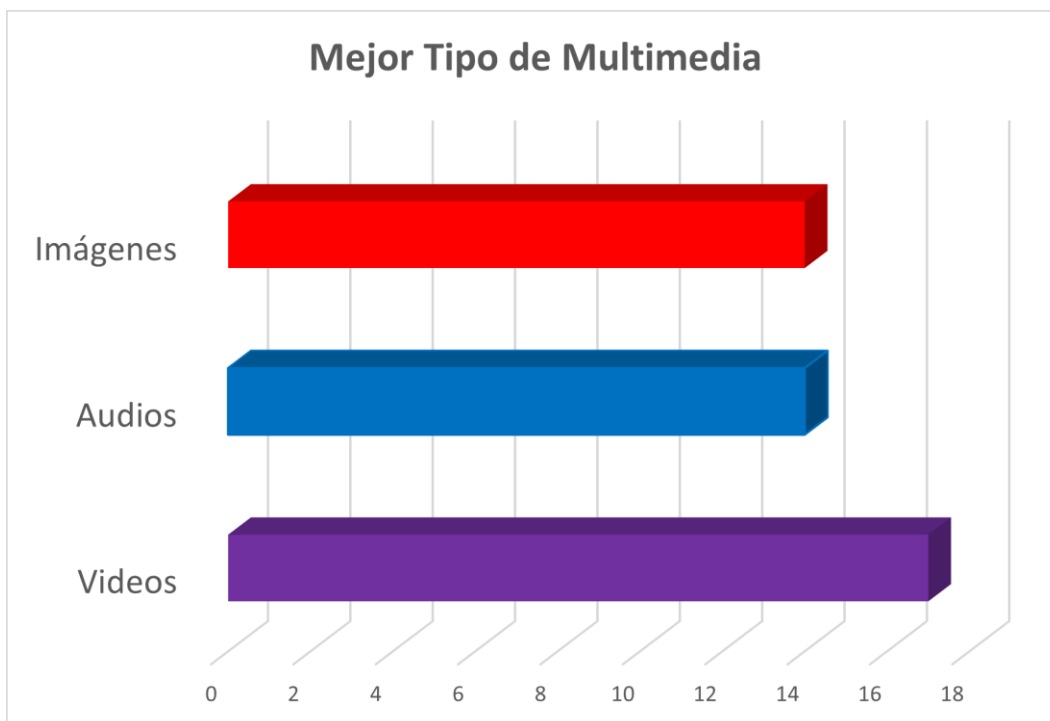


Figura 6.10 Mejor Tipo de Multimedia

Otra información que podría ser útil para las secuencias predeterminadas de nuevos usuarios sería los estímulos más elegidos por edades en la Figura 6.11.

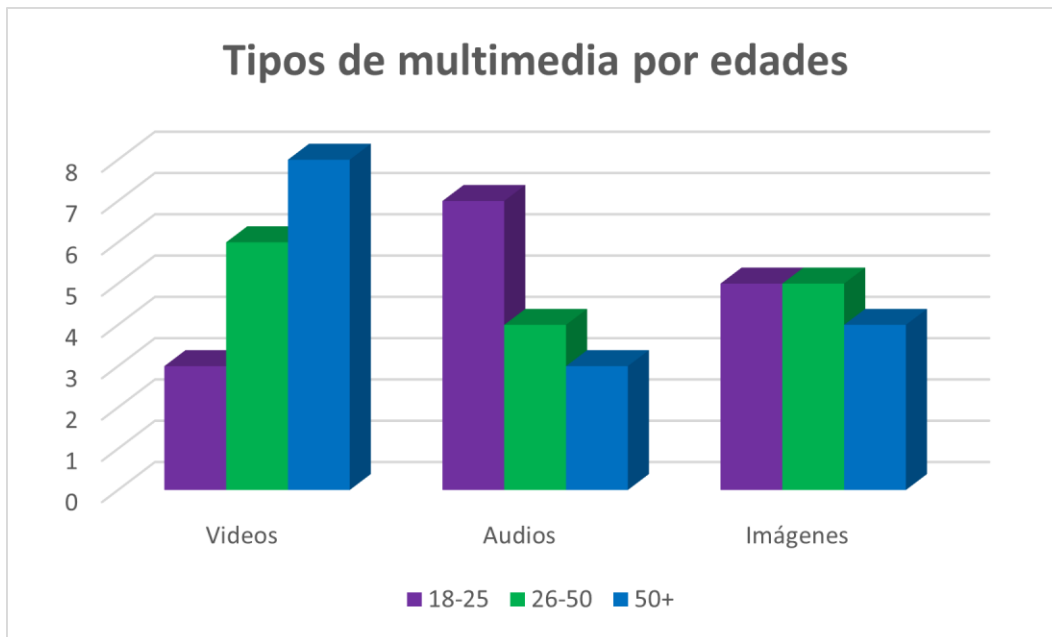


Figura 6.11 Tipo de Multimedia por Edad

Por último, los estímulos más elegidos (Figura 6.12).

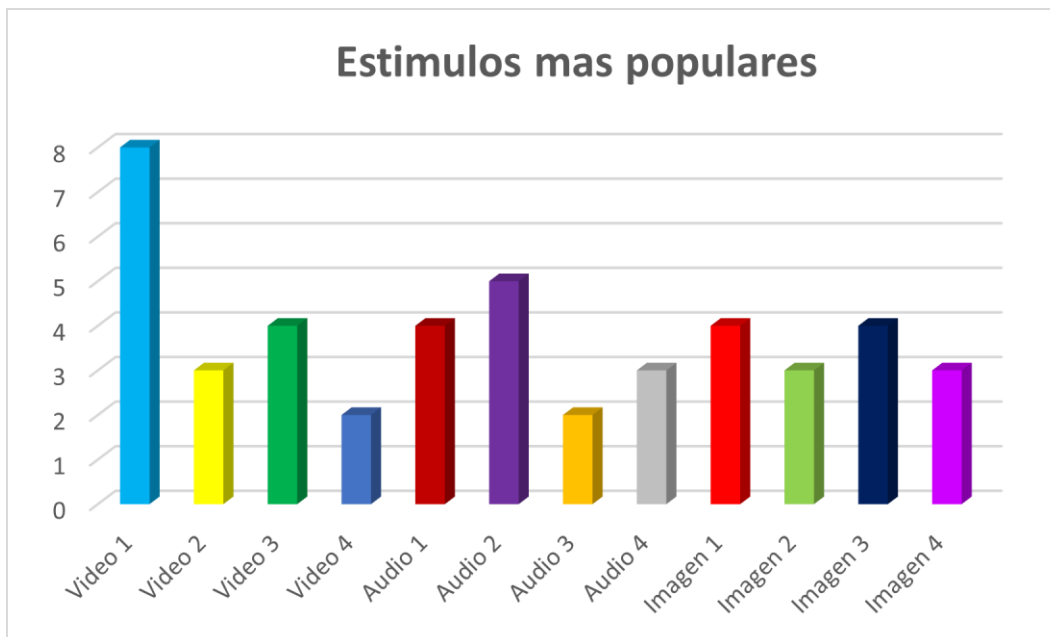


Figura 6.12 Estímulos más Seleccionados por el Algoritmo

Con esta información podemos crear 3 secuencias predeterminadas para usuarios nuevos basada en la información anterior (tipo de contenido, edad del participante y estímulos más seleccionados).

- Para el Grupo 1 la secuencia sería: Video 1, Audio 2, Audio 1, Imagen 1 e Imagen 3.
- Para el Grupo 2 la secuencia sería: Video 1, Imagen 1, Imagen 3, Video 3 y Audio 1.
- Para el grupo 3 la secuencia sería: Video 1, Video 3, Imagen 1, Imagen 2 y Audio 2.

6.2.4. Discusión

Como pudimos observar ambos criterios tiene sus pros y contras, el primer criterio nos podría ayudar a analizar qué tan lejos nos encontramos del vector de la sumatoria de vectores de secuencia y el segundo nos permite ver la dirección que tenemos respecto a la secuencia.

El primer criterio podemos observar en la Tabla 6.5 las distancias varían mucho entre ellas y la mayoría son muy grandes. El segundo criterio podemos ver que solo hay 2 participantes que son atípicos y los demás están dentro de los 45 grados y esto es un buen indicio ya que no se alejan demasiado y la dirección es buena por que buscamos que lleguen a una emoción positiva. En conclusión, podemos decir que el mejor criterio es el de ángulos porque nos permite distinguir la dirección a la que se dirige el paciente respecto a lo que nos dice la secuencia.

Conclusiones

En esta investigación, el objetivo fue evaluar el efecto potencial de una herramienta basada en RA en el estado emocional de los usuarios. Para evaluar esto, diseñamos un conjunto de pruebas con el objetivo de recopilar datos sobre evaluaciones auto informadas de 6 emociones básicas durante 3 sesiones. Las sesiones fueron diseñadas para presentar diferentes tipos de material multimedia, ya sea un solo tipo o con secuencias a los usuarios, mientras se solicitaba su opinión antes y después de la sesión. Tal como lo confirma el análisis, hubo un cambio evidente en las emociones, antes y después de tener contacto con los estímulos, en los 3 casos los usuarios auto percibieron que sus emociones mejoraron (o empeoraron) con respecto al tipo de multimedia que fueron presentados en su momento. Así mismo, los gráficos muestran un claro cambio en estas emociones, dependiendo de las secuencias multimedia que el usuario estaba viendo, las subía o bajaba. A su vez, la prueba ANOVA de 2 factores reveló que en las 2 primeras sesiones se encontraron diferencias significativas solo en las emociones y en la interacción de las emociones y el antes y el después de cada fase. Además, la tercera sesión, que presentó material más diverso, mostró importantes diferencias en cada factor estudiado, a saber, el factor tiempo (pre y post interacción), el factor emoción (diferencias en cada emoción individual) y, por último, la interacción de estos dos factores juntos.

El objetivo general “Desarrollar la evaluación de estrategias de soft computing para generar una secuencia multimedia que permita el estudio de la respuesta afectiva mediante realidad aumentada para influenciar de forma positiva en el estado emocional” se cumplió, debido a que se logró crear las secuencias personalizadas para cada participante y se demostró que existían cambios significativos en sus emociones.

Los objetivos específicos: 1) Hacer uso de la aplicación y el paradigma de lógica difusa para obtener las emociones del usuario al ver un estímulo o una secuencia de estímulos y clasificarlas dentro del medidor de emociones de la metodología de RULER. Se cumplió, se juntaron ambas herramientas para la creación de los vectores y crear secuencias. 2) Analizar la respuesta afectiva del usuario con respecto a cada tipo de estímulo audiovisual basados en realidad aumentada. Se cumplió, debido a que se analizó mediante graficas de cajas y la prueba ANOVA de 2 factores. 3) Evaluar si existe

diferencias significativas entre las emociones y los estímulos audiovisuales basados en realidad aumentada. Se cumplió, ya que se demostró con la prueba ANOVA de 2 factores que existen diferencias significativas entre las emociones antes y después de ver los estímulos. 4) Investigar y analizar algoritmos basados en *soft computing* para la creación de secuencias con estímulos basados en realidad aumentada. Se cumplió, ya que se analizaron 2 tipos de técnicas para la creación de algoritmos que permitieran crear secuencias personalizadas. 5) Creación de algoritmos de *soft computing* que permitan extraer los estímulos que tengan mayor impacto positivo en las emociones del usuario. Se cumplió, debido a que se desarrollaron 2 algoritmos que permitían crear secuencias personalizadas. 6) Realizar pruebas con dichos algoritmos para ver el funcionamiento de las secuencias respecto a las emociones del usuario. Se cumplió, ya que se hicieron pruebas con cada algoritmo y varios participantes para probar la eficacia de cada uno de estos. 7) Comparar cada uno de los algoritmos analizados y probados para resaltar sus ventajas y desventajas de cada algoritmo y encontrar el más eficiente. Se cumplió, se hicieron pruebas con 3 participantes para probar cual era el mejor algoritmo. 8) Generar secuencias de estímulos para probar en un grupo de participantes y observar la respuesta emocional. Se cumplió, se crearon secuencias para 9 participantes y se analizó su funcionamiento mediante las distancias euclidianas y ángulos que se generaban entre la secuencia y la autopercepción. 9) Generar secuencias de estímulos para usuarios nuevos y/o sin ningún tipo de estímulos. Se cumplió, se utilizaron técnicas estadísticas para crear secuencias para un usuario nuevo con respecto a su edad.

Como se puede observar tanto el objetivo general y los objetivos específicos de estos experimentos se cumplieron, En resumen, estos resultados han proporcionado información para explorar en una fase experimental posterior revisando los efectos de las herramientas automatizadas para generar secuencias multimedia personalizadas sobre el estado emocional de las personas diagnosticadas con deterioro cognitivo.

De acuerdo con nuestra hipótesis se observó que las emociones de los participantes se movieron, el primer criterio no sugiere que hay una distancia que se avanza y el segundo criterio podemos observar que la mayoría de los participantes están cerca del vector de

la secuencia, todos los ángulos están por debajo de los 90 grados, debido a esto podemos decir que nuestra hipótesis es aceptada.

Para trabajos futuros, nos enfocaremos en la investigación del efecto de la Congruencia Emocional [25] donde se pruebe el reconocimiento de emociones con personas cuyo estado emocional este afectado por alguna emoción, el etiquetado de contenido multimedia y la duración de estos mismo con el cual podamos tener un mayor control de los tópicos y tiempos de cada participante con respuesta al contenido sugerido por el algoritmo.

Referencias

- [1] J. Rojas, E. Nolasco y V. Zamudio, «Diseño e implementación de un sistema inmersivo para el monitoreo del bienestar en adultos mayores,» Instituto Tecnológico de León, León, Guanajuato, 2019.
- [2] E. Cambria, «Affective Computing and Sentiment Analysis,» *IEEE Intelligent System*, vol. 31, nº 2, pp. 126-131, 2016.
- [3] R. W. Picard, *Affective Computing*, The MIT Press, 2016.
- [4] S. Baron-Cohen, «Affective Computing and Autism,» *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1093, nº 1, pp. 228-248, 2017.
- [5] E. Hudlicka, «Affective Computing for Game Design,» de *4th Intl. North American Conference on Intelligent Games and Simulation*, Montreal, 2008.
- [6] P. Zimmermann, S. Guttormsen, B. Danuser y P. Gomez, «Affective Computing—A Rationale for Measuring Mood With Mouse and Keyboard,» *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, vol. 9, nº 4, pp. 539-551, 2015.
- [7] P. Ekman y W. V. Friesen, «Facial Action Coding System,» de *A Technique for the Measurement of Facial Movement*, Palo Alto, Consulting Psychologists Press, 1978.
- [8] K. Ries y A. Waibel, «Activity Detection for Information Access to Oral Communication,» de *Proceedings of the First International Conference on Human Language Technology Research*, 2001.
- [9] L. Santamaria-Granados, M. Munoz-Organero, G. Ramirez-Gonzalez, E. Abdulhay y N. Arunkumar, «Using Deep Convolutional Neural Network for Emotion Detection on a Physiological Signals Dataset (AMIGOS),» *IEEE*, vol. 7, pp. 57-67, 2019.
- [10] L. Burzagli, P. L. Emiliani, M. Antona y C. Stephanidis, «Intelligent environments for all: a path towards technology-enhanced human well-being,» *Universal Access in the Information Society*, vol. 21, nº 2, pp. 437-456, 2021.
- [11] L. Ronquillo, V. Zamudio, D. Gutiérrez-Hernández, C. Lino, J. Navarro y F. Doctor, «Towards an automatic recommendation system to well-being for elderly based on augmented reality,» de *16th International Conference on Intelligent Environments*, Guanajuato, 2020.

- [12] P. Cruz, V. Zamudio, J. Navarro, F. Doctor, C. Lino, D. Gutiérrez y R. Baltazar, «Identification and analysis of emotions in a game based therapy for patients with cognitive impairment,» *Iospress*, vol. 23, pp. 506-515, 2018.
- [13] J. Manriquez, V. Zamudio, C. Lino, J. Navarro, D. G. R. Baltazar y F. Doctor, «Towards an innovative architecture to monitor and handle emotions in work scenarios,» *Iospress*, vol. 23, pp. 516-525, 2018.
- [14] Y. Baveye, E. Dellandréa, C. Chamaret y L. Chen, «LIRIS-ACCEDE: A Video Database for Affective Content Analysis,» *IEEE*, vol. 6, nº 1, pp. 43-55, 2015.
- [15] IBM, «IBM Watson Studio,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/watson-studio>.
- [16] J. Zhang, E. Kamioka y P. X. Tan, «Emotions detection of user experience (UX) for mobile augmented reality (MAR) applications,» *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, vol. 8, pp. 63-67, 2019.
- [17] P. Cipresso, I. Giglioli, M. Alcañiz y G. Riva, «The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature,» *Frontiers in Psychology*, vol. 9, 2018.
- [18] W. We, «What we do,» Yale Center for Emotional Intelligence, 2014. [En línea]. Available: <https://ycei.org/what-we-do>.
- [19] A. Blázquez, «Realidad Aumentada en Educación,» Gabinete de Tele-Educación, Madrid, 2016.
- [20] L. A. Zadeh, «Toward extended fuzzy logic. A first step.,» *Fuzzy Sets and Systems*, vol. 160, nº 21, pp. 3175-3781, 2009.
- [21] G. Morales, Introducción a la lógica difusa, Academia, 2002.
- [22] I. Asensio, «Qué es Unity y para qué sirve,» Masterd.es, 06 Noviembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.masterd.es/blog/que-es-unity-3d-tutorial>.
- [23] Vuforia, «Visión General,» vuforia.com, 2019. [En línea]. Available: <https://library.vuforia.com/getting-started/overview.html>.
- [24] Python, «El tutorial de Python — documentación de Python - 3.10.4,» Python.org, 2022. [En línea]. Available: <https://docs.python.org/es/3/tutorial/>.
- [25] P. C. Schmid y M. Schmid, «Mood effects on emotion recognition,» Springer, 2010, pp. 288-292.

Apéndices

Apéndice 1: Algoritmo de Secuencias por Vecino más Cercano

```
import numpy as np

#Coordenadas a llegar

Va = np.array([5, 5])

#Estimulos

Vb = np.array([[3.341241199, 3.341241199], [-2.854250069, 0.501315692],
[3.382763994, -0.581925712],

[-3.412903717, -3.412903717], [-0.002823318, 3.059013197], [-3.367078319, -
3.367078319],

[0.469181659, -0.519070068], [1.961643836, 0.798130841], [-4.445838871,
2.758747007],

[1.23206608, -1.393170744], [3.272610739, -0.144220775], [1.001421638,
0.222489345]])

nsec = 5 #Numero de contenido en la secuencia

#Obtención de las distancias euclidianas

Dist = []

for i in range(len(Vb)):

    Dist.append(np.sqrt(np.sum(np.square(Vb[i]-Va))))

print(Dist)

#Ordenar las distancias del menor al mayor

def bubbleSort(nums):
```

```

intercambio = True

while intercambio:

    intercambio = False

    for i in range(len(nums)-1):

        if nums[i] > nums[i+1]:

            nums[i], nums[i+1] = nums[i+1], nums[i]

            intercambio = True

dist = Dist.copy()

bubbleSort(dist)

#Obtención de los 5 ángulos para construir la secuencia

secuencia = []

for i in range(len(dist)):

    if i < nsec:

        secuencia.append(dist[i])

print(secuencia)

#Obtención de los id para buscar los estímulos en el servidor

sec = []

for i in range(len(secuencia)):

    for j in range(len(Dist)):

        if secuencia[i] == Dist[j]:

            sec.append(j)

```

Apéndice 2: Algoritmo de Secuencias por Hill Climbing.

```
import numpy as np
```

```
PIncial = ([-3.367, -3.367])#Punto Inicial en el medidor de Emociones
```

```
PIn = []
```

```
#Estimulos
```

```
Estimulos_A_X = ([-0.358, -0.132, 0.1948, 0.0851, 0.1670, 0.5538, 0.1710, -0.021,  
0.0502, -0.455, 0.3686, -0.038])
```

```
Estimulos_A_Y = ([-0.947, -0.617, -0.353, -0.308, -0.388, -0.246, -0.362, -0.494, -0.457,  
-0.525, -0.297, -0.510])
```

```
Estimulos_D_X = ([3.3412, -2.854, 3.3827, -3.412, -0.002, -3.367, 0.4691, 1.9616, -  
4.445, 1.2320, 3.2726, 1.0014])
```

```
Estimulos_D_Y = ([3.3412, 0.5013, -0.581, -3.412, 3.0590, -3.367, -0.519, 0.7981,  
2.7587, -1.393, -0.144, -0.222])
```

```
nsec = 5    #Numero de estímulos para la secuencia
```

```
Secuencia = [] #Secuencia vacías
```

```
Sec = []
```

```
Sec1 = []
```

```
#Metodo de ordenamiento de menor a mayor
```

```
def bubbleSort(nums, indices):
```

```
    intercambio = True
```

```
    while intercambio:
```

```
        intercambio = False
```

```

for i in range(len(nums)-1):
    if nums[i] > nums[i+1]:
        nums[i], nums[i+1] = nums[i+1], nums[i]
        indices[i], indices[i+1] = indices[i+1], indices[i]
        intercambio = True

```

#Metodo de ordenamiento de mayor a menor

```

def bubbleSortUno(nums, indices):
    intercambio = True
    while intercambio:
        intercambio = False
        for i in range(len(nums)-1):
            if nums[i] < nums[i+1]:
                nums[i], nums[i+1] = nums[i+1], nums[i]
                indices[i], indices[i+1] = indices[i+1], indices[i]
                intercambio = True

```

```

for n in range(nsec):

```

#Obtener todas las distancias del Punto Inicial a los puntos iniciales de todos los estímulos

```

    Dist = []    #Distancia Euclidianas cercanas

```

```

    for i in range(len(Estimulos_A_X)):

```

```

        Dist.append(np.sqrt(np.square(Estimulos_A_X[i]-PInicial[0]) +
np.square(Estimulos_A_Y[i]-PInicial[1])))

```



```

    dist = []

dist = Dist.copy()#copiar los datos a otro arreglo

#print(dist)

#Obtener los indices

ind = []

for j in range(len(dist)):

    ind.append(j)

#Ordenar los arreglos de menor a mayor

bubbleSort(dist, ind)

Moment = []

for i in range(len(Estimulos_D_X)):

    Moment.append(np.sqrt(np.square(Estimulos_D_X[i]-Estimulos_A_X[i]) +
np.square(Estimulos_D_Y[i]-Estimulos_A_Y[i])))

moment = []

moment = Moment.copy()#copiar los datos a otro arreglo

#Obtener los indices

ind1 = []

for j in range(len(moment)):

    ind1.append(j)

#Ordenar los arreglos de mayor a menor

bubbleSortUno(moment, ind1)

```

```

v1 = []

for x in range(len(ind)):

    for y in range(len(ind)):

        if x == ind[y]:

            v1.append(y)

v2 = []

for a in range(len(ind1)):

    for b in range(len(ind1)):

        if a == ind1[b]:

            v2.append(b)

suma = []

for r in range(len(Estimulos_A_X)):

    suma.append(v1[r] + v2[r])

print(suma)

Secuencia.append(suma.index(min(suma)))

PInicial = [Estimulos_D_X[Secuencia[n]], Estimulos_D_Y[Secuencia[n]]]

PIn = [Estimulos_A_X[Secuencia[n]], Estimulos_A_Y[Secuencia[n]]]

Sec.append(PInicial)

Sec1.append(PIn)

print(PInicial)

print(Secuencia)

```

Apéndice 3: Algoritmo para Graficar Estimulos

```
import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np

# Función cuadrática.

def f1(x):

    return 0

# Función lineal.

def f2(x):

    return 0

# Valores del eje X que toma el gráfico.

x = range(-10, 15)

# Graficar ambas funciones.

plt.plot(x, [f1(i) for i in x])

plt.plot(x, [f2(i) for i in x])

# Establecer el color de los ejes.

plt.axhline(0, color="black")

plt.axvline(0, color="black")

plt.xlim(-5, 5)

plt.ylim(-5, 5)

Dist= []

# Las coordenadas de los dos puntos a conectar

Dx = [-0.441, 0.6010]

Dy = [-0.230, 0.2982]

Ax = [-0.358, 3.3412]

Ay = [-0.947, 3.3412]
```

```

Sx = [0.5539, -3.367]
Sy = [-0.246, -3.367]
S1x = [0.0503, -4.446]
S1y = [-0.457, 2.7587]
S2x = [0.0852, -3.413]
S2y = [-0.308, -3.412]
S4x = [-0.132, -2.854]
S4y = [-0.617, 0.5013]
#Dist.append(np.sqrt(np.square(Dx[1]-Dx[0])+np.square((Dy[1]-Dy[0]))))
#plt.plot(Dx, Dy, label = "Vector Final", color='b')
#plt.scatter(Dx, Dy, color='b')
#Dist.append(np.sqrt(np.square(Ax[1]-Ax[0])+np.square((Ay[1]-Ay[0]))))
plt.plot(Ax, Ay, label = "Video 1", color='r')
plt.scatter(Ax, Ay, color='r')
plt.plot(Sx, Sy, label = "Audio 3", color='g')
plt.scatter(Sx, Sy, color='g')
plt.plot(S1x, S1y, label = "Audio 4", color='purple')
plt.scatter(S1x, S1y, color='purple')
plt.plot(S2x, S2y, label = "Video 3", color='yellow')
plt.scatter(S2x, S2y, color='yellow')
plt.plot(S4x, S4y, label = "Imagen 4", color='black')
plt.scatter(S4x, S4y, color='black')
Dist.append(np.sqrt(np.square(S4x[1]-Dx[1])+np.square((S4y[1]-Dy[1]))))
print("Error: ", Dist)
#Mostrar Grafica

```

```
plt.legend()
```

```
plt.show()
```

Apéndice 4: Algoritmo para Graficar Secuencia vs Autopercepción

```
import matplotlib.pyplot as plt
```

```
import numpy as np
```

```
# Función cuadrática.
```

```
def f1(x):
```

```
    return 0
```

```
# Función lineal.
```

```
def f2(x):
```

```
    return 0
```

```
# Valores del eje X que toma el gráfico.
```

```
x = range(-10, 15)
```

```
# Graficar ambas funciones.
```

```
plt.plot(x, [f1(i) for i in x])
```

```
plt.plot(x, [f2(i) for i in x])
```

```
# Establecer el color de los ejes.
```

```
plt.axhline(0, color="black")
```

```
plt.axvline(0, color="black")
```

```
Fx = [-0.441, 0.6010]
```

```
Fy = [-0.230, 0.2982]
```

```
Origenx = -0.441
```

```
Origeny = -0.230
```

```
Ax = [-0.358, 3.3412]
```

```
Ay = [-0.947, 3.3412]
```

$$Bx = [0.1710, 0.4692]$$

$$By = [-0.362, -0.519]$$

$$Cx = [-0.022, 1.9616]$$

$$Cy = [-0.494, 0.7981]$$

$$Dx = [0.1948, 3.3828]$$

$$Dy = [-0.353, -0.581]$$

$$Ex = [-0.003, 1.0014]$$

$$Ey = [-0.510, -0.222]$$

$$AF = [Ax[1]-Ax[0], Ay[1]-Ay[0]]$$

$$BF = [Bx[1]-Bx[0], By[1]-By[0]]$$

$$CF = [Cx[1]-Cx[0], Cy[1]-Cy[0]]$$

$$DF = [Dx[1]-Dx[0], Dy[1]-Dy[0]]$$

$$EF = [Ex[1]-Ex[0], Ey[1]-Ey[0]]$$

$$NAx = [Origenx, Origenx+AF[0]]$$

$$NAy = [Origeny, Origeny+AF[1]]$$

$$NBx = [NAx[1], NAx[1]+BF[0]]$$

$$NBy = [NAy[1], NAy[1]+BF[1]]$$

$$NCx = [NBx[1], NBx[1]+CF[0]]$$

$$NCy = [NBy[1], NBy[1]+CF[1]]$$

$$NDx = [NCx[1], NCx[1]+DF[0]]$$

$$NDy = [NCy[1], NCy[1]+DF[1]]$$

$$NEx = [NDx[1], NDx[1]+EF[0]]$$

$$NEy = [NDy[1], NDy[1]+EF[1]]$$

$$X = [Origenx, NAx[1], NBx[1], NCx[1], NDx[1], NEx[1]]$$

$$Y = [Origeny, NAy[1], NBy[1], NCy[1], NDy[1], NEy[1]]$$

```

F = [Fx[1]-Fx[0],Fy[1]-Fy[0]]
Vb = [X[5]-Fx[0],Y[5]-Fy[0]]
comp = np.dot(F,Vb)
magnitudeA = np.sqrt(np.einsum('i,i', F, F))
magnitudeB = np.sqrt(np.einsum('i,i', Vb, Vb))
pmag = np.dot(magnitudeA, magnitudeB)
cos = np.arccos(comp/pmag)
angle2 = cos*360/2/np.pi
print(angle2)
#print(X[0])
#print(Y[0])
Nx = [Fx[0], X[5]]
Ny = [Fy[0], Y[5]]
text = "Angulo: " + str(angle2)
plt.annotate(text, (4, 2))
plt.plot(Nx, Ny, label = "Vector de Secuencia", color='black')
plt.scatter(Nx, Ny, color='black')
plt.plot(X, Y, label = "Secuencia", color='r')
plt.scatter(X, Y, color='r')
plt.plot(Fx, Fy, label = "Autopercepcion", color='b')
plt.scatter(Fx, Fy, color='b')
plt.ylabel("Energia", size = 16)
plt.xlabel("Sentimiento", size = 16)
plt.legend()
plt.show()

```

Apéndice 5: Algoritmo para Graficar Error

```
import matplotlib.pyplot as plt

import numpy as np

# Función cuadrática.

def f1(x):

    return 0

# Función lineal.

def f2(x):

    return 0

# Valores del eje X que toma el gráfico.

x = range(-10, 15)

# Graficar ambas funciones.

plt.plot(x, [f1(i) for i in x])

plt.plot(x, [f2(i) for i in x])

# Establecer el color de los ejes.

plt.axhline(0, color="black")

plt.axvline(0, color="black")

Fx = [-0.441, 0.6010]

Fy = [-0.230, 0.2982]

Origenx = -0.441

Origeny = -0.230

Ax = [-0.358, 3.3412]

Ay = [-0.947, 3.3412]

Bx = [0.1710, 0.4692]

By = [-0.362, -0.519]
```


$$Cx = [-0.022, 1.9616]$$

$$Cy = [-0.494, 0.7981]$$

$$Dx = [0.1948, 3.3828]$$

$$Dy = [-0.353, -0.581]$$

$$Ex = [-0.003, 1.0014]$$

$$Ey = [-0.510, -0.222]$$

$$AF = [Ax[1]-Ax[0], Ay[1]-Ay[0]]$$

$$BF = [Bx[1]-Bx[0], By[1]-By[0]]$$

$$CF = [Cx[1]-Cx[0], Cy[1]-Cy[0]]$$

$$DF = [Dx[1]-Dx[0], Dy[1]-Dy[0]]$$

$$EF = [Ex[1]-Ex[0], Ey[1]-Ey[0]]$$

$$NAx = [Origenx, Origenx+AF[0]]$$

$$NAy = [Origeny, Origeny+AF[1]]$$

$$NBx = [NAx[1], NAx[1]+BF[0]]$$

$$NBy = [NAy[1], NAy[1]+BF[1]]$$

$$NCx = [NBx[1], NBx[1]+CF[0]]$$

$$NCy = [NBy[1], NBy[1]+CF[1]]$$

$$NDx = [NCx[1], NCx[1]+DF[0]]$$

$$NDy = [NCy[1], NCy[1]+DF[1]]$$

$$NEx = [NDx[1], NDx[1]+EF[0]]$$

$$NEy = [NDy[1], NDy[1]+EF[1]]$$

$$X = [Origenx, NAx[1], NBx[1], NCx[1], NDx[1], NEx[1]]$$

$$Y = [Origeny, NAy[1], NBy[1], NCy[1], NDy[1], NEy[1]]$$

$$F = [Fx[1]-Fx[0], Fy[1]-Fy[0]]$$

$$Vb = [X[5]-Fx[0], Y[5]-Fy[0]]$$

```
Dist = np.sqrt(np.square(X[5]-Fx[1]) + np.square(Y[5]-Fy[1]))
print(Dist)
Nx = [Fx[1], X[5]]
Ny = [Fy[1], Y[5]]
print(Nx)
print(Ny)
text = "Error: " + str(Dist)
plt.annotate(text, (5.5, 2))
plt.plot(Nx, Ny, label = "Error", color='black')
plt.scatter(Nx, Ny, color='black')
plt.plot(Fx, Fy, label = "Autopercepcion", color='b')
plt.scatter(Fx, Fy, color='b')
plt.plot(X, Y, label = "Secuencia", color='r')
plt.scatter(X, Y, color='r')
plt.ylabel("Energia", size = 16)
plt.xlabel("Sentimiento", size = 16)
plt.legend()
plt.show()
```

Apéndice 6: Paper for International Conference on Intelligent Environments (IE2022)

350

Workshops at 18th International Conference on Intelligent Environments (IE2022)

H.H. Alvarez Valera and M. Luštrek (Eds.)

© 2022 The authors and IOS Press.

This article is published online with Open Access by IOS Press and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License 4.0 (CC BY-NC 4.0).

doi:10.3233/AISE220064

Towards an Augmented Reality Based System for Monitoring and Handling of Emotions

Janson ROJAS ^{a,1}, Javier NAVARRO ^b, Víctor ZAMUDIO ^a, David GUTIERREZ ^a, Carlos LINO ^a, Faiyaz DOCTOR ^c and Elizabeth NOLASCO ^a

^a*Division of Research and Postgraduates Studies Tecnológico Nacional de México/IT de León*

^b*Centro Estatal de Tamizaje Oportuno Hospital de Especialidad - Materno Infantil de León*

^c*School of Computer Science and Electronic Engineering, University of Essex*

Abstract. The past decade has seen a rapid development of Augmented Reality (AR) systems and applications in many research areas including education, medicine and psychological treatments. This has been due to the growing evidence of the potential of AR systems on supporting learning tasks among other benefits. However, very little is known about the potential impact of using AR systems for influencing the emotional state of users in the treatment of cognitive impairment. In this paper, we build upon our previous work on developing a tool based on augmented reality to stimulate the emotions of patients suffering with dementia through audiovisual content (image, video and audio) [1]. Here, we focus on exploring the effects of stimulation of emotions in a controlled experiment where users of the AR system were presented with different types of multimedia. The data was collected in different sessions and analysed using a 2-factor ANOVA test to compare and determine the differences/changes in users' emotions. Our findings suggest that there is a significant relationship between the emotions that the user feels before and after having contact with audiovisual stimuli, thus, showing the potential for being used as efficient tools for improving the emotional state of cognitive impairment sufferers.

Keywords. Affective Computing, Augmented Reality, Emotional health, Emotions.

1. Introduction

Recent advances in Artificial Intelligence have pointed out that emotions play a key role on human daily tasks such as learning, communication and decision making by influencing human perception and rational thinking [2]. In this context, Affective Computing (AC) [3] is a relatively new area of research that aims to create "sensitive" systems by providing computers with the ability to recognise and express emotions. Thus, efforts have been made to develop human-computer interaction technologies capable of

¹Corresponding Author: Victor Zamudio, Division of Research and Postgraduate Studies of the National Technological Institute of Mexico/IT de León, León; Mexico, E-mail: vic.zamudio@leon.tecnm.mx

addressing and identifying human behaviour and its emotional state in different circumstances. For example, the use of new tools to help people with autism understand and operate in the socio-emotional world around them [4], the focus on affective games that focuses mainly on the detection and recognition of emotions of the players and in the adaptation of the game's responses to these emotions [5], a method for measuring affective states through motor behaviour parameters from standard input devices (mouse and keyboard) [6], seeking to provide training, help in tasks related to education and provide psychological treatment, among others.

The existing body of research on identifying/transmitting emotions during human-computer interactions has established focusing on different approaches, including: a) *facial micro expressions* that can help to distinguish how a person feels where, most of the current implementations to recognise facial expressions are based on the subsequent Facial Action Coding System of Paul Ekman [10]; *Oral Communication* (voice), which is based on adjusting particular characteristics adjusted during voice synthesis to control the affect expressed through a computer generated voice, using an emotion classifier at the word level the segment can be classified automatically, it can be improved by adding information about tone and power. [11]; measuring of *physiological responses* such as heart rate, blood pressure, pulse, pupillary dilation, breathing, temperature, etc. For example, the emergence of sensors and wearable devices as mechanisms for the acquisition of physiological data of people in their daily lives has made possible the research in the recognition of emotional patterns, for the improvement of the user experiences in diverse contexts. [12]; *Written communication*, that is, either handwritten text (or typed through a computer/smartphone), can also be analysed using NLP techniques in order to extract meaning including sentiment and emotion.

In turn, these studies aim to create intelligent environments with which humans can interact while computers improve their understanding of emotions. The current evolution of Information and Communication Technologies (ICT) is leading to the development of heterogeneous technologies, including smart (computer-based) devices and objects, that are highly interconnected and cooperate through the Internet, creating technology-enriched environments where interaction occurs at various levels between humans, devices and autonomous agents [14]. An example of this is illustrated in [1] in which a non-pharmacological Alzheimer's therapy based on AR is evaluated in the context of an immersive environment. This is achieved using IBM Watson services for processing users' responses to specific questions on the emotional state. The outputs of such processing is a vector of emotion related values associated to the user/input data which is finally presented to the therapists as a means of assessing their emotional state into the whole therapy.

Another example is the work reported in [15, 16] in which, the authors report on an intelligent environment that allows users to interact and review the emotional state of people through oral communication between the user and an intelligent agent (TJBot). The case reported in [17] illustrates two users, one receiving a visual stimuli selected from a video dataset and the other noting the emotions perceived from the second user in which a quicksort based algorithm on the computer categorises videos yielding positive emotions on the user.

In order to achieve the goal of developing HCI technologies capable of addressing and identifying human emotions, AC has made use of different approaches and technological tools including Machine Learning based models [7] and more recently, *Aug-*

mented Reality (AR) based tools [8,9]. AR is a relatively new technology that has shown great promise in different interdisciplinary research areas due to its positive effects on increasing on-content understanding, memory preservation and learning motivation [9]. However, despite these benefits little has been explored in other research scenarios involving stimulating/handling human emotions. This indicates a need to explore the potential effects of AR technologies used in therapeutic scenarios such as treatment of dementia patients in which emotions can play a key role and/or can be prone to rapid mood changes difficult to deal with.

The aim of this paper is two-fold, first, we set out to describe an AR-based platform developed to provide audiovisual stimuli and allow users to describe their self-perceived emotions through sliders linked to 6 emotions². Second and most important, The main objective of this study is to investigate whether such type of systems have the potential to influence on users' emotional state by analysing the data gathered from different sessions (PRE and POST) and using different stimuli. This data is in turn inspected in order to determine whether there are significant differences between the users' emotions before and after having contact with the multimedia content based on augmented reality. The paper first provides background on the *Augmented Reality* technologies and the developed *EmotionApp* in 2. Section 3 describes the experiments carried out to gather data from a group of participants with the goal of being analysed to inspect for suggestive findings of the potential of this tool in *emotion-centred* scenarios. That is followed by Section 4 where, such experimental data is analysed using a statistical approach, providing implications of the results obtained. Finally, conclusions of this work are presented in Section 5.

2. Background

This section aims to present the main concepts on which our proposal is built upon, hence, Section 2.1 in which further detail is provided on Augmented Reality technologies and the basic elements for developing an AR tool. Finally, Section 2.2 describes the developed AR based tool used to provide multimedia stimuli to users.

2.1. Augmented Reality

Augmented reality is defined as that additional information obtained from observing an environment, captured through the camera of a device that previously has specific software installed. Additional information identified as augmented reality can be translated into different formats. It can be an image, a carousel of images, an audio file, a video, or a link [19]. In order to use these technologies the following elements are required:

- A Device with camera integrated.
- A software in charge of making the necessary transformations to provide the additional information (e.g. Vuforia, AR Foundation, etc.).
- A trigger or activator of information such as image, physical environment (landscape, urban space, observed environment), marker, object or QR code.

²For further details on the previous work we refer the reader to [1].

2.2. Augmented Reality Application: EmotionApp

Emotion App is an Android application which allows users to view multimedia content (image, audio and videos) based on augmented reality and allows to collect information on 6 emotions (joy, sadness, anger, surprise, fear and disgust) these emotions are measured in a range of values between 0 and 1. There are 3 preloaded objectives (images) which allow the user to focus on them with the smartphone and be able to observe the content in augmented reality. The targets are set in a distraction-free environment and the multimedia content is loaded. When starting the application it is asked to provide a degree of affinity for each of the 6 emotions. Then, different audiovisual stimuli are presented to the user and at the end of the interaction a second self assessment of emotions is requested to track for possible changes.

Having presented the main tools of the AR system we move on to describe the experimental settings used for its assessment.

3. Experiments

As it was earlier discussed, little is currently known about the potential of the use of AR tools in the context of AC applications in which it is desired to identify and influence on users' emotions. In this section, we focus on describing the first set of tests of the presented application *EmotionApp*, aiming to collect information on 6 emotions perceived before and after by a group of participants undergoing a session of interaction with the AR system.

For these experiments, AR was integrated using Unity and Vuforia in order to present copyright-free audios and videos of a duration of approximately 3 to 5 minutes. Thematic images were embedded on short videos (50 seconds) to be displayed for 10 seconds each. Furthermore, users' information on their emotional state (6 basic emotions) was collected *PRE* and *POST* AR stimuli through *Sliders* representing their degree of affinity on a scale from 0 to 1 as depicted in Fig. 1.

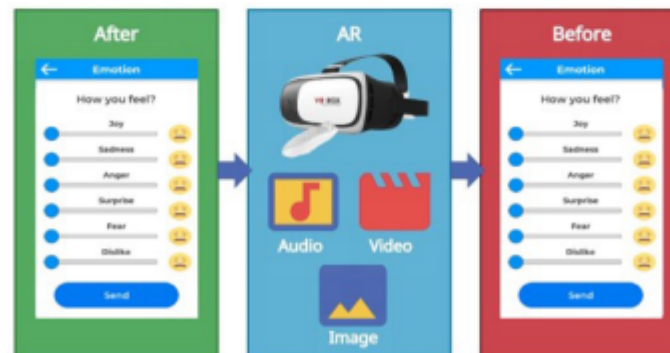


Figure 1. Application usage diagram.

The experiment was set up as follows: it consisted of 3 interaction sessions (as shown in Fig.2) performed throughout 3 different days in which we looked at the self-reported

users' emotions when presented to multimedia AR sequences (audio, image and video). It was hypothesised that a rise on positive emotions could be observed after the first 2 phases, while more diverse emotions could be found after phase 3. The phases (sessions) were organised as follows:

Phase 1

- Audio: classical music with *Classic* label.
- Video: beach scenery with *Beach* label.
- Images: different landscapes with *Scenery* label.

Phase 2

- Audio: electronic music with *Electronic* label.
- Video: animated comic shorts with *Funny* label.
- Images: aesthetically pleasing animals with *Cute* label.

Phase 3

- Audio: hard rock music with *Rock* label.
- Video: a bonfire with *Fire* label.
- Images: skulls and blood covered hands with *Horror* label.

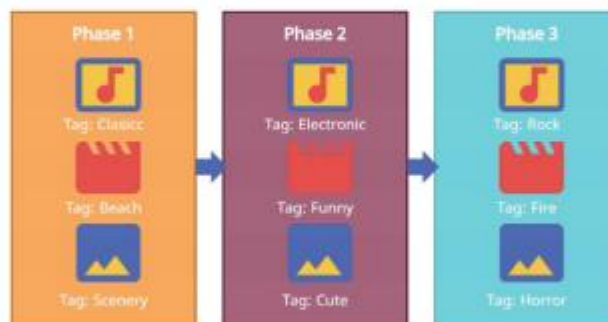


Figure 2. Phases of the experiment.

Each phase of the study consists of 15 participants, 9 were women and 6 were men aged between 20 and 65 years. Due to Covid-19 pandemic related limitations, (non-diagnosed) participants were recruited to participate including people within the set age range and without any medical diagnosis acknowledged. The average age of participants was 41.13 years (SD = 14.43). Criteria for selecting the subjects were as follows:

1. No sight problems acknowledged.
2. Not having illnesses preventing from using augmented reality technologies.
3. Compromising to use the AR tool in a quiet environment.

During 3 days, all the users interacted with the application which showed a multimedia sequence, this with the aim of observing the behaviour of the user's emotions regarding the multimedia label. Also every day before and after using the application their perception on the basic emotions was recorded. Finally, the data was prepared for analysis using ANOVA test. The results and discussions on this test will be presented on the next section.

4. Preliminary Results

As a result of the experiment described in last section, the information on the 3 phases was collected, that is, the self reported affinity with the 6 emotions before and after being presented with a stimuli. In order to illustrate the gathered data, the box plots shown in Figs. 3, 4, 5 depict the information of the emotions of the 15 users, where the X axis corresponds to the emotions (Joy, Sadness, Anger, Surprise, Fear and Dislike), whereas the Y axis represents the intensity perceived on a scale from 0 to 1.

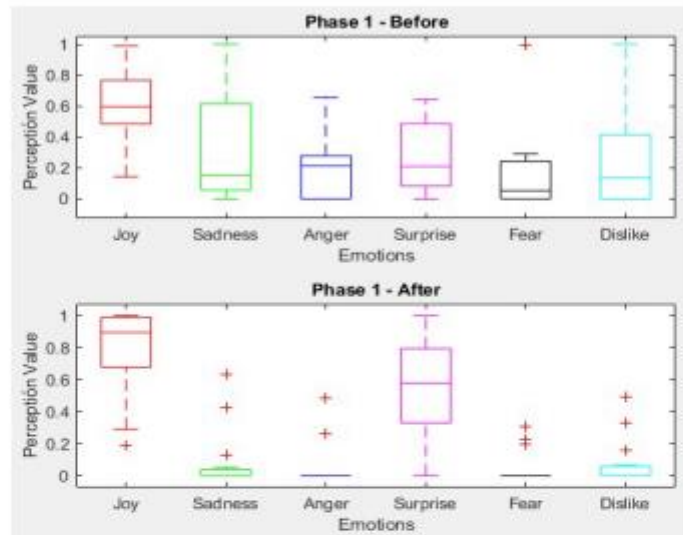


Figure 3. Boxplot Diagram Phase 1.

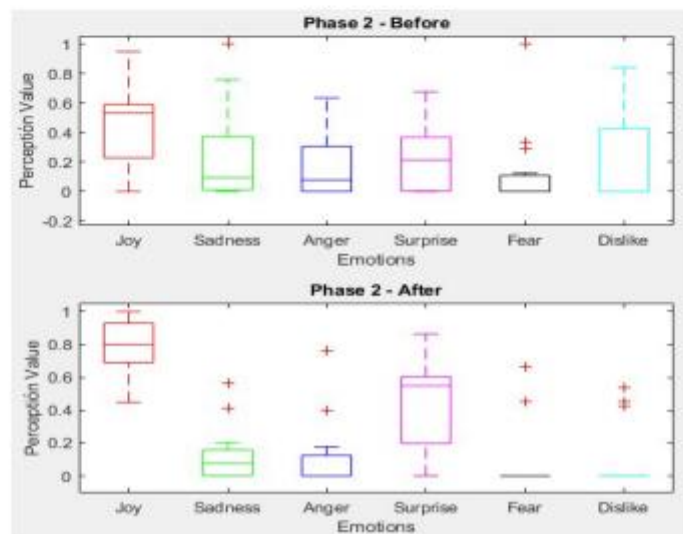


Figure 4. Boxplot Diagram Phase 2.

As can be seen in Fig. 3, the first phase, in the graph above the emotions of the user before the stimuli that are how the user normally feels, while in the graph below we can observe the emotions after seeing the multimedia stimuli and we can observe successive increases in the intensity of the emotions Joy and Surprise, while the other 4 emotions decreased. In Fig. 4, we have phase 2 in which the same effect occurs as in phase 1, the emotions of Joy and Surprise increased and the emotions of Sadness, Anger, Fear and Disgust decreased. Looking at the data from the 3rd phase depicted in Fig 5, it can be observed that when exposed to this different type of multimedia, the emotion of Joy decreased while the other emotions showed a pronounced decrease.

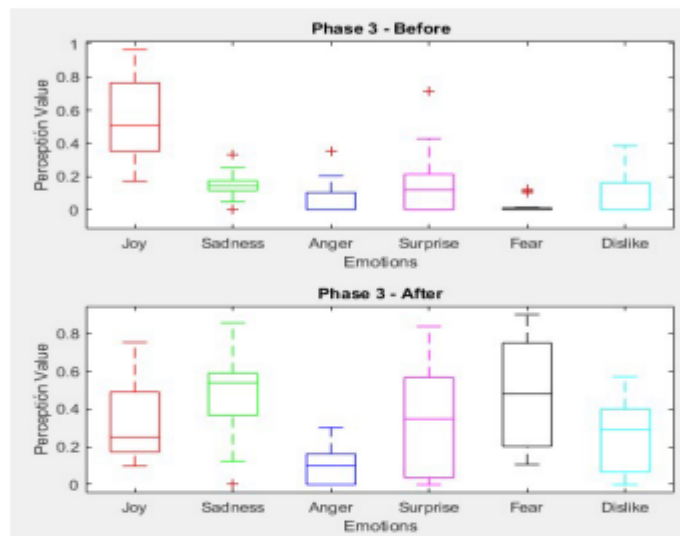


Figure 5. Boxplot Diagram Phase 3.

To provide further insight into the strength of influence on emotions during these sessions, a Two-way ANOVA test was performed to analyse the differences (changes), so that 3 null hypothesis were tested:

- H_0^A : Time factor (PRE and POST) for interacting with AR have no significant effect on users' emotional state. 30
- H_0^B : There are not significant differences regarding the emotion factor (Joy, Sadness, Anger, Surprise, Fear, Disgust).
- H_0^{AB} : There are not significant differences with regards to the interaction of the two factors.

As can be seen from the F -scores and their associated critical values shown in Table 1, only the hypotheses of factors B and interaction AB can be rejected, since their critical value for F is lower than their F -scores $F^B(5, 168) = 23.62, p < .05$ and $F^{AB}(5, 168) = 5.9 p < .05$, which suggests that there are significant differences in emotions and in the interaction between emotions and the time factor in the participants.

	SS	df	MS	F	Critical value for F
Factor A	0.0899	1	0.0899	1.4196	3.8974
Factor B	7.4827	5	1.4965	23.6188	2.2679
Interaction AB	1.8698	5	0.3739	5.9021	2.2679
Error	10.6449	168	0.0633		
Total	20.0875	179			

Table 1. Two-way ANOVA test results for Phase 1 where *SS* is the Sum of Squares, *df* is the degrees of freedom, *MS* is the Mean of Sum of Squares, and *F* is the F-score.

Similar results can be appreciated in Table 2 as in Table 1 since only the hypotheses of the factors *B* and the interaction *AB* can be rejected. That is, their critical value for *F* is lower than their *F* scores ($F^B(5, 168) = 21.3 p < .05$ and $F^{AB}(5, 168) = 4.46 p < .05$), basically, what the information allows us to infer is that H_0^B and H_0^{AB} are rejected and there are significant differences between the emotions and the time factor between them.

	SS	df	MS	F	Critical value for F
Factor A	0.0596	1	0.0596	1.0252	3.8974
Factor B	6.2002	5	1.2400	21.3024	2.2679
Interaction AB	1.3006	5	0.2601	4.4687	2.2679
Error	9.7796	168	0.0582		
Total	17.3402	179			

Table 2. Phase 2 ANOVA test.

Finally, in Table 3 we can see that for the 3 factors the hypotheses are rejected as all *F* scores are greater than their Critical values for rejection ($F^A(5, 168) = 30.33 p < .05$, $F^B(5, 168) = 11.97 p < .05$ and $F^{AB}(5, 168) = 22.42, p < .05$). As we can see, the 3 hypotheses are rejected, which tells us that there are significant differences between the 2 factors and the interaction between them.

	SS	df	MS	F	Critical value for F
Factor A	1.1321	1	1.1321	30.3315	3.8974
Factor B	2.2345	5	0.4469	11.9726	2.2679
Interaction AB	2.1323	5	0.4264	11.4252	2.2679
Error	6.2709	168	0.0373		
Total	11.7699	179			

Table 3. Phase 3 ANOVA test.

As can be seen in the previous tables, there are differences between the data related to emotion PRE and POST and, since in all cases the significance value is less than 0.05 (5%), it gives us a 95% reliability that there are significant differences in the tests with the 15 users.

5. Conclusions and Future Work

In this investigation, the aim was to assess the potential effect of an AR based tool on the emotional state of users. To evaluate this, we designed a set of sessions with the aim of collecting data on self reported assessments of 6 basic emotions during 3 sessions. The sessions were designed to present different types of multimedia material to the users while asking for the users' input before and after session. As confirmed by the analysis, there was an evident change in the emotions, before and after having contact with the stimuli, since in the 3 cases the users self-perceived that their emotions improved (or worsened) with respect to the type of multimedia that they were presented at the time. Likewise, the graphs show a clear change in these emotions, depending on the multimedia sequences that the user was watching, they raised or lowered them. In turn, the 2-factor ANOVA test revealed that in the first 2 sessions significant differences were found only in emotions and in the interaction of emotions and the before and after each phase. Moreover, the third session presenting more diverse material showed significant differences on each factor studied, namely, time factor (pre and post interaction), emotion factor (differences on each individual emotion) and lastly, the interaction of these two factors together.

These experiment results suggest that, either positively or negatively, their emotions were stimulated by the content displayed by the AR tool. In summary, these results have provided insights to explore in a subsequent experimental phase reviewing the effects of automated tools to generate personalised multimedia sequences on the emotional state of people diagnosed with cognitive impairment.

For future work, we will focus on expanding and embedding this into an intelligent environment, including smart algorithms for selecting sequences of multimedia content by evaluating soft computing techniques which allow the users to improve their emotional state and thus, helping to have a better Quality of Life. Finally, we will aim to investigate the effect of *Emotional Congruity* [20] in the development of the intelligent algorithm.

Acknowledgement

We would like to thank the people who supported the tests to carry out the work sessions. Furthermore, we would like to acknowledge the support of CONACYT and TecNM / ITL for this research.

References

- [1] Ronquillo L, Zamudio V, Gutiérrez-Hernández D, Lino C, Navarro J and Doctor F, "Towards an automatic recommendation system to well-being for elderly based on augmented reality", 2020 16th International Conference on Intelligent Environments (IE), 2020, pp. 126-131, doi: 10.1109/IE49459.2020.9155010.
- [2] Cambria E, Affective Computing and Sentiment Analysis, in IEEE Intelligent Systems, vol. 31, no. 2, pp. 102-107, Mar.-Apr. 2016, doi: 10.1109/MIS.2016.31.
- [3] Picard R W, Affective Computing. M.I.T Media Laboratory Perceptual Computing Section Technical Report No. 321, page 1-16, Nov 1995.

- [4] Baron-Cohen S, Affective Computing and Autism, *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1093, no. 1, pp. 228–248, Feb. 2017.
- [5] Hudlicka E, AFFECTIVE COMPUTING FOR GAME DESIGN, 2008. Available: http://www.imgd.wpi.edu/speakers/0910/Hudlicka_GAMEON_TUT_01.pdf.
- [6] Zimmermann P, Guttormsen S, Danuser B & Gomez P (2003). Affective Computing—A Rationale for Measuring Mood With Mouse and Keyboard, *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 9:4, 539-551, DOI: 10.1080/10803548.2003.11076589
- [7] Watson Studio - Visión general, *Ibm.com*, 2021. <https://www.ibm.com/mx-es/cloud/watson-studio>.
- [8] Zhang J, Kamioka E, & Tan P X. (2019). Emotions detection of user experience (Ux) for mobile augmented reality (mar) applications. *International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering*, 8(1.4 S1), 63-67.
- [9] Cipresso P, Giglioli I A C, Raya M A, & Riva G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in psychology*, 9, 2086.
- [10] Ekman P and Friesen W, *Facial Action Coding System*. Consulting Psychologists Press, 1977.
- [11] Ries K and Waibel A, *Activity Detection for Information Access to Oral Communication*, DTIC, 2022. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA458656>
- [12] Santamaria-Granados L, Munoz-Organero M, Ramirez-Gonzalez G, Abdulhay E, and Arunkumar N, Using Deep Convolutional Neural Network for Emotion Detection on a Physiological Signals Dataset (AMIGOS), *IEEE Access*, vol. 7, pp. 57–67, 2019, doi: 10.1109/access.2018.2883213.
- [13] Phan D-A, Matsumoto Y, and Shindo H, Autoencoder for Semisupervised Multiple Emotion Detection of Conversation Transcripts, *IEEE Transactions on Affective Computing*, pp. 1–1, 2018, doi: 10.1109/taffc.2018.2885304.
- [14] Burzagli L, Emiliani P L, Antona M, Intelligent environments for all: a path towards technology-enhanced human well-being. *Univ Access Inf Soc* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00797-0>
- [15] Cruz-Parada P, Zamudio Rodríguez V M, Lino Ramirez C, Identification and Analysis of Emotions in a Game Based Therapy for Patients with Cognitive Impairment, *Iospress.nl*, pp. 506–515, 2018, doi: 10.3233/978-1-61499-874-7-506.
- [16] Manríquez Santos J J, Zamudio Rodríguez V M, Lino Ramirez C, Navarro Barrón J, Baltazar R, Gutiérrez Hernández D A and Doctor F. (2018). Towards an Innovative Architecture to Monitor and Handle Emotions in Work Scenarios. *Iospress.nl*, pp. 516–525, 2018, doi: 10.3233/978-1-61499-874-7-516.
- [17] Baveye Y, Dellandréa E, Chamaret C and Chen L, LIRIS-ACCEDE: A Video Database for Affective Content Analysis, in *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 6, no. 1, pp. 43-55, 1 Jan.-March 2015, doi: 10.1109/TAFFC.2015.2396531.
- [18] We W, Yale Center for Emotional Intelligence, Yale Center for Emotional Intelligence, 2014. <https://ycei.org/what-we-do>.
- [19] Blázquez Sevilla A, *Realidad Aumentada en Educación*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, Gabinete de Tele-Educación, 2017
- [20] Schmid P C and Schmid Mast M, Mood effects on emotion recognition, *Motivation and Emotion*, vol. 34, no. 3, pp. 288–292, Jun. 2010, doi: 10.1007/s11031-010-9170-0.

Anexos

Anexo 1: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 2

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
18-25	Video1	Antes	0.2154	0.1004	0.2546	0.4215	0.0512	-0.792	-0.1846
		Después	0	0	0.7589	0	0	1.5118	0.4391
	Video2	Antes	0	0.0145	0	0.0589	0.1869	-1.0533	-1.922
		Después	0.0258	0.3658	0.0083	0.2588	0.5896	-1.1424	-0.598
	Video3	Antes	0	0	0.2586	0.1248	0.0541	-0.0788	-0.444
		Después	0.0013	0.3889	0	0.4125	0.1457	-0.3931	-0.1794
	Video4	Antes	0.3456	0.2154	0	0.0512	0	0.5742	-0.5537
		Después	0.9949	0.9225	0.1235	0.3445	0.1295	-1.5561	-0.546
	Audio1	Antes	0	0	0.1245	0.3456	0	-0.5518	0.21
		Después	0.0383	0.0632	0.7245	0.1944	0.0045	0.5810	0.3814
	Audio2	Antes	0	0	0.2458	0.0012	0.3452	0.0037	-0.2913
		Después	0.0223	0.1789	0.7518	0.137	0.7193	-2.8543	0.5013
	Audio3	Antes	0	0.0154	0.1485	0.2456	0.1515	-0.6414	-0.4065
		Después	0.2396	0.28	0.483	0.9336	0.2121	-1.1539	-1.4321
	Audio4	Antes	0.2456	0.6123	0.1548	0.2485	0	0.4223	-0.2831
		Después	0.6269	0.4044	0.533	0.9939	0.0492	1.7572	-1.2287
	Imagen1	Antes	0.2458	0.1458	0.3561	0	0.2456	0.3789	-0.4607
		Después	0.5996	0.4684	0.998	0.1011	0.6485	-4.6637	-2.345
	Imagen2	Antes	0.0145	0.4256	0	0	0.2145	0.7717	0.719
		Después	0.3114	0.1818	0.1075	0.0738	0.1633	0.7495	2.2421
Imagen3	Antes	0.2485	0	0.2456	0	0.1564	-0.326	-0.4863	
	Después	0.4033	0.0989	0.7351	0.1055	0.1685	3.3623	3.6052	
Imagen4	Antes	0.0514	0.1254	0.1458	0.0753	0.4123	-0.0843	-0.1587	
	Después	0.8626	0.9353	0.2399	0.3368	0.8811	2.8008	-1.3591	

Anexo 2: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 3

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
18-25	Video1	Antes	0	0.1245	0.2414	0.0451	0.4156	-0.0774	-0.152
		Después	0.3815	0.3693	0.4141	0.5624	0.8123	0.3797	4.9771
	Video2	Antes	0.0145	0.2145	0.2145	0	0.1546	-0.181	-0.6417
		Después	0.4858	0.7609	0.4513	0.1302	0.7767	-0.7673	2.696
	Video3	Antes	0.1421	0.2451	0.2014	0.0514	0.3415	-0.0484	-0.2987
		Después	0.7921	0.4278	0.9484	0.4785	0.9347	0.8142	-2.2558
	Video4	Antes	0	0	0.2145	0.1245	0.1451	-0.4112	-0.6417
		Después	0.0606	0.0006	0.4295	0.5076	0.5341	-1.7522	-1.1149
	Audio1	Antes	0.1144	0	0.2004	0.2145	0.1459	-0.4943	-0.6417
		Después	0.7094	0.1456	0.5237	0.8302	0.4295	4.6061	0.3013
	Audio2	Antes	0	0.2145	0.3145	0.1254	0.0458	0.1455	-0.3529
		Después	0.688	0.473	0.406	0.2462	0.1935	-0.2214	1.2098
	Audio3	Antes	0	0.1885	0.4156	0	0.2	0.743	-0.1849
		Después	0.1507	0.3507	0.84	0.2465	0.2281	2.6804	-0.7388
	Audio4	Antes	0	0	0.2199	0	0.1499	-0.1263	-0.6094
		Después	0.1715	0.194	0.7793	0.2885	0.7678	4.8891	1.4666
	Imagen1	Antes	0.0412	0.0054	0.1846	0	0.1548	-0.3707	-0.8331
		Después	0.3438	0.0342	0.2193	0.2351	0.7641	-0.4912	2.875
	Imagen2	Antes	0	0	0.1124	0	0.1896	-0.587	-1.2629
		Después	0.711	0.064	0.3367	0.0124	0.2368	2.7381	-3.3746
	Imagen3	Antes	0.1245	0.1145	0.1469	0.4123	0.3598	-1.4312	-1.1611
		Después	0.2614	0.2967	0.2226	0.8486	0.9157	-1.3477	-1.6153
	Imagen4	Antes	0	0.2456	0.1896	0	0.0984	-0.0219	-0.448
		Después	0.4033	0.0989	0.7351	0.1055	0.1685	3.3623	3.6052

Anexo 3: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 4

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
26-50	Video1	Antes	0.1555	0	0.2145	0	0.1054	-0.3731	-0.6417
		Después	0.4032	0.0989	0.7351	0.10548	0.16854	3.3623	3.60516
	Video2	Antes	0	0	0.1399	0.1455	0.2154	-0.7275	-0.9403
		Después	0.0605	0.0006	0.4295	0.50759	0.53412	-1.7522	-1.1149
	Video3	Antes	0.1452	0.3458	0.2145	0	0.3145	0.1048	-0.1482
		Después	0.4857	0.7609	0.4513	0.13016	0.77674	-0.7673	2.69603
	Video4	Antes	0.0998	0.2185	0.1085	0.1547	0.2041	-0.3107	-0.5393
		Después	0.6433	0.1347	0.3806	0.6563	0.49928	-0.1444	-0.4316
	Audio1	Antes	0.2458	0	0.2085	0.1299	0.3251	-0.5189	-0.6157
		Después	0.7094	0.1456	0.5237	0.83017	0.42951	4.6061	0.30126
	Audio2	Antes	0.4589	0	0.3254	0.1896	0.1998	-0.1313	-1.1599
		Después	0.9352	0.2768	0.4381	0.88853	0.45177	-0.0028	3.05901
	Audio3	Antes	0.3185	0.1986	0.1987	0	0	0.3826	-0.4304
		Después	0.7016	0.3045	0.5785	0.06546	0.09631	0.7203	-3.5033
	Audio4	Antes	0	0	0.2715	0	0.2185	0.0817	-0.3925
		Después	0.2566	0.0026	0.8026	0.00114	0.0789	1.0679	0.25104
	Imagen1	Antes	0	0.1778	0.2548	0	0.2482	0.0094	-0.4618
		Después	0.0943	0.3456	0.7237	0.30167	0.12951	-0.0046	0.06101
	Imagen2	Antes	0.101	0.1547	0.0185	0	0.4136	-0.2168	-0.2744
		Después	0.7491	0.259	0.5684	0.00584	0.01465	0.0995	-3.3741
Imagen3	Antes	0	0	0.1787	0	0.3167	-0.0132	-0.3629	
	Después	0.2051	0.059	0.642	0.21877	0.64949	0.3237	-0.5704	
Imagen4	Antes	0	0	0.2451	0	0.2771	-0.0012	-0.4251	
	Después	0.1164	0.1006	0.5247	0.00499	0.11494	1.0014	-0.2225	

Anexo 4: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 5

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
26-50	Video1	Antes	0	0.2451	0.0748	0	0.3125	0.0027	-0.2481
		Después	0.06546	0.5842	0.6548	0.04154	0.05417	3.3412	3.34124
	Video2	Antes	0	0.2185	0.4164	0	0.2749	0.6467	-0.1707
		Después	0.5649	0.1422	0.1435	0.14569	0.12852	-0.0381	-0.2541
	Video3	Antes	0.0547	0.2716	0.1741	0	0.1784	0.0499	-0.2751
		Después	0.60516	0.259	0.642	0.21877	0.64949	1.0405	-3.7056
	Video4	Antes	0	0	0.2097	0.3041	0.271	-0.6563	-0.5569
		Después	0.06058	0.0006	0.4295	0.50759	0.53412	-1.7522	-1.1149
	Audio1	Antes	0	0	0.2097	0	0.2471	-0.1042	-0.5717
		Después	0.0088	0.0148	0.8288	0.01988	0.15826	0.8863	0.54473
	Audio2	Antes	0	0.2174	0.2097	0.1774	0.3148	-0.3376	-0.3514
		Después	0.09436	0.3456	0.7237	0.30167	0.12951	-0.0046	0.06101
	Audio3	Antes	0	0.2714	0.4512	0.1547	0.2841	0.1268	-0.1004
		Después	0.00567	0.6511	0.0526	0.85499	0.0019	1.0831	-1.0767
	Audio4	Antes	0	0.1547	0.2074	0.174	0.3417	-0.3912	-0.3912
		Después	0	0	0.7897	0.11478	0.1259	0.8693	0.49433
	Imagen1	Antes	0.1547	0.1974	0.1847	0.1941	0.2894	-0.1688	-0.4245
		Después	0.48641	0.6119	0.2319	0.50059	0.40556	-0.6624	0.70581
	Imagen2	Antes	0.2145	0.3097	0.3147	0.0854	0.4124	-0.0981	-0.908
		Después	0.87678	0.8119	0	0.51897	0.8116	3.547	-0.9513
Imagen3	Antes	0.2074	0.1749	0.2174	0.1041	0.2174	-0.2486	-0.6243	
	Después	0.79646	0.9152	0.0136	0.30598	0.62814	3.3911	-0.613	
Imagen4	Antes	0.0548	0.1749	0.1784	0	0.2174	-0.3197	-0.78	
	Después	0.66565	0.8417	0.4735	0.41551	0.14644	0.0018	-0.0533	

Anexo 5: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 6

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
26-50	Video1	Antes	0	0.1745	0.2145	0	0.1748	-0.1485	-0.6417
		Después	0.10516	0.5896	0.642	0.21877	0.64949	3.4799	3.47991
	Video2	Antes	0.1374	0.2174	0.5147	0.1475	0.2741	0.2431	-0.2731
		Después	0.59159	0.5168	0	0.5606	0.48814	-0.0267	-0.05
	Video3	Antes	0.2741	0.1074	0.5471	0.1748	0.4184	0.7463	-1.4365
		Después	0.56657	0.1511	0.0526	0.85499	0.89642	3.3616	-0.5013
	Video4	Antes	0.1745	0.2478	0.2741	0.1847	0.2174	0.0126	-0.4081
		Después	0.99495	0.9225	0.1235	0.34446	0.12946	-1.5561	-0.546
	Audio1	Antes	0	0.1777	0.2174	0	0.2174	-0.1366	-0.6243
		Después	0	0	1	0	0	1.9616	0.79813
	Audio2	Antes	0.1745	0.1745	0.1748	0	0.4124	-0.1132	-0.826
		Después	0.3057	0.6217	0.0198	0.0912	0.0398	-0.4500	4.8100
	Audio3	Antes	0.2094	0.1745	0.1974	0.2094	0.1845	-0.3135	-0.6727
		Después	0.91322	0.2614	0.4545	0.81597	0.46327	0.0218	-0.066
	Audio4	Antes	0	0.2174	0.1798	0	0.1748	-0.1366	-0.6198
		Después	0.00119	0.1656	0.8152	0.04988	0.05494	1.3955	0.53712
	Imagen1	Antes	0.1574	0.1948	0.2094	0.2094	0.3498	-0.3444	-0.6145
		Después	0.93525	0.2768	0.4381	0.88853	0.45177	-0.0028	3.05901
	Imagen2	Antes	0.0841	0.2451	0.2875	0.1984	0.2741	-0.2115	-0.4078
		Después	0.51322	0.5614	0	0.51597	0.56327	3.2726	-0.1442
Imagen3	Antes	0.2415	0.3481	0.2845	0.0549	0.2841	0.3458	-0.3492	
	Después	0.99646	0.7152	0.0131	0.40598	0.82814	3.6707	-1.0655	
Imagen4	Antes	0.2418	0.1098	0.1098	0.0845	0.3415	-0.8725	-0.8356	
	Después	0.66565	0.8417	0.4735	0.41551	0.14644	0.0018	-0.0533	

Anexo 6: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 7

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
50+	Video1	Antes	0	0.1845	0.2141	0	0.2154	-0.1482	-0.6409
		Después	0.12796	0.5152	0.9014	0.0598	0.06236	3.3547	3.3547
	Video2	Antes	0.1984	0	0.2131	0	0.1254	-0.4193	-0.6502
		Después	0.61003	0.115	0.2019	0.0253	0.82173	-1.8852	2.04657
	Video3	Antes	0.2745	0.1745	0.3145	0.0514	0.1745	0.1043	-0.3603
		Después	0.95195	0.6136	0	0.9919	0.32654	2.0195	-2.1105
	Video4	Antes	0.0548	0.1545	0.2054	0	0.2845	-0.074	-0.4358
		Después	0.59963	0.4684	0.998	0.1011	0.64852	-4.6637	-2.345
	Audio1	Antes	0	0.2045	0.4512	0.0084	0.1745	0.8805	-0.1121
		Después	0.1136	0.168	0.2704	0.3037	0.0593	-0.0919	0.8100
	Audio2	Antes	0	0.2185	0.1754	0	0.2451	-0.0849	-0.5178
		Después	0.11895	0.6317	0.4155	0.1865	0.47564	-0.0023	-0.0516
	Audio3	Antes	0.1974	0.1564	0.2184	0.1745	0.1845	-0.2558	-0.6183
		Después	0.93865	0.2714	0.4382	0.8832	0.45654	0.0349	-0.0766
	Audio4	Antes	0	0.1548	0.3154	0	0.1945	0.2523	-0.3396
		Después	0	0	1	0	0	1.9616	0.79813
	Imagen1	Antes	0	0.2741	0.1846	0.0874	0.2177	-0.0731	-0.271
		Después	0.07533	0.7021	0.4731	0.5405	0.73846	-1.7512	3.58859
	Imagen2	Antes	0.2174	0.2094	0.3145	0.1094	0.3415	0.06	-0.6146
		Después	0.98232	0.9852	0.4065	0.5894	0.86521	3.2754	-0.1556
	Imagen3	Antes	0.1584	0.1845	0.2945	0.1754	0.284	-0.0401	-0.3935
		Después	0.87645	0.6818	0.3589	0.8856	0.59598	3.4089	-0.6765
	Imagen4	Antes	0.0984	0.2103	0.3315	0.0747	0.1574	0.3042	-0.3338
		Después	0.66565	0.8417	0.4735	0.4155	0.14644	0.0018	-0.0533

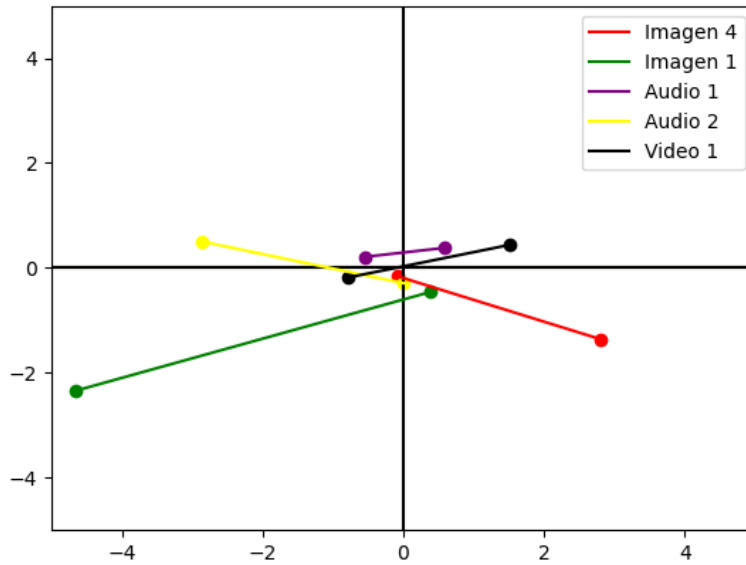
Anexo 7: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 8

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
50+	Video1	Antes	0.0954	0.1154	0.1756	0.0984	0.2541	-0.2816	-0.6589
		Después	0.3815	0.3693	0.4141	0.5624	0.81228	0.3797	4.97706
	Video2	Antes	0	0.3514	0.2974	0.0947	0.3451	-0.1473	-0.2453
		Después	0.29786	0.917	0.926	0.5706	0.95552	-1.9323	4.0644
	Video3	Antes	0.1475	0.3946	0.1584	0.1745	0.2077	0.4965	0.21133
		Después	0.85195	0.9514	0.029	0.7919	0.62654	3.3321	-0.386
	Video4	Antes	0.0854	0.2145	0.3154	0.1974	0.1705	0.0386	-0.3521
		Después	0.56657	0.1511	0.0526	0.855	0.89642	3.3616	-0.5013
	Audio1	Antes	0	0.0659	0.1745	0.2094	0.154	-0.6071	-0.6689
		Después	0.1015	0.2166	0.7234	0.7234	0.07779	-2.263	0.15624
	Audio2	Antes	0	0.0124	0.3415	0.1751	0.1785	0.0526	-0.3062
		Después	0.00567	0.2511	0.9526	0.855	0.89642	-3.5143	-0.714
	Audio3	Antes	0.0745	0.1745	0.0548	0.2094	0.0541	-0.3158	-0.5701
		Después	0.41874	0.4819	0.2319	0.6892	0.35874	0.1392	-0.2091
	Audio4	Antes	0	0.1547	0.1485	0	0.1074	-0.4127	-1.0515
		Después	0	0	1	0	0	1.9616	0.79813
	Imagen1	Antes	0	0.1751	0.2745	0.0854	0.1745	-0.0677	-0.3881
		Después	0.09436	0.3456	0.7237	0.3017	0.12951	-0.0046	0.06101
	Imagen2	Antes	0.1542	0.2175	0.5147	0.1059	0.0564	0.5642	-0.1258
		Después	0.78451	0.7846	0	0.5894	0.86521	3.5846	-0.9932
	Imagen3	Antes	0.1745	0.3184	0.458	0.0085	0.1984	0.7737	-0.3317
		Después	0.81322	0.8614	0.1054	0.316	0.86327	3.4749	-0.8415
	Imagen4	Antes	0.0864	0.0517	0.3154	0.0985	0.0984	0.1738	-0.3342
		Después	0.59646	0.4152	0.01	0.706	0.52814	3.2979	-0.2481

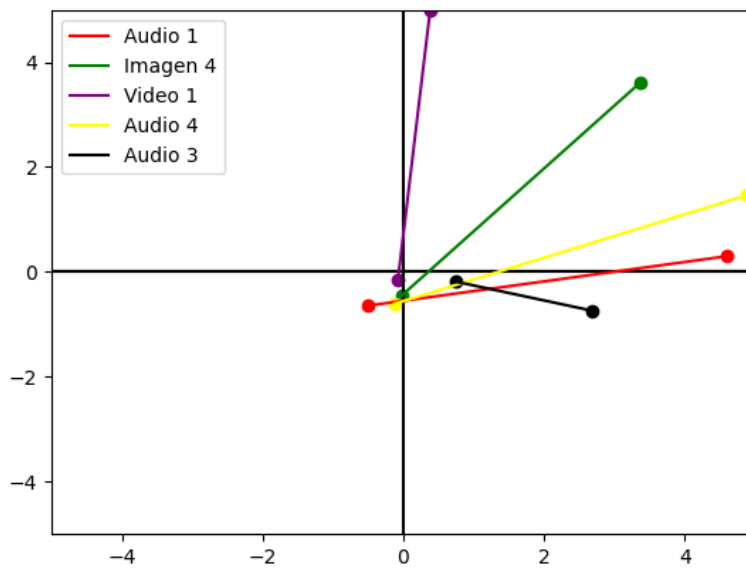
Anexo 8: Prueba de Emociones y Coordenadas del Participante 9

Edad	Estimulo	Tiempo	Enojo	Miedo	Alegría	Tristeza	Disgusto	Energía	Agrado
50+	Video1	Antes	0	0.1598	0.1599	0	0.19	-0.3584	-0.9476
		Después	0.06546	0.5842	0.6548	0.0415	0.05417	3.3412	3.34124
	Video2	Antes	0	0.1645	0.2185	0	0.1487	-0.1321	-0.6177
		Después	0.02228	0.1789	0.7518	0.137	0.71931	-2.8543	0.50132
	Video3	Antes	0.1845	0.2245	0.3459	0.1945	0.1784	0.1948	-0.3533
		Después	0.57965	0.2515	0.0139	0.7598	0.66236	3.3828	-0.5819
	Video4	Antes	0.0546	0.1945	0.3489	0.2009	0.1074	0.0852	-0.3088
		Después	0.41322	0.4614	0.0545	0.5916	0.76327	-3.4129	-3.4129
	Audio1	Antes	0.1478	0.2091	0.2741	0.1945	0.0984	0.167	-0.3886
		Después	0.93525	0.2768	0.4381	0.8885	0.45177	-0.0028	3.05901
	Audio2	Antes	0.0548	0.0599	0.3845	0.0845	0.1654	0.5539	-0.2465
		Después	0.48913	0.4896	0.0654	0.6598	0.86325	-3.3671	-3.3671
	Audio3	Antes	0.0984	0.1094	0.2945	0.0948	0.0994	0.171	-0.3622
		Después	0.48641	0.3136	0.0382	0.7832	0.00557	0.4692	-0.5191
	Audio4	Antes	0	0.1985	0.2456	0	0.1074	-0.0219	-0.4946
		Después	0	0	1	0	0	1.9616	0.79813
	Imagen1	Antes	0.2415	0.219	0.1054	0.1945	0.0994	0.0503	-0.457
		Después	0.75748	0.6996	0.8053	0.9764	0.36505	-4.4458	2.75875
	Imagen2	Antes	0.041	0.1984	0.2845	0.2845	0.1745	-0.455	-0.5257
		Después	0.38641	0.4136	0.0382	0.8832	0.05565	1.2321	-1.3932
	Imagen3	Antes	0.0948	0.1248	0.3415	0.1238	0.1248	0.3687	-0.2977
		Después	0.51322	0.5614	0.1054	0.516	0.56327	3.2726	-0.1442
	Imagen4	Antes	0	0.1546	0.2415	0	0.1284	-0.0385	-0.5103
		Después	0.11646	0.1006	0.5247	0.005	0.11494	1.0014	-0.2225

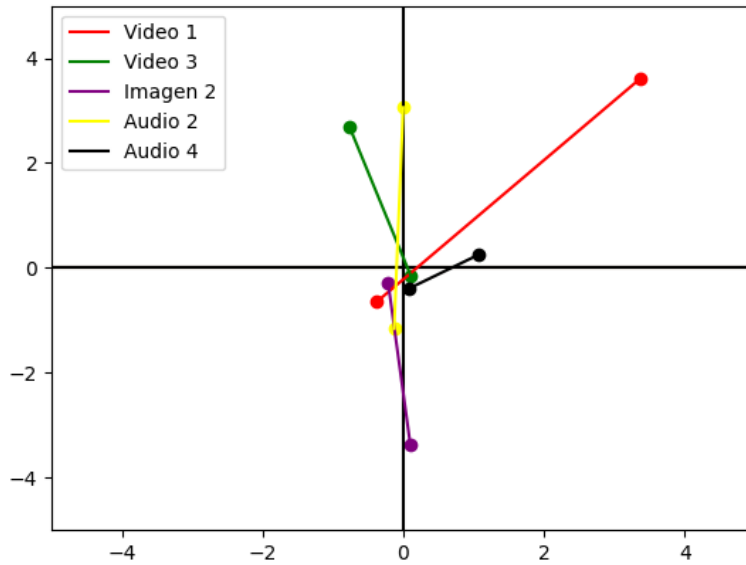
Anexo 9: Estímulos de la Secuencia del Participante 2



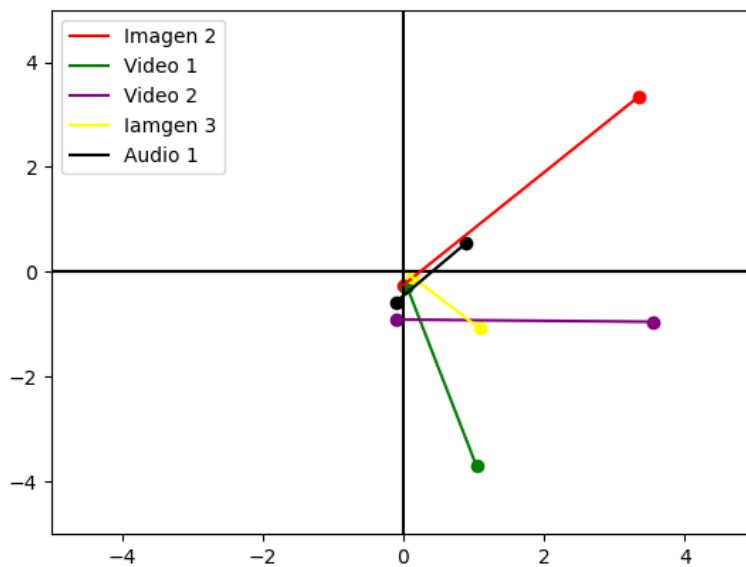
Anexo 10: Estímulos de la Secuencia del Participante 3



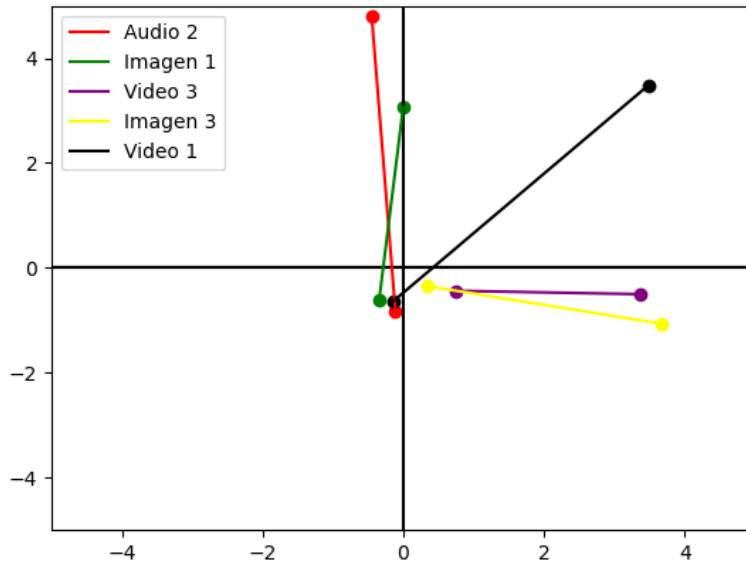
Anexo 11: Estímulos de la Secuencia del Participante 4



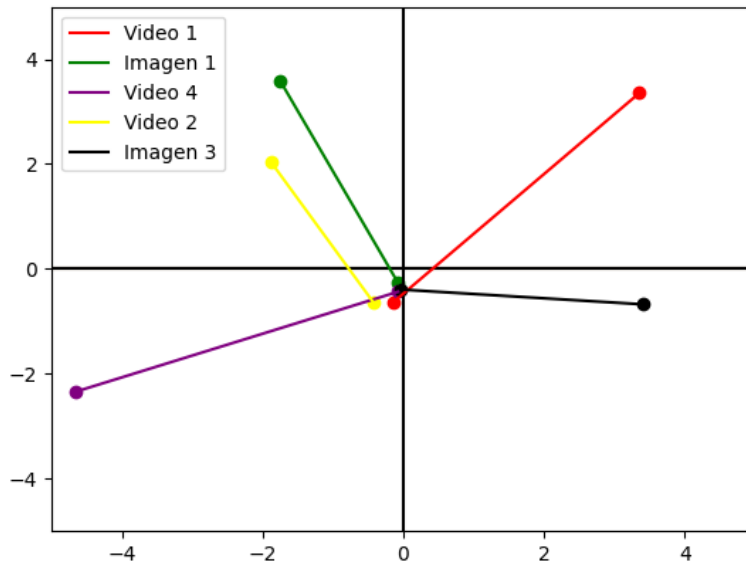
Anexo 12: Estímulos de la Secuencia del Participante 5



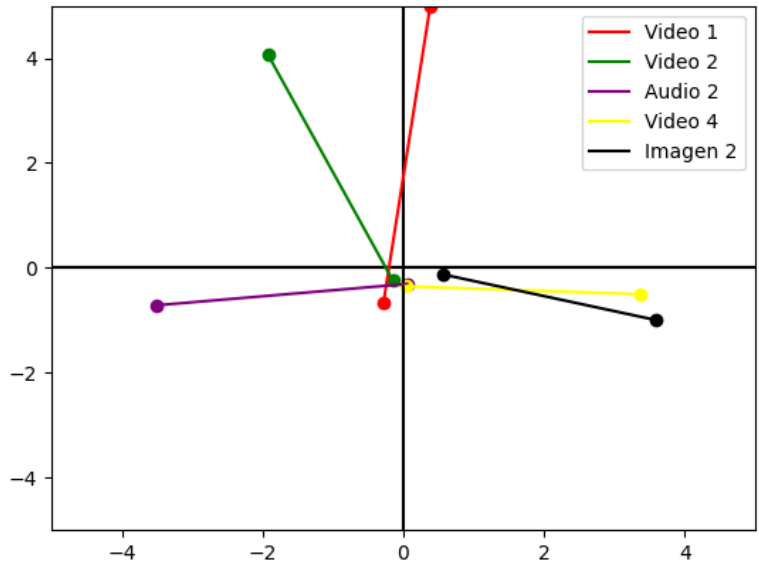
Anexo 13: Estímulos de la Secuencia del Participante 6



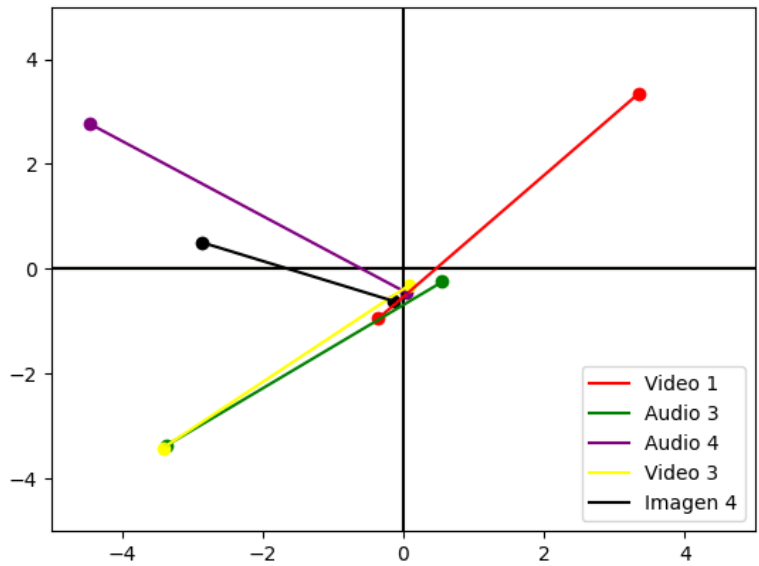
Anexo 14: Estímulos de la Secuencia del Participante 7



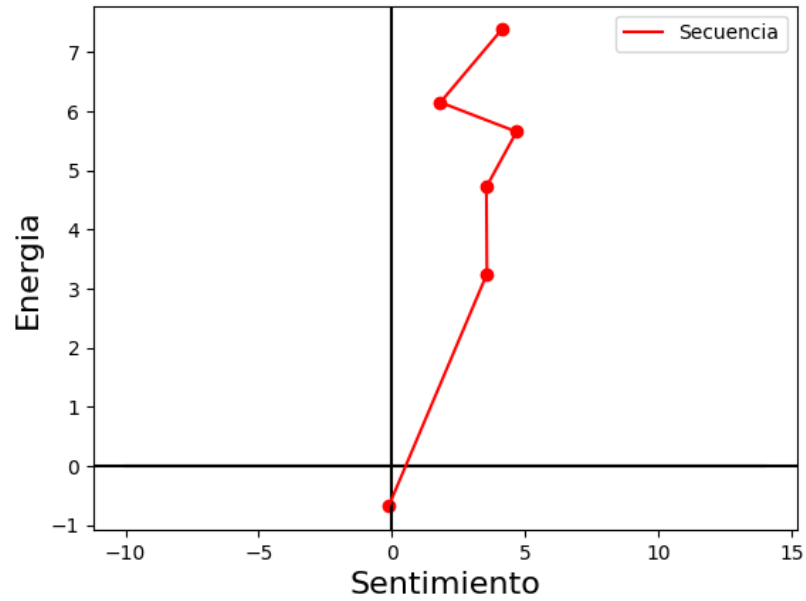
Anexo 15: Estímulos de la Secuencia del Participante 8



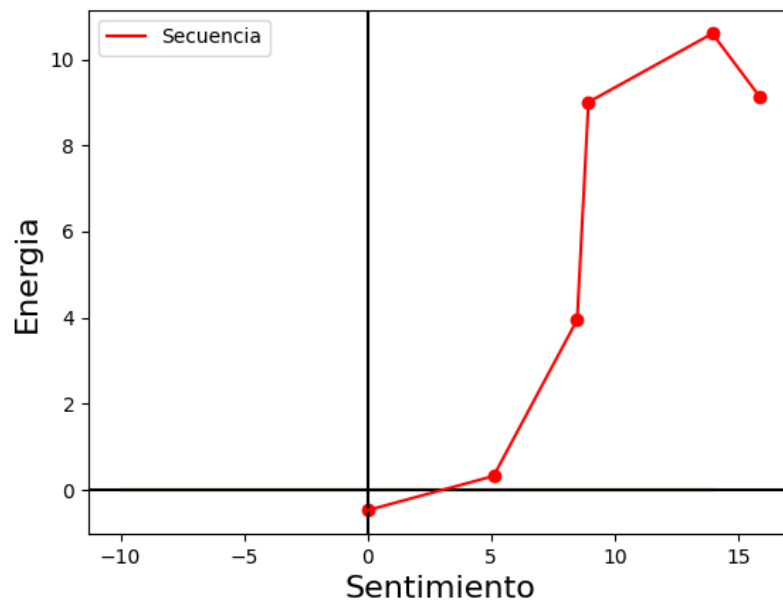
Anexo 16: Estímulos de la Secuencia del Participante 9



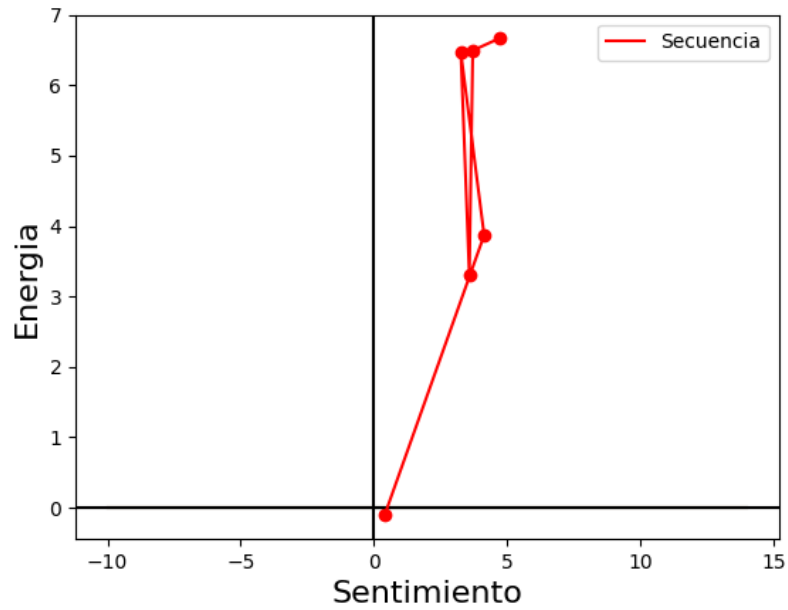
Anexo 17: Suma de Vectores del Participante 2



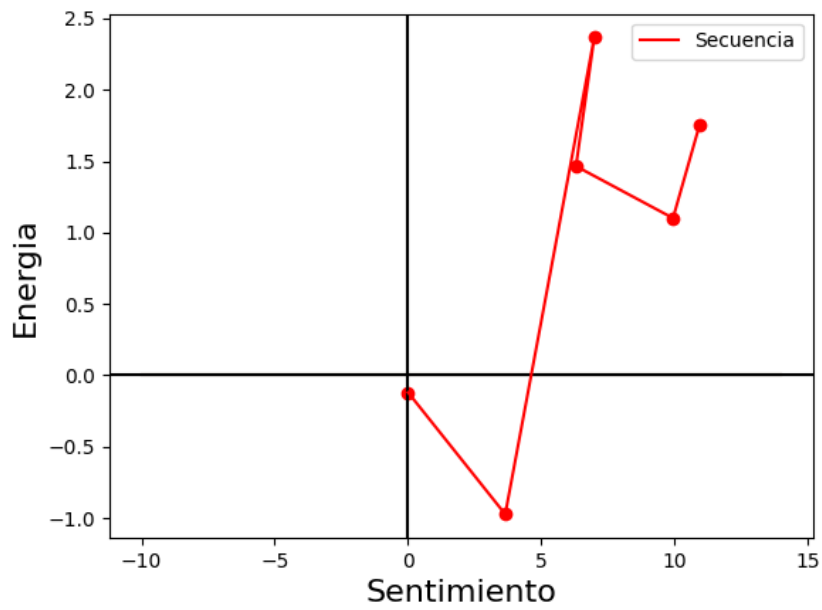
Anexo 18: Suma de Vectores del Participante 3



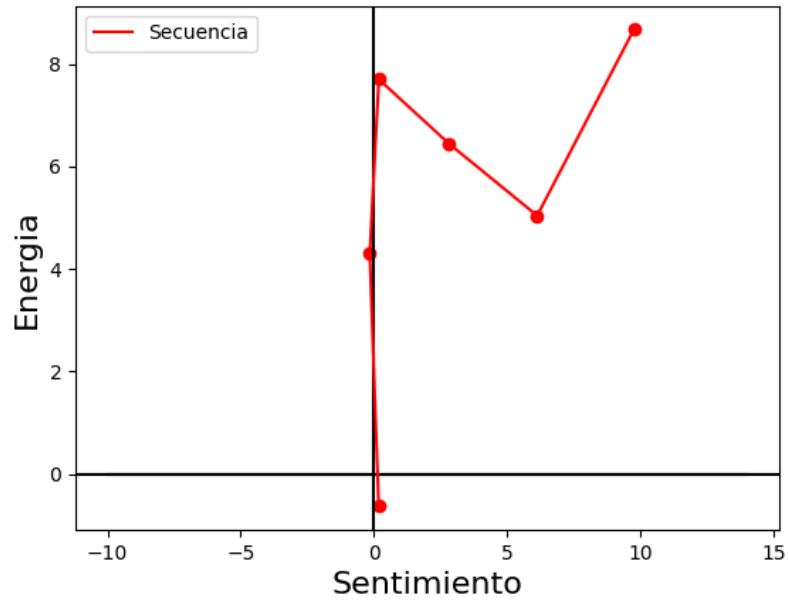
Anexo 19: Suma de Vectores del Participante 4



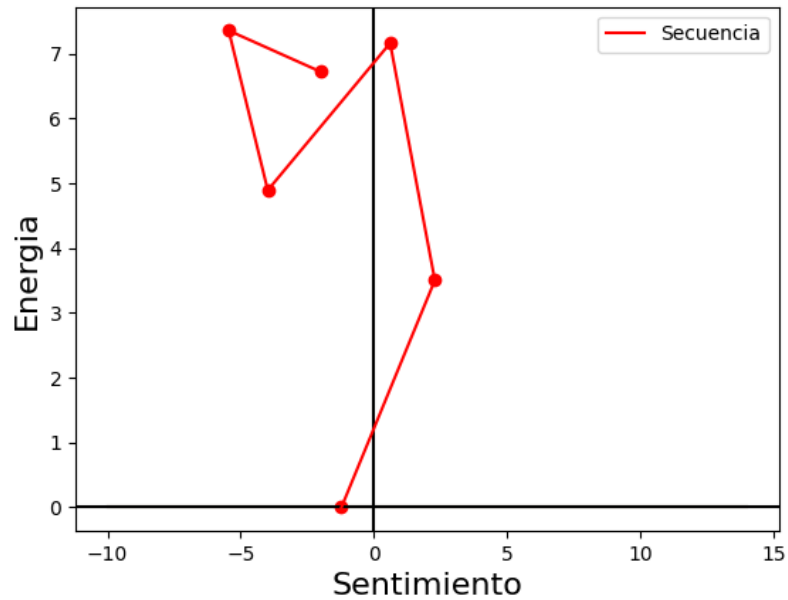
Anexo 20: Suma de Vectores del Participante 5



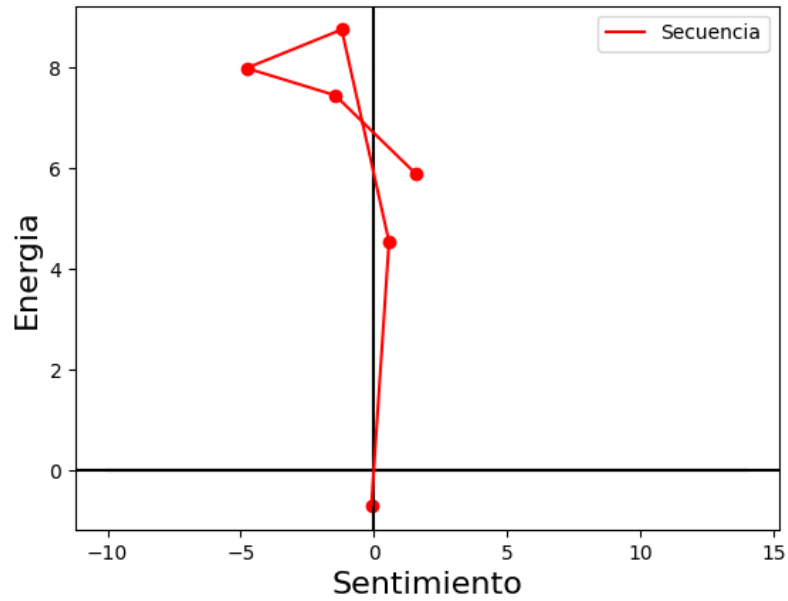
Anexo 21: Suma de Vectores del Participante 6



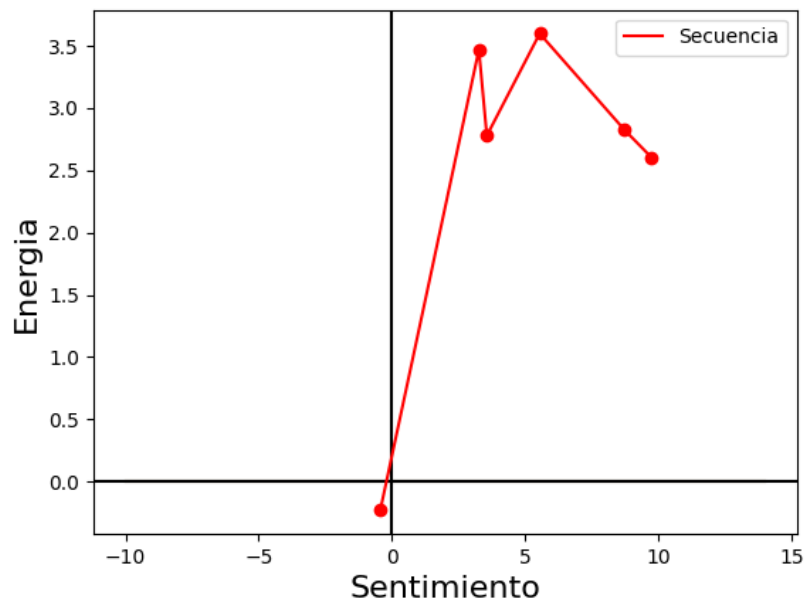
Anexo 22: Suma de Vectores del Participante 7



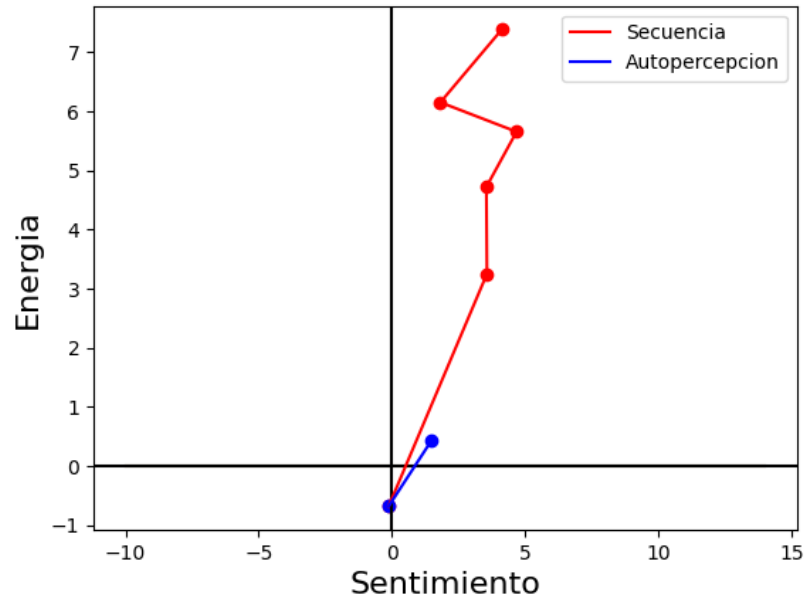
Anexo 23: Suma de Vectores del Participante 8



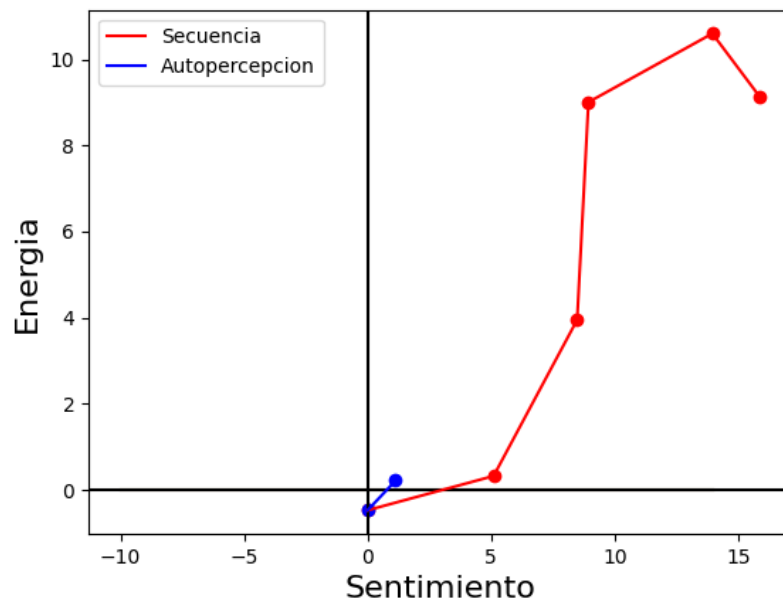
Anexo 24: Suma de Vectores del Participante 9



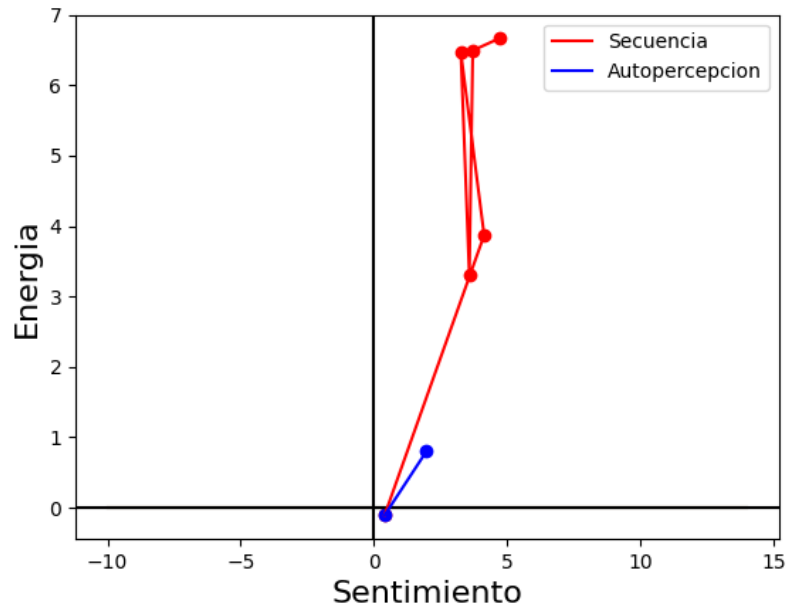
Anexo 25: Secuencia y Auto percepción del Participante 2



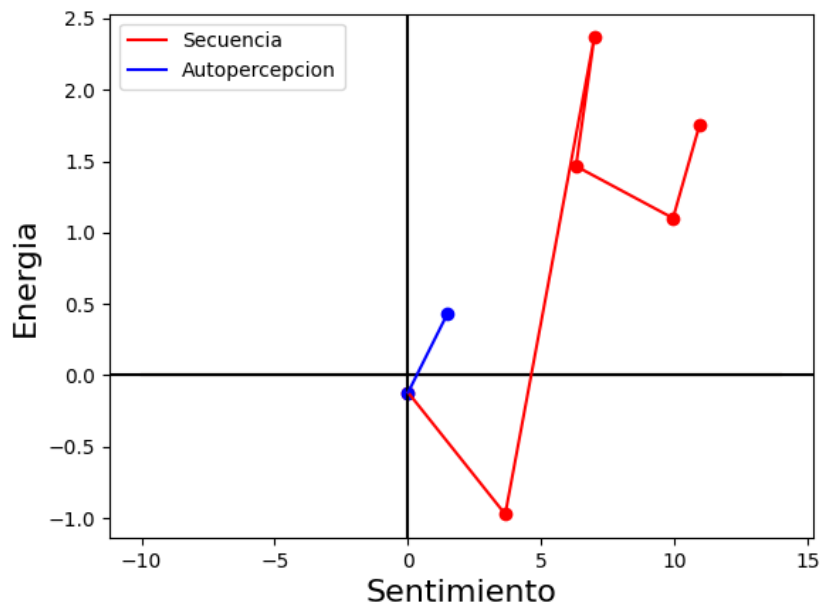
Anexo 26: Secuencia y Auto percepción del Participante 3



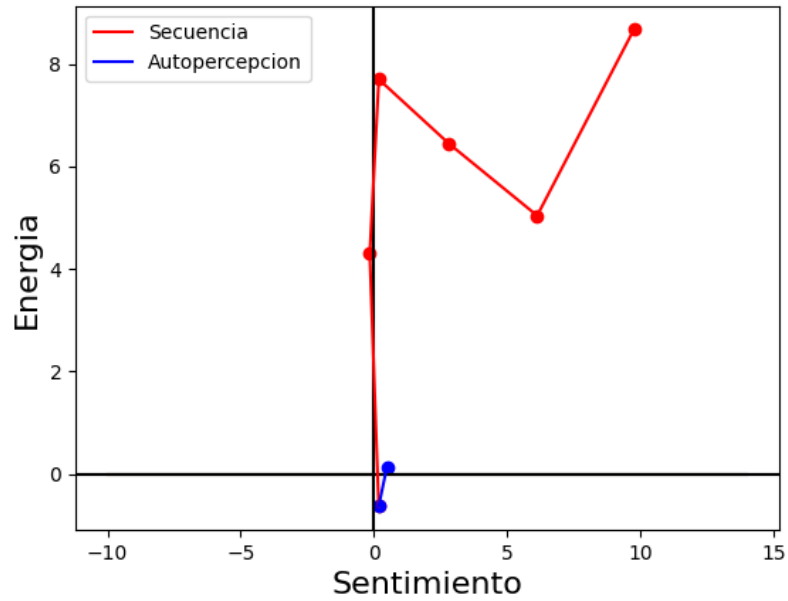
Anexo 27: Secuencia y Auto percepción del Participante 4



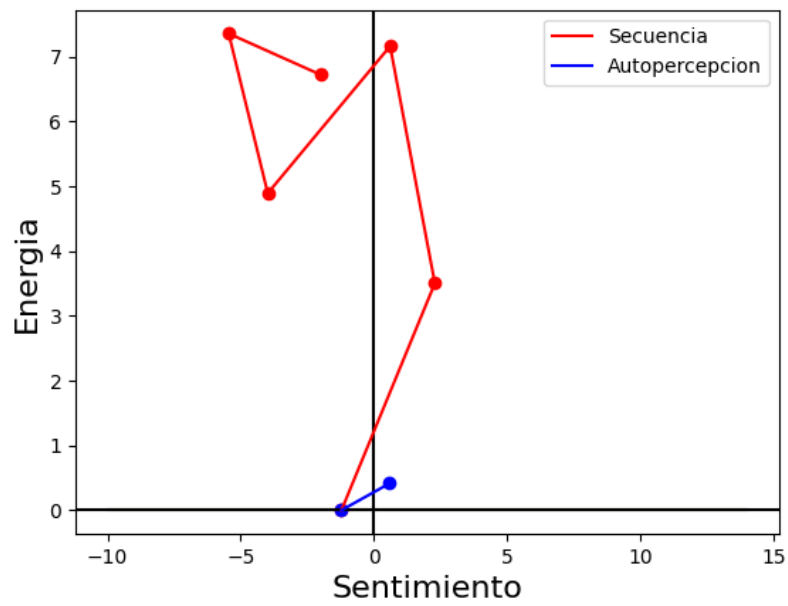
Anexo 28: Secuencia y Auto percepción del Participante 5



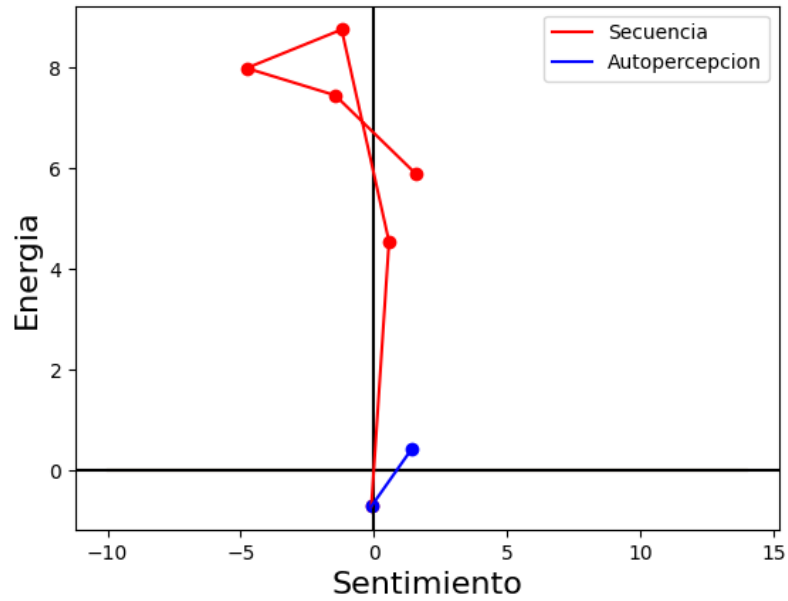
Anexo 29: Secuencia y Auto percepción del Participante 6



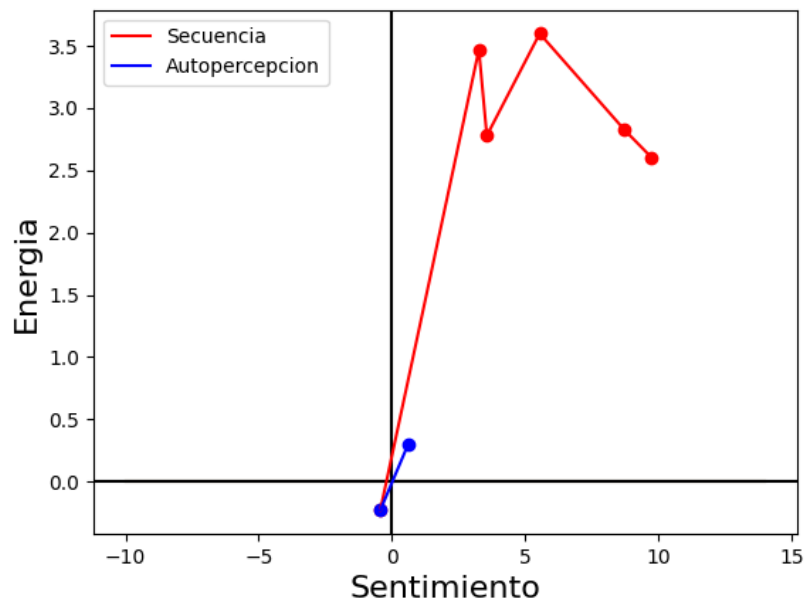
Anexo 30: Secuencia y Auto percepción del Participante 7



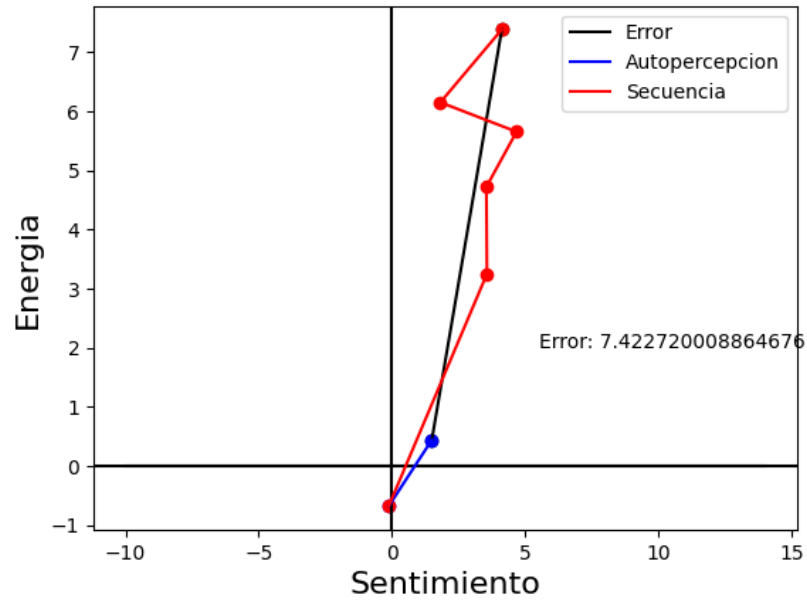
Anexo 31: Secuencia y Auto percepción del Participante 8



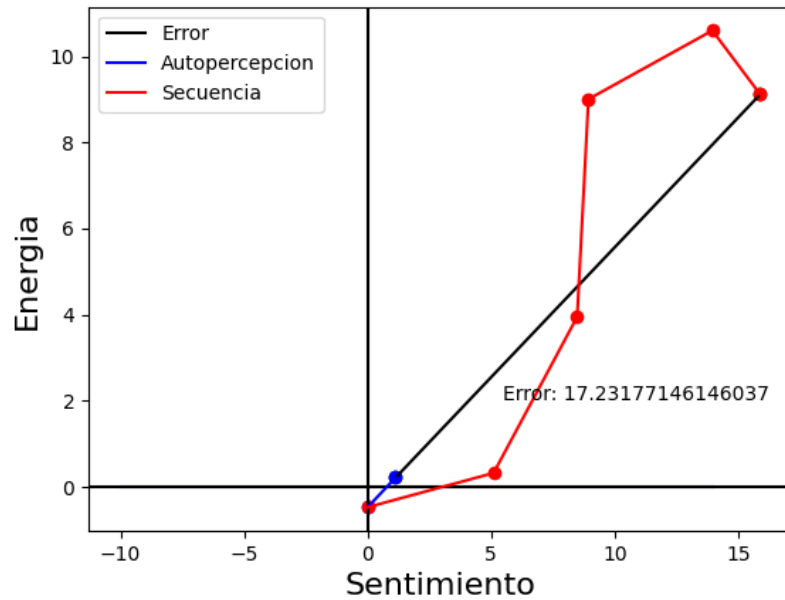
Anexo 32: Secuencia y Auto percepción del Participante 9



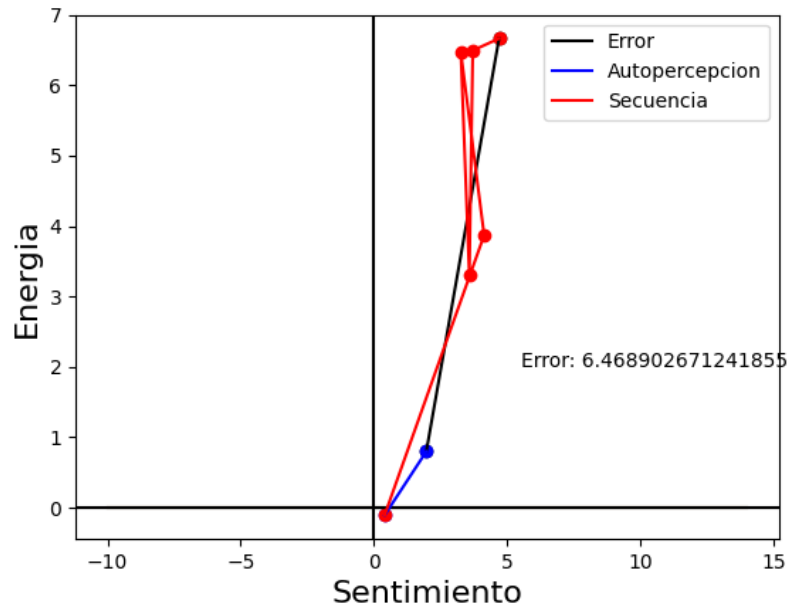
Anexo 33: Distancia Euclidiana para el Participante 2



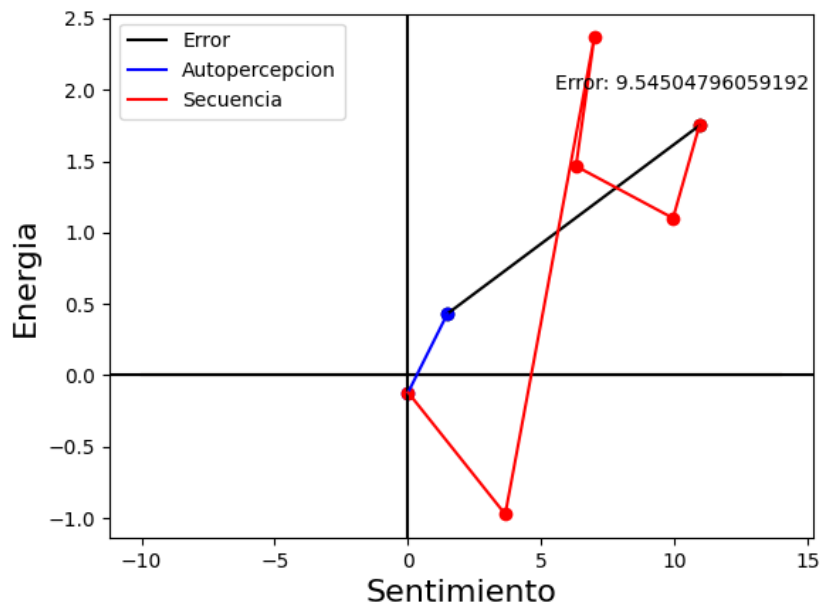
Anexo 34: Distancia Euclidiana para el Participante 3



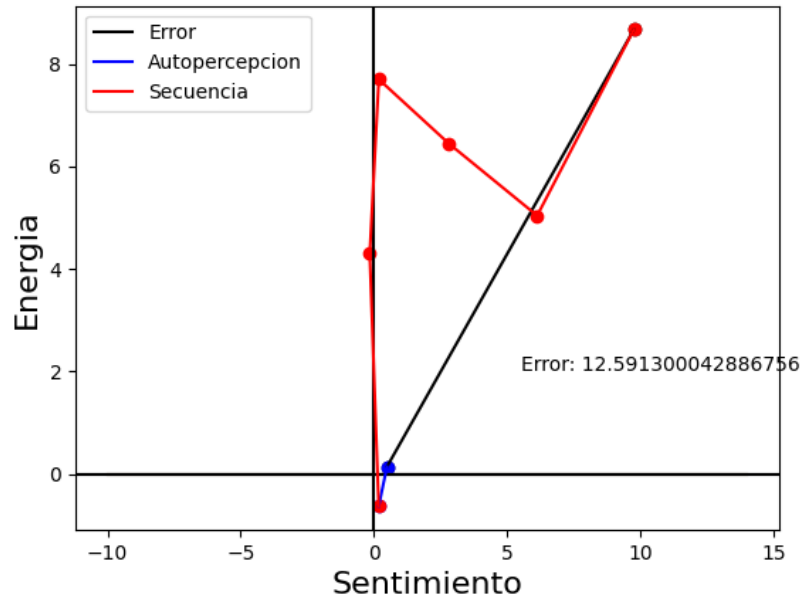
Anexo 35: Distancia Euclidiana para el Participante 4



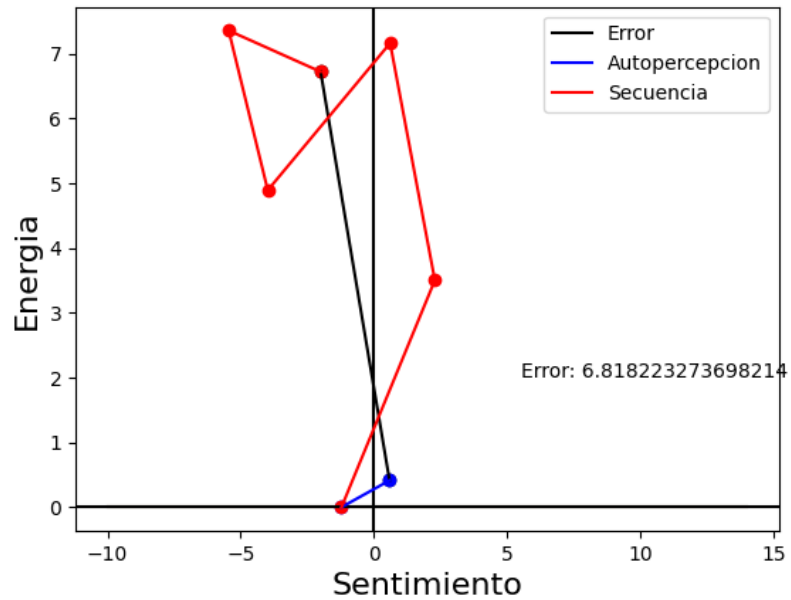
Anexo 36: Distancia Euclidiana para el Participante 5



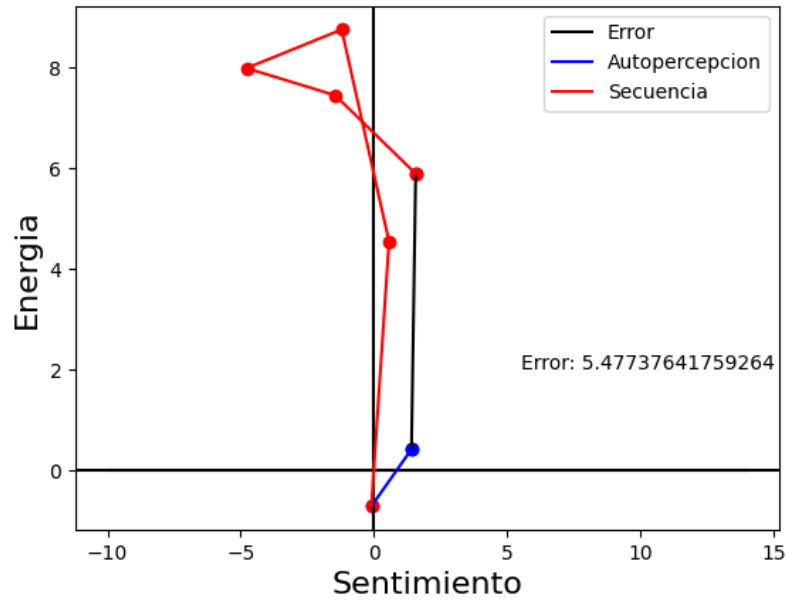
Anexo 37: Distancia Euclidiana para el Participante 6



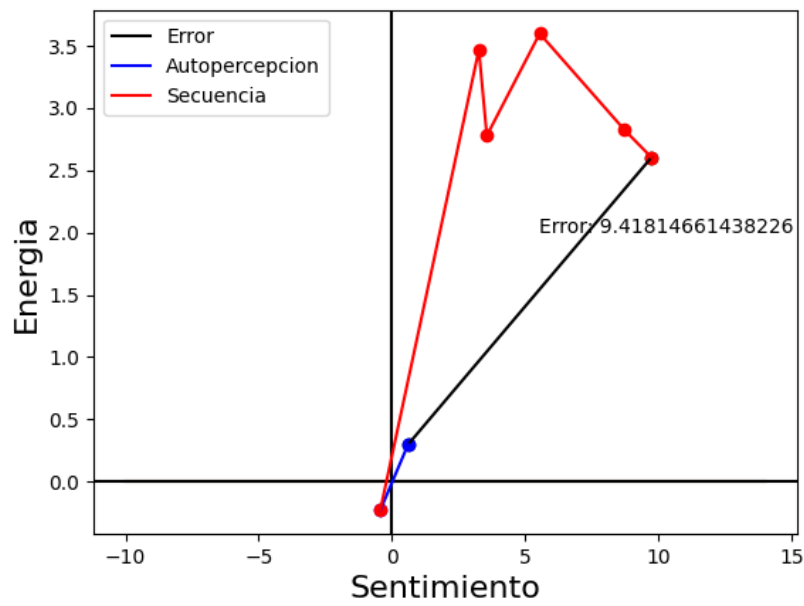
Anexo 38: Distancia Euclidiana para el Participante 7



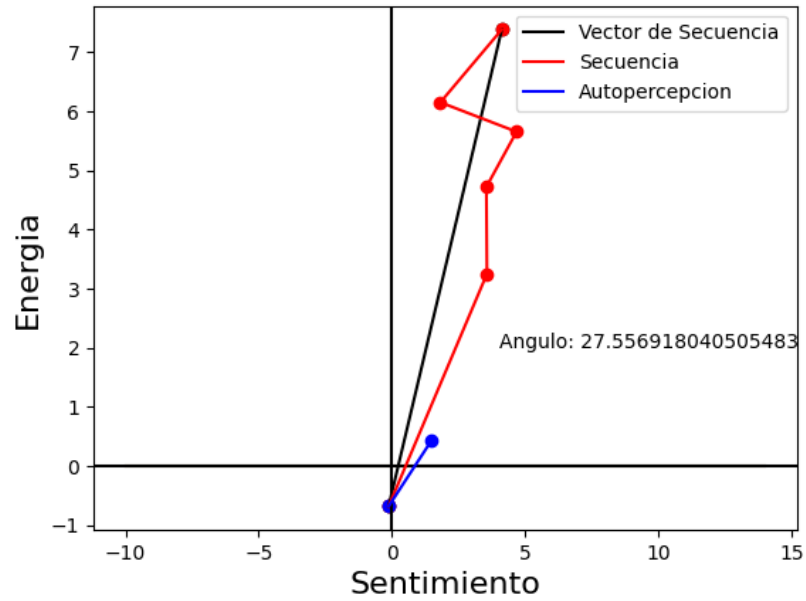
Anexo 39: Distancia Euclidiana para el Participante 8



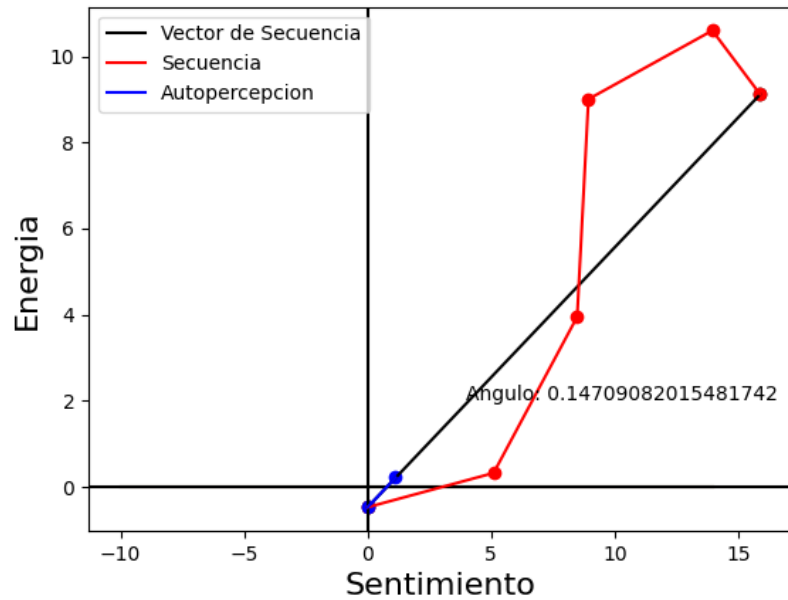
Anexo 40: Distancia Euclidiana para el Participante 9



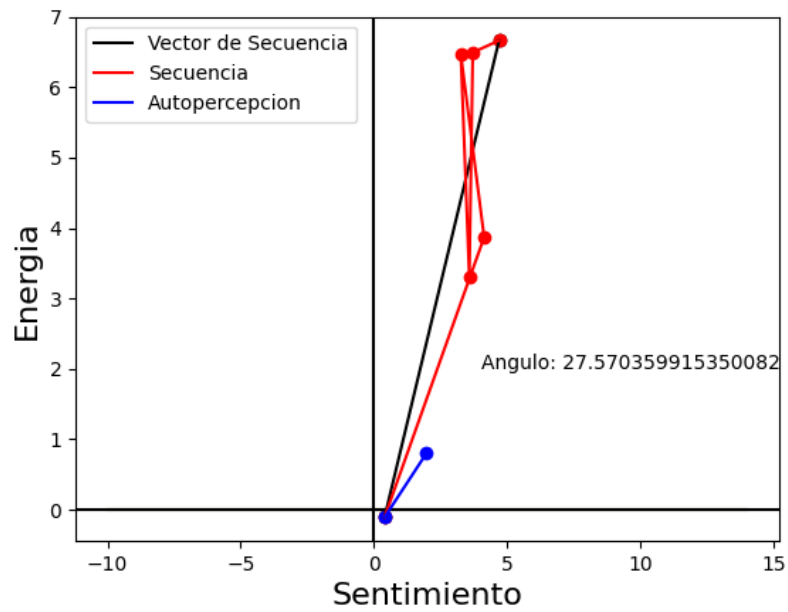
Anexo 41: Angulo del Participante 2



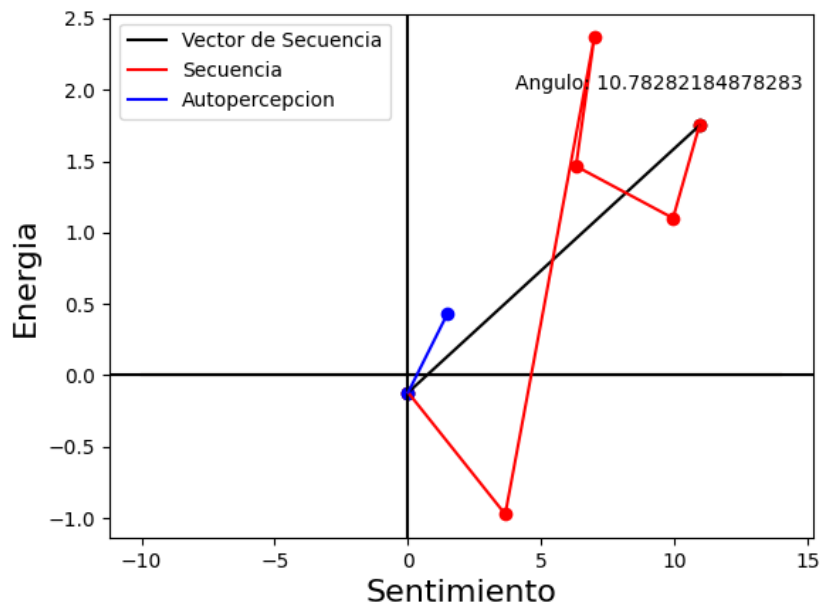
Anexo 42: Angulo del Participante 3



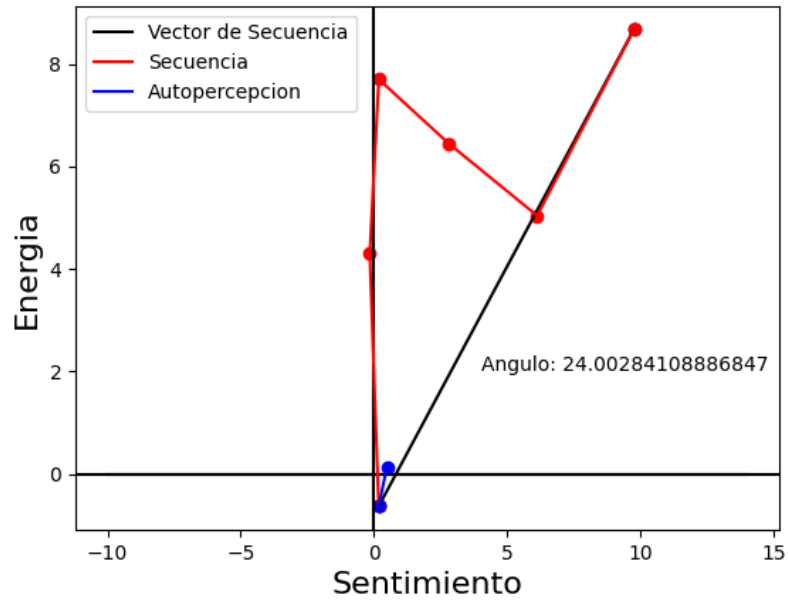
Anexo 43: Angulo del Participante 4



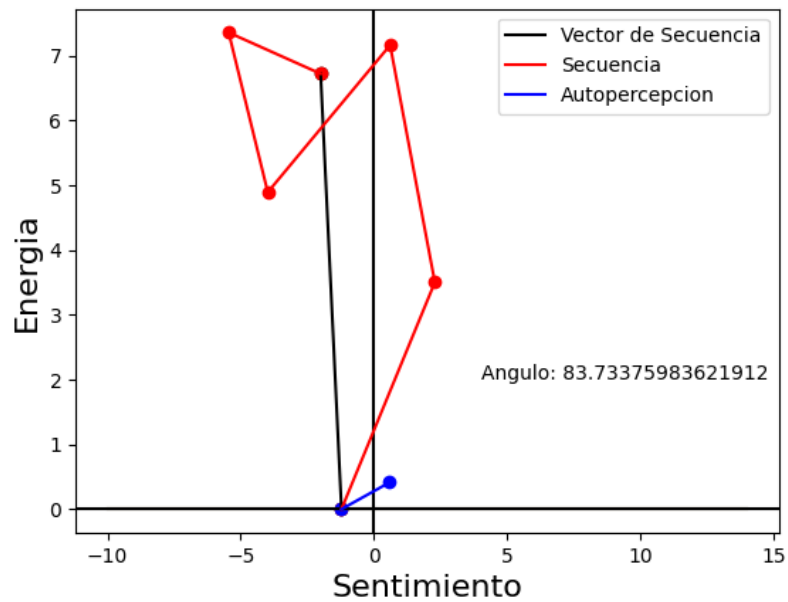
Anexo 44: Angulo del Participante 5



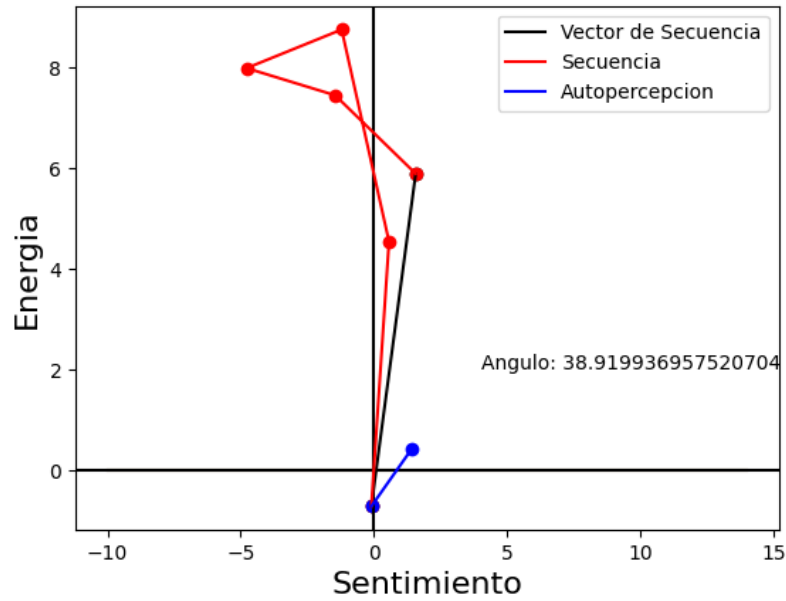
Anexo 45: Angulo del Participante 6



Anexo 46: Angulo del Participante 7



Anexo 47: Angulo del Participante 8



Anexo 48: Angulo del Participante 9

