

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MAESTRÍA Y DOCTORADO EN CIENCIAS E INGENIERÍA**



**CÓMPUTO AFECTIVO Y VESTIBLE EN APOYO A LA  
TRANSMISIÓN DE MUESTRAS DE AFECTO ENTRE ABUELOS Y  
NIETOS SEPARADOS GEOGRÁFICAMENTE**

**T E S I S**

**que para cubrir parcialmente los requisitos para obtener el grado de MAESTRO EN  
CIENCIAS presenta:**

**Flor Belén Montañez Castillo**

**DIRECTOR DE TESIS:  
DR. ALBERTO LEOPOLDO MORÁN Y SOLARES**

**CO-DIRECTORA DE TESIS:  
DRA. ELOÍSA DEL CARMEN GARCÍA CANSECO**

**ENSENADA, B. C.**

**ENERO DE 2019**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**Maestría y Doctorado en Ciencias e Ingeniería**

***Cómputo afectivo y vestibular en apoyo a la transmisión de  
muestras de afecto entre abuelos y nietos separados  
geográficamente***

Tesis que para obtener el grado de Maestro en Ciencias presenta

***Flor Belén Montañez Castillo***

Aprobada por el siguiente comité

*Dr. Alberto Leopoldo Morán y  
Solares*  
Director del Comité

*Dra. Eloísa del Carmen García  
Canseco*  
Codirector del Comité

*Dra. María Victoria Meza Kubo*  
Miembro del Comité

*Dr. Ramón René Palacio Cinco*  
Miembro del Comité

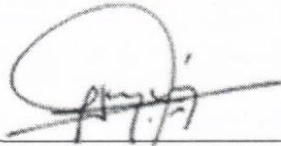
*Dr. Gilberto Manuel Galindo Aldana*  
Miembro del Comité

Ensenada, Baja California, 17 de enero de 2017

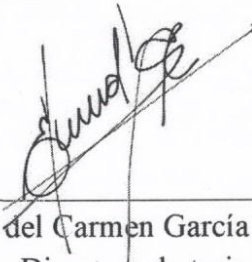
**RESUMEN** de la Tesis de **Flor Belén Montañez Castillo**, presentada como requisito parcial para la obtención del grado de MAESTRO EN CIENCIAS. Ensenada, Baja California, México. Enero de 2019.

**CÓMPUTO AFECTIVO Y VESTIBLE EN APOYO A LA TRANSMISIÓN DE  
MUESTRAS DE AFECTO ENTRE ABUELOS Y NIETOS SEPARADOS  
GEOGRÁFICAMENTE**

Resumen aprobado por:



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares  
Director de tesis



Dra. Eloísa del Carmen García Cansecc  
Co-Directora de tesis

Los abuelos y nietos son los miembros de la familia más vulnerables y propensos a perder la comunicación debido a la distancia geográfica entre ellos, la cual es provocada por la necesidad de las familias a migrar en busca de mejores oportunidades de vida. Esta necesidad ha fomentado a que los abuelos utilicen nuevas herramientas de comunicación que les brinden los beneficios de una conversación cara a cara. Sin embargo, las herramientas que apoyan la comunicación a distancia como el teléfono, correo electrónico, video llamadas o redes sociales no incluyen el contacto afectivo que les permita estimular su bienestar físico, emocional, social y cultural. Además, las personas separadas geográficamente anhelan el contacto físico principalmente de su familia.

En este trabajo de tesis se propuso utilizar Cómputo Vestible Afectivo (CVA) para enviar estímulos con significados afectivos que permitan atender la necesidad de transmitir muestras de afecto entre familiares separados geográficamente.

Para lograr esto, primero se realizó una revisión de literatura que ayudó a identificar los patrones de comunicación entre abuelos y nietos al transmitir afecto, crear un escenario de uso e identificar las características de diseño. Posteriormente, se desarrolló un primer prototipo físico de CVA que apoyara la transmisión de cuatro muestras de afecto más significativas entre abuelos y nietos, y fáciles de representar como recibir un abrazo, cosquillas en el abdomen, palmada en la espalda y envío de un beso. Después se realizó una evaluación preliminar para determinar si era posible evocar muestras de afecto con el prototipo y determinar la percepción de la fidelidad al reproducirse cada una de ellas. Los resultados de esta evaluación evidenciaron que sí era posible evocar y percibir muestras de afecto desde el prototipo. Sin embargo, los resultados también demostraron que era

conveniente modificar la forma de representar el estímulo de algunas muestras de afecto para que se apegara más a la forma real de recibirla; por esta razón, el siguiente paso fue rediseñar el prototipo en cuanto a la arquitectura de la aplicación emisora, el dispositivo vestible, el tipo de conexión y las muestras de afecto.

Por último, se realizó una evaluación del prototipo rediseñado para determinar la percepción de usabilidad y utilidad mediante las escalas SUS y TAM, así como la experiencia de usuario. Simultáneamente, se llevó a cabo una evaluación psicofisiológica en los participantes para interpretar los cambios fisiológicos al recibir las muestras de afecto abrazo y cosquillas reproducidas desde el prototipo, para lo cual se utilizaron sensores que permitieron registrar las señales de electromiografía (EMG) y respiración (RESP). Los resultados de esta evaluación generaron evidencia de que las muestras de afecto en el prototipo producen cambios fisiológicos en los participantes, los cuales se pueden asociar con emociones. Además los participantes encontraron el prototipo como útil para la comunicación a distancia, fácil de usar y adecuado para transmitir muestras de afecto.

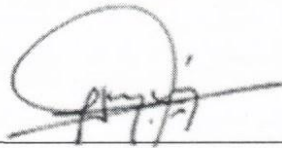
Finalmente con el desarrollo del prototipo propuesto en esta tesis, se espera contribuir al desarrollo de dispositivos vestibles afectivos que apoyen la transmisión de muestras de afecto entre seres queridos separados geográficamente.

**Palabras clave:** *Cómputo Vestible Afectivo, Relación Abuelo-Nieto, Muestras de Afecto, Señales Fisiológicas.*

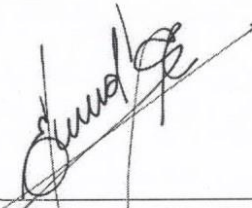
**ABSTRACT** of the thesis, presented by **Flor Belén Montañez Castillo**, in order to obtain the MASTER IN SCIENCE. Ensenada, Baja California, México. January 2019.

**AFFECTIVE WEARABLE COMPUTING IN SUPPORTING THE TRANSMISSION OF AFFECTION GESTURES BETWEEN GEOGRAPHICALLY SEPARATED GRANDPARENTS AND GRANDCHILDREN**

Approved by:



Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares  
Director de tesis



Dra. Eloísa del Carmen García Canseco  
Co-Directora de tesis

Grandparents and grandchildren are the most vulnerable and prone family members to lose communication due to the geographical distance between them. Typical cases of this is caused families need to migrate searching better life opportunities. This need has encouraged grandparents to use new communication tools that give them the benefits of a face-to-face conversation; however, tools for support distance communication such as telephone, email, video calls or social networks don't include affective contact that allows them to stimulate their physical, emotional, social and cultural well-being. Further, geographically separated people crave physical contact primarily from their family.

In this thesis works was proposed to use the Affective Wearable Computing (AWC) to send stimuli with affective meanings that allow to attend the need to transmit affection gestures between geographically separated relatives.

To accomplish this, a literature review was first conducted that helped identify patterns of communication between grandparents and grandchildren in transmitting affection, create an usage scenario, and identify design characteristics. Subsequently, a first physical prototype of CWA was developed to support the transmission of four more significant affection gestures between grandparents and grandchildren; and easy to represent as the stimulus of receiving a hug, tickling on the abdomen, tapping on the back, and sending a kiss. A preliminary evaluation was then made to determine if it was possible to evoke affection gestures with the prototype, and to determine the perception of fidelity in reproducing each of them. The results of this evaluation showed that it was possible to evoke and perceive

affection gestures from the prototype. However, the results also showed that it was convenient to modify the way of representing the stimulus of some affection gestures so that it would be more attached to the real way of receiving it. For this reason, the next step was to redesign the prototype in terms of the architecture of the emitting application, the wearable device, the type of connection and the affection gestures.

Finally, an evaluation of the redesigned prototype was carried out to determine the perception of usability, usefulness, and ease of use using the SUS and TAM scales; and the fidelity of the affection gestures. Simultaneously, a psychophysiological evaluation was carried out on the participants to interpret the physiological changes when receiving the affection gestures, hugging and tickling reproduced from the prototype; in which sensors were used to record the electromyography (EMG) and respiration (RESP) signals. The results of this evaluation generated evidence that affection gestures in the prototype produce physiological changes in the participants, which can be for emotions. Moreover, the participants found the prototype to be useful for distance communication, easy to use and suitable for transmitting affection gestures.

Lastly, with the development of the prototype proposed in this thesis, it is expected to add to the development of affective wearable devices that support the transmission affection gestures between geographically separating loved ones.

**Keywords:** *Affective Wearable Computing, Grandparent-grandchild relation, Affection Gestures, Physiological Signs.*

## *Dedicatoria*

A mis padres, esposo y suegra  
por su apoyo incondicional.

## *Agradecimientos*

A Dios, por darme salud y sabiduría necesaria para concluir este trabajo.

A mi madre, por su gran amor, apoyo incondicional y sacrificio.

A mi esposo, por su amor, paciencia y apoyo en todo momento.

A mi suegra, por su amor y todo su apoyo.

A mis asesores, Dr. Alberto Leopoldo Morán y Solares y Dra. Eloísa del Carmen García Canseco, por todos sus consejos, paciencia y ser mis guías en este crecimiento profesional y personal.

A los miembros de mi comité de tesis, Dra. María Victoria Meza Kubo, Dr. Ramón René Palacio Cinco y Dr. Gilberto Manuel Galindo Aldana por sus valiosos aportes, observaciones y recomendaciones para mejorar este trabajo de investigación.

A los abuelos y nietos que participaron en este estudio, por su disposición y amabilidad.

Al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada para la realización de este trabajo.

# ÍNDICE

<i>Dedicatoria</i> . . . . .	vii
<i>Agradecimientos</i> . . . . .	viii
<b>Índice de figuras.</b> . . . . .	xiii
<b>Índice de tablas.</b> . . . . .	xv
<b>Lista de acrónimos</b> . . . . .	xvii
<b>1. Introducción.</b> . . . . .	1
1.1. Antecedentes. . . . .	2
1.2. Área de oportunidad . . . . .	4
1.3. Justificación. . . . .	5
1.4. Planteamiento del problema . . . . .	6
1.5. Objetivos de la investigación . . . . .	7
1.5.1. Objetivo general. . . . .	7
1.5.2. Objetivos específicos. . . . .	7
1.6. Metodología. . . . .	7
1.7. Contribuciones. . . . .	9
1.8. Contenido del documento . . . . .	11
<b>2. Comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente: estado del arte.</b> . . . . .	13
2.1. Migración en México . . . . .	13
2.2. Consecuencias de la migración. . . . .	14
2.2.1. Separación familiar. . . . .	14
2.2.2. Importancia de las relaciones familiares . . . . .	15
2.2.3. Relación abuelo-nieto. . . . .	15
2.2.3.1. Patrones de comunicación . . . . .	17
2.3. Herramientas para la comunicación a distancia . . . . .	18
2.4. Cómputo vestible afectivo. . . . .	19
2.4.1. Áreas de aplicación . . . . .	20
2.5. Trabajos relacionados . . . . .	22

2.5.1. Parejas. . . . .	23
2.5.1.1. Asíncronos . . . . .	23
2.5.1.2. Síncronos . . . . .	23
2.5.2. Otros miembros familiares. . . . .	24
2.5.2.1. Asíncronos . . . . .	24
2.5.2.2. Síncronos . . . . .	24
2.5.3. Abuelos y nietos. . . . .	25
2.6. Escenario de uso . . . . .	26
2.7. Características de diseño. . . . .	28
2.8. Hallazgos. . . . .	29
2.9. Resumen del capítulo . . . . .	30
<b>3. Diseño, desarrollo y evaluación de un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto . . . . .</b>	<b>32</b>
3.1. Diseño . . . . .	32
3.1.1. Diseño de bajo nivel. . . . .	33
3.1.1.1. Diagrama de clases. . . . .	33
3.1.1.2. Diagramas de secuencia. . . . .	34
3.1.1.2.1. Transmitir muestras de afecto . . . . .	34
3.1.1.2.2. Reproducir muestras de afecto. . . . .	35
3.2. Desarrollo . . . . .	37
3.2.1. Aplicación emisora. . . . .	37
3.2.2. Dispositivo vestible . . . . .	38
3.3. Evaluación. . . . .	39
3.3.1. Hipótesis. . . . .	39
3.3.2. Variable del experimento. . . . .	39
3.3.3. Participantes. . . . .	39
3.3.4. Procedimiento. . . . .	39
3.4. Resultados y discusión . . . . .	41
3.4.1. Evocación de las muestras de afecto . . . . .	41
3.4.2. Fidelidad de las muestras de afecto . . . . .	43

3.5. Conclusiones de la evaluación. . . . .	44
3.6. Resumen del capítulo . . . . .	44
<b>4. Rediseño, desarrollo y evaluación del prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente . . . . .</b>	<b>46</b>
4.1. Rediseño del dispositivo vestible . . . . .	46
4.1.1. Cosquillas en el abdomen. . . . .	47
4.1.2. Palmada en el hombro . . . . .	47
4.1.3. Abrazo . . . . .	48
4.1.4. Beso . . . . .	48
4.2. Rediseño de la aplicación emisora . . . . .	49
4.3. Desarrollo . . . . .	50
4.4. Evaluación. . . . .	51
4.4.1. Materiales utilizados. . . . .	51
4.4.1.1. Software. . . . .	51
4.4.1.2. Hardware . . . . .	51
4.4.1.3. Otros. . . . .	52
4.4.2. Hipótesis. . . . .	52
4.4.3. Variables. . . . .	53
4.4.4. Participantes. . . . .	53
4.4.5. Procedimiento. . . . .	53
4.5. Resultados y discusión . . . . .	57
4.5.1. Cambios fisiológicos . . . . .	57
4.5.2. Experiencia de usuario. . . . .	61
4.5.3. Resultados del cuestionario SUS . . . . .	68
4.5.4. Resultados del cuestionario TAM . . . . .	69
4.6. Conclusiones de la evaluación. . . . .	72
4.7. Resumen del capítulo . . . . .	72
<b>5. Conclusiones, contribuciones y trabajo futuro . . . . .</b>	<b>74</b>
5.1. Conclusiones. . . . .	74

5.2. Contribuciones. ....	75
5.3. Limitaciones . ....	78
5.4. Trabajo futuro . ....	79
<b>Referencias . ....</b>	<b>81</b>
<b>APÉNDICE A. Modelado del prototipo de CVA usando UML. ....</b>	<b>89</b>
A.1 Diagramas de casos de uso . ....	89
A.2 Diagramas de estado del prototipo de CVA. ....	91
A.3 Diagrama de circuitos . ....	92
<b>APÉNDICE B. Documentos utilizados. ....</b>	<b>97</b>
B.1 Cuestionario de fidelidad para las muestras de afecto. ....	97
B.2 Cuestionario SUS. ....	98
B.3 Cuestionario TAM. ....	99
B.4 Evaluación Neuropsicológica Infantil . ....	100
B.5 Test de Yasevage. ....	103

## Índice de figuras

<b>Figura 1.1</b>	Metodología del trabajo de investigación. . . . .	8
<b>Figura 3.1.</b>	Diagrama de clases del prototipo de CVA . . . . .	34
<b>Figura 3.2</b>	Diagrama de secuencia del caso de uso “Transmitir Muestras de Afecto”. . . . .	35
<b>Figura 3.3</b>	Diagrama de secuencia del caso de uso “Reproducir Muestras de Afecto”. . . . .	36
<b>Figura 3.4</b>	Arquitectura del prototipo de CVA. . . . .	37
<b>Figura 3.5</b>	Captura de pantalla de la aplicación emisora. . . . .	38
<b>Figura 3.6</b>	Dispositivo de CVA, primer prototipo; a) representación de la palmada, b) representación del abrazo, c) representación del beso, d) representación de las cosquillas . . . . .	38
<b>Figura 3.7</b>	Imágenes del procedimiento del experimento, (a) dispositivo vestibular utilizado en el experimento, (b) colocación y ajuste del dispositivo vestibular a las proporciones del participante y (c) el participante con el dispositivo vestibular puesto. . . . .	40
<b>Figura 3.8</b>	Ubicación de las 4 muestras de afecto en el dispositivo vestibular: (a) cosquillas, (b) palmada en el hombro, (c) beso y (d) abrazo. . .	41
<b>Figura 3.9</b>	Resultados de las medianas y desviaciones estándar para cada muestra de afecto. . . . .	42
<b>Figura 4.1</b>	Ubicación de los actuadores para las cosquillas en el abdomen. . .	47
<b>Figura 4.2</b>	Ubicación del actuador para la palmada en el hombro. . . . .	48
<b>Figura 4.3</b>	Ubicación del actuador para el abrazo. . . . .	48
<b>Figura 4.4</b>	Capturas de pantalla de la aplicación emisora. . . . .	49
<b>Figura 4.5</b>	Arquitectura actual del dispositivo de CVA. . . . .	50
<b>Figura 4.6</b>	Fotografías del prototipo actual, (a) parte frontal y (b) parte posterior. . . . .	51
<b>Figura 4.7</b>	Colocación del dispositivo vestibular a los participantes: (a) abuela, (c) nieto y (b) colocación de sensores al nieto. . . . .	55
<b>Figura 4.8</b>	(a) y (b) ejemplos de participantes en la etapa 3. . . . .	56

<b>Figura 4.9</b>	Cambios respiratorios observados durante la aplicación de la muestra de afecto “abrazo” para los grupos de adultos mayores y niños. ....	60
<b>Figura 4.10</b>	Cambios abdominales observados durante la aplicación de la muestra de afecto “cosquillas” para los grupos de adultos mayores y niños. ....	61
<b>Figura 4.11</b>	Comparación del puntaje SUS por rangos de cuartiles, aceptabilidad y adjetivos. ....	69
<b>Figura 4.12</b>	Escala de clasificación curvada de la puntuación obtenida del cuestionario SUS. ....	69

## Índice de tablas

<b>Tabla 2.1</b>	Frecuencia relativa de contacto sobre tres herramientas de comunicación. . . . .	18
<b>Tabla 2.2</b>	Organización de los dispositivos para la comunicación entre seres queridos separados geográficamente. . . . .	25
<b>Tabla 3.1</b>	Características de diseño consideradas para el desarrollo del prototipo de CVA. . . . .	33
<b>Tabla 3.2</b>	Resultados obtenidos del experimento para evocación de las muestras de afecto reproducidas por el prototipo vestible. . . . .	41
<b>Tabla 3.3</b>	Resultados del cuestionario de salida. . . . .	43
<b>Tabla 4.1</b>	Resultados para el grupo de adultos mayores. . . . .	58
<b>Tabla 4.2</b>	Resultados para el grupo de niños. . . . .	59
<b>Tabla 4.3</b>	Prueba de efectos intra-sujetos. . . . .	60
<b>Tabla 4.4</b>	Resultados del cuestionario de fidelidad. . . . .	62
<b>Tabla 4.5</b>	La muestra de afecto “abrazo” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real? * EMG abrazo. .	63
<b>Tabla 4.6</b>	La muestra de afecto “abrazo” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real? * RESP abrazo. .	63
<b>Tabla 4.7</b>	La muestra de afecto “palmada” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real en el hombro? * EMG palmada. . . . .	64
<b>Tabla 4.8</b>	La muestra de afecto “palmada” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real en el hombro? * RESP palmada. . . . .	64
<b>Tabla 4.9</b>	La muestra de afecto “cosquillas” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real? * EMG cosquillas. . . . .	65
<b>Tabla 4.10</b>	La muestra de afecto “cosquillas” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real? * RESP cosquillas. . . . .	65

<b>Tabla 4.11</b>	La muestra de afecto “beso” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber enviado un beso de forma real? * EMG beso. . . . .	66
<b>Tabla 4.12</b>	La muestra de afecto “beso” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber enviado un beso de forma real? * RESP beso. . . . .	67
<b>Tabla 4.13</b>	Resultados de la prueba Chi-cuadrado de Pearson. . . . .	67
<b>Tabla 4.14</b>	Utilidad percibida por los participantes. . . . .	70
<b>Tabla 4.15</b>	Facilidad de uso percibida por los participantes. . . . .	71

## **Lista de acrónimos**

3D: Tres Dimensiones

### **A**

AIWAC: Affective Interaction through Wearable Computing and Cloud Technology

### **B**

BVP: presión del volumen sanguíneo

### **C**

CVA: Cómputo Vestible Afectivo

### **E**

ECG: Electrocardiogramas

EEG: Electroencefalografías

EMG: Electromiogramas

ENI: Evaluación Neuropsicológica Infantil

### **G**

GSR: Respuesta Galvánica de la Piel

### **I**

iFeel\_IM: Intelligent System for Feeling Enhancement Powered by Affect-Sensitive Instant Messenger

IIM: Índice de Intensidad Migratoria

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

### **L**

LB: Línea Base

## **R**

RESP: Patrón de Respiración

## **S**

SINCOM: Simple Intergenerational Communication

SUS: System Usability Scale

## **T**

TAM: Technology Acceptance Model

TEMP: Temperatura

TIC's: Tecnologías de la Información y la Comunicación

## **P**

PPG: Fotopletismo

## **U**

UABC: Universidad Autónoma de Baja California

UML: Lenguaje Unificado de Modelado

# Capítulo 1

## Introducción

Actualmente existen herramientas que apoyan la comunicación a distancia tales como el teléfono, correo electrónico, video llamadas, redes sociales, entre otras (Moffatt et al., 2013; Yarosh et al., 2009); las cuales van evolucionando para permitir a los usuarios que la forma de comunicarse entre ellos sea percibida como una comunicación cara a cara y para incluir beneficios como el contacto físico, la interpretación del lenguaje no verbal, un entorno físico compartido y la capacidad de verse y oírse de forma simultánea (Derks et al., 2008). A pesar de que estos medios de comunicación son omnipresentes, el ser humano necesita el contacto afectivo para estimular su bienestar físico, emocional, social y cultural (Cabibihan & Chauhan, 2017). A través del contacto físico se pueden transmitir diferentes emociones p. ej. ira, miedo, disgusto, amor, gratitud y simpatía (Hertenstein et al., 2006). En esta investigación nos centraremos en las emociones transmitidas por muestras de afecto tales como los abrazos, los apretones de manos, tomarse de las manos, una palmadita en la espalda, una caricia, cosquillas o un beso que son capaces de transmitir afecto, confianza y apoyo entre familiares (Straker, 2010; Toet et al., 2013). Diversos estudios (Mill et al., 2009; Honig et al., 2007; Mandryk et al., 2007) han mostrado que extraer los datos fisiológicos como los latidos del corazón, la dilatación de la pupila, contracciones musculares, patrones respiratorios, respuesta galvánica, temperatura, entre otros, prueban que estas señales contienen información relacionada con las emociones. Debido a que las emociones generan reacciones involuntarias del cuerpo humano no pueden ser controladas de forma intencional (Zhang et al., 2017), por esta razón son utilizadas en evaluaciones de diversas áreas.

Motivados por la necesidad de transmitir muestras de afecto los investigadores se han apoyado en tecnologías que permiten transmitir emociones y brindar estímulos con significados afectivos para los usuarios, una tecnología que cumple con estas características es el CVA que permite desarrollar dispositivos fáciles de llevar, capaces de interpretar y reproducir estados afectivos de los usuarios (Picard, 2010).

Este trabajo de tesis desarrolla y evalúa un prototipo físico con características del CVA que permite la transmisión de muestras de afecto entre seres queridos separados geográficamente.

En este capítulo introductorio se describen los antecedentes, el área de oportunidad, la justificación y el planteamiento del problema. Posteriormente se presentan las preguntas que guiaron esta investigación, la definición de los objetivos a alcanzar y la metodología utilizada para su desarrollo. Finalmente se presentan las principales contribuciones y se describe el contenido del resto del documento.

## **1.1 Antecedentes**

De acuerdo con la información contenida en el Anuario de Migración y Remesas (2017) México se encuentra en el segundo lugar entre los países con mayor número de migrantes en el mundo con 12.3 millones de personas. Los migrantes dejan atrás casa, familia, amigos y comunidades sin saber cuándo volverán o se reencontrarán con sus seres queridos. Uno de los costos más altos que los migrantes y sus familias tienen que afrontar es la separación familiar que afecta particularmente la relación entre abuelos y nietos. Desde hace tiempo se ha encontrado evidencia sobre los beneficios de la relación abuelo-nieto. De acuerdo con estudios realizados (Kornhaber, 1995; Kornhaber & Woodward, 1981) se establece que dicha relación es sustancial para ambos y que es considerada como el segundo vínculo más importante en comparación con la de padre e hijo. Además, en dichos estudios se sustenta que los abuelos son contemplados en la familia como los cuidadores y encargados de reforzar la historia familiar, les provee alegría y un significado de vida evitando el aislamiento social; mientras que para los nietos tener una relación cerca con sus abuelos les otorga seguridad emocional al proporcionarles un amor casi incondicional. El contacto continuo con los abuelos y la intervención de los padres ayudan a construir relaciones fuertes con el tiempo (Hill et al., 2005; Becker & Steinbach, 2012). Para mantenerse comunicados y evitar que la relación se pierda, los abuelos y nietos usan como medios de comunicación los servicios de telefonía o las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) como correos electrónicos, chats, fax, video llamadas o juegos en línea compartiendo actividades (Harwood, 2000). Cuando los abuelos establecen comunicación con sus nietos a través de los diferentes medios, buscan comunicar afecto en la medida que se los permite el medio utilizado p. ej. besos y abrazos por medio de gestos, sonidos y cambios en el tono de voz. Sin

embargo, estos medios de comunicación son en general visuales y/o auditivos, lo cual dificulta que con los nietos pequeños los abuelos mantengan su atención (Ballagas et al., 2009). Existen otros factores que pueden afectar la relación como las circunstancias sociales, las zonas horarias, las diferencias culturales o las barreras del idioma (Forghani et al., 2013). Esto sugiere el uso de una tecnología para el diseño de sistemas de comunicación entre abuelos y nietos con la necesidad de intercambiar información y facilitar el contacto físico a través del CVA. En el CVA se pueden ubicar dispositivos por su funcionalidad como los que se centran en transmitir señales de una aplicación móvil/escritorio que el usuario interpreta como emociones y que se muestran en un dispositivo vestible, por ejemplo Hug Over a Distance (Mueller et al., 2005), dispositivo creado para parejas separadas geográficamente con el objetivo de probar la viabilidad de la tecnología en el ámbito de la intimidad. Este dispositivo está diseñado como un chaleco háptico con la función de inflarse para dar la sensación de recibir un abrazo. Las parejas que utilizaron el dispositivo en la evaluación no consideraron que el chaleco fuera útil en su vida diaria; sin embargo los desarrolladores proponen que el dispositivo puede ser útil para obtener ideas de diseño en la investigación. Un dispositivo de uso comercial enfocado a enviar abrazos entre parejas es The Hug Shirt (Rosella & Genz, 2007), el cual incorpora sensores y actuadores para simular el abrazo por medio de la presión táctil, los latidos del corazón y el cambio de temperatura. Otro dispositivo para simular abrazos es Huggy Pajama (Teh et al., 2012), que ayuda a fomentar la relación entre padres e hijos utilizando patrones de cambio de color para indicar la distancia de separación entre los usuarios y brindar estímulos táctiles de presión y temperatura para generar el abrazo. También existe un dispositivo desarrollado para niños y adultos mayores que tienen la necesidad de pasar mucho tiempo en un hospital recibiendo terapias, llamado Affective tele-touch (Cabibihan, & Chauhan, 2017), que a través de un dispositivo háptico colocado en el antebrazo de los usuarios transmite un toque afectivo generado por vibraciones y cambio de temperatura; los resultados de su evaluación muestran en cuanto a su ritmo cardiaco que no hubo diferencia significativa entre recibir un toque con el dispositivo y un ser querido. También encontramos dispositivos que recolectan patrones fisiológicos de los usuarios a través de dispositivos vestibles para determinar su estado emocional, como AUBADE (Katsis et al., 2011), que constituye un sistema en tiempo real para la supervisión remota de los conductores de automóviles de carreras, adquiriendo bioseñales por medio de

un dispositivo vestible para evaluar el estado emocional del conductor, además de proyectar un modelo genérico de su cara en 3D que permite observar sus expresiones faciales. El sistema ha sido validado preliminarmente en términos de fiabilidad. PSYCHE (Lanata et al., 2015), es un sistema de monitoreo compuesto de un dispositivo vestible para el médico que le permite notificar el estado de su paciente recolectando datos fisiológicos y cuenta con una aplicación móvil para los pacientes que padecen trastorno mental, ayudándoles a llevar una agenda de su estado de ánimo. Los resultados de su evaluación mostraron que el uso del sistema fue de gran apoyo para mejorar el diagnóstico y tratamientos de los pacientes. Finalmente, existen dispositivos que recolectan datos por medio de aplicaciones vestibles y son capaces de reproducir señales en dispositivos vestibles; un ejemplo es AIWAC (Chen et al. 2015), que proporciona una arquitectura para la interacción emocional basada en computadora para la monitorización de la salud, recogiendo datos fisiológicos a través de dispositivos vestibles para interpretarlos, predecirlos y transmitirlos a servidores en la nube.

Los dispositivos antes mencionados están enfocados a reproducir una sola muestra de afecto utilizando el tacto como forma de comunicación; sin embargo muy pocos de estos dispositivos han sido evaluados en la práctica o no presentan información de haber realizado una evaluación preliminar que permita determinar la experiencia del usuario y/o usabilidad percibida del dispositivo. También identificamos que la mayoría de los dispositivos utilizan ropa inteligente (Jhajharia et al., 2014) porque que facilita el uso y permite ajustarse a cualquier área del cuerpo y grupo de edad.

## **1.2 Área de oportunidad**

El desarrollo de dispositivos que brinden apoyo a la interacción a través del tacto como forma de comunicación es posible con la tecnología de CVA, que enriquece y revoluciona las formas tradicionales o más prácticas en que se comunican los abuelos y nietos. Los medios de comunicación más usados sólo brindan estímulos auditivos y visuales para transmitir afecto entre ellos. Por ejemplo, al comunicarse usando los servicios de telefonía los abuelos pueden transmitir afecto a sus nietos cambiando el tono de su voz. Por otro lado, al utilizar las TIC's como una video llamada logran transmitir afecto al escuchar y ver a sus nietos transmitiendo muestras afectivas entre ellos, como señas o gestos con significado emocional. Si bien, éstos medios de comunicación logran cumplir su objetivo, aún existen limitantes, ya que ninguno de ellos brinda estímulos físicos que activen el sentido

del tacto. Debido a esta necesidad los medios de comunicación actuales tienen un reto al poder estimular el sentido tacto, por lo que buscan apoyarse en otras tecnologías que les permitan fácilmente incluirlo. Además, existen estudios que describen la importancia y los beneficios del tacto como una forma de comunicación emocional con la que se logran establecer y fomentar las relaciones sociales al utilizar diferentes gestos táctiles como parte de la comunicación auditiva (Heikkinen et al., 2009; Rantala et al., 2014; Toet et al., 2013; Uğur, 2013).

Este trabajo de tesis particularmente, aborda la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. También contempla la importancia de la transmisión de afecto entre seres queridos descrita en la sección anterior y los patrones de comunicación que los abuelos tienen con sus nietos (Forghani et al., 2013). Del mismo modo se incluye una serie de gestos significativos que son viables para transmitir e interpretar afecto empleando las ventajas del cómputo móvil y vestible para generar dispositivos simples, de bajo costo, y fáciles de manipular e interpretar. Además, considerando sólo las emociones positivas del modelo circuplejo del afecto (Russell, 1999), donde se presenta una clasificación para las emociones de alta activación como el entusiasmo y emociones de baja activación como la comodidad, podríamos utilizarlas a través de una aplicación de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos geográficamente separados, con el objetivo de permitir una comunicación natural, en tiempo real y transparente del afecto.

### **1.3 Justificación**

Estudios recientes por parte de la Organización Internacional para las Migraciones (2014) muestran que México es uno de los países con más alto índice de intensidad migratoria. Se estima que un millón de mexicanos migran hacia Estados Unidos cada año. Hay registro de que en algunos estados de la República Mexicana existen pueblos con muy pocos habitantes (Agencias, 2014). Tal es el caso de Jomulco Zacatecas, donde viven apenas 20 personas de las cuales la mayoría son adultos mayores. Este fenómeno trae consigo la separación geográfica de las familias. La familia ha sido siempre la institución social encargada de satisfacer las necesidades de manutención y del cuidado diario de los integrantes (Barros & Muñoz, 2003); se constituye, por ello, en el contexto donde los adultos mayores podrían obtener el cuidado y la ayuda requerida; y que lo propio de la familia es que

sus miembros se sientan parte de un todo unido por lazos de responsabilidad mutua, esto les otorga la confianza y la seguridad de contar con respaldo en caso de necesitarlo. Algo que no siempre se puede cumplir cuando las familias se encuentran separadas por efectos de la migración. Los abuelos y nietos son los miembros de la familia más vulnerables y propensos a perder la comunicación, debido a la distancia geográfica entre ellos. La relación abuelo-nieto es una fuente de apoyo social mutuo. Los abuelos al ayudar a sus nietos adquieren un nuevo propósito que los ayuda a mantenerse ocupados, disminuyendo así los índices de depresión al sentirse solos (Kemp, 2005); mientras que los nietos desarrollan mayor estabilidad social y les permite fortalecer los lazos familiares (Moffatt et al., 2013). Por lo que, con el desarrollo de sistemas de cómputo afectivo y vestible para transmitir muestras de afecto que pudieran estimular la sensación de cercanía y unión familiar, en familias que se encuentran separadas geográficamente les permitiría fortalecer su relación a pesar de la distancia.

#### **1.4 Planteamiento del problema**

Considerando la problemática descrita en la sección previa, se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los patrones de comunicación en las relaciones de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente?
- ¿Qué características debe cumplir un prototipo de CVA para reconocer, interpretar, procesar y demostrar afecto?
- ¿Cómo se pueden transmitir muestras de afecto a través del CVA para abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente?
- ¿Cuál es la experiencia de usuario con la que se perciben las muestras de afecto con el prototipo de CVA?
- ¿Cómo se percibe la usabilidad del prototipo de CVA para transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente?
- ¿Cómo se percibe la utilidad del prototipo de CVA para la demostración de afecto entre abuelo y nietos separados geográficamente?
- ¿Cuáles son los cambios fisiológicos de los abuelos y nietos al recibir ciertas muestras de afecto desde el prototipo de CVA?

## **1.5 Objetivos de la investigación**

### **1.5.1 Objetivo general**

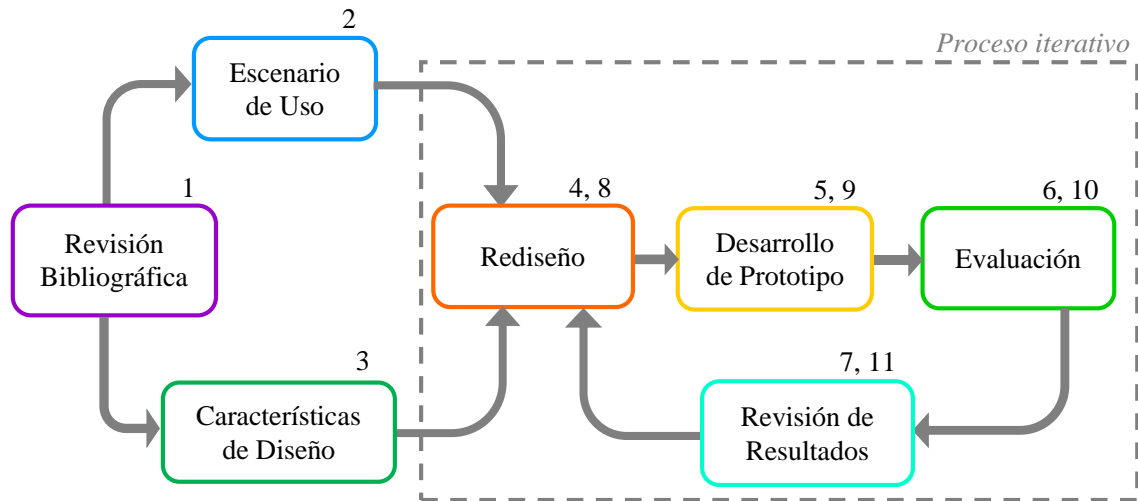
Desarrollar y evaluar un prototipo físico de CVA que permita la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Identificar patrones de comunicación de afecto mediante el análisis de las relaciones afectivas entre abuelos y nietos separados geográficamente.
- Identificar las características que debe tener un prototipo de CVA para reconocer, interpretar, procesar y demostrar afecto entre abuelos y nietos.
- Diseñar y desarrollar un prototipo de CVA, capaz de transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente.
- Evaluar la percepción de la utilidad, usabilidad, experiencia de usuario y los cambios fisiológicos de los abuelos y nietos al recibir ciertas muestras de afecto desde el prototipo.

## **1.6 Metodología**

La metodología de investigación consistió en 7 etapas y 2 iteraciones (ver Figura 1), las cuales están basadas en la metodología para el diseño centrado en el usuario (Rogers et al., 2007) y adaptadas de la metodología para la realización de sistemas de cómputo ubicuo (González et al., 2004); agregando la característica de poder iterar desde la etapa de Rediseño a Revisión de resultados con la intención de generar prototipos incrementales. Enseguida se describen las actividades llevadas a cabo en las diferentes etapas de la metodología, colocando un número para indicar el orden de desarrollo de cada una de ellas.



**Figura 1.1** Metodología del trabajo de investigación.

1. *Revisión bibliográfica.* Se realizó un análisis bibliográfico que ayudó a establecer el área de oportunidad del tema de investigación, identificar los trabajos previos de CVA para la transmisión de afecto y fundamentar el marco teórico para el presente trabajo. Con el resultado de este análisis se informó el escenario de uso e identificaron los patrones de comunicación entre abuelos y nietos. Durante todo el proceso de este trabajo de investigación se continuó actualizando la bibliografía.
2. *Escenarios de uso.* Se describió un escenario para mostrar la necesidad y la forma en que se transmiten afecto abuelos y nietos cuando se encuentran separados geográficamente, para posteriormente proyectar la falta de una herramienta de CVA que les brinde apoyo para la transmisión de muestras de afecto. De esta etapa se obtuvo información para establecer las características de diseño de un prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto.
3. *Características de diseño.* Con base en la información colectada en las etapas previas se establecieron las implicaciones y elementos de diseño que debe contener una herramienta que de soporte a la transmisión de afecto a través del CVA.
4. *Diseño (1ª iteración).* La etapa de diseño fue realizada para la primera iteración de la metodología, donde se tomaron en cuenta las necesidades identificadas en las etapas previas que permitieron considerar diferentes estímulos para simular muestras de afecto entre abuelos y nietos.

5. *Desarrollo de prototipo (1ª iteración)*. Considerando los diferentes estímulos para simular muestras de afecto que fueron identificados en la etapa anterior, se desarrolló un primer prototipo físico de CVA que permitiera la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente.
6. *Evaluación (1ª iteración)*. Se realizó una evaluación preliminar del prototipo con el objetivo de determinar la evocación de las muestras de afecto por medio de los estímulos que brinda el prototipo y la percepción de fidelidad de las muestras de afecto.
7. *Revisión de resultados (1ª iteración)*. En esta etapa se tomaron en cuenta las observaciones como retroalimentación de la etapa de evaluación para mejorar el prototipo y obtener una versión que cumpliera con las características iniciales.
8. *Rediseño (2ª iteración)*. Con base en los resultados de la evaluación preliminar se informó el rediseño del prototipo de CVA modificando la arquitectura, el tipo de conexión entre ambas aplicaciones y las muestras de afecto para que se asemejaran más a las reales y los usuarios pudieran percibir las de mejor manera.
9. *Desarrollo de prototipo (2ª iteración)*. En esta etapa se llevó a cabo el desarrollo del prototipo sustentándose en el rediseño del mismo. Además se desarrolló el prototipo completo por duplicado, integrando las cuatro muestras de afecto en cada uno de ellos.
10. *Evaluación (2ª iteración)*. La segunda evaluación se realizó con abuelos y nietos para conocer la percepción de usabilidad, utilidad, experiencia de usuario y los cambios psicofisiológicos de los usuarios al recibir las muestras de afecto desde el prototipo rediseñado.
11. *Revisión de resultados (2ª iteración)*. Se realizó un análisis detallado de los datos obtenidos durante la evaluación, que permitieron generar las conclusiones de la investigación.

## **1.7 Contribuciones**

Las principales contribuciones de este trabajo de tesis son presentadas a continuación:

- *Una clasificación de los patrones de comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente.* Esta clasificación está basada en una revisión bibliográfica. Fue agrupada por la necesidad de contar con la información reunida y organizada para facilitar la identificación de las formas en que se comunican los abuelos con los nietos. Esta clasificación es presentada en el Capítulo 3, siendo el fundamento para crear un escenario de uso y determinar las características de diseño.
- *Una caracterización de las implicaciones y elementos de diseño para un prototipo de CVA.* Para obtener estas características fue necesaria una revisión bibliográfica, en la cual sólo se identificaron características de diseño para el cómputo vestibular, dejando a un lado el cómputo afectivo. Se realizó una caracterización con las necesidades de transmitir afecto con dispositivos de cómputo vestibular, la cual ayudó a identificar las implicaciones y elementos de diseño para un prototipo de CVA que permitiera reconocer, interpretar, procesar y demostrar afecto entre abuelos y nietos. La caracterización resultante de este análisis está descrita en el Capítulo 3, la cual sirvió de base para el diseño de un primer prototipo de CVA.
- *Un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente.* Este desarrollo fue soportado por los patrones de comunicación identificados en la relación abuelo-nieto y en las características de diseño de CVA para la transmisión de afecto. Además se consideraron los resultados de una evaluación preliminar para rediseñar el prototipo en cuanto a las muestras de afecto, la arquitectura del prototipo y el tipo de conexión entre ambas aplicaciones. En el Capítulo 3 se describe a detalle el desarrollo del primer prototipo, mientras que en el Capítulo 4 se presenta su rediseño, el cual fue la base para la evaluación final con abuelos y nietos.
- *Un conjunto de datos resultantes de las evaluaciones del prototipo.* Los resultados incluyen registros sobre la percepción de fidelidad y evocación de las muestras de afecto de la primera evaluación. También se incluyen registros de la segunda evaluación sobre la percepción de la usabilidad, utilidad, experiencia de usuario y registros de los cambios fisiológicos de los participantes al recibir las muestras de afecto desde el prototipo. El resumen y análisis estadístico se presenta en el Capítulo 4.

## **1.8 Contenido del documento**

El resto del documento está formado por 5 capítulos y 2 apéndices, el contenido de cada uno de ellos se describe brevemente a continuación:

En el Capítulo 2 se presentan los resultados de una primera revisión bibliográfica, con los cuales se argumenta el marco teórico para entender y establecer el problema de investigación que consiste en identificar las formas en que se pueden transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente. De manera particular, el capítulo se centra en la identificación de los patrones de comunicación entre abuelos y nietos, la descripción de un escenario de uso para resaltar la necesidad de diseñar dispositivos de CVA que permitan transmitir muestras de afecto, en determinar las características de diseño que debe de contener un prototipo de CVA y en una revisión de trabajos relacionados para la transmisión de muestras de afecto entre seres queridos separados geográficamente.

El Capítulo 3 describe el proceso detallado sobre el diseño y desarrollo de un primer prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto. Además se presentan los resultados de una evaluación preliminar que ayudó a determinar la percepción con la que se evocan las muestras de afecto y la fidelidad con la que son percibidas dichas muestras de afecto.

En el Capítulo 4 se muestra el proceso para el rediseño, desarrollo y evaluación del primer prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. Se presenta una evaluación con abuelos y nietos para determinar la usabilidad, utilidad, experiencia de usuario y los cambios fisiológicos de los participantes al recibir ciertas muestras de afecto desde el prototipo para determinar el estado de ánimo de los participantes al percibir las.

El Capítulo 5 detalla las conclusiones y contribuciones generadas a partir de los resultados obtenidos de la investigación, así como las líneas de trabajo futuro.

El Apéndice A presenta la diagramación del modelado para el prototipo de CVA, los diagramas de casos de uso, clases, estado y circuitos electrónicos para su diseño al cual se hace referencia en el Capítulo 3.

Finalmente, el Apéndice B muestra el cuestionario de salida utilizado para determinar la experiencia de usuario de la primera y segunda evaluación del prototipo,

resultados presentados en los Capítulos 3 y 4, respectivamente. También se anexan los cuestionarios de salida TAM y SUS; así como los formatos de evaluación ENI y la escala de depresión geriátrica Test de Yasevage utilizados en la segunda evaluación del prototipo, parte de los cuales son descritos en el Capítulo 4.

# Capítulo 2

## Comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente: estado del arte

### 2.1 Migración en México

Según datos obtenidos del Anuario de Migración y Remesas (2017), México es uno de los principales países de origen de emigrantes con 5.1% a nivel mundial. La mayoría de los emigrantes durante el año del 2015 tuvieron como principal región de destino Estados Unidos, el cual recibió a 97.81% de ellos. En el año de 2014 se registraron 5.9 millones de emigrantes mexicanos sin documentos. El flujo de emigrantes mexicanos procedentes del sur del país con destino a Estados Unidos se conforma principalmente por personas entre 20 y 49 años, con una edad promedio para las mujeres de 42.4 y para los hombres de 41.1. Adicionalmente el 58.2% de la población presenta una unión conyugal. Con base en los grupos de edad y la situación conyugal se puede inferir que éstos emigrantes dejan a sus familias. Por ejemplo, los que tengan algún tipo de unión conyugal dejan a su esposa y probablemente hijos; los solteros que dejan a sus padres y que probablemente formarán una familia en su nuevo destino, en la cual sus hijos no lograrán tener una relación presencial con sus abuelos. Muchos mexicanos, hombres, mujeres e incluso niños han emigrado en busca de mejores oportunidades de vida que las que prevalecen en su lugar de origen.

Las principales entidades federativas en México que presentaron una intensidad migratoria muy alta hacia Estados Unidos en el año 2016 fueron Zacatecas (5.86 puntos), Michoacán (5.11 puntos), Guanajuato (4.86 puntos), Nayarit (4.40 puntos) y Guerrero (3.57 puntos) en un Índice de Intensidad Migratoria (IIM) reescalado de 0 a 100, utilizando la técnica de Estratificación Óptima desarrollada por (Dalenius & Hodges, 1959) que permite conformar cinco grados de intensidad migratoria (Muy Bajo, Bajo, Medio, Alto o Muy Alto). Estos cinco estados en conjunto comprenden alrededor de tres millones de viviendas,

representando poco más de una de cada diez viviendas del país (CONAPO, 2015). Datos del INEGI revelan que en México existen más de 5 millones de casas abandonadas. Hay registro de que en estos estados existen pueblos con muy pocos habitantes; tal es el caso de Jomulco Zacatecas donde viven apenas 20 personas, de las cuales la mayoría son adultos mayores (Agencias, 2014). En esta misma situación se podrían encontrar diversos pueblos del país.

## **2.2 Consecuencias de la migración**

A lo largo de la historia, los emigrantes han dejado su lugar de origen en busca de mejores oportunidades de vida que les permitan cambiar su situación económica. Una de las consecuencias de la migración es la separación familiar que afecta a todos los miembros sin importar la edad. Habitualmente las familias no emigran juntas debido a su economía limitada, en algunas ocasiones el miembro de la familia que emigra primero ayuda económicamente a otro para que emigre; sin embargo para que esto suceda pueden pasar varios años (Lovato-Hermann, 2017; Rusch & Reyes, 2013).

### **2.2.1 Separación familiar**

Debido a la migración temporal y a la gran cantidad de emigrantes mexicanos indocumentados que cruzan hacia Estados Unidos sin autorización las familias mexicanas experimentan una transnacionalización, es decir cuando algunos miembros de la familia viven en un país, mientras que otros permanecen en el país de origen (Boehm, 2012; Fitzgerald, 2013). Para aminorar esta situación los emigrantes mantienen vínculos con sus familiares y comunidades de origen a pesar de la separación geográfica.

Algunos de los desafíos a los que se enfrentan los emigrantes son las barreras del idioma, el aprendizaje de una nueva cultura y el miedo a la deportación. No obstante, la separación familiar es la parte más difícil para ellos (Suarez-Orozco et al., 2011). Distintos investigadores han realizado estudios sobre cómo afecta emocionalmente la separación familiar a sus integrantes; un ejemplo son los realizados a madres con hijos inmigrantes, donde identificaron patrones de impacto emocional relacionados a la tristeza, anhelo, culpa y preocupación debido a la percepción de que sus hijos estaban sufriendo bajo condiciones estresantes (Echegoyen-Nava, 2013). Otros estudios realizados (Abrego, 2014; Lahaie et al., 2009; Lovato-Hermann, 2017) afirman que los hijos de padres inmigrantes son más susceptibles a dificultades de afecto, depresión, disminución en el rendimiento escolar y

problemas de comportamiento. Además estudios realizados sobre niños con madres inmigrantes descubrieron que la separación materna afecta en gran medida la salud psicológica y emocional de los niños en comparación con la relación paterna (Suarez-Orozco et al., 2011), así como la salud mental de las madres (Dreby, 2015). La relación entre hermanos también se ve afectada, debido al hecho de que los padres al llevar a sus hijos para que se reúnan con ellos lo hacen llevando de uno en uno (Suarez-Orozco et al., 2008). Finalmente, también se encontraron investigaciones sobre la calidad de la relación entre hijos adultos emigrantes y la atención para el cuidado de sus padres que permanecen en su país de origen durante una edad mediana y vejez temprana (Treas, 2008; Baldassar, 2008). En las investigaciones anteriormente mencionadas se hace énfasis en la preocupación sobre la separación familiar por causa de la migración de sus integrantes, y adicionalmente se resalta la importancia de la relación familiar.

### **2.2.2 Importancia de las relaciones familiares**

La familia es considerada como la institución social encargada de satisfacer las necesidades de manutención y del cuidado diario de sus integrantes, estableciendo lazos de responsabilidad que les permiten ayudarse entre ellos (Barros & Muñoz, 2003). Por ello, se constituye en el contexto donde los adultos mayores podrían obtener el cuidado y la ayuda requerida para otorgarles confianza y seguridad al contar con el respaldo de su familia en caso de necesitarlo. Por otra parte, cuentan con el apoyo afectivo y cognitivo necesario para asumir las pérdidas que conlleva el envejecer, con el apoyo para contrarrestar las discriminaciones sociales y con el apoyo suficiente para aumentar su autoestima y darle sentido a su vida.

Un factor fundamental en las relaciones familiares es la comunicación; sin embargo para los familiares que viven separados geográficamente es más difícil mantener una relación debido a la distancia entre ellos. Por esta razón han utilizado diversas tecnologías para comunicarse a distancia.

### **2.2.3 Relación abuelo-nieto**

En el Capítulo 1 se mencionan brevemente algunos estudios que resaltan los beneficios de la relación entre abuelos y nietos, de los cuales se puede resumir en que los abuelos les proporcionan a sus nietos confianza en sí mismos, les brindan consejos y apoyo

emocional cuando es necesario y los alientan a desarrollarse en sus actividades escolares. También, en la mayoría de los casos, son los encargados de transmitir valores, tradiciones familiares y cultura debido a que presentan más experiencia que los propios padres. En general los nietos reciben apoyo incondicional de sus abuelos beneficiándose en todos los aspectos de su desarrollo (Dunifon & Bajracharya, 2012). Los beneficios son recíprocos, se ha comprobado que los abuelos al mantener una relación frecuente con sus nietos presentan un impacto positivo en su salud y una mayor iniciativa para realizar actividades extras que desarrollan en su vida diaria, evitando que sean propensos a la soledad y depresión por causa de su edad (Forghani & Neustaedter, 2014; Rodríguez et al., 2015). Sin embargo, existen varios factores que pueden influenciar la calidad de la relación, tales como:

- *Factores demográficos.* Uno de los factores demográficos que puede afectar la relación abuelo-nieto es la edad. A medida que el abuelo envejece puede brindarle menos atención al nieto o cuando los nietos son muy pequeños por lo general reciben más atención por parte de los abuelos y en el caso de los niños mayores los abuelos manifiestan el rol de confidentes y apoyo emocional (Cherlin & Furstenberg, 1994; Silverstein & Marengo, 2001; Tomlin, 1998). Por lo tanto, la edad de los abuelos y la edad de los nietos pueden afectar la calidad de la relación. Otros factores que intervienen en esta relación son las diferencias culturales, las barreras del idioma y las diferentes zonas horarias. (Moffatt, 2013)
- *Estructura familiar.* Este factor depende en gran medida de la relación que exista entre los padres; un ejemplo de mala relación son los divorcios entre los padres, provocando a los abuelos ver menos a sus nietos dependiendo de cuál de los padres se haya quedado con la custodia del hijo (Creasey, 1993).
- *Distancia geográfica.* La calidad de la relación depende en gran medida del contacto frecuente que mantengan. Para hacer que la relación prospere los abuelos y nietos necesitan compartir una vida cotidiana con la otra persona, principalmente los primeros años de vida del nieto (Dunifon & Bajracharya, 2012).
- *Relaciones familiares.* Existen estudios donde se ha comprobado que mantener una buena relación padre-abuelo ha sido clave en la relación abuelo-nieto. En muchos casos los padres presentan el rol de mediadores en dicha relación (Mueller & Elder,

2003). Además, los abuelos pueden ayudar a los padres para hacer cumplir reglas y supervisar actividades de los nietos.

### **2.2.3.1 Patrones de comunicación**

Para crear el escenario de uso primero se realizó un análisis bibliográfico acerca de la comunicación entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente. De acuerdo con los resultados obtenidos se elaboró una clasificación de los principales patrones de comunicación de afecto entre ellos.

- *Gestos.* Son una forma de comunicación no verbal utilizada para expresar emociones y manifestar la necesidad de sentirse cerca al transmitir el cariño que tienen el uno por el otro; como las muestras de afecto que tienen los abuelos con sus nietos cuando se encuentran físicamente juntos. Entre éstas se identificaron abrazos, besos, poner sus manos sobre sus hombros, caminar tomados de la mano y sentarse juntos (Mansson & Booth-Butterfield, 2011).
- *Temas de conversación.* Los temas más frecuentes entre los abuelos y nietos están relacionados con las actividades que le interesan al nieto. Por ejemplo, actividades cotidianas que les permitan mostrar sus habilidades o actividades que les parezcan emocionantes; mientras que los abuelos les comparten pequeñas historias sobre su vida pasada, experiencias vividas y actividades culturales. Sin embargo los abuelos prefieren que sus nietos sean los encargados de dirigir la conversación para no caer en temas que no les sean de interés (Forghani et al., 2013; Forghani et al., 2014).
- *Frecuencia.* Es la regularidad con la que se comunican los abuelos y nietos; depende en gran medida de las características y conocimiento que tengan sobre la herramienta de comunicación utilizada. Algunos hallazgos muestran que los abuelos trataban de comunicarse con sus nietos de forma semanal, pero deseaban hacerlo varias veces a la semana (Forghani et al., 2013). Otro estudio realizado a 81 participantes, examinó la frecuencia relativa de contacto sobre las herramientas de comunicación correo electrónico, teléfono y cara a cara entre abuelos y nietos separados geográficamente (Holladay & Seipke, 2007). Los resultados de dicho estudio muestran que los abuelos utilizaban el correo electrónico con más frecuencia para comunicarse con sus nietos en lugar de utilizar el teléfono o hacerlo cara a cara (ver Tabla 2.1).

**Tabla 2.1.** Frecuencia relativa de contacto entre abuelos y nietos separados geográficamente sobre tres herramientas de comunicación.

Herramienta	Frecuencia		
	Mes	Semana	Diario
<i>Cara a cara</i>	2.5%	0%	0%
<i>Teléfono</i>	34.6%	7.4%	0%
<i>Correo electrónico</i>	37%	19.8%	1.2%

### 2.3 Herramientas para la comunicación a distancia

El proceso de comunicación se establece cuando una persona (emisor) desea enviar un mensaje a otra (receptor) a través de un canal de comunicación. Existen diferentes herramientas que apoyan la comunicación a distancia, como las que se mencionan a continuación (Yarosh, 2009):

- *Servicios de telefonía.* El teléfono es la principal herramienta de comunicación utilizada a larga distancia, además de ser muy accesible a todo tipo de usuarios.
- *Correo electrónico.* Es compatible con el intercambio asincrónico de información, y permite al emisor iniciar la comunicación sin interrumpir o molestar al receptor, además de compartir fácilmente contenido digital.
- *Videollamadas.* Son cada vez más populares (utilizando programas como Skype, Apple FaceTime y Google Chat) para las conversaciones cara a cara a distancia. Estas permiten dejar una conexión de video abierta por tiempo indeterminado para permitir una sensación de cercanía sin conversación o atención continua.
- *Redes sociales.* Tales como Facebook, Google+, Twitter e Instagram están creciendo rápidamente en popularidad. La idea de conectar en cualquier momento y en cualquier lugar es una realidad a la que la gente se está acostumbrando para comunicarse.

Las herramientas mencionadas en esta sección permiten la comunicación entre los miembros de una familia que se encuentran separados geográficamente; sin embargo, muchas personas aún se sienten desconectadas de sus seres queridos por las limitaciones propias de cada herramienta, por ejemplo la ausencia de estímulos físicos que activen el sentido del tacto o la temperatura.

Recientemente los investigadores han propuesto el CVA (Picard, 2010) como un medio de comunicación enriquecido para seres queridos que se encuentran separados

geográficamente, agregando estímulos táctiles y térmicos para fomentar la sensación de cercanía y contacto físico.

## **2.4 Cómputo Vestible Afectivo**

El CVA comienza con el desarrollo del cómputo ubicuo, un paradigma que surgió en la década de los 90s (Weiser, 1991), y que pretende crear dispositivos integrados en el entorno de un usuario, para que la interacción con ellos sea transparente. Actualmente, la computación ubicua ha hecho un gran avance y al mismo tiempo, ha conducido a la aparición de nuevas subáreas de investigación, como el cómputo móvil (Forman & Zahorjan, 1994) y el cómputo vestible (Dvorak, 2007; Jhajharia et al., 2014; Tao, 2005).

El cómputo móvil es una tecnología que permite el acceso de recursos digitales en cualquier momento y en cualquier lugar, las cuales son características fundamentales para el cómputo vestible, el cual busca desarrollar dispositivos o ropa inteligente (Ko et al., 2005; Rantanen & Hännikäinen, 2005; Tao, 2005; Uğur, 2013) invisibles para el usuario y siempre listas para usarse, proporcionando características sensoriales y de escaneo como la biorretroalimentación o el monitoreo de las funciones fisiológicas humanas.

Por otro lado, tenemos el cómputo afectivo que ha sido definido por diferentes autores (Baurley, 2005; Pantic & Rothkrantz, 2003; Picard, 2010; Uğur, 2013) como un paradigma que busca reconocer las emociones humanas a través de las computadoras. En el trabajo presentado por (Larson & Almeida, 1999) se ha demostrado la necesidad de transmitir emociones y afecto entre las personas, sin embargo, el cómputo afectivo ha dejado de lado dicha necesidad centrándose en una relación hombre-máquina (Picard, 2010) en lugar de una relación humano-humano, donde las computadoras soportan la transmisión, interpretación y despliegue de las emociones humanas. El cómputo vestible y el cómputo afectivo son relacionados, generando la definición de cómputo vestible afectivo como un sistema vestible equipado con sensores e instrumentos que permiten el reconocimiento, transmisión e interpretación de los patrones afectivos del usuario (Picard, 2010).

Algunos autores (Jhajharia et al., 2014; Siewiorek et al., 2008) explican en sus investigaciones las razones por las cuales se recomienda utilizar el cómputo vestible para el desarrollo de nuevas tecnologías. Entre sus ventajas se identificaron las siguientes: una constante interacción entre el sistema y el usuario evitándole la necesidad de encender o apagar a cada momento el sistema; debe ser fácil de usar; puede ser utilizado mientras el

usuario realiza otras actividades sin interferir entre ellas; deben ser fáciles de llevar y estar siempre listos para usarse; debe ser consciente del entorno que lo rodea; y no debe aislar al usuario del mundo exterior. Los mismos autores también explican algunas desventajas: utilizan tecnología avanzada; pueden llegar a ser pesados, toscos e incómodos para algunas actividades de los usuarios; y pueden ser vulnerables con los datos de los usuarios al presentar la característica de conectarse a Internet.

#### **2.4.1 Áreas de aplicación**

Actualmente existen diversas áreas de aplicación que se pueden beneficiar de las ventajas que ofrece el cómputo vestible. Además, de ofrecer otras formas de administrar la información, de adaptarse a la vida diaria de las personas y hasta lograr pasar desapercibidas por los usuarios al ser usadas. En los trabajos presentados por (Jhajharia et al., 2014; Moffatt et al., 2013; Tao, 2005; Uğur, 2013), se describen las principales áreas de aplicación del cómputo vestible, donde el cómputo afectivo puede estar presente.

- *Asistencia médica.* Es una de las áreas de aplicación mayormente beneficiada. Existen sistemas que se pueden adaptar a las necesidades de cada usuario para monitorear su estado fisiológico como la frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, temperatura corporal, respuesta galvánica de la piel, movimientos del cuerpo, etc., utilizando sensores que son colocados sobre el cuerpo o llevados en una prenda del usuario para recolectar y almacenar la información, para posteriormente enviarla a un servidor en internet donde pueda ser descargada y revisada por los médicos, pacientes y cuidadores o incluso ver la información en tiempo real. De esta manera se puede brindar asesoramiento médico o tratamientos en cualquier lugar sin la necesidad de ir a un hospital todos los días. Además, agregando las características del cómputo afectivo se pueden determinar los estados emocionales de los usuarios, por medio de los datos fisiológicos recolectados a través de un dispositivo vestible. Otras aplicaciones de uso médico son las prótesis. Existe un gran número de personas con discapacidades físicas como la pérdida de la vista, el oído o alguna parte de su cuerpo. Los cuales pueden ser reemplazados por músculos artificiales compuestos por dispositivos electrónicos que realicen la función del órgano perdido y agregando tecnología del cómputo afectivo que les permita recolectar y desplegar información del estado fisiológico y emocional del usuario (Uğur, 2013).

- *Milicia.* Esta área de aplicación fue una de las primeras en utilizar herramientas del cómputo vestible. Está enfocada en las necesidades de los soldados que trabajan en campo, llevando dispositivos vestibles que les permitan desplegar información sobre la ubicación, condiciones climáticas, posición de soldados enemigos y aliados. De la misma manera utilizan las ventajas del cómputo afectivo para monitorear su estado físico y emocional o el de sus compañeros; compartir y consultar información en bases de datos para saber cómo brindar atención médica o realizar reparaciones mecánicas; y además, permitirles estar siempre comunicados con sus supervisores en tiempo real. La mayoría de los sistemas que son utilizados en el área militar permanecen en confidencialidad por seguridad.
- *Industria.* Los empleados a través de dispositivos vestibles pueden tener conciencia sobre su área de trabajo y sobre sus compañeros que se encuentran a su alrededor. Esto les permite enfocar su atención en las tareas que realizan y prestar menos atención en aquellas que se requiera; ya que el dispositivo se encargará de notificarle de otras actividades cuando sean importantes o necesarias. De igual forma el cómputo afectivo puede determinar el estado afectivo del empleado, al recolectar los datos fisiológicos para monitorear su estado de salud mientras trabaja y enviarle notificaciones en tiempo real, aprovechando las ventajas que ofrecen los dispositivos vestibles como el uso de manos libres, la portabilidad y comodidad.
- *Ropa inteligente.* Hoy en día, existen diversas aplicaciones del cómputo vestible para este sector, el cual presenta un mercado muy exigente. La ropa inteligente, dependiendo de las funciones que realice, se debe diseñar con los objetivos de hacer que las personas quieren usarlas y que las haga sentir bien cuando las usan. Se deben adaptar a las necesidades y requerimientos del cuerpo humano. Al realizar esta revisión de literatura hemos encontrado algunas características de diseño que se deben tomar en cuenta, tales como: deben ser fáciles de usar, resistentes al uso, lavables, flexibles, utilizar materiales ligeros; los componentes electrónicos deben pasar desapercibidos por el usuario, resistentes al agua, ligeros y consumir poca potencia. Además, se deben de tomar en cuenta los factores sociales, culturales y psicológicos para lograr un nivel de aceptación e integración por la sociedad. Hasta el momento, cumplir las características de diseño sigue siendo un gran desafío para

los dispositivos vestibles afectivos. También se han descrito algunas funciones que se pueden implementar en la ropa inteligente, como brindar retroalimentación de cambio de temperatura, de vibración, auditiva o visual al usuario; el monitoreo del estado físico del usuario a través del registro de aspectos fisiológicos; o desplegar recordatorios y notificaciones. Un ejemplo de esto son las prendas deportivas como los tenis para correr, relojes, bandas para el brazo, chalecos, playeras, entre otras; las cuales presentan un gran interés entre los consumidores. Las funciones que cumplen son monitorear el rendimiento, dar seguimiento de las actividades programadas por el usuario, establecer objetivos, proporcionar información sobre la distancia recorrida, el número de pasos, las calorías quemadas, la frecuencia cardíaca, entre muchas cosas más. Así mismo, la ropa inteligente puede ser capaz de detectar, reproducir y transmitir los estados afectivos del usuario, al incorporar las características del cómputo afectivo.

- *Turismo.* Existen dispositivos que permiten al usuario llevar bitácoras automáticas de sus recorridos. Tomando notas de texto o voz, fotos y videos, compartir la información en redes sociales con otros usuarios o crear videoclips. Asimismo, existen dispositivos que brindan información actualizada, mapas y sugerencias de rutas al usuario. Por otro lado, existen dispositivos vestibles afectivos que pueden detectar el estado afectivo del usuario, y desplegar información según el estado de ánimo, como su ambiente, la música, correos electrónicos, información en las redes sociales, etc.
- *Comunicación.* Es otra de las áreas en las que se ha visto un desarrollo tecnológico importante, en la utilización del cómputo vestible afectivo para la comunicación entre personas. Para este trabajo, ésta es de particular interés por lo que los trabajos identificados en la investigación serán presentados en la siguiente sección.

## **2.5 Trabajos relacionados**

Después de haber realizado una revisión de literatura identificamos una serie de dispositivos creados con el objetivo de brindar apoyo en el proceso de comunicación entre seres queridos que se encuentran separados geográficamente. Estos dispositivos se presentan organizados por el tipo de usuarios para el que fueron creados.

### **2.5.1 Parejas**

Quizá, para los investigadores la necesidad de las parejas para estar comunicados todo el tiempo, y poder transmitir lo que siente el uno por el otro o hacerles saber que siempre están pensando ellos, ha fomentado el desarrollo de diversas herramientas que ayudan a fortalecer estos lazos. Entre las aplicaciones identificadas pudimos agregar una característica más, si fueron creadas para comunicación síncrona o asíncrona.

#### **2.5.1.1 Asíncronos (comunicación en tiempo diferido)**

En los sistemas asíncronos se encontró Touch Trace Mirror (Schmeer & Baffi, 2011), el cual es un dispositivo pensado para apoyar relaciones a larga distancia, utiliza la mensajería colaborativa; consiste en dejar mensajes en un espejo de baño táctil utilizando el vapor, los cuales son colocados en la casa de cada usuario. Otro proyecto es Flex-N-Feel (Singhal et al., 2017) desarrollado como un dispositivo háptico afectivo diseñado como un guante vibrotáctil que permite sentir las flexiones de los dedos de las parejas a través de vibraciones simulando la sensación de recibir una caricia. Cada usuario recibe un guante, en el cual puede ajustar la fuerza de las vibraciones y la presión. Por último se encontró Hug Over a Distance (Mueller et al., 2017), es un chaleco háptico con la función de inflarse para dar la sensación de haber recibido un abrazo de su pareja.

#### **2.5.1.2 Síncronos (comunicación en tiempo real)**

Entre los sistemas síncronos destacan Matchmaker (Watts et al., 2009), el cual es un videojuego cooperativo para dos personas que promueve el toque interpersonal fomentando el trabajo en equipo y la intimidad emocional entre parejas; este utiliza el tacto de las manos como símbolo tangible de amor y cooperación. YourGloves, HotHands and HotMits (Gooch & Watts, 2012), son prototipos para sujetar las manos de formas distintas que estimulan las sensaciones de tacto a través de la temperatura y fuerza. iFeel\_IM (Tsetserukou & Neviarouskaya, 2010) es un sistema desarrollado con dispositivos hápticos afectivos para transmitir emociones generadas en las conversaciones en línea; permite mejorar la interactividad social entre parejas a través de la estimulación física, transmitir emociones por medio de mensajes de texto y visualizar las emociones en avatares de un mundo virtual. Está compuesto por seis dispositivos: HaptiHeart, HaptiButterfly, HaptiTemper, HaptiShiver HaptiTickler y HaptiHug capaces de provocar emociones e influir en el estado de ánimo.

Heart2Heart (Grimmer, 2001) es otro sistema diseñado para apoyar la conectividad íntima y emocional. Simula la sensación de haber recibido un abrazo. Generando una presión en el cuerpo del usuario, un cambio de temperatura cálido y la sensación de percibir los latidos del corazón de la pareja.

## **2.5.2 Otros miembros familiares**

En esta sección se colocaron los dispositivos que no mencionan específicamente para que miembros de la familia estaban dirigidos, los cuales son descritos a continuación.

### **2.5.2.1 Asíncronos**

Como sistema asíncrono se encontró The Hug (DiSalvo et al., 2003), como un dispositivo háptico afectivo que apoya la comunicación íntima entre los miembros de una familia al enviar y recibir abrazos. Funciona por medio de vibraciones, cambio de temperatura, incorpora luces y permite la comunicación de voz inalámbrica. Además, cuenta con una red de conexión privada. eMoto (Sundström et al., 2007), es un sistema de mensajería emocional para teléfonos celulares que consiste en interpretar y transmitir el estado afectivo del usuario por medio de mensajes de texto multimedia. Shake2Talk (Brown & Williamson, 2007), también es un sistema de mensajería para móviles que permite a los usuarios crear y enviar mensajes audio-táctiles multimodales por medio de interacciones de gestos.

### **2.5.2.2 Síncronos**

Entre los sistemas síncronos se pudo identificar Huggy Pajama (Teh et al., 2008), el cual es un sistema háptico afectivo para fortalecer la comunicación entre padres e hijos separados por la distancia. Está compuesto por dos dispositivos: una muñeca para enviar toques y abrazos, y un pijama que simula la sensación de haber recibido un abrazo al generar una presión en el cuerpo del usuario, un cambio de temperatura y desplegar patrones de colores para comunicar expresiones e indicar la distancia entre cada usuario. EMBody (Yavuz et al, 2015), integra un conjunto de sistemas (SoundPad, SkinDep y Hand Muff) compuestos de sensores, procesadores y actuadores que constan de dos dispositivos vestibles usados por personas separadas. Los sensores de tacto y presión detectan, procesan y transmiten los gestos de quien lo usa a los actuadores del otro dispositivo, los cuales son reproducidos de forma táctil, auditiva o visual. ComTouch (Chang et al., 2002), este sistema permite enriquecer la comunicación de voz remota, agregándole tacto. El cual convierte una presión de la mano en

diferentes tipos de intensidad de vibración, su objetivo es complementar la comunicación de voz interpersonal con un canal táctil.

### 2.5.3 Abuelos y nietos

Respecto a los sistemas de comunicación entre abuelos y nietos únicamente se encontró SINCOM (Rodríguez et al., 2015), este es un sistema creado para la comunicación síncrona y asíncrona. Es una herramienta de comunicación simple e intergeneracional que incorpora las necesidades y preferencias de comunicación de abuelos y nietos que viven separados. Sus principales características son: permite la comunicación sin la vigilancia de los padres y cuenta con actividades recreacionales para generar temas de conversación entre ellos.

Como se pudo ver, existen varios dispositivos que se enfocan en fortalecer y apoyar la comunicación entre seres queridos que se encuentran separados geográficamente, en la Tabla 2.2 se presenta un resumen de los dispositivos, resaltando sus diferencias.

**Tabla 2.2.** Organización de los dispositivos para la comunicación entre seres queridos separados geográficamente.

Dispositivo	Usuarios	Tipo de comunicación	Estímulo
SINCOM	Abuelos y nietos	Síncrono y asíncrono	Auditivo y visual
Touch Trace Mirror	Parejas	Asíncrono	Táctil y visual
Flex-N-Feel	Parejas	Asíncrono	Táctil (vibración y fuerza)
Hug Over a Distance	Parejas	Asíncrono	Auditivo, visual y táctil (fuerza)
Matchmaker	Parejas	Síncrono	Auditivo, visual y táctil
YourGloves, HotHands y HotMits	Parejas	Síncrono	Táctil (temperatura y fuerza)
iFeel_IM	Parejas	Síncrono	Auditivo, visual y táctil (temperatura y fuerza)
Heart2Heart	Parejas	Síncrono	Auditivo, visual y táctil
The Hug	Otros	Asíncrono	Auditivo y táctil (temperatura y vibración)
eMoto	Otros	Asíncrono	Visual
Huggy Pajama	Padres e hijos	Síncrono	Auditivo y táctil (temperatura)
EMbody	Otros	Síncrono	Auditivo, visual y táctil
Shake2Talk	Parejas, padres e hijos, otros	Asíncrono	Auditivo y táctil (vibración)

Estos presentan algunas ventajas y desventajas que permiten identificar un área de oportunidad, donde se puede incidir en el área. Los dispositivos que se encontraron en esta investigación se enfocan en fortalecer la comunicación entre los diferentes miembros de una familia; sin embargo, la mayoría de ellos se enfocan en la relación de pareja o padres e hijos, dejando a un lado la relación abuelo-nieto, aun cuando los abuelos y nietos dedican tiempo para comunicarse a través de estos dispositivos, la comunicación sigue requiriendo un esfuerzo adicional por parte de los abuelos o padres para atraer la atención de los niños (Forghani, 2013).

## **2.6 Escenario de uso**

Para describir el escenario de uso se consideraron los patrones de comunicación descritos en la sección 2.2.3.1 de este capítulo. En el siguiente escenario se expone un ejemplo sobre la situación que viven los abuelos y nietos al comunicarse cuando se encuentran separados geográficamente:

La señora Carmen es una persona de la tercera edad que vive en un pueblo de Zacatecas ubicado en México, uno de los estados con mayor índice migratorio del país. Ella vive con su esposo y con la esperanza de algún día poder volver a ver en persona a sus hijos que viven en Estados Unidos, los cuales se vieron en la necesidad emigrar en busca de un mejor trabajo y oportunidades de vida. Los hijos de la señora Carmen son inmigrantes y si salen del país difícilmente podrán volver; además tienen su trabajo y familia ahí. Por otra parte, la señora Carmen y su esposo han intentado sacar su visa para ir a ver su familia pero se las han negado. Ella desea tener una relación más estrecha con sus nietos a pesar de la distancia que los separa y del tiempo de no verlos, ya que no los ve desde que nacieron. Las únicas formas de comunicarse con ellos son a través de las llamadas telefónicas y las videollamadas. Ella les cuenta cuentos cuando se comunican por videollamadas y ellos le platican sobre lo que hicieron en su día; es una forma de hacerles sentir a sus nietos cuanto los ama y extraña. Sin embargo, ella desea poder abrazarlos y besarlos no sólo verlos y escucharlos. Además, le gustaría poder pasar más tiempo y hacerles sentir que siempre está pensando en ellos.

Del escenario previo observamos que la señora Carmen desea tener una relación más estrecha con sus nietos que viven lejos, para lograrlo se apoya en los servicios de telefonía y las TIC's como las videollamadas. Sin embargo, a través de estos medios de comunicación

sólo puede transmitir afecto de forma visual y/o auditiva, dejando a un lado el sentido del tacto.

En diferentes estudios (Hertenstein, 2009; Holladay & Seipke, 2007) se ha demostrado la importancia del uso del tacto para comunicar emociones, ya que es una de las principales necesidades de los abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente. Además, es necesario que los dispositivos permitan la comunicación de manera síncrona y no intrusiva; es decir, que los usuarios puedan intercambiar información en tiempo real y que los dispositivos de comunicación que utilizan no requieran de la totalidad de su atención al usarlos.

La escasa comprensión de los tipos de emociones que pueden compartir los abuelos y nietos limita el desarrollo exitoso de dispositivos de comunicación que apoyen la transmisión de afecto. Un enfoque que ayuda a investigar las emociones que transmiten abuelos y nietos al comunicarse son las señales fisiológicas.

Las señales fisiológicas pueden describir las funciones del cuerpo humano; para detectarlas se utilizan distintos dispositivos dependiendo de la señal que se necesite medir, como electrocardiogramas (ECG), electroencefalografías (EEG), electromiogramas (EMG), presión del volumen sanguíneo (BVP), respuesta galvánica de la piel (GSR), temperatura (TEMP), patrón de respiración (RESP) o fotopletismo (PPG). Se han realizado estudios para demostrar que las señales fisiológicas contienen información relacionada con las emociones. Un ejemplo de estos estudios son los desarrollados por (Picard, 2001), que llevó a cabo un reconocimiento basado en categorías de ocho estados emocionales registrando datos con GSR, EMG, BVP y RESP. Otro estudio realizado presenta el desarrollo de métodos para reconocer los estados emocionales de relajación y estrés de los usuarios registrando seis señales fisiológicas (Hönig et al., 2007). El monitoreo continuo de los datos fisiológicos permite comprender los estados emocionales en el desempeño de la vida diaria y en la salud de las personas. Las emociones influyen en nuestra fisiología, comportamiento y experiencia, debido a que son reacciones involuntarias del cuerpo humano y las personas no pueden controlarlas intencionalmente.

El EMG consiste en registrar los impulsos eléctricos generados por la actividad muscular relacionados con el nivel de contracción, fuerza y tipos de fibras musculares. Para medir los impulsos eléctricos se pueden utilizar electrodos intramusculares o superficiales

que se colocan sobre el músculo a medir (Stern et al., 2001; Corr, 2008). Mientras que las señales RESP han sido de gran utilidad para determinar estados emocionales por medio de patrones respiratorios identificados en los cambios de volumen, tiempo y forma de onda. Los estados emocionales como la excitación presentan una respiración rápida y profunda; el estado de tensión genera una respiración superficial y rápida; mientras que las personas que están en un estado de relajación presentan una respiración profunda y lenta; y la respiración lenta y superficial refleja un estado negativo o de calma (Grossman y Wientjes, 2001; Zhang et al., 2017).

Para entender los estados emocionales nos apoyamos en la teoría del modelo Circumplejo (Russell, 1999) que ayuda a clasificar las emociones en un modelo bidimensional que va desde la dimensión de activación o excitación (con una activación baja a una activación alta) a la dimensión de complacencia o evaluación (que va de lo agradable o positivo a lo desagradable o negativo).

Por esta razón, se busca el apoyo de una tecnología que permita transmitir contacto físico entre personas; como el CVA, que busca reproducir de la manera más real posible las sensaciones de muestras de afecto en tiempo real, permitiendo que la comunicación sea sincrónica, que esté siempre lista para usarse y que no interfiera en las actividades diarias de las personas; apoyando en mantener una relación más estrecha y constante entre abuelos y nietos separados geográficamente.

## **2.7 Características de diseño**

Como parte del primer análisis bibliográfico se identificaron las implicaciones y elementos de diseño que debe contener un prototipo de CVA que apoye la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. De acuerdo con (Siewiorek et al., 2008; Jhajharia et al., 2014), algunas características de diseño para este tipo de tecnologías deben incluir lo siguiente:

1. Los componentes empleados para transmitir una muestra de afecto deben ser fácilmente perceptibles.
2. Las muestras de afecto deben ser fáciles de interpretar y coherentes con las reales.
3. El dispositivo debe estimular la sensación de cercanía entre dos personas al comunicarse.
4. El dispositivo debe fomentar la unión familiar al transmitir muestras de afecto entre seres queridos que se encuentran separados geográficamente.

5. Las muestras de afecto que reproduzca el dispositivo deben apegarse lo más realmente posible a las verdaderas.
6. El dispositivo debe ser móvil para permitir que el usuario pueda enviar y recibir muestras de afecto en cualquier lugar que exista conexión inalámbrica.
7. El dispositivo debe estar siempre listo para usarse, debe recibir las muestras de afecto en el momento que le han sido enviadas y enviarlas en el momento que el usuario lo desee.
8. El dispositivo no debe aislar al usuario del mundo exterior.
9. El dispositivo debe permitir una interacción constante entre el sistema y el usuario sin necesidad de encenderlo o apagarlo en todo momento.
10. El dispositivo se debe ajustar a las tallas de los usuarios para mejorar la percepción de los estímulos que brindan las muestras afecto.
11. El dispositivo debe ser ligero para que no interfiera en el desarrollo de las actividades diarias de los usuarios, y fácil de usar para las diferentes edades de los usuarios.
12. Los cables y componentes electrónicos del dispositivo deben ser flexibles para permitir una mayor movilidad a los usuarios, y deben estar protegidos para lograr una mayor duración de funcionamiento evitando daños electrónicos.
13. El dispositivo debe ser multimodal, es decir, debe proveer distintas formas de enviar y recibir datos que permitan reproducir lo más fielmente las muestras de afecto.
14. El dispositivo debe de tomar en cuenta la estética para que el usuario se sienta cómodo y quiera usarlo.
15. El dispositivo puede recolectar datos por medio de las instrucciones que elija el usuario.
16. El dispositivo puede desplegar datos considerando las instrucciones que el usuario le ha dado.

## 2.8 Hallazgos

Por medio de una revisión bibliográfica se identificaron algunas áreas de oportunidad que pocos dispositivos de CVA consideraron para su diseño y que permiten mejorar la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente:

- *Estímulos táctiles.* Es necesario que los dispositivos para comunicación a distancia brinden estímulos táctiles por medio de diferentes modalidades como vibraciones, temperatura o fuerza; además de los estímulos visuales y auditivos. Esta necesidad fue explicada en la sección 2.6.
- *Tipo de comunicación.* Un dispositivo de CVA para la comunicación a distancia debe permitir la comunicación síncrona y asíncrona adaptándose a las necesidades del

usuario. En la actualidad son muy pocos los sistemas que incorporan esta característica. Esta información se puede apreciar en la Tabla 2.2.

- *Área de aplicación.* Se identificó como área de aplicación el diseño de dispositivos de CVA que apoyen la comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente; ya que en la revisión de literatura sólo se encontró un dispositivo diseñado específicamente para fortalecer la comunicación entre este tipo de usuarios, estimulando los sentidos auditivo y visual únicamente. Esta información se puede apreciar en forma resumida en la Tabla 2.2.

Por esta razón, es importante resaltar la necesidad de desarrollar dispositivos síncronos y asíncronos que estimulen los sentidos visual, auditivo y táctil en sus diferentes modalidades para enriquecer la comunicación entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente.

Hasta este punto se han atendido las preguntas de investigación: ¿Cuáles son los patrones de comunicación en las relaciones de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente? y ¿qué características debe cumplir un prototipo de CVA para reconocer, interpretar, procesar y demostrar afecto?

Con base en el entendimiento adquirido sobre la necesidad de comunicar afecto entre los integrantes de una familia, principalmente en la relación abuelo-nieto y en los hallazgos planteados en este capítulo, se cuenta con los elementos necesarios para iniciar con el diseño un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto. Por ello, es necesario abordar en el siguiente capítulo la pregunta: ¿Cómo se pueden transmitir muestras de afecto a través del CVA para abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente?

## **2.9 Resumen del capítulo**

En este capítulo se ha dado una descripción de los principales conceptos teóricos involucrados en el diseño de un prototipo de CVA, que fueron la base para comprender e identificar el problema de investigación; además se han descrito una serie de trabajos relacionados con la comunicación entre seres queridos separados geográficamente. Como parte de los resultados de este capítulo se obtuvo lo siguiente:

- Se identificaron los patrones de comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente.

- Se presentó la descripción de un escenario de uso para resaltar la necesidad de diseñar dispositivos de CVA que permitan transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente.
- Se identificaron las características de diseño que debe tener un dispositivo de CVA que permita la transmisión de muestras de afecto.
- Se presentaron una serie de trabajos relacionados para la comunicación entre seres queridos separados geográficamente.

# Capítulo 3

## **Diseño, desarrollo y evaluación de un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto**

Uno de los objetivos de este trabajo de tesis es el diseño y desarrollo de un prototipo de CVA para transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. Tomando en cuenta los resultados de la revisión de literatura, a través de la cual se identificaron los patrones de comunicación entre abuelos y nietos, el escenario de uso y las características de diseño presentados en el Capítulo 2. En este capítulo se presenta un primer diseño y desarrollo de un prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto. Además, se describe el proceso de su evaluación y los resultados obtenidos en cuanto a la evocación y fidelidad de las muestras de afecto.

### **3.1 Diseño**

Considerando la descripción del escenario de uso y las características de diseño presentadas en el Capítulo 2, se diseñó un prototipo físico de CVA que permitiera la transmisión de muestras de afecto. Es importante mencionar que sólo se tomaron en cuenta las características que eran necesarias para diseñar el prototipo, con el objetivo de que fuera funcional; obteniendo así, la primera iteración de la metodología de investigación. Las características de diseño que se tomaron en cuenta se muestran en la Tabla 3.1.

Con base en estas características y en los patrones de comunicación identificados previamente, se diseñaron algunas formas en las que se puede demostrar afecto por medio de diferentes estímulos, los cuales tratan de simular muestras de afecto. Se seleccionaron cuatro muestras de afecto que fueran más representativas entre los abuelos y nietos; como la sensación de recibir un abrazo, el envío de un beso, la sensación de recibir una palmada en el hombro y la sensación de recibir cosquillas en el abdomen. Además, estas muestras de afecto seleccionadas tenían la característica de poder representarse en el dispositivo vestible

a través de diversos actuadores, tales como: servomotores, motorreductores y motores vibradores.

**Tabla 3.1.** Características de diseño consideradas para el desarrollo del prototipo de CVA.

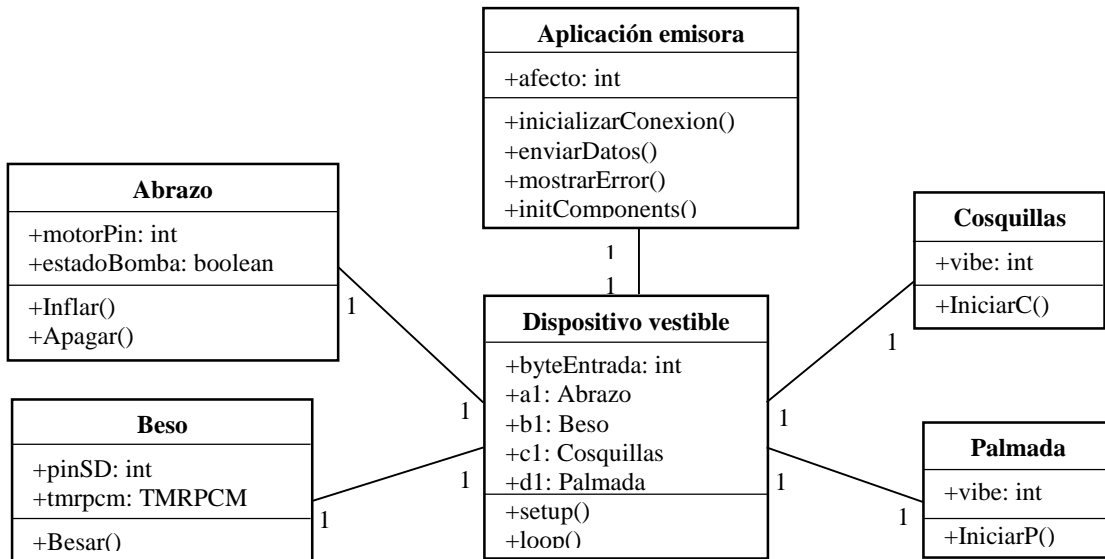
<b>Características de diseño</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. El dispositivo debe desplegar datos.</li><li>2. El dispositivo se debe ajustar a las tallas de los usuarios.</li><li>3. Los componentes empleados para transmitir una muestra de afecto deben ser fácilmente perceptibles por los usuarios.</li><li>4. Las muestras de afecto deben ser fáciles de interpretar y coherentes con las reales.</li><li>5. El dispositivo debe permitir estimular la sensación de cercanía entre dos personas al comunicarse.</li><li>6. El dispositivo debe fomentar la unión familiar.</li><li>7. Las muestras de afecto que reproduzca el dispositivo deben apegarse lo más real posible a las verdaderas.</li><li>8. El dispositivo debe estar siempre listo para usarse.</li><li>9. El dispositivo debe permitir una interacción constante entre el sistema y el usuario sin necesidad de encenderlo o apagarlo en todo momento.</li></ol>

### **3.1.1 Diseño de bajo nivel**

El diseño del prototipo inicia con la descripción de un modelo abstracto de la funcionalidad del prototipo con los usuarios finales, para modelar el comportamiento hacemos uso de la notación del Lenguaje Unificado de Modelado (UML, por sus siglas en inglés, Unified Modeling Language). Con base en dicha descripción se elaboraron los diagramas de casos de uso para indicar la interacción del prototipo con los usuarios y los dispositivos. Este capítulo presenta la descripción de los diagramas de secuencia, mientras que en el Apéndice A se presentan los diagramas de casos de uso con su descripción, el diagrama de clases, los diagramas de estado y los diagramas de circuitos con la descripción de los componentes electrónicos utilizados para reproducir las muestras de afecto.

#### **3.1.1.1 Diagrama de clases**

Los diagramas de clases permiten visualizar el conjunto de clases, objetos, atributos y relaciones entre ellos para diseñar un modelo estático del prototipo de CVA. (Ver Figura 3.1).



**Figura 3.1.** Diagrama de clases del prototipo de CVA.

### 3.1.1.2 Diagramas de secuencia

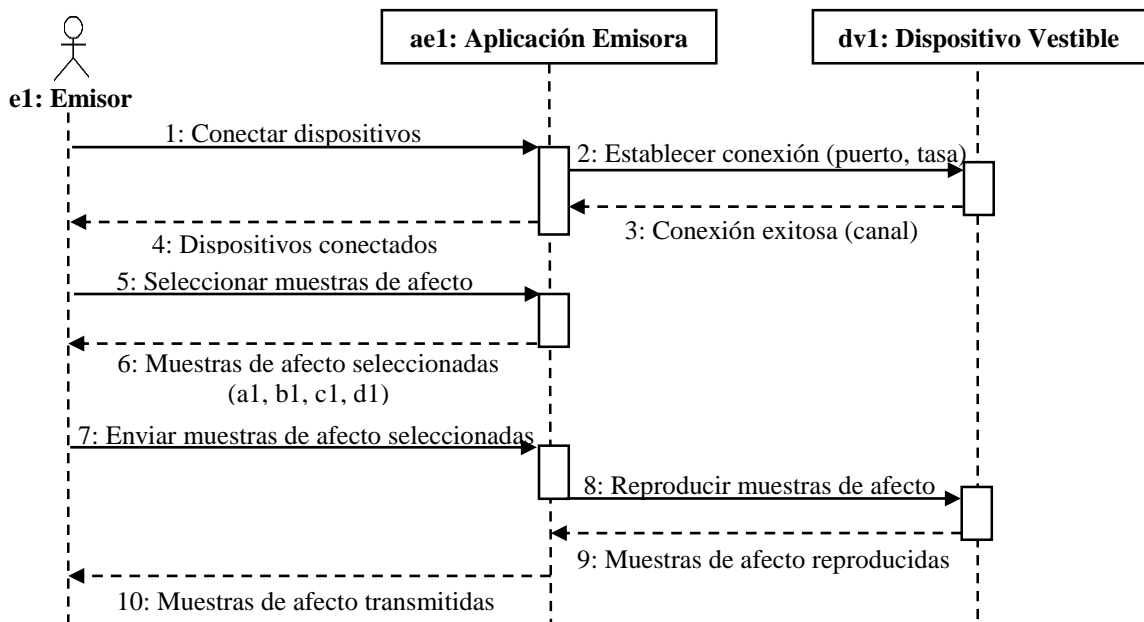
Para complementar la información de los diagramas de casos de uso se diseñaron los diagramas de secuencias, que ayudaron a identificar la interacción de los objetos del prototipo de CVA a través del tiempo. El flujo de control del prototipo es modelado visualmente por medio de estos diagramas.

#### 3.1.1.2.1 Transmitir muestras de afecto

El proceso de transmitir muestras de afecto se realiza en la aplicación emisora; cumple la función de hacer llegar al usuario receptor las muestras de afecto que le fueron enviadas. La Figura 3.2 muestra el diagrama de secuencia que permite ilustrar la funcionalidad de transmitir muestras de afecto utilizando la aplicación emisora del prototipo de CVA, la secuencia inicia cuando:

1. El usuario emisor desea transmitir muestras de afecto al usuario receptor, presionando la opción “conectar” desde la aplicación emisora para enlazar ambos dispositivos.
2. La aplicación emisora busca establecer conexión con el dispositivo vestibible.
3. Una vez que se ha establecido la conexión el dispositivo vestibible envía un mensaje de confirmación a la aplicación emisora.
4. La aplicación emisora despliega en la pantalla un mensaje para indicarle al emisor que los dispositivos se han conectado.

5. El usuario emisor selecciona en la aplicación emisora las muestras de afecto que desea transmitir.
6. En la aplicación emisora se visualizan las muestras de afecto que ha seleccionado el usuario emisor.
7. El usuario emisor presiona el botón de “enviar” en la aplicación emisora.
8. El dispositivo vestible reproduce las muestras de afecto que fueron enviadas desde la aplicación emisora.
9. El dispositivo vestible confirma a la aplicación emisora que las muestras de afecto han sido reproducidas.
10. La aplicación emisora informa al usuario emisor que las muestras de afecto han sido transmitidas.



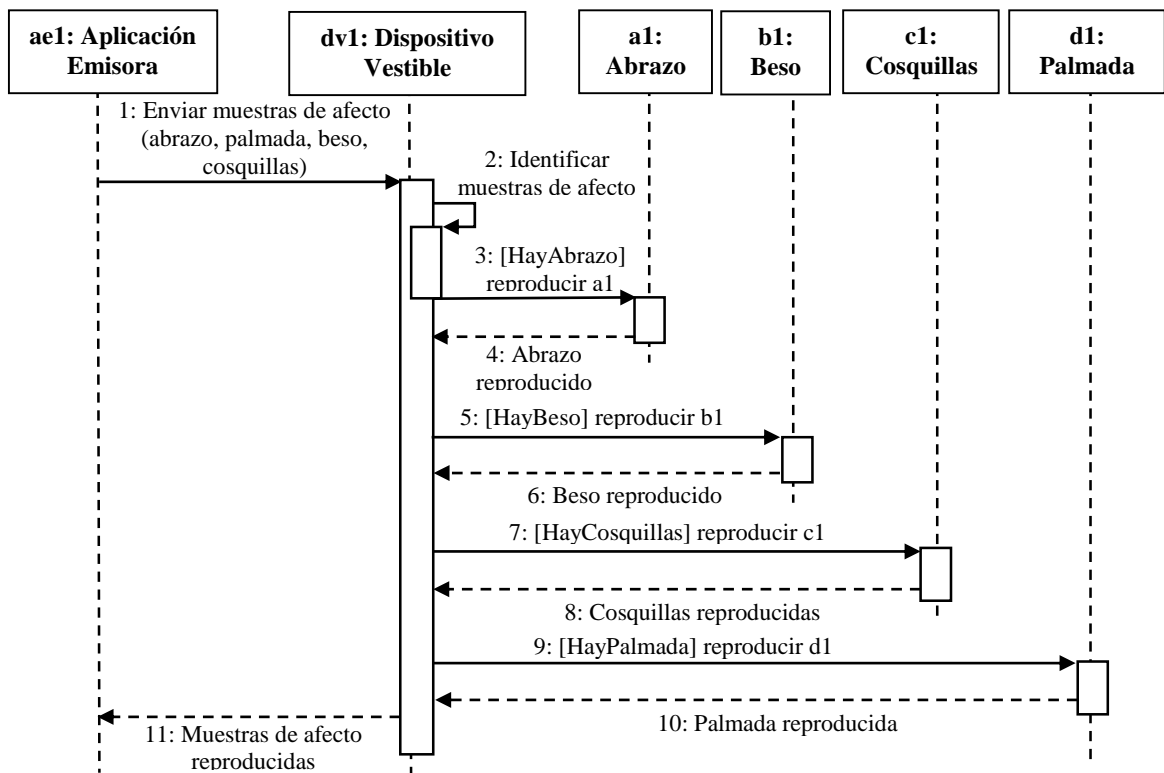
**Figura 3.2.** Diagrama de secuencia del caso de uso “Transmitir Muestras de Afecto”.

### 3.1.1.2.2 Reproducir muestras de afecto

El proceso de reproducir muestras de afecto se realiza en el dispositivo vestible; tiene como objetivo reproducir las muestras de afecto que han sido enviadas por el usuario emisor (ver Figura 3.3). La secuencia de las acciones necesarias para reproducir las muestras de afecto es la siguiente:

1. La secuencia inicia cuando el usuario emisor ha enviado las muestras de afecto, haciéndoselo saber al dispositivo vestible.

2. El dispositivo vestible identifica la cantidad y orden de las muestras de afecto que le han sido enviadas.
3. El dispositivo vestible verifica la información correspondiente a las muestras de afecto que le han llegado para posteriormente reproducirlas.
  - a1. Si el dispositivo vestible ha recibido la información sobre el envío de la muestra de afecto abrazo, debe de llevar a cabo la acción de reproducirla.
  - b1. Si el dispositivo vestible ha recibido la información sobre el envío de la muestra de afecto palmada en el hombro, debe de llevar a cabo la acción de reproducirla.
  - c1. Si el dispositivo vestible ha recibido la información sobre el envío de la muestra de afecto beso, debe de llevar a cabo la acción de reproducirla.
  - d1. Si el dispositivo vestible ha recibido la información sobre el envío de la muestra de afecto cosquillas en el abdomen, debe de llevar a cabo la acción de reproducirla.
4. La secuencia finaliza cuando el dispositivo vestible ha reproducida todas las muestras de afecto que le han sido enviadas.

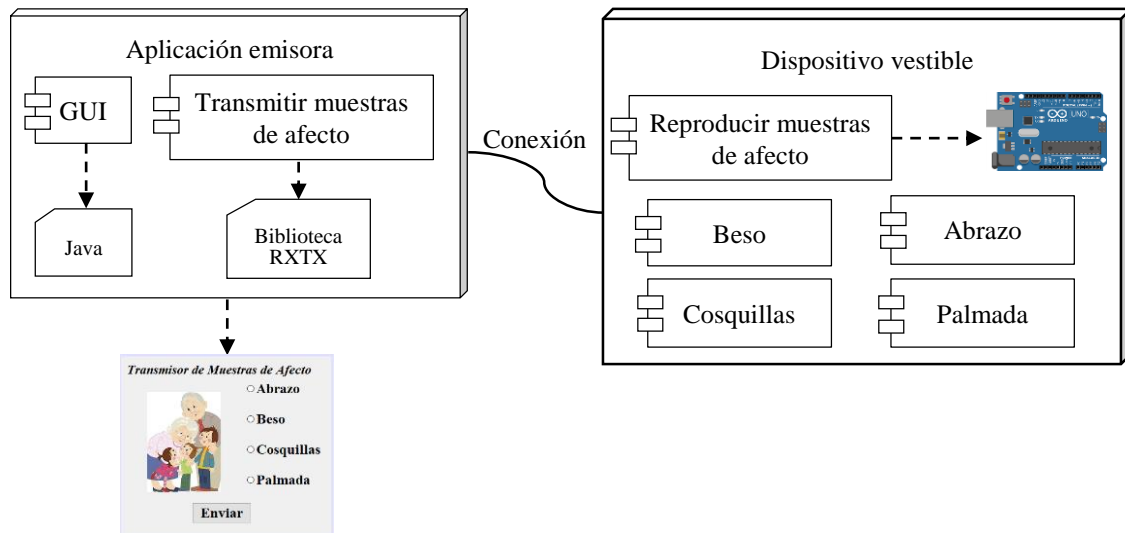


**Figura 3.3.** Diagrama de secuencia del caso de uso “Reproducir Muestras de Afecto”.

## 3.2 Desarrollo

La función del prototipo es la transmisión y evocación de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente con el objetivo de estimular la sensación de cercanía y unión familiar. Esta primera versión del prototipo es utilizada entre dos usuarios, un emisor y un receptor. El emisor como su nombre lo indica es el responsable de generar y emitir las muestras de afecto, mientras que el receptor es el responsable de recibirlas e interpretarlas.

La aplicación emisora es simulada en un entorno computarizado permitiéndole al usuario emisor seleccionar las muestras de afecto a enviar al usuario receptor. El dispositivo vestible reproduce las muestras de afecto que son enviadas desde la aplicación emisora. Este prototipo reproduce cuatro muestras de afecto: abrazos, besos, cosquillas en el abdomen y palmada en el hombro. Para su funcionamiento es necesario establecer una conexión entre la aplicación emisora y el dispositivo vestible permitiendo una comunicación entre ambos. La Figura 3.4 muestra la arquitectura del primer prototipo.



**Figura 3.4.** Arquitectura del prototipo de CVA.

### 3.2.1 Aplicación emisora

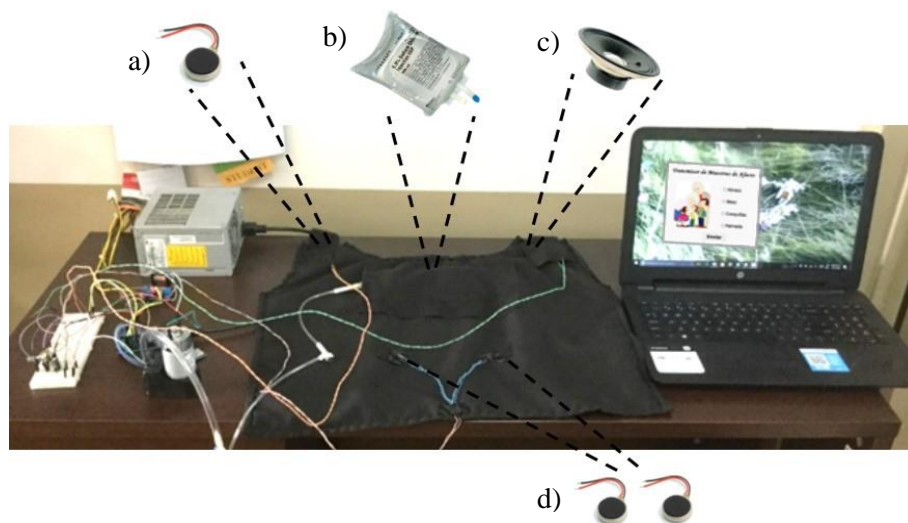
La aplicación emisora funciona sobre un equipo de escritorio, esta fue desarrollada utilizando el lenguaje de programación Java y emplea la biblioteca RXTX para comunicarse con una placa Arduino UNO. La aplicación permite seleccionar las muestras de afecto por medio de una interfaz gráfica de usuario (ver Figura 3.5) y ser enviadas al presionar el botón correspondiente.



**Figura 3.5.** Captura de pantalla de la aplicación emisora.

### 3.2.2 Dispositivo vestible

El dispositivo vestible fue desarrollado como un chaleco, con la intención de colocarlo sobre la ropa del usuario y poder ajustarse con velcros a las diferentes tallas (ver Figura 3.6). Para reproducir el abrazo se utilizó una bolsa que era inflada por medio de una bomba de aire, permitiendo ejercer una presión sobre el pecho del usuario simulando que había recibido un abrazo. Para la representación del beso se utilizó el audio de un beso que fue reproducido por medio de una bocina colocada a la altura del hombro derecho del dispositivo vestible. Para representar la palmada se utilizó una secuencia de dos vibraciones en el hombro izquierdo a través de un mini motor vibrador. Por último, para representar las cosquillas se utilizó una secuencia de vibraciones utilizando dos mini motores vibradores colocados a la altura del abdomen. Estos componentes fueron controlados por medio de un Arduino UNO, al cual se le programaron instrucciones para activar cada uno de ellos.



**Figura 3.6.** Dispositivo de CVA, primer prototipo; a) representación de la palmada, b) representación del abrazo, c) representación del beso, d) representación de las cosquillas.

### 3.3 Evaluación

Se realizó una evaluación preliminar utilizando el prototipo de CVA con el objetivo de identificar si era posible evocar muestras de afecto a través de los estímulos que brinda el prototipo y conocer la fidelidad con la que fueron percibidas por los participantes.

#### 3.3.1 Hipótesis

Para guiar el proceso de evaluación del prototipo de CVA se estableció la siguiente hipótesis nula ( $H_0$ ) y alternativa ( $H_1$ ):

**$H_0$ :** los estímulos que reproduce el prototipo no son capaces de evocar muestras de afecto independientemente del tipo que sean, es decir, una auditiva (beso) y tres de percepción táctil (abrazo, cosquillas y palmada).

**$H_1$ :** los estímulos que reproduce el prototipo son capaces de evocar muestras de afecto independientemente del tipo que sean, es decir, una auditiva (beso) y tres de percepción táctil (abrazo, cosquillas y palmada).

#### 3.3.2 Variables del experimento

- *Variable independiente.* Para el objetivo de esta evaluación se determinó una sola variable independiente, la muestra de afecto, con cuatro valores posibles: abrazo, beso, cosquillas en el abdomen y palmada en el hombro.
- *Variable dependiente.* Se determinó que la variable dependiente fuera la evocación originada por los estímulos de las muestras de afecto para identificar si los participantes fueron capaces de relacionar el estímulo percibido con la muestra de afecto correspondiente.

#### 3.3.3 Participantes

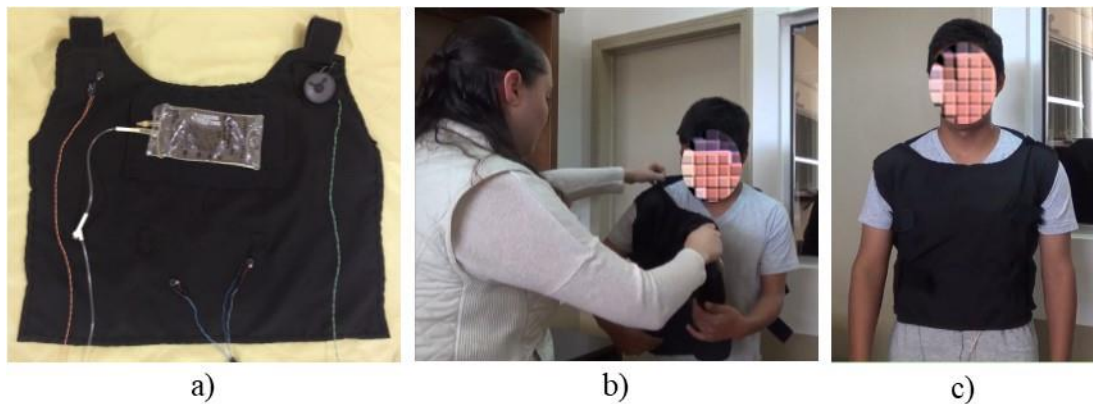
La evaluación involucró a 33 estudiantes universitarios de diferentes carreras; 16 de una universidad pública y 17 de un instituto tecnológico. Su edad promedio fue de 20.5 años (desviación estándar 1.78), 24 hombres y 13 mujeres.

#### 3.3.4 Procedimiento

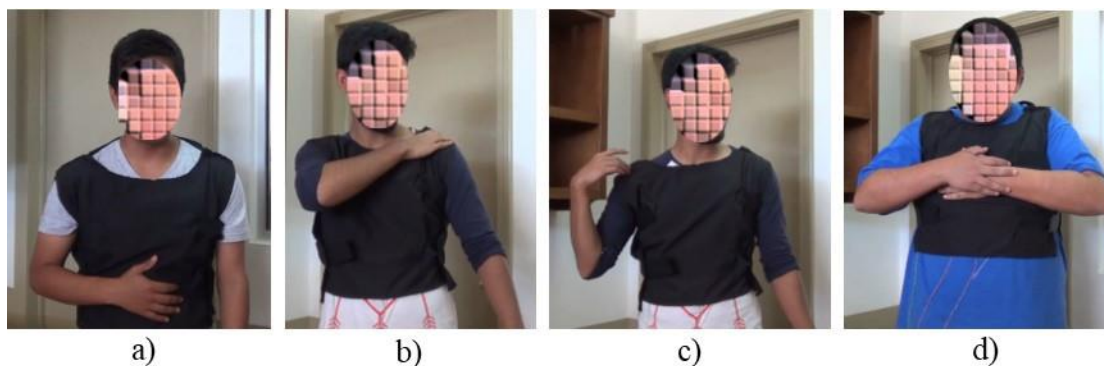
La evaluación se llevó a cabo en un entorno de laboratorio controlado, aplicando a cada uno de los participantes y de forma individual los siguientes pasos: el primero fue colocarles el dispositivo vestible como se muestra en la Figura 3.7. Posteriormente, se les

explicó que durante el desarrollo de la evaluación percibirían vibraciones, una presión sobre el pecho o sonidos que emergerían a través del dispositivo vestibular, sin explicarles que la intención era reproducir muestras de afecto. El siguiente paso fue aplicarle a cada participante las cuatro muestras de afecto (ver Figura 3.8) en tres modalidades diferentes: i) consecutiva, las muestras de afecto fueron reproducidas en los participantes una sola vez y de una en una; ii) tiempo de espera, los participantes recibieron las muestras de afecto de forma consecutiva pero con un tiempo de espera de 5 segundos entre cada una de ellas; y iii) simultánea, a los participantes se le enviaron las cuatro muestras de afecto al mismo tiempo. Al final de cada modalidad se les hicieron preguntas a los participantes con la intención de identificar si lograron percibir algún estímulo y si éstos les evocaron alguna muestra de afecto, y en este caso, cuál.

Al terminar la evaluación se les aplicó un cuestionario de salida para determinar la fidelidad con la que percibieron las muestras de afecto (ver Apéndice B). Por esta razón, se le explicó a cada participante que la intención del prototipo era reproducir y evocar muestras de afecto a través de los estímulos que reproduce el prototipo, también se les mencionó cuáles eran las muestras de afecto que se reproducían.



**Figura 3.7.** Imágenes del procedimiento del experimento, a) dispositivo vestibular utilizado en el experimento, b) colocación y ajuste del dispositivo vestibular a las proporciones del participante y c) el participante con el dispositivo vestibular puesto.



**Figura 3.8.** Ubicación de las 4 muestras de afecto en el dispositivo vestible: a) cosquillas, b) palmada en el hombro, c) beso y d) abrazo.

### 3.4 Resultados y discusión

#### 3.4.1 Evocación de las muestras de afecto

Considerando que las muestras de afecto fueron aplicadas en tres modalidades a cada participante obtuvimos un total de 99 muestras de afecto reproducidas por las 3 modalidades. La Tabla 3.2 muestra un resumen de los resultados que arrojó la evaluación para cada muestra de afecto. Los estímulos que brinda el dispositivo vestible para simular las muestras de afecto abrazo y beso evocaron el 57.57% (57/99) y el 53.53% (53/99) de las veces, respectivamente; mientras que los estímulos para simular las muestras de afecto cosquillas y palmada evocaron el 19.19% (19/99) y el 3.03% (3/99) de las veces, respectivamente. Los datos de la columna “Ninguna” significan que no se evocó ninguna muestra de afecto cuando los participantes recibieron los estímulos para cada muestra de afecto respectivamente; la columna “Otras” representa a los participantes que al recibir los estímulos para las muestras de afecto mencionaron que les evocó otra muestra de afecto que no reproducía el prototipo.

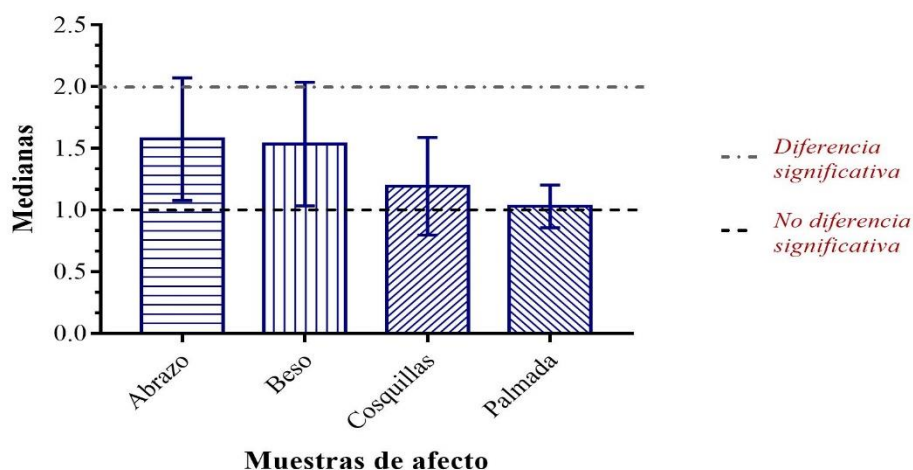
**Tabla 3.2.** Resultados obtenidos del experimento para evocación de las muestras de afecto reproducidas por el prototipo vestible.

Muestra de afecto	SI	NO	
		Ninguna	Otras
Abrazo	57	29	13
Beso	53	46	0
Cosquillas	19	73	7
Palmada	3	85	11

Un primer análisis de los datos utilizando el software Prism 7 arrojó que los datos no estaban normalmente distribuidos. Por esta razón se aplicó un análisis estadístico para datos no paramétricos; además fue necesario investigar qué pruebas no paramétricas permitían comparaciones entre más de dos grupos. Considerando la información obtenida se realizó una prueba Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis, 1952) para comparar los grupos de datos obtenidos por muestra de afecto (abrazo, beso, cosquillas y palmada) y determinar si existía una diferencia estadísticamente significativa (que la diferencia no se deba al azar).

El resultado obtenido para esta prueba fue un valor aproximado de  $p = 0.0001$  ( $p < 0.05$ ), lo cual da lugar a aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula. Por lo tanto se puede decir que sí existe una diferencia significativa entre los estímulos que reproduce el prototipo para evocar muestras de afecto independientemente del tipo que sean (i.e. auditivas o táctiles).

La Figura 3.9 representa las medianas y desviaciones estándar para cada muestra de afecto; interpretando el valor 1 de la media como: “No existe diferencia significativa” y el valor 2 como “Sí existe diferencia significativa” entre las muestras de afecto. El abrazo y el beso presentaron una mediana por arriba de 1.5, mientras que cosquillas y palmada presentaron una mediana de casi 1. Esto quiere decir que no se encontró diferencia significativa en cuanto a la evocación para los estímulos de un abrazo contra un beso, y de cosquillas contra palmada; pero si hay una diferencia significativa en cuanto a la evocación de los estímulos para las muestras de afecto beso y abrazo con cosquillas y palmada. Además, la muestra de afecto que menos se evocó fue la palmada en el hombro.



**Figura 3.9.** Resultados de las medianas y desviaciones estándar para cada muestra de afecto.

### 3.4.2 Fidelidad de las muestras de afecto

En la Tabla 3.3 se muestran los resultados obtenidos del cuestionario de salida que cada participante respondió en cuanto a su percepción de la fidelidad de las muestras de afecto reproducidas en el dispositivo vestible. Cada participante calificó las cuatro muestras de afecto con una escala Likert de 5 puntos, con los valores correspondientes a: Nada = 0, Poco = 1, Suficientemente real = 2, Real = 3 y Muy real = 4.

**Tabla 3.3.** Resultados del cuestionario de salida.

	<b>Abrazo</b>	<b>Beso</b>	<b>Cosquillas</b>	<b>Palmada</b>
<b>Nada</b>	9.09 %	12.12 %	18.18 %	30.30 %
<b>Poco</b>	18.18 %	12.12 %	27.27 %	24.24 %
<b>Suficientemente real</b>	33.33 %	15.15 %	18.18 %	21.21 %
<b>Real</b>	36.36 %	24.24 %	30.30 %	18.18 %
<b>Muy real</b>	3.03 %	36.36 %	6.06 %	6.06 %

Al analizar los datos de la Tabla 3.3 se observa el porcentaje de participantes que asociaron los estímulos producidos por el dispositivo vestible con cada muestra de afecto como un estímulo real. La muestra de afecto mejor calificada por los participantes fue el beso, calificada por 25 de 33 (75.7%) participantes como suficientemente real, real o muy real. Una posible explicación es que era reproducida de forma auditiva, y fue más fácil percibir e identificar un sonido que un estímulo táctil (Gescheider, 1970).

La muestra de afecto con estímulo táctil (abrazo, cosquillas y palmada) mejor calificada fue el abrazo; calificada por 24 de 33 (72.7%) participantes como suficientemente real, real o muy real. Para la muestra de afecto cosquillas 18 participantes de 33 (54.5%) la percibieron como suficientemente real, real o muy real. Por último, la muestra de afecto palmada en el hombro, sólo 15 de 33 participantes (45.4%) la calificaron como suficientemente real, real o muy real; siendo ésta la muestra de afecto con menor calificación. Una posible explicación de que la muestra de afecto abrazo haya obtenido una calificación mayor que las otras muestras de afecto con estímulo táctil fue por la zona y forma en que reproducía el estímulo. De acuerdo a la literatura, el torso es una zona que cuenta con una gran cantidad de mecanorreceptores, particularmente sensible a los cambios de presión ejercidos sobre él (Jones et al., 2004). Además, fue representada con una presión en el pecho,

mientras que las cosquillas en el abdomen y la palmada en el hombro fueron a través de vibraciones. Por lo tanto, una posible recomendación con base en este resultado sería rediseñar la forma en que las cosquillas y la palmada se representan en el dispositivo vestible, para hacerlas más perceptibles.

Finalmente, en (Mansson & Booth-Butterfield, 2011), se establece que las muestras de afecto que los abuelos más desean transmitir a sus nietos son los abrazos y besos, mientras que para los nietos son los comportamientos afectivos más significativos que reciben de los abuelos. Esta podría ser otra de las razones de porqué los participantes al recibir los estímulos de las muestras de afecto abrazo y beso las asociarán al estímulo de haberlas recibido de forma real.

### **3.5 Conclusiones de la evaluación**

A partir de esta evaluación se encontró que es posible percibir y/o evocar muestras de afecto con el prototipo de CVA. Por otra parte los participantes identificaron que recibir un abrazo o un beso eran las muestras de afecto mejor percibidas y/o evocadas debido a la forma en que fueron diseñadas en el dispositivo vestible y al significado afectivo para los participantes. Mientras que las muestras de afecto cosquillas en el abdomen y palmada en el hombro fueron las menos percibidas y/o evocadas por los participantes, esto se debió posiblemente a la forma en que se diseñaron en el dispositivo vestible. Por lo tanto, se puede concluir que fue posible transmitir muestras de afecto utilizando el prototipo de CVA propuesto para ser utilizado por abuelos y nietos que están geográficamente separados.

Por último, se recomienda que las muestras de afecto cosquillas y palmada sean rediseñadas para que se asemejen más a las reales, de manera que los usuarios puedan percibir las y/o evocarlas más apropiadamente.

### **3.6 Resumen del capítulo**

A lo largo de este capítulo se ha presentado el proceso de diseño y desarrollo del prototipo de CVA. Presentando aspectos como la forma de transmitir y reproducir las muestras de afecto por medio del prototipo y el desarrollo de una aplicación emisora que permite enviar las muestras de afecto y de un dispositivo vestible que reproduce tales muestras de afecto. Asimismo, se presentan los resultados de una evaluación formativa que

permitió identificar los resultados obtenidos de cada etapa de la metodología de investigación, y aplicarlos en la siguiente versión del prototipo.

En el siguiente capítulo se describe a detalle el proceso para el rediseño del prototipo de CVA y se explica el diseño del experimento para la evaluación del prototipo rediseñado. También se presentan los resultados obtenidos que permitirán dar respuesta a las preguntas de investigación que se encuentran planteadas en el Capítulo 1: ¿Cuál es la fidelidad con la que se perciben las muestras de afecto con el prototipo de CVA?, ¿Qué usabilidad presenta el prototipo de CVA para transmitir muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente?, ¿Qué tan útil y fácil de usar es el prototipo de CVA para la demostración de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente?, ¿Cuáles son los cambios psicofisiológicos de los abuelos y nietos al recibir ciertas muestras de afecto desde el prototipo de CVA? .

# Capítulo 4

## **Rediseño, desarrollo y evaluación del prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente**

En el Capítulo 3 se presentaron los resultados obtenidos a partir de la primera iteración de la metodología que ayudaron a identificar, diseñar y desarrollar una primera versión de un prototipo de CVA, además de realizar una evaluación preliminar que permitió determinar la evocación de las muestras de afecto y la percepción de fidelidad. Estos resultados mostraron que era posible evocar muestras de afecto con el prototipo; sin embargo las muestras de afecto requerían ser rediseñadas de manera que fueran más parecidas a las reales.

Considerando los resultados de la primera evaluación, en este capítulo se presenta una segunda iteración de la metodología permitiendo rediseñar la arquitectura del prototipo en cuanto a la aplicación emisora, el dispositivo vestible, el tipo de conexión y las muestras de afecto para que se asemejaran más a las reales y que los participantes pudieran percibir las de mejor manera.

### **4.1 Rediseño del dispositivo vestible**

La apariencia del dispositivo vestible fue modificada, sin embargo se siguió respetando el criterio de ser un chaleco que se pudiera colocar sobre la ropa de los usuarios y adaptarse a las distintas tallas. Al igual que el primer prototipo, esta segunda versión contiene diferentes actuadores que son controlados por un Arduino UNO para reproducir las cuatro muestras de afecto que son enviadas desde la aplicación emisora.

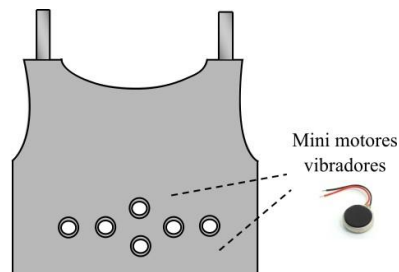
Con base en los resultados de la evaluación del primer prototipo se propuso rediseñar las muestras de afecto “cosquillas en el abdomen” y “palmada en el hombro”, las cuales fueron menos percibidas y/o evocadas como reales por los usuarios. También se rediseñó la

muestra de afecto “abrazo”, debido a que la forma en que fue reproducida en el dispositivo vestible era utilizando una bomba de vacío que provocaba mucho ruido al encenderse, lo cual desconcertaba a los participantes en algunos casos.

#### 4.1.1 Cosquillas en el abdomen

La muestra de afecto cosquillas en el abdomen fue representada por medio de vibraciones. Se utilizaron seis mini motores vibradores comerciales, que fueron colocados en el dispositivo vestible a la altura del abdomen del usuario, provocando en el usuario receptor la sensación de recibir cosquillas en el abdomen (ver Figura 4.1).

Para la distancia de separación entre los seis motores vibradores se consideró que el abdomen cuenta con un umbral de detección de dos puntos de 48 mm (Hatzfeld & Kern, 2014); por lo tanto, la distancia de separación entre los motores vibradores fue de 6 cm, con el objetivo de que el usuario perciba las seis vibraciones por separado. Además, se tomó en cuenta la frecuencia de las vibraciones; debido a que en (Hatzfeld & Kern, 2014) explican que las vibraciones a altas frecuencias y muy rápidas producen mejores sensaciones y no dejan a la piel entrar en fase con la vibración. Por esta razón, las vibraciones para los seis motores vibradores fueron de alta frecuencia y rápidas, tratando de provocar cosquillas en el usuario.

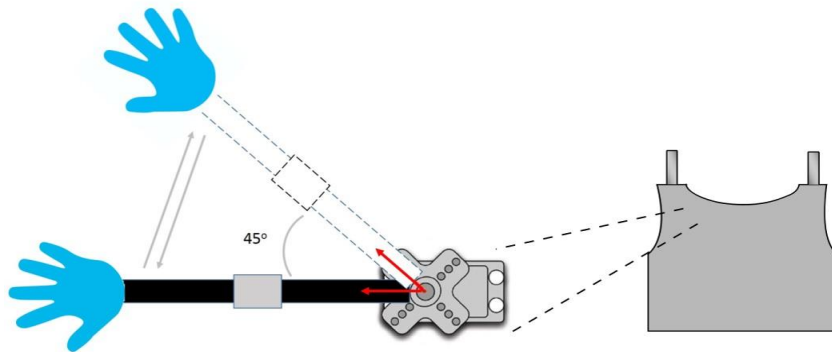


**Figura. 4.1.** Ubicación de los actuadores para las cosquillas en el abdomen.

#### 4.1.2 Palmada en el hombro

Esta muestra de afecto fue representada por un objeto de plástico con apariencia de mano humana a escala; la cual fue adaptada a un servomotor y colocada en la parte de atrás del dispositivo vestible. Para el movimiento de la mano se utilizó un servomotor HS 422, el cual está configurado para realizar movimientos de arriba abajo con 2 grados de libertad y con un ángulo de 45°; provocando ligeros golpes en el hombro del receptor para dar la sensación de haber recibido palmadas en el hombro de forma real (ver Figura 4.2). Una

ventaja de representar la palmada con una ligera presión sobre el hombro, es que la zona que se desea estimular es parte del torso, la cual es sensible a presiones; debido a que contiene una multitud de mecanorreceptores (Hatzfeld & Kern, 2014), permitiendo una mejor percepción de dicho estímulo.



**Figura 4.2.** Ubicación del actuador para la palmada en el hombro.

#### 4.1.3 Abrazo

Para representar esta muestra de afecto, se utilizó una correa sobre el dispositivo vestible, ajustándola alrededor del torso del usuario. La correa se enrolla por medio de un motorreductor que se encargaba de tensar un extremo de la correa y ejercer una ligera presión alrededor del torso del usuario, con la intención de provocar la sensación de “rodear con los brazos” y simular haber recibido un abrazo (ver Figura 4.3).



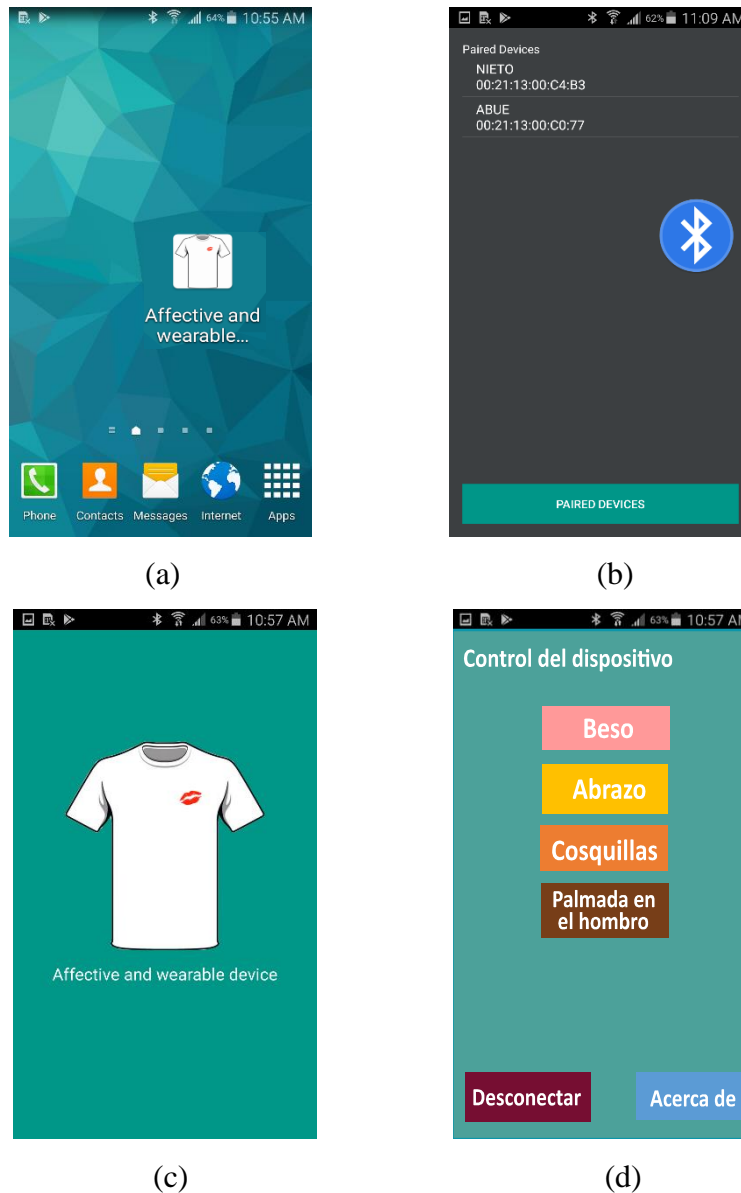
**Figura 4.3.** Ubicación del actuador para el abrazo.

#### 4.1.4 Beso

Para la representación de la muestra de afecto beso, se utilizó un dispositivo externo al dispositivo vestible; debido a que, las bibliotecas necesarias para su ejecución no eran compatibles con las bibliotecas para la conexión Bluetooth entre ambas aplicaciones.

## 4.2 Rediseño de la aplicación emisora

La aplicación emisora fue modificada, pasando de una aplicación que funcionaba sobre una computadora de escritorio a una aplicación móvil sobre un Smartphone con sistema operativo Android. Para ilustrar el procedimiento de inicio de la GUI móvil a continuación se presenta una descripción:

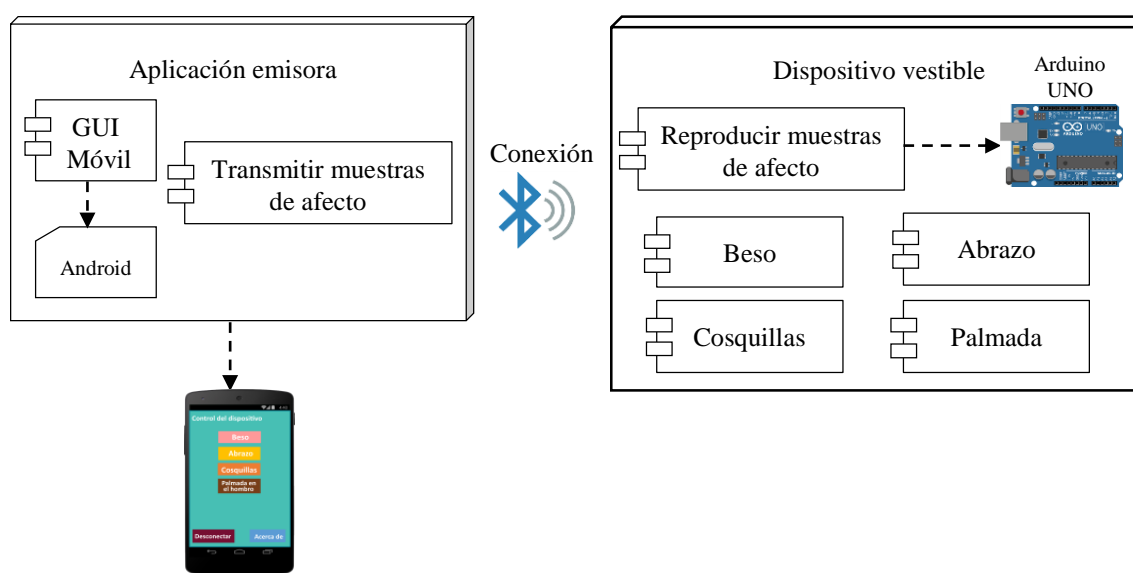


**Figura 4.4.** Capturas de pantalla de la aplicación emisora. (a) ícono de la aplicación emisora, (b) sincronización entre aplicaciones, (c) pantalla de entrada, y (d) GUI de la aplicación emisora.

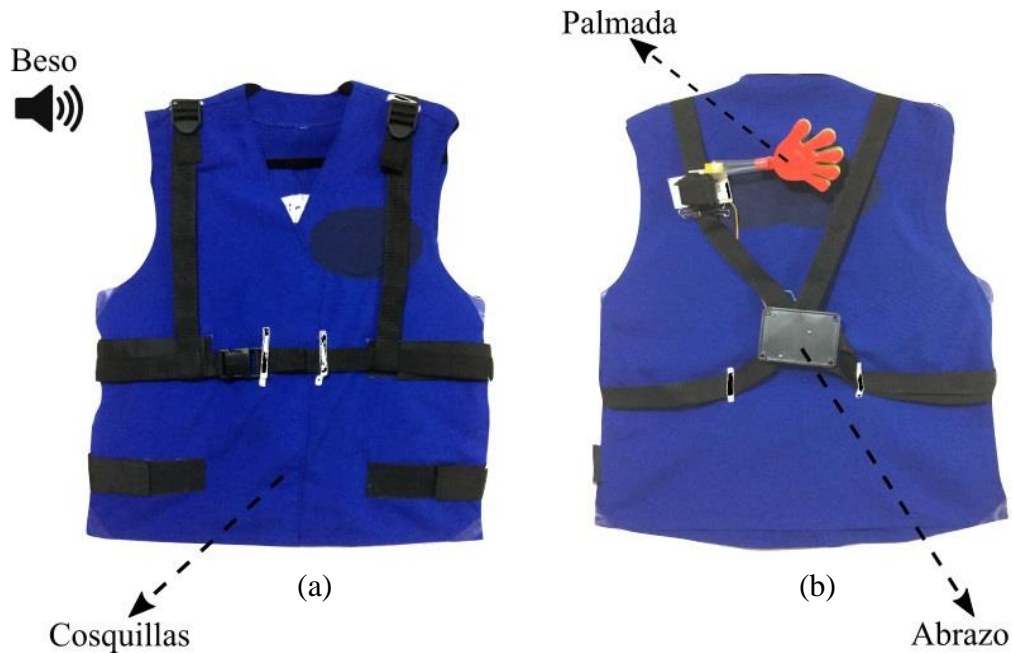
El primer paso es buscar y seleccionar en el Smartphone el ícono correspondiente a la aplicación emisora (ver Figura 4.4a), posteriormente se visualizará una pantalla en la que se debe seleccionar el dispositivo vestible a sincronizar con la aplicación emisora (ver Figura 4.4b). Cuando la conexión se ha establecido correctamente se mostrará un mensaje de verificación y posteriormente aparecerá una pantalla de entrada durante unos segundos (ver Figura 4.4c). Finalmente aparecerá la GUI de la aplicación emisora (ver Figura 4.4d), la cual está integrada por cuatro botones correspondientes a las cuatro muestras de afecto y dos botones adicionales para desconectarse del dispositivo vestible y otro para ver información acerca de los desarrolladores.

### 4.3 Desarrollo

En esta etapa correspondiente a la segunda iteración de la metodología se modificó la conexión entre la aplicación emisora y el dispositivo vestible cambiando a una conexión por Bluetooth, permitiendo eliminar los cables de la versión anterior. La Figura 4.5 muestra la arquitectura actual del prototipo, mientras que en la Figura 4.6 se presentan las fotografías del prototipo con la ubicación de los actuadores para las cuatro muestras de afecto. Además es relevante mencionar que se desarrolló el prototipo completo por duplicado integrando las cuatro muestras de afecto presentadas en la sección 4.1.



**Figura 4.5.** Arquitectura actual del dispositivo de CVA.



**Figura 4.6.** Fotografías del prototipo actual, (a) parte frontal y (b) parte posterior.

## 4.4 Evaluación

El objetivo de esta evaluación fue observar el comportamiento de los participantes al usar el prototipo en un proceso de comunicación entre abuelos y nietos, con la intención de determinar si es posible enriquecer el proceso de comunicación actual empleando el prototipo rediseñado. Para cumplir este objetivo, se realizó una evaluación formativa que nos ayudó a determinar la usabilidad, utilidad y experiencia de usuario; además, de una evaluación psicofisiológica utilizando sensores para analizar los cambios fisiológicos de los participantes al recibir las muestras de afecto abrazo y cosquillas desde el prototipo.

### 4.4.1 Materiales utilizados

#### 4.4.1.1 Software

- *USE 3 Physiolab.* Este software fue utilizado para registrar los cambios fisiológicos por medio del electromiógrafo y pletismógrafo empleando el equipo de biorretroalimentación I-330-C2+.

#### 4.4.1.2 Hardware

- *Electromiógrafo.* Fue utilizado para medir los cambios en el tono muscular abdominal de los participantes al recibir la muestra de afecto “cosquillas” desde el prototipo,

empleando como unidad de medida los mV (milivoltios). Para medir esta actividad se emplearon electrodos superficiales colocados sobre la piel del abdomen de los participantes.

- *Pletismógrafo*. Fue empleado para realizar una Pletismografía, utilizando un sensor de esfuerzo respiratorio que permitiera determinar la amplitud y frecuencia respiratoria de los participantes al recibir la muestra de afecto “abrazo” desde el prototipo.
- *Equipo de biorretroalimentación I-330-C2+*. Fue utilizado para conectar los sensores mencionados anteriormente. Es un dispositivo que permite medir las señales fisiológicas, el cual cuenta con cuatro canales para EMG, ECG, EEG y ocho para TEMP, GSR y RESP.
- *Computadora*. Laptop HP con procesador AMD Quad-Core A10-9600P de 64 bits con 6 GB de memoria RAM y sistema operativo Windows Home 10.

#### 4.4.1.3 Otros

- *Algodón y alcohol*. Fueron utilizados para limpiar la zona donde se colocarían los electrodos, reduciendo la impedancia entre el electrodo y la piel.
- *Gel conductor*. Fue utilizado con el objetivo de mejorar la conductividad y el flujo de corriente entre la piel y el metal del electrodo.
- *Cinta adhesiva*. Fue empleada para fijar los electrodos a la piel de los participantes y evitar que se movieran.

#### 4.4.2 Hipótesis

A continuación se describen las hipótesis nula y alternativa correspondiente a los datos fisiológicos obtenidos al recibir las muestras de afecto “abrazo” y “cosquillas” desde el prototipo de CVA.

**H<sub>0</sub>**: no se presentan diferencias en la respuesta fisiológica medida a través de la amplitud respiratoria y la respuesta muscular abdominal entre la línea base y posterior a la muestra de afecto entregada por el dispositivo vestible.

**H<sub>1</sub>**: la respuesta fisiológica medida a través de la amplitud respiratoria y la respuesta muscular abdominal entre la línea base y posterior a la muestra de afecto entregada por el dispositivo vestible son distintas.

#### 4.4.3 Variables

- *Variable independiente.* Se determinó para esta evaluación que la variable independiente fueran las muestras de afecto con los valores correspondientes a: abrazo, beso cosquillas en el abdomen y palmada en el hombro.
- *Variable dependiente.* La variable dependiente correspondiente a la evaluación es la respuesta fisiológica del participante al recibir las muestras de afecto a través del prototipo.

#### 4.4.4 Participantes

Un total de 10 parejas voluntarias (niño – adulto mayor) participaron en la evaluación, 10 adultos mayores con una edad promedio de 69.8 años (SD 10.96) y 10 niños con una edad promedio de 8.2 años (SD 1.72). Es importante mencionar que para el objetivo de esta evaluación los participantes debían tener una relación de abuelo-nieto. Cada participante fue recompensado con una golosina como premio por la participación en el experimento.

#### 4.4.5 Procedimiento

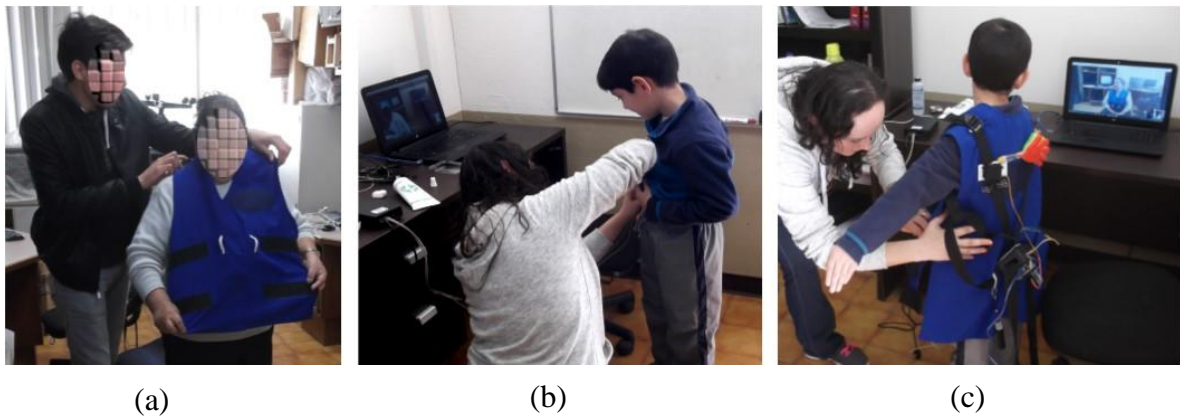
El estudio inició con una reunión informativa en donde se les explicó a los participantes el objetivo de la evaluación y el funcionamiento del prototipo, con la intención de involucrarlos en la necesidad e importancia de mantenerse comunicados cuando se encuentran separados geográficamente. A continuación se procedió a realizar un tamizaje previo a los participantes por separado, para saber el estado de sus signos neurológicos blandos, y asegurar que no presentaran algún problema que les impidiera recibir las muestras de afecto de manera correcta desde el prototipo como criterio de inclusión. A cada pareja se les aplicó el protocolo de valoración de signos neurológicos blandos de la Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI) (Matute et al., 2007), la cual se enfocó únicamente en evaluar la vista, oído y tacto (sentidos necesarios para la recepción de información procedente del prototipo). Esta evaluación se basa en los aciertos que realiza el participante para cada reactivo, cada respuesta correcta se califica con un 2 o 1 y con 0 las respuestas erróneas o ausencias y el puntaje directo se convierte a puntuación escalar. Los resultados de dicha evaluación mostraron que los participantes presentaron una correcta ejecución con respecto a la agudeza visual (media = 0 y desviación estándar = 0), seguimiento visual (media = 0.15

y desviación estándar = 0.366) y extinción visual (media = 0.15 y desviación estándar = 0.366) corrigiendo con el uso de anteojos aquellos que los necesitaban. Para la agudeza auditiva (media = 0.095 y desviación estándar = 0.258) y extinción auditiva (media = 0 y desviación estándar = 0) se encontró que los adultos mayores fueron los que solicitaron en algunos casos una segunda repetición del sonido. Por último se encontró que todos los participantes fueron capaces de percibir sin problema el estímulo táctil que se les proporcionó con respecto a la extinción táctil (media = 0 y desviación estándar = 0). Los resultados de cada actividad se encontraron dentro de las puntuaciones aceptables; por lo que fueron aprobados para el objetivo de esta evaluación. Un segundo criterio de inclusión en el caso de los adultos mayores fue descartar síntomas de depresión mayor, para ello, se aplicó la escala de depresión geriátrica, Test de Yasevage (Yesavage et al., 1982); ya que el estado de ánimo puede llegar a interferir en la percepción de las muestras de afecto que reciben a través del dispositivo. Los resultados indicaron que ninguno de los adultos mayores presentaron algún tipo de depresión, obteniendo puntuaciones dentro de la escala de 0-9 (no depresión); por lo tanto no se presentó la necesidad de descartar a ninguno de ellos.

El procedimiento de la evaluación consistió de las siguientes tres etapas:

- *Etapa 1.* Los participantes fueron ubicados en diferentes salas de laboratorio para colocarles el prototipo. Además, a uno de los participantes se le colocaron sensores para registrar los cambios fisiológicos; un pletismógrafo que fue colocado en el torso del participante para medir la frecuencia y amplitud de la respiración antes, durante y después de recibir la muestra de afecto abrazo desde el dispositivo. Para la muestra de afecto cosquillas se utilizó un electromiógrafo (para evitar la interferencia que pudieran generar los motores vibradores al utilizar el pletismógrafo); el cual fue colocado en el abdomen derecho del participante para registrar los cambios de voltaje de dicho músculo (ver Figura 4.7). El registro de los sensores se realizó en la tercera etapa del experimento. A continuación, se les explicó que en la primera etapa se comunicarían entre ellos a través de una videollamada por computadora, aún no utilizarían el prototipo aunque lo llevaran puesto, sólo era para ir acostumbrándose a él. Las computadoras estaban listas para iniciar la comunicación entre los participantes y el tiempo por videollamada fue de 3 minutos aproximadamente para

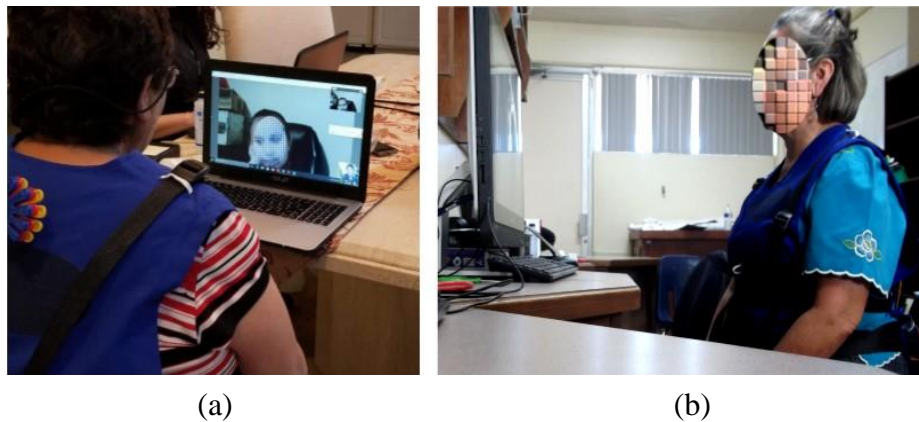
cada pareja, tiempo suficiente para abordar la comunicación y pasar a la siguiente etapa.



**Figura 4.7.** Colocación del dispositivo vestible a los participantes: (a) abuela, (c) nieto y (b) colocación de sensores al nieto.

- *Etapa 2.* El objetivo de esta etapa fue que los participantes se familiarizaran con el prototipo y que se fueran preparando para la tercera etapa de la evaluación; donde utilizarían dicho prototipo como una herramienta para enriquecer la comunicación entre abuelos y nietos. Para ello, se le entregó a cada participante la aplicación emisora para que interactuara con ella. Los participantes sólo sentirían la estimulación creada por su propia interacción enviándose ellos mismos las cuatro muestras de afecto para percibir las. El tiempo de exploración para cada participante fue de tres minutos aproximadamente y de forma libre; es decir, ellos seleccionaban desde el Smartphone la muestra de afecto que querían sentir y el número de veces para reproducirla.
- *Etapa 3.* Se intercambiaron las aplicaciones emisoras de los participantes para que pudieran enviar y recibir las muestras de afecto de su compañero/a. Continuando con la videollamada, se les dieron tres minutos aproximadamente a los participantes para que usaran la aplicación libremente. Después, al participante que no llevara los sensores se le dio un cuento y se le dieron instrucciones de que se lo leyera a su pareja. En el cuento aparecían las cuatro muestras de afecto; se le explicó que cada vez que apareciera una muestra de afecto en el cuento él debería seleccionarla en la aplicación emisora para que la recibiera su pareja. El participante que llevara los sensores sólo podía escuchar (no podía hablar o moverse mucho) durante la narración del cuento

(ver Figura 4.8); con el objetivo de registrar los datos fisiológicos correctamente al recibir las muestras de afecto. Las muestras de afecto aparecían tres veces en el cuento, para asegurarnos que el participante enviara todas las muestras de afecto. Los registros de los sensores se obtuvieron en el momento en que el participante escuchaba el cuento; tomando en cuenta cuatro segundos antes (línea base), durante (aplicación) y después de recibir cada muestra de afecto (efecto). Se obtuvo un total de 10 registros (5 niños y 5 adultos mayores). Al terminar de leer el cuento, se finalizaba la videollamada, y se les retiraban a los participantes el dispositivo y los sensores.



**Figura 4.8.** (a) y (b) ejemplos de participantes en la etapa 3.

Al finalizar el experimento los participantes contestaron los cuestionarios de salida:

- i) SUS, por sus siglas en inglés Software Usability Scale (Brooke, 1996) respecto a la percepción de usabilidad del prototipo con una escala Likert de 5 puntos (ver Apéndice B.2);
- ii) TAM, por sus siglas en inglés Technology Acceptance Model (Davis, 1989) respecto a la percepción de utilidad y usabilidad del prototipo, utilizando una escala Likert de 7 puntos (ver Apéndice B.3); y
- iii) fidelidad sobre las muestras de afecto con una escala Likert de 5 puntos (ver Apéndice B.1).

Además, es importante mencionar que durante las 3 etapas se video grabó (con la autorización de cada participante) el comportamiento de cada uno al interactuar con el dispositivo, mientras lo usaba como medio de comunicación. En promedio, la duración del experimento fue de 50 minutos por pareja, abarcando desde el tamizaje previo hasta la aplicación de los cuestionarios de salida.

## 4.5 Resultados y discusión

### 4.5.1 Cambios fisiológicos

Las respuestas fisiológicas generadas al recibir las muestras de afecto a través del prototipo fueron registradas por medio del software USE 3 Physiolab; mientras que para el análisis estadístico se empleó el software SPSS versión 25 (IBM Corp., 2017). Se aplicó el Modelo Lineal General (MLG) de medidas repetidas (Davis, 2002), el cual proporciona un análisis de varianza cuando se toma la misma medición varias veces a cada participante. Los factores intra-sujetos se establecieron como Respiración (para la muestra de afecto “abrazo”) y EMG (para la muestra de afecto “cosquillas”) con tres niveles cada uno: Línea Base (es el registro antes de la aplicación de la muestra de afecto), Aplicación (es el registro al momento de recibir la muestra de afecto) y Efecto (es el registro después de haber recibido la muestra de afecto). El nivel de significancia se estableció en .05 y los resultados se agruparon en adultos mayores y niños.

En la Tabla 4.1 y 4.2 se proporciona un resumen de los estadísticos para el grupo de adultos mayores y niños respectivamente; donde al observar el valor  $t$  (valor dentro de la distribución  $t$  de Student) y el valor de significación  $p$  (*Sig.*) para cada nivel de los factores Cosquillas y Respiración se puede determinar que sí se encontró una diferencia estadísticamente significativa para el grupo de adultos mayores y niños entre las diferentes condiciones para las mediciones de respiración (con un valor en la distribución de  $F = 3548.488$ , y grados de libertad  $gl = 1$ ,  $p < .001$ ) y entre las diferentes condiciones en las mediciones del músculo abdominal (con un valor en la distribución de  $F = 126.654$ , y grados de libertad  $gl = 1$ ,  $p < .001$ ) al comparar los participantes contra sí mismo (inter-sujetos); dando lugar a aceptar la hipótesis alternativa y rechazar la hipótesis nula. Además, el intervalo de confianza ayuda a reafirmar la diferencia de las medias al no contener el valor cero entre el límite inferior y superior en ambos grupos. Por lo tanto, se puede decir que la respuesta fisiológica medida a través de la amplitud respiratoria y la respuesta muscular abdominal entre la línea base y posterior a la muestra de afecto son distintas.

**Tabla 4.1.** Resultados para el grupo de adultos mayores correspondientes a la prueba estadística de los cambios fisiológicos.

Registro fisiológico/ Condición/ Muestra de afecto	Desv. Error	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		Media cuadrática	
				Límite inferior	Límite superior	Intersección	Error
EMG/Línea base/ Cosquillas	.089	7.753	.001	.449	.881	5775337.503	4917.528
EMG/Aplicación/ Cosquillas	.161	7.065	.001	.794	1.487		
EMG/Efecto/ Cosquillas	.113	6.598	.001	.505	.992		
Respiración/ Línea base/Abrazo	10.616	33.764	.001	335.673	381.212	33.260	.463
Respiración/ Aplicación/Abrazo	10.265	34.863	.001	335.870	379.904		
Respiración/Efecto/ Abrazo	10.486	34.179	.001	335.920	380.902		

Sin embargo, estos resultados pueden deberse a que los niños y adultos mayores muestran frecuencias respiratorias distintas (Rodríguez-Molinero, et al., 2013; McArdle et al., 2010); así como una actividad muscular abdominal distinta debido al proceso normal de envejecimiento que afecta los estímulos táctiles y de vibración (Wickremaratchi & Llewelyn, 2006). Por esta razón, fue necesario establecer en la prueba estadística los factores inter-sujetos en dos grupos: Adultos mayores y Niños para analizar las interacciones entre los factores y sus efectos individuales.

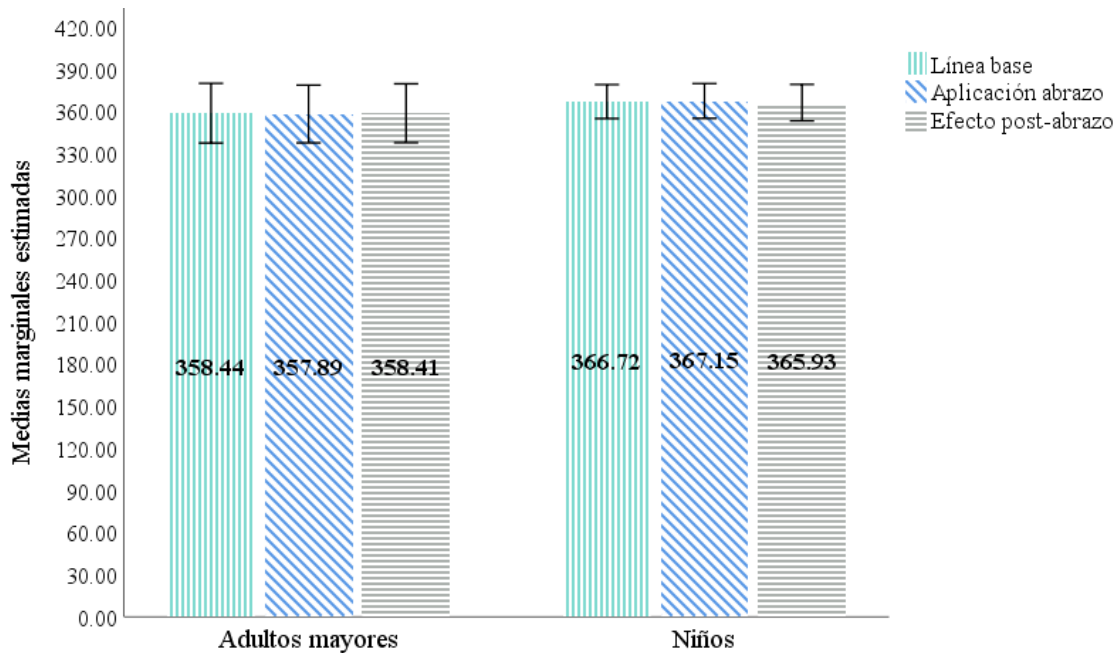
Los resultados obtenidos para las diferencias de la respiración ante la muestra de afecto “abrazo” entre grupos (intra-sujetos) indican que no existe diferencia significativa entre las diferentes condiciones (LB, Aplicación y Efecto) para las mediciones de respiración (con un valor en la distribución de  $F = .352$ , y grados de libertad  $gl = 2$ ,  $p = .705$ ). Además el análisis entre los grupos al observarse de manera simultánea muestra que entre el grupo de adultos mayores y niños no hay diferencia significativa en el efecto sobre la respiración ante las tres condiciones (con un valor en la distribución de  $F = 1.378$ , y grados de libertad  $gl = 2$ ,  $p = .260$ ). Lo anterior indica que sí existen diferencias significativas en la respiración entre

las tres condiciones, pero no existen diferencias significativas entre grupos, indicando que la muestra de afecto “abrazo” produce el mismo efecto en la frecuencia respiratoria de los adultos mayores y los niños.

**Tabla 4.2.** Resultados para el grupo de niños correspondientes a la prueba estadística de los cambios fisiológicos.

Registro fisiológico/ Condición/ Muestra de afecto	Desv. Error	t	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		Media cuadrática	
				Límite inferior	Límite superior	Intersección	Error
EMG/Línea base/Cosquillas	.082	9.480	.001	.600	.951	68.963	1.101
EMG/Aplicación/ Cosquillas	.329	5.448	.001	1.086	2.496		
EMG/Efecto/ Cosquillas	.208	5.513	.001	.701	1.594		
Respiración/Línea base/Abrazo	6.044	60.674	.001	353.754	379.681	6047805.371	1745.350
Respiración/ Aplicación/Abrazo	6.204	59.175	.001	353.845	380.460		
Respiración/Efecto/ Abrazo	6.499	56.309	.001	351.992	379.869		

En la Figura 4.9 se muestran los resultados del análisis por medio de un gráfico, representando las medias y el error estándar. Donde se puede observar que las amplitudes respiratorias para el grupo de adultos mayores fueron más bajas durante la aplicación de la muestra de afecto del abrazo, seguida de una amplitud más alta; mientras que para el grupo de niños fueron las amplitudes respiratorias más altas durante la aplicación de la muestra de afecto del abrazo, seguida de una amplitud más baja.

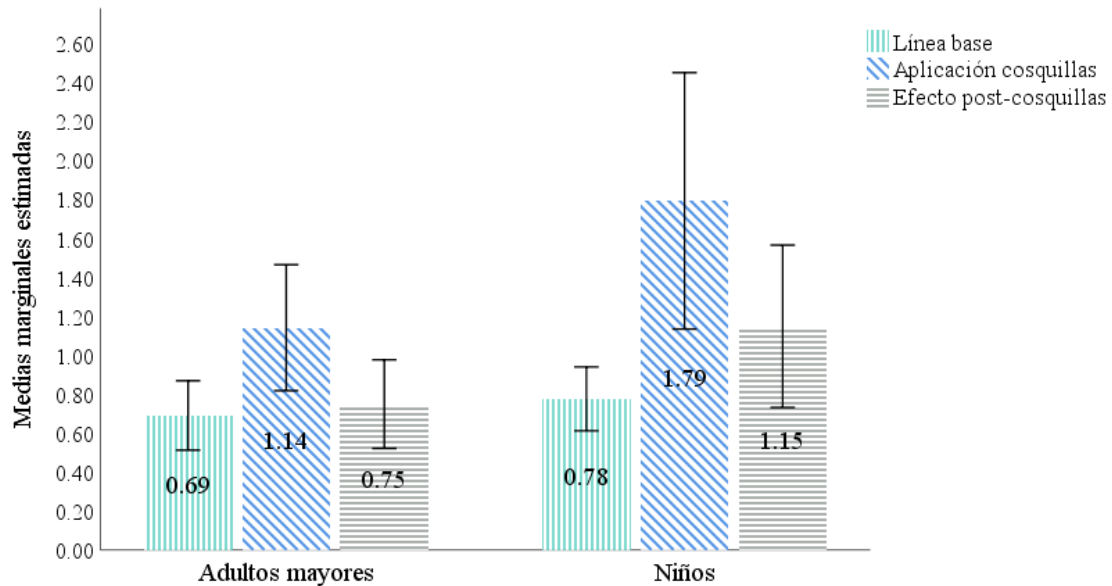


**Figura 4.9** Cambios respiratorios observados durante la aplicación de la muestra de afecto “abrazo” para los grupos de adultos mayores y niños.

Continuando con el análisis entre grupos para las diferencias del tono muscular abdominal ante la muestra de afecto “cosquillas” la prueba de efectos intra-sujetos muestra que sí se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes condiciones en las mediciones del músculo abdominal, pero no se encontraron diferencias significativas entre los grupos al observarse de manera simultánea (ver Tabla 4.3). Lo anterior sugiere que sí existen diferencias significativas del tono muscular abdominal entre condiciones, pero no existen diferencias significativas entre grupos; indicando que la muestra de afecto “cosquillas” produce el mismo efecto en el tono muscular abdominal en los adultos mayores y niños.

**Tabla 4.3.** Prueba de efectos intra-sujetos.

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
EMG	8.511	2	4.255	11.268	.001
EMG * Grupo	1.203	2	.602	1.593	.212



**Figura 4.10.** Cambios abdominales observados durante la aplicación de la muestra de afecto “cosquillas” para los grupos de adultos mayores y niños.

Los registros de los cambios de voltaje del músculo abdominal se presentan en la Figura 4.10 utilizando las medias y desviaciones estándar; donde se observa que para el grupo de adultos mayores y niños se registraron voltajes más altos durante la aplicación de la muestra de afecto cosquillas, seguida de un voltaje significativamente más bajo.

Por lo tanto, se puede decir que los abuelos y nietos presentaron cambios fisiológicos al recibir las muestras de afecto desde el prototipo, provocando cambios en el músculo abdominal causados por contracciones al recibir las “cosquillas” y variaciones en la frecuencia y amplitud respiratoria al recibir el “abrazo”. Considerando éstos resultados y de acuerdo a lo identificado por (Cacioppo et al., 2002), se puede determinar que las muestras de afecto en el prototipo producen cambios fisiológicos en los participantes que se pueden asociar con las emociones; por lo tanto, se puede decir que el prototipo cumple el objetivo de transmitir las muestras de afecto especificadas entre abuelos y nietos.

#### 4.5.2 Experiencia de usuario

Para evaluar la experiencia de usuario se les aplicó un cuestionario a los participantes que ayudó a identificar la fidelidad con la que se reprodujeron las muestras de afecto en el prototipo y determinar qué tanto las asociaron a las muestras de afecto reales, calificándolas por medio de una escala Likert de 0 (Nada) a 4 (Muy real) puntos.

Los resultados de este cuestionario se resumen en la Tabla 4.4, donde se puede apreciar que las muestras de afecto mejor calificadas como “real” a “muy real” fueron las cosquillas (90%) por 18/20 participantes y la palmada (85%) por 17/20 participantes. Las muestras de afecto que recibieron una calificación como “suficientemente real” fueron el abrazo (35%) por 7/20 participantes y el beso (30%) por 6/20 participantes. Mientras que las muestras de afecto que recibieron una calificación como “nada” a “poco” real fueron el abrazo (20%) por 4/20 participantes y la palmada (10%) por 2/10 participantes.

**Tabla 4.4.** Resultados del cuestionario de fidelidad

	<b>Abrazo</b>	<b>Beso</b>	<b>Cosquillas</b>	<b>Palmada</b>
Nada	0 %	0 %	0 %	0 %
Poco	20 %	0 %	0 %	10 %
Suficientemente real	35 %	30 %	10 %	5 %
Real	10 %	25 %	20 %	25 %
Muy real	35 %	45 %	70 %	60 %

Sin embargo, con el objetivo de enriquecer el análisis de los datos se realizaron tablas de contingencia, para clasificarlos en categorías nominales correspondientes a los resultados del cuestionario de fidelidad y las respuestas fisiológicas de la frecuencia respiratoria y tensión abdominal de cada muestra de afecto.

En la Tabla 4.5 se presentan los registros correspondientes al cuestionario de fidelidad para la muestra de afecto “abrazo” con las respuestas fisiológicas de EMG. Del recuento total (30 registros), 7 pertenecen al momento antes de recibir la muestra de afecto (Línea Base (LB)), 16 al momento de recibirla (Aplicación) y 7 al momento después de haberla recibido (Efecto). 15 participantes dijeron haber asociado como “Muy real” el estímulo del abrazo con un abrazo real, de estos el 26.66% lo percibió durante la LB, el 53.33% durante su aplicación y el 20% después de haberlo recibido. Por otro lado, de los 3 participantes que asociaron el abrazo como “Real”, el 66.66% lo percibieron durante el momento de la aplicación y el 33.33% después de haberla recibido. De los 9 participantes que asociaron el abrazo como “Suficientemente real”, se obtuvo el 33.33% para cada momento (LB, Aplicación y Efecto). Por último, sólo 3 participantes asociaron como “Poco” el estímulo del abrazo durante su aplicación.

**Tabla 4.5.** La muestra de afecto “abrazo” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real? \* EMG abrazo.

Recuento			EMG abrazo			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “abrazo”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real?	Poco	Recuento	0	3	0	3
		% dentro de EMG abrazo	0%	100%	0%	100%
	Suficientemente real	Recuento	3	3	3	9
		% dentro de EMG abrazo	33.33%	33.33%	33.33%	100%
	Real	Recuento	0	2	1	3
		% dentro de EMG abrazo	0%	66.66%	33.33%	100%
	Muy real	Recuento	4	8	3	15
		% dentro de EMG abrazo	26.66%	53.33%	20%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	16	7	30
		% dentro de EMG abrazo	23.33%	53.33%	23.33%	100%

Por otro lado, en la Tabla 4.6 se presenta el recuento de los registros fisiológicos de la frecuencia respiratoria para la muestra de afecto abrazo. Al comparar los registros de EMG y RESP del abrazo se encontró similitud en el recuento total (7 para LB, 16 para aplicación y 7 para efecto) y el recuento para la asociación como “Muy real” (26.66% para LB, 53.33% para aplicación y 20% para efecto). Sin embargo, para el recuento donde asociaron como “Suficientemente real” la distribución fue diferente, obteniendo un 33.33% para antes de recibir la muestra de afecto, un 55.55% al momento de recibirla y el 11.11% para el momento después de haberla recibido. Para el recuento como “Poco”, sólo 3 participantes lo asociaron al momento de la aplicación coincidiendo los resultados con EMG.

**Tabla 4.6.** La muestra de afecto “abrazo” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real? \* RESP abrazo.

Recuento			RESP abrazo			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “abrazo”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real?	Poco	Recuento	0	3	0	3
		% dentro de RESP abrazo	0%	100%	0%	100%
	Suficientemente real	Recuento	3	5	1	9
		% dentro de RESP abrazo	33.33%	55.55%	11.11%	100%
	Real	Recuento	0	0	3	3
		% dentro de RESP abrazo	0%	0%	100%	100%
	Muy real	Recuento	4	8	3	15
		% dentro de RESP abrazo	26.66%	53.33%	20%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	16	7	30
		% dentro de RESP abrazo	26.66%	53.33%	20%	100%

El recuento para la muestra de afecto palmada con EMG se presenta en la Tabla 4.7; con un total del 20% para LB, 56.66% para aplicación y el 23.33% para efecto. Obteniendo un recuento para la asociación como “Muy real” del 19.05% para antes de recibir la muestra

de afecto, el 61.90% durante su aplicación y el 19.05% después de haberla recibido. Para la asociación como “Real” se obtuvo el 33.33% para LB y el 66.66% al recibir la palmada. Finalmente para la asociación como “Poco” se obtuvo un recuento total sólo para el momento después de haber recibido la palmada.

**Tabla 4.7.** La muestra de afecto “palmada” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real en el hombro? \* EMG palmada.

Recuento			EMG palmada			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “palmada en el hombro”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real?	Poco	Recuento	0	0	3	3
		% dentro de EMG palmada	0%	0%	100%	100%
	Real	Recuento	2	4	0	6
		% dentro de EMG palmada	33.33%	66.66%	0%	100%
	Muy real	Recuento	4	13	4	21
		% dentro de EMG palmada	19.05%	61.90%	19.05%	100%
<b>Total</b>		Recuento	6	17	7	30
		% dentro de EMG palmada	20%	56.66%	23.33%	100%

Los resultados de la frecuencia respiratoria para la palmada se presentan en la Tabla 4.8; con un recuento total del 23.33% para LB, 53.33% para aplicación y el 23.33% para el momento efecto. El recuento para la asociación como “Muy real” es del 33.33% para el momento de LB, el 38.09% para el momento de la aplicación de la palmada y el 28.57% para después de haberla recibido. Para la asociación como “Real”, sólo se obtuvo un recuento de 6 (100%) para el momento de la aplicación. Por último, para la asociación como “Poco” se obtuvieron los siguientes porcentajes el 66.66% para el momento de la aplicación y el 33.33% para el momento después de haber recibido la palmada.

**Tabla 4.8.** La muestra de afecto “palmada” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real en el hombro? \* RESP palmada.

Recuento			RESP palmada			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “palmada en el hombro”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido una palmada real?	Poco	Recuento	0	2	1	3
		% dentro de RESP palmada	0%	66.66%	33.33%	100%
	Real	Recuento	0	6	0	6
		% dentro de RESP palmada	0%	100%	0%	100%
	Muy real	Recuento	7	8	6	21
		% dentro de RESP palmada	33.33%	38.09%	28.57%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	16	7	30
		% dentro de RESP palmada	23.33%	53.33%	23.33%	100%

La tabla de contingencia para la muestra de afecto cosquillas con EMG se presenta en la Tabla 4.9; con un recuento total del 20% para el momento de LB, el 56.66% para el

momento de aplicación y el 23.33% para el momento después de haber recibido las cosquillas. Para la asociación como “Muy real” se obtuvieron los siguientes porcentajes, el 20.83% para LB, el 50% para la aplicación de las cosquillas y el 29.16% para el momento después de haberlas recibido. Para los participantes que asociaron las cosquillas como “Real” se obtuvo el 16.66% para antes de recibirlas, el 83.33% al momento de percibir las y el 0% para después de haberlas recibido.

**Tabla 4.9.** La muestra de afecto “cosquillas” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real? \* EMG cosquillas.

Recuento			EMG cosquillas			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “cosquillas”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real?	Real	Recuento	1	5	0	6
		% dentro de EMG cosquillas	16.66%	83.33%	0%	100%
	Muy real	Recuento	5	12	7	24
		% dentro de EMG cosquillas	20.83%	50%	29.16%	100%
<b>Total</b>		Recuento	6	17	7	30
		% dentro de EMG cosquillas	20%	56.66%	23.33%	100%

El recuento para la muestra de afecto cosquillas con frecuencia respiratoria se presentan en la Tabla 4.10; con un recuento total del 23.33% para el momento de LB, el 53.33% para el momento de la aplicación y el 23.33% para el momento de efecto. Con un porcentaje de asociación como “Muy real” del 16.66% para LB, el 54.17% para el momento de aplicación y el 29.17% para el momento de efecto. Mientras que para la asociación como “Real” se obtuvieron los porcentajes del 50% para antes de recibir las cosquillas y el 50% para el momento de recibirlas.

**Tabla 4.10.** La muestra de afecto “cosquillas” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real? \* RESP cosquillas.

Recuento			RESP cosquillas			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “cosquillas”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber recibido cosquillas de forma real?	Real	Recuento	3	3	0	6
		% dentro de RESP cosquillas	50%	50%	0%	100%
	Muy real	Recuento	4	13	7	24
		% dentro de RESP cosquillas	16.66%	54.17%	29.17%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	16	7	30
		% dentro de RESP cosquillas	23.33%	53.33%	23.33%	100%

En la Tabla 4.11 se presentan los resultados de la tabla de contingencia para la muestra de afecto beso y EMG. Obteniendo un recuento total del 23.33% para LB, el 46.66% para el momento de aplicación y el 30% para el momento de efecto. El recuento para la asociación como “Muy real” es del 22.22% para el momento antes de la muestra de afecto, 50% para el momento de su aplicación y el 27.77% para el momento después de la muestra de afecto. Los porcentajes para la asociación como “Real” son del 50% para el momento de la aplicación y el 50% para el momento de efecto. Finalmente, el porcentaje para la asociación como “Suficientemente real” se obtuvo un 50% para el momento de LB, un 33.33% para el momento de aplicación y un 16.66% para el momento efecto.

**Tabla 4.11.** La muestra de afecto “beso” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber enviado un beso de forma real? \* EMG beso.

Recuento			EMG beso			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “beso”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de enviar un beso de forma real?	Suficientemente real	Recuento	3	2	1	6
		% dentro de EMG beso	50%	33.33%	16.66%	100%
	Real	Recuento	0	3	3	6
		% dentro de EMG beso	0%	50%	50%	100%
	Muy real	Recuento	4	9	5	18
		% dentro de EMG beso	22.22%	50%	27.77%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	14	9	30
		% dentro de EMG beso	23.33%	46.66%	30%	100%

La última tabla de contingencia correspondiente a la muestra de afecto beso con frecuencia respiratoria se presenta en la Tabla 4.12. Donde se puede observar un recuento total del 23.33% para el momento de LB, un 53.33% para el momento de aplicación y un 23.33% para el momento de efecto. El porcentaje para la asociación como “Muy real” es del 22.22% para LB, el 44.44% para el momento de aplicación y el 33.33% para el momento después de haber recibido la muestra de afecto. Para la asociación como “Real” se obtuvo el 50% para el momento de LB y el 50% para el momento de aplicación. Finalmente el porcentaje de asociación como “Suficientemente real” es del 83.33% para el momento de su aplicación y el 16.67% para el momento de efecto.

**Tabla 4.12.** La muestra de afecto “beso” reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de haber enviado un beso de forma real? \* RESP beso.

Recuento			RESP beso			Total
			LB	Aplicación	Efecto	
La muestra de afecto “beso”, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de enviar un beso de forma real?	Suficientemente real	Recuento	0	5	1	6
		% dentro de RESP beso	0%	83.33%	16.67%	100%
	Real	Recuento	3	3	0	6
		% dentro de RESP beso	50%	50%	0%	100%
	Muy real	Recuento	4	8	6	18
		% dentro de RESP beso	22.22%	44.44%	33.33%	100%
<b>Total</b>		Recuento	7	16	7	30
		% dentro de RESP beso	23.33%	53.33%	23.33%	100%

Después de revisar las tablas de contingencia para cada muestra de afecto y poder determinar si existe dependencia entre ambas categorías se realizó una prueba estadística Chi-cuadrada de Pearson (Dawson-Saunders & Trapp, 1997) utilizando el software SPSS (versión 25), debido a que es una prueba no paramétrica que permite comparar dos o más categorías y establecer si existe una asociación estadísticamente significativa entre ellas.

**Tabla 4.13.** Resultados de la prueba Chi-cuadrado de Pearson.

Muestra de afecto/ Registro fisiológico	Chi-cuadrado de Pearson ( $X^2$ )	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Abrazo/EMG	5.143 <sup>a</sup>	6	0.526
Abrazo/RESP	13.595 <sup>a</sup>	6	0.034
Palmada/EMG	12.173 <sup>b</sup>	4	0.016
Palmada/RESP	8.240 <sup>b</sup>	4	0.083
Cosquillas/EMG	2.733 <sup>c</sup>	2	0.255
Cosquillas/RESP	4.051 <sup>d</sup>	2	0.132
Beso/EMG	4.709 <sup>e</sup>	4	0.318
Beso/RESP	6.815 <sup>f</sup>	4	0.146

- 11 casillas (91.7%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 0.70.
- 8 casillas (88.9%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 0.60 para EMG y 0.70 para RESP.
- 4 casillas (66.7%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 1.20.
- 3 casillas (50.0%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 1.40.
- 7 casillas (77.8%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 1.40.
- 8 casillas (88.9%) frecuencia esperada inferior a 5. Frecuencia mínima esperada es 1.40.

La Tabla 4.13 presenta los resultados de la prueba estadística entre la fidelidad percibida y la respuesta fisiológica. El valor estadístico de contraste ( $X^2$ ) para la muestra de

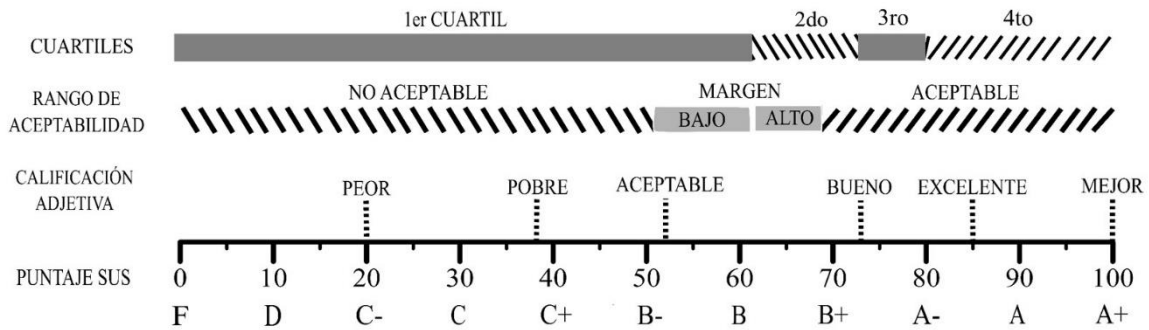
afecto Abrazo/RESP es 13.595 con 6 grados de libertad ( $gl$ ) y un valor  $p$  (Sig. asintótica (bilateral)) de 0.034 menor que 0.05 (nivel de significación del 5%), indicando que hay evidencia de asociación entre la fidelidad percibida de la muestra de afecto “abrazo” y la respuesta fisiológica de la frecuencia respiratoria (Abrazo/RESP). De manera similar se encontró evidencia de asociación entre la fidelidad percibida de la muestra de afecto “palmada” y la respuesta fisiológica de la tensión muscular (Palmada/EMG) con un valor de  $X^2 = 12.173$ ,  $gl = 4$  y un valor  $p = 0.016$  menor a 0.05 con un nivel de significación del 5%, concluyendo que las muestras de afecto “abrazo” y “palmada” presentaron una asociación estadísticamente significativa entre sus resultados.

No obstante, a nivel descriptivo (ver tablas de contingencia 4.5 – 4.12) también se ve una tendencia de relación entre la intensidad percibida de los otros dos estímulos (besos y cosquillas) y las repuestas fisiológicas de frecuencia respiratoria y tensión abdominal. También se debe considerar que se trata de un estudio de 30 casos (combinando niños y adultos mayores), por lo tanto se establece la necesidad de más réplicas, dado que la prueba estadística utilizada (Chi cuadrada) es sensible al número de participantes.

Además, social y culturalmente hablando, dar abrazos y palmadas es más frecuente que dar besos y cosquillas (Gareis & Wilkins, 2011; Bello et al., 2010). Quizás, la interpretación vaya en el sentido de que los primeros tipos de estímulos representan formas más comunes de expresar afecto y que su efecto en las emociones y respuestas fisiológicas es más palpable, aunque no se desdeña el efecto de los besos y cosquillas no obstante su impacto no significativo en las respuestas fisiológicas de los participantes en este estudio.

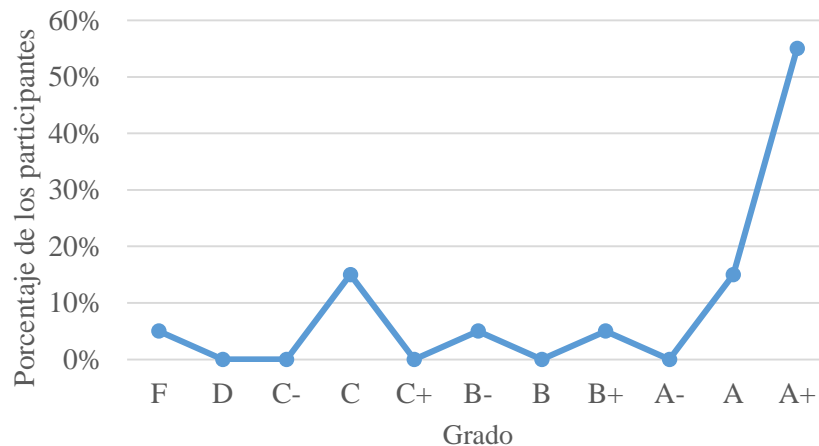
#### **4.5.3 Resultados del cuestionario SUS**

Los resultados obtenidos del cuestionario SUS respecto a la usabilidad del prototipo fue un puntaje de 84.37/100 con una desviación estándar de 1.12. De acuerdo con la escala de usabilidad presentada por Bangor et al., 2008 la usabilidad percibida por los participantes ubican al prototipo dentro de un rango aceptable y con grado A, es decir con una valoración de buena a excelente. De igual forma, se ubica por encima del tercer cuartil indicando que más del 75% de los participantes percibieron el prototipo como “completamente de acuerdo” en cuanto a la usabilidad (ver Figura 4.11). Utilizando una escala Likert de 0 (completamente en desacuerdo) a 4 (completamente de acuerdo).



**Figura 4.11.** Comparación del puntaje SUS por cuartiles, aceptabilidad y calificación adjetiva. Figura adaptada de (Bangor et al., 2008).

Para obtener más información en cuanto a las respuestas de los participantes, en la Figura 4.12 se presentan los resultados utilizando una escala de calificación curvada (Sauro & Lewis, 2016), donde se puede observar que el 55% de los participantes percibieron una alta usabilidad obteniendo una calificación adjetiva como “EXCELENTE a “MEJOR”. Por otra parte, sólo el 5% de los participantes percibieron que el prototipo presentaba un margen de baja usabilidad calificándola como “POBRE”; mientras que al 15% les pareció que presentaba una usabilidad aceptable calificándolo como “ACEPTABLE”.



**Figura 4.12.** Escala de clasificación curvada de la puntuación obtenida del cuestionario SUS.

#### 4.5.4 Resultados del cuestionario TAM

Los resultados del cuestionario TAM fueron separados en cuanto a la utilidad y facilidad de uso (usabilidad) percibida. Todas las preguntas fueron respondidas con una escala Likert de 0 (extremadamente en desacuerdo) a 6 (extremadamente de acuerdo).

En la Tabla 4.14 se muestran las respuestas de los participantes referentes a la utilidad percibida; así como las medidas de tendencia central y de dispersión que permitieron analizar el comportamiento de los datos obtenidos. El conjunto de estos resultados muestra que los participantes estaban “extremadamente de acuerdo” en cuanto a la utilidad que percibieron del prototipo. El puntaje con mayor frecuencia fue de 6 (extremadamente de acuerdo) y menos del 50% de los resultados se sitúa por debajo de este valor. En promedio los participantes se ubican en 5.6 (muy de acuerdo a extremadamente de acuerdo) desviándose 1.12 unidades de la escala; donde sólo un participante calificó el prototipo como “extremadamente en desacuerdo”; esta calificación en particular se debió a que el participante (adulto mayor) presentaba un ligero problema en la espalda, debido a lo cual no se le pudo ajustar adecuadamente el dispositivo vestible y por lo tanto la percepción de algunos estímulos de las muestras de afecto fueron insuficientes. Por lo tanto, las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados.

**Tabla 4.14.** Utilidad percibida por los participantes.

Preguntas	ED	MD	LD	N	LA	MA	EA	Prom.
1. Asumiendo que tuviera acceso a la tecnología y al prototipo, lo utilizaría.	1				1	2	16	5.5
2. Utilizando este prototipo en la vida diaria para comunicarme podría ayudar a fortalecer la relación abuelo-nieto.		1		1		3	15	5.45
3. Utilizando este prototipo mejoraría mi estado de ánimo.			1	1		1	17	5.6
4. Utilizando este prototipo enriquecería la forma de comunicarme.		1			1		18	5.65
5. Utilizando este prototipo me motivaría a comunicarme más frecuentemente con mis abuelos/nietos.			1	1			18	5.65
6. Utilizar este prototipo haría que fuera más fácil y divertido la forma de comunicarnos e interactuar entre nosotros.				1	1		18	5.75
<b>Medidas de tendencia central y dispersión</b>								
Media	Mediana		Moda		Desviación estándar			
5.6	6		6		1.12			
Extremadamente en desacuerdo (ED), Muy en desacuerdo (MD), Ligeramente en desacuerdo (LD), Neutral (N), Ligeramente de acuerdo (LA), Muy de acuerdo (MA), Extremadamente de acuerdo (EA)								

Las respuestas de los participantes con respecto a la facilidad de uso del prototipo se muestran en la Tabla 4.15; igualmente se encuentran las medidas de tendencia central y de dispersión correspondientes a los resultados de dichas preguntas. Los resultados obtenidos se pueden interpretar como que los participantes se encontraban “extremadamente de acuerdo” en cuanto a la facilidad de uso que percibieron sobre el prototipo. El puntaje con mayor frecuencia fue de 6 (extremadamente de acuerdo) y menos del 50% de los resultados se sitúa por debajo de este valor. En promedio los participantes se ubican en 5.48 (muy de acuerdo a extremadamente de acuerdo) desviándose 1.15 unidades de la escala; donde sólo un participante calificó el prototipo como “extremadamente en desacuerdo”. Por lo tanto, las puntuaciones tienden a ubicarse en valores elevados.

**Tabla 4.15.** Facilidad de uso percibida por los participantes.

Preguntas	ED	MD	LD	N	LA	MA	EA	Prom.
7. Encontraría útil este prototipo en mi casa.	1	1			1	1	16	5.3
8. Aprender a operar este prototipo sería fácil para mí.			1		1	2	16	5.6
9. Encontraría fácil que el dispositivo hiciera lo que yo quiero que haga.			2	1	1	3	13	5.2
10. Interactuar con el prototipo sería claro y entendible.			1			5	14	5.55
11. Encontraría flexible interactuar con el prototipo.			1			4	15	5.6
12. Es fácil llegar a ser hábil en el uso del prototipo.				1	1	2	16	5.65
<b>Medidas de tendencia central y dispersión</b>								
Media	Mediana		Moda		Desviación estándar			
5.48	6		6		1.15			
Extremadamente en desacuerdo (ED), Muy en desacuerdo (MD), Ligeramente en desacuerdo (LD), Neutral (N), Ligeramente de acuerdo (LA), Muy de acuerdo (MA), Extremadamente de acuerdo (EA)								

## 4.6 Conclusiones de la evaluación

Los resultados del cuestionario de fidelidad de las muestras de afecto indican que se puede determinar que el rediseño de los estímulos para representar cada muestra de afecto en el dispositivo vestible fue adecuado e intuitivo para los participantes, asemejándose a las muestras de afecto reales. Estos resultados fueron comprobados al evaluar los cambios fisiológicos en los participantes por medio de la frecuencia respiratoria y el tono muscular abdominal; por lo tanto, el prototipo cumple el objetivo de transmitir las muestras de afecto especificadas entre abuelos y nietos. Adicionalmente los abrazos y palmadas son los estímulos con mayor impacto en los indicadores fisiológicos registrados; sin embargo se recomienda medir otras variables además de la intensidad percibida del estímulo, como pueden ser emociones específicas de felicidad, tristeza, temor, agrado-desagrado, etc.

A pesar que el prototipo de CVA presentó alta usabilidad y utilidad apoyada de acuerdo con los resultados de los cuestionarios SUS y TAM, los participantes sugirieron algunas mejoras con respecto al dispositivo vestible, incluyendo: i) modificar el tamaño para que se ajuste adecuadamente a las proporciones de los niños y permita percibir los estímulos correspondientes a cada muestra de afecto en la zona correcta y ii) mejorar el diseño para que los participantes puedan realizar sus actividades diarias sin interferir en ellas.

## 4.7 Resumen del capítulo

En este trabajo se ha presentado el rediseño, desarrollo y evaluación del prototipo de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. Los principales resultados de la evaluación incluyen:

- *Cambios fisiológicos.* Los resultados muestran que los abuelos y nietos presentaron cambios fisiológicos al recibir las muestras de afecto desde el prototipo; provocando cambios en el músculo abdominal causados por contracciones al recibir las cosquillas y variaciones en la frecuencia y amplitud respiratoria al recibir el abrazo; y que las muestras de afecto “abrazos” y “palmadas” generaron un mayor impacto en los participantes.
- *Usabilidad y utilidad.* Se reportó evidencia favorable en cuanto a que el prototipo de CVA fue percibido como una herramienta adecuada para la comunicación entre abuelos y nietos separados geográficamente. Los participantes percibieron una alta

utilidad ( $M = 5.6$  y  $SD = 1.12$ ) y facilidad de uso ( $M = 5.4$  y  $SD = 1.15$ ) por parte del prototipo, correspondiente al cuestionario TAM; así como una alta usabilidad con un puntaje de 84.37 ( $SD = 1.12$ ) correspondiente al cuestionario SUS. Éstos resultados sugieren que los participantes percibieron el prototipo como un dispositivo útil y con alta usabilidad.

# Capítulo 5

## Conclusiones, contribuciones y trabajo futuro

### 5.1 Conclusiones

En este trabajo de tesis se atiende la problemática de enriquecer la comunicación entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente al desarrollar y evaluar un prototipo físico de CVA que permite la transmisión de muestras de afecto; logrando estimular la sensación de cercanía y unión familiar a pesar de la distancia.

Para lograr este fin, se realizó una revisión de literatura sobre la relación entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente dando a conocer las formas en que se transmiten afecto. Con esto se lograron identificar algunos patrones de comunicación para después clasificarlos en gestos, temas de conversación y frecuencia con la que se comunican.

Identificar dichos patrones de comunicación fue una primera parte del entendimiento, la otra parte consistió en establecer qué características de diseño son necesarias para transmitir muestras de afecto en dispositivos de cómputo vestible. De acuerdo con esto se llevó a cabo una revisión bibliográfica que permitió obtener una caracterización de las implicaciones y elementos de diseño necesarias para desarrollar un prototipo de CVA.

Con base en lo anterior fue posible realizar un primer diseño y desarrollo de un prototipo físico de CVA que permitiera demostrar afecto por medio de diferentes estímulos, tratando de simular las muestras de afecto más representativas entre abuelos y nietos y, que a su vez fueran fáciles de representarse por medio de componentes electrónicos. Dicho prototipo se evaluó con el objetivo de determinar si era posible evocar muestras de afecto y conocer la fidelidad con la que fueron percibidas por los participantes. Los resultados de esta evaluación preliminar mostraron que sí era posible evocar muestras de afecto con el prototipo, pero éstas requerían ser rediseñadas de manera que se apegaran más a las reales, lo cual motivó a continuar con el rediseño del prototipo.

Posteriormente se procedió al rediseño del prototipo, específicamente la arquitectura de la aplicación emisora, el dispositivo vestible, el tipo de conexión y las muestras de afecto para que se asemejaran más a las reales.

Finalmente se realizó una evaluación con el objetivo de validar si el prototipo rediseñado era percibido adecuadamente para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos. Para llevarla a cabo fue necesario observar el comportamiento de los participantes al usar el prototipo en un proceso de comunicación. La evaluación fue realizada con 20 participantes, quienes indicaron su percepción de usabilidad y utilidad, así como la experiencia de usuario. Estos resultados indicaron que los participantes encontraron el prototipo como útil para la comunicación a distancia, fácil de usar y adecuado para transmitir muestras de afecto. Además, se llevó a cabo una evaluación psicofisiológica utilizando sensores para analizar los cambios fisiológicos de los participantes al recibir las muestras de afecto abrazo y cosquillas desde el prototipo. Los resultados de esta evaluación generaron evidencia de que las muestras de afecto en el prototipo producen cambios fisiológicos en los participantes, los cuales se pueden asociar con emociones.

Por último, los resultados de las evaluaciones reportadas en los capítulos 3 y 4, dan la validez suficiente para concluir que el prototipo cumple el objetivo de transmitir las muestras de afecto especificadas entre abuelos y nietos. De la misma manera se considera que los objetivos específicos planteados en este trabajo de investigación fueron completados; dando lugar a cumplir el objetivo principal: desarrollar y evaluar un prototipo físico de CVA que permita la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente.

## **5.2 Contribuciones**

Durante este trabajo de investigación se realizaron diferentes actividades que permitieron desarrollar y evaluar un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente. La principal aportación derivada de este trabajo es:

- *Un prototipo físico de CVA para la transmisión de muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente.* El objetivo principal de esta investigación es desarrollar y evaluar un prototipo físico de CVA que permita la transmisión de

muestras de afecto entre abuelos y nietos separados geográficamente. Este desarrollo fue soportado por la clasificación de los patrones de comunicación identificados en la relación abuelo-nieto y en la caracterización de implicaciones y elementos de diseño de dispositivos de CVA para la transmisión de afecto. Así mismo, se consideraron los resultados de la evaluación preliminar para rediseñar el prototipo en cuanto a las muestras de afecto, la arquitectura del prototipo y el tipo de conexión entre ambas aplicaciones. A diferencia de los sistemas utilizados para la comunicación a distancia entre abuelos y nietos como SINCOM (Rodríguez et al., 2015) que incorpora las necesidades y preferencias de comunicación de abuelos y nietos que viven separados, el prototipo de CVA incorpora características del cómputo vestibular que permiten el contacto físico a distancia al estimular el sentido del tacto por medio de fuerza y vibraciones. Además el prototipo reproduce estímulos que se asemejan a muestras de afecto que son significativas entre abuelos y nietos, lo cual también ayuda a fortalecer y apoyar dicha relación. Este prototipo contribuye de manera diferente a los sistemas de comunicación a distancia desarrollados para apoyar la relación entre abuelos y nietos, pues no se encontraron sistemas que incorporen características del cómputo vestibular.

Además, como resultado de las actividades realizadas para desarrollar el prototipo se obtuvieron las siguientes aportaciones complementarias:

- *Una caracterización de las implicaciones y elementos de diseño para un prototipo de CVA.* Para crear esta caracterización se analizaron trabajos de investigación referentes al CVA. Estos trabajos proporcionaron elementos para el diseño de un prototipo físico que permitiera reconocer, interpretar, procesar y demostrar afecto entre abuelos y nietos al integrar características del CV. Para realizar esta caracterización se tomó el trabajo de (Jhajharia et al., 2014) como referencia, el cual presenta las características necesarias que debe tener un dispositivo vestibular en cuanto a la interacción humano-computadora. Por ello aspectos como movilidad, facilidad de uso, comodidad, ser multitarea, permitir una interacción constante entre el sistema y el usuario sin necesidad de encenderlo o apagarlo en todo momento y no permitir el aislamiento del usuario con el mundo exterior fueron importantes para argumentar la caracterización de este tipo de elementos de diseño. Para complementar la caracterización se

agregaron otros elementos de diseño como la necesidad de ajuste del dispositivo a las tallas de los usuarios, los cables y componentes electrónicos deben ser flexibles y estar protegidos, debe ser fácil de usar, ser ligero, se debe tomar en cuenta la estética, debe ser multimodal, multisensorial y poder desplegar y recolectar datos. Estos son algunos elementos de diseño presentados en el trabajo de (Siewiorek et al., 2008), el cual se enfoca en identificar las necesidades e interacción de los usuarios con dispositivos vestibles para establecer guías de diseño. Como se puede notar, esta caracterización de los elementos de diseño deja a un lado el cómputo afectivo, por lo que fue necesario agregar algunas implicaciones de diseño para transmitir afecto entre abuelos y nietos usando dispositivos vestibles. Estos dispositivos deben permitir estimular la sensación de cercanía entre dos personas al comunicarse y fomentar la unión familiar; además, para reproducir muestras de afecto los componentes empleados deben ser fácilmente perceptibles por los usuarios, apegarse lo más real posible a las verdaderas y ser fáciles de interpretar. Finalmente, esta caracterización resulta ser adicional a los trabajos de cómputo vestible, pues se agrega una perspectiva del cómputo afectivo.

- *Un conjunto de datos resultantes de las evaluaciones del prototipo.* Estos datos fueron analizados estadísticamente y permitieron obtener evidencia de la experiencia de usuario y evocación de las muestras de afecto con respecto a la primera evaluación. Además se incluyen registros de la segunda evaluación sobre la percepción de la usabilidad, utilidad, experiencia de usuario y registros de los cambios fisiológicos de los participantes al recibir las muestras de afecto desde el prototipo. En relación a los resultados de fidelidad sobre las muestras de afecto se encontraron trabajos realizados con dispositivos diseñados para la comunicación a distancia que integran el contacto físico utilizando estímulos táctiles, como el trabajo realizado por (Toet et al., 2013), en el cual también concluyen en que los estímulos reproducidos por los dispositivos deben asemejarse a los reales y ser intuitivos para los usuarios. Mientras que en el trabajo realizado por (Cabibihan & Chauhan, 2017), concluyeron que el contacto físico generado por dispositivos puede producir resultados similares a los que se obtienen cuando el tacto es realizado directamente por un ser querido; estos resultados

fueron comprobados al evaluar los cambios fisiológicos de los participantes por medio de la frecuencia cardíaca y la respuesta galvánica de la piel.

Este conjunto de datos proporciona información relevante para dispositivos de CVA utilizados para transmitir afecto entre abuelos y nietos que se encuentran separados geográficamente, pues se encontraron pocos trabajos que integran el CVA para apoyar dicha relación y fundamentar los resultados con los cambios fisiológicos al transmitir afecto. Por lo anterior, estos resultados pueden servir como una base para futuros investigadores interesados en el área.

### **5.3 Limitaciones**

El prototipo de CVA desarrollado para la comunicación de abuelos y nietos separados geográficamente, implementa las implicaciones de diseño necesarias para probar el concepto que se propone, sin embargo presenta algunas limitaciones que serán listadas a continuación:

1. El prototipo no cuenta con una conexión vía Internet, por lo que no se puede emplear en un ambiente real de separación geográfica. Debido a esto el dispositivo no está siempre listo para usarse, y mantiene a los usuarios aislados al no poder mantener una interacción constante.
2. Actualmente el prototipo carece de estética y durabilidad, debido a que cuestiones de tiempo se dio prioridad al funcionamiento. La versión actual del prototipo es un tanto burda y la disposición de los componentes electrónicos se presta para que con los movimientos del usuario se puedan dañar.
3. En esta versión del prototipo no es posible reproducir más de una muestra de afecto de manera simultánea, esto debido a que una primera evaluación se detectó que el usuario no percibe adecuadamente cada una de las muestras de afecto.
4. Por cuestiones de tiempo no fue posible realizar una evaluación con usuarios en un ambiente real, donde estuvieran separados geográficamente.

## 5.4 Trabajo futuro

Algunas observaciones e ideas que pueden mejorar aspectos referentes al trabajo de tesis presentado aquí, así como enfoques diferentes a nuestra área de investigación se muestran a continuación. Sin embargo, debido al alcance de esta tesis, dichas ideas no pudieron ser profundizadas, pero son utilizadas para describir líneas de trabajo futuro.

- *Funcionalidad del prototipo de CVA.* Aun cuando el prototipo fue bien percibido por los participantes como una herramienta para la transmisión de muestras de afecto, se identificaron algunas características que ayudarán a mejorar la usabilidad y utilidad. Por lo cual se propone rediseñar la arquitectura del prototipo para que ambas aplicaciones (dispositivo vestible y la aplicación emisora) puedan emitir y transmitir muestras de afecto. Para ello es posible generar un dispositivo vestible para cada usuario (abuelo y nieto) que permita emitir muestras de afecto desde el mismo dispositivo al tocar lugares específicos para enviar cada muestra de afecto y poder recibir las muestras de afecto que han sido enviadas por el otro usuario. Lo anterior ayudaría a que la comunicación sea más natural, incorporando gestos para enviar muestras de afecto; además se puede considerar agregar características hápticas que permitan brindar algún tipo de retroalimentación al usuario para indicarle que las muestras de afecto han sido recibidas. Otro punto a considerar es el tipo de conexión, se recomienda que la conexión entre ambos dispositivos vestibles sea Wi-Fi, la cual permite un mayor rango de alcance a comparación del Bluetooth. Por otro lado, es posible mejorar el diseño del dispositivo vestible en lo referente a: i) el tamaño para que se ajuste adecuadamente a las proporciones de los niños y de los adultos mayores permitiendo así percibir los estímulos correspondientes a cada muestra de afecto en la zona correcta; ii) los materiales utilizados como cables y componentes electrónicos deben estar protegidos para evitar ser dañados por el mal uso; además deben ser pequeños, ligeros y flexibles para permitir que los participantes puedan realizar sus actividades diarias sin interferir en ellas; iii) se debe considerar mejorar la estética para que el dispositivo sea agradable a la vista del usuario, así como los factores sociales y culturales que pueden intervenir en su aspecto.
- *Evaluación de estados afectivos.* Se plantea realizar un estudio que permita comparar el estado afectivo de los abuelos y nietos al recibir las muestras de afecto de forma

real y con el prototipo, utilizando dispositivos tecnológicos de neuroimagen para identificar distintas emociones como alegría, tristeza, disgusto, ansiedad, miedo, entre otras; debido a que el cerebro es el responsable del procesamiento de las emociones y de las acciones correspondientes a los estímulos percibidos, además de integrar otras señales psicofisiológicas que ayuden en conjunto a determinar el estado afectivo.

## Referencias

- A. Mill, J. Allik, A. Realo, R. Valk. (2009). Age-related differences in emotion recognition ability: a cross-sectional study, *Emotion* 9(5), 619.
- Abrego, L. J. (2014). *Sacrificing families: Navigating laws, labor, and love across borders*. Stanford University Press.
- Agencias. (2014). Deja la migración pueblos fantasma. *El Siglo de Torreón*, 3.
- Baldassar, L. (2008). Missing kin and longing to be together: emotions and the construction of co-presence in transnational relationships. *Journal of intercultural studies*, 29(3), 247-266.
- Ballagas, R., Kaye, J. J., Ames, M., Go, J., & Raffle, H. (2009, June). Family communication: phone conversations with children. In *Proceedings of the 8th international Conference on Interaction Design and Children*, 321-324. ACM.
- Bangor, A., Kortum, P. T., & Miller, J. T. (2008). An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), 574-594.
- Barros, C., & Muñoz, M. (2003). Relaciones e intercambios familiares del adulto mayor. *Perspectivas*, 12, 23-30.
- Baurley, S. (2005). Interaction design in smart textiles clothing and applications. *Wearable electronics and photonics*, 223-244.
- Becker, O. A., & Steinbach, A. (2012). Relations between Grandparents and Grandchildren in the Context of the Family System. *Comparative Population Studies*, 37(3-4).
- Bello, R. S., Brandau-Brown, F. E., Zhang, S., & Ragsdale, J. D. (2010). Verbal and nonverbal methods for expressing appreciation in friendships and romantic relationships: A cross-cultural comparison. *International journal of intercultural relations*, 34(3), 294-302.
- Brooke, J. (1996). SUS-A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), 4-7.
- Brown, L. M., & Williamson, J. (2007, November). Shake2Talk: multimodal messaging for interpersonal communication. In *International Workshop on Haptic and Audio Interaction Design* (pp. 44-55). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Cabibihan, J. J., & Chauhan, S. S. (2017). Physiological responses to affective tele-touch during induced emotional stimuli. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 8(1), 108-118.
- Cacioppo, J. T., Berntson, G. G., Larsen, J. T., Poehlmann, K. M., & Ito, T. A. (2000). The psychophysiology of emotion. *Handbook of emotions*, 2, 173-191.
- Chang, A., O'Modhrain, S., Jacob, R., Gunther, E., & Ishii, H. (2002, June). ComTouch: design of a vibrotactile communication device. In *Proceedings of the 4th conference on*

*Designing interactive systems: processes, practices, methods, and techniques* (pp. 312-320). ACM.

Chen, M., Zhang, Y., Li, Y., Hassan, M. M., & Alamri, A. (2015). AIWAC: Affective interaction through wearable computing and cloud technology. *IEEE Wireless Communications*, 22(1), 20-27.

Cherlin, A. J., & Furstenberg Jr, F. F. (1994). Stepfamilies in the United States: A reconsideration. *Annual review of sociology*, 20(1), 359-381.

Cheng, X., Tiyaboonchai, A., y Gaude, P. (2013). Endodermal stem cell populations derived from pluripotent stem cells. *Current Opinion in Cell Biology*, 25(2), 2 65-271.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2015). Índice Absoluto de Intensidad Migratoria México-Estados Unidos. Mayo 28, 2018. *Consejo Nacional de Población*. Sitio web: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indice-absoluto-de-intensidad-migratoria>

Corr, P.J. (2008). *Psicología biológica*. México, DF: McGraw-Hill Interamericana.

Dalenius, T., & Hodges Jr, J. L. (1959). Minimum variance stratification. *Journal of the American Statistical Association*, 54(285), 88-101.

Davis, C. S. (2002). Statistical methods for the analysis of repeated measurements. *Springer Science & Business Media*.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS quarterly*, 319-340.

Dawson-Saunders, B., & Trapp, R. G. (1997). *Bioestadística médica* (p. 34). México DF: Manual moderno.

Derks, D., Fischer, A. H., & Bos, A. E. (2008). The role of emotion in computer-mediated communication: A review. *Computers in Human Behavior*, 24(3), 766-785.

DiSalvo, C., Gemperle, F., Forlizzi, J., & Montgomery, E. (2003, October). The hug: an exploration of robotic form for intimate communication. In *Robot and human interactive communication, 2003. Proceedings. ROMAN 2003. The 12th IEEE international workshop on* (pp. 403-408). IEEE.

Dreby, J. (2015). *Everyday illegal: When policies undermine immigrant families*. Univ of California Press.

Dunifon, R., & Bajracharya, A. (2012). The role of grandparents in the lives of youth. *Journal of family issues*, 33(9), 1168-1194.

Dvorak, J. L. (2007). *Moving wearables into the mainstream: Taming the Borg*. Springer Science & Business Media.

- Echegoyen-Nava, G. M. (2013). Separation and emotional distance: cases of Mexican undocumented transnational families. *International Journal of Work Organisation and Emotion*, 5(3), 246-260.
- El Saddik, A., Orozco, M., Eid, M., & Cha, J. (2011). *Haptics technologies: bringing touch to multimedia*. Springer Science & Business Media.
- Floyd, K. (2006). *Communicating affection: Interpersonal behavior and social context*. Cambridge University Press.
- Floyd, K., & Morman, M. T. (1998). The measurement of affectionate communication. *Communication Quarterly*, 46(2), 144-162.
- Forghani, A., & Neustaedter, C. (2014, April). The routines and needs of grandparents and parents for grandparent-grandchild conversations over distance. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 4177-4186). ACM.
- Forghani, A., Neustaedter, C., & Schiphorst, T. (2013, April). Investigating the communication patterns of distance-separated grandparents and grandchildren. In *CHI'13 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, 67-72. ACM.
- Forman, G. H., & Zahorjan, J. (1994). The challenges of mobile computing. *Computer*, 27(4), 38-47.
- Fundación BBVA Bancomer y Consejo Nacional de Población. (2017). Anuario de migración y remesas. México 2017. *México: Fundación BBVA Bancomer y Consejo Nacional de Población*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/anuario-de-migracion-y-remesas-mexico-2017>
- Gareis, E., & Wilkins, R. (2011). Love expression in the United States and Germany. *International Journal of Intercultural Relations*, 35(3), 307-319.
- Gescheider, G. A. (1970). Some comparisons between touch and hearing. *IEEE Transactions on Man-Machine Systems*, 11(1), 28-35.
- González, V., Favela, J., & Rodríguez, M. (2004). Towards a methodology to envision and evaluate ubiquitous computing. In *Workshop on Human-Computer Interaction at ENC*, 79-85.
- Gooch, D., & Watts, L. (2012, October). YourGloves, hothands and hotmits: devices to hold hands at a distance. In *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User Interface Software and Technology* (pp. 157-166). ACM.
- Grimmer, N. (2001). Heart2Heart. Winner of Intel Student Design Competition 2001. See <http://www.artmuseum.net/isdc/index.html>.
- Grossman, P., & Wientjes, C. J. (2001). How breathing adjusts to mental and physical demands. In *Respiration and emotion* (pp. 43-54). Springer, Tokyo.

- Harwood, J. (2000). Communication media use in the grandparent-grandchild relationship. *Journal of Communication*, 50(4), 56-78.
- Hatzfeld, C., & Kern, T. A. (Eds.). (2014). *Engineering Haptic Devices: A Beginner's Guide*. Springer.
- Heikkinen, J., Rantala, J., Olsson, T., Raisamo, R., Lylykangas, J., Raisamo, J. & Ahmaniemi, T. (2009). Enhancing personal communication with spatial haptics: Two scenario-based experiments on gestural interaction. *Journal of Visual Languages & Computing*, 20(5), 287-304.
- Hertenstein M. J., Holmes R., McCullough M., Keltner D. (2009). The communication of emotion via touch. *Emotion*. 9(4), 566.
- Hertenstein, M. J., Keltner, D., App, B., Bulleit, B. A., & Jaskolka, A. R. (2006). Touch communicates distinct emotions. *Emotion*, 6(3), 528.
- Hill, M., Sweeting, H., Cunningham-Burley, S., & Ross, N. (2005). Grandparents and Teen Grandchildren: Exploring Intergenerational Relationships.
- Holladay, S. J., & Seipke, H. L. (2007). Communication between grandparents and grandchildren in geographically separated relationships. *Communication Studies*, 58(3), 281-297.
- Hönig, F., Batliner, A., & Nöth, E. (2007). Real-time recognition of the affective user state with physiological signals. *Proceedings of the Doctoral Consortium, Affective Computing and Intelligent Interaction*.
- IBM Corp. (2017). IBM SPSS Statistics for Windows, version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Jhajharia, S., Pal, S. K., Verma, S. (2014). Wearable computing and its application. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*. 5(4), 5700-5704.
- Jones, L. A., Nakamura, M., & Lockyer, B. (2004, March). Development of a tactile vest. In *Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, 2004. HAPTICS'04. Proceedings. 12th International Symposium on* (pp. 82-89). IEEE.
- Katsis, C. D., Goletsis, Y., Rigas, G., & Fotiadis, D. I. (2011). A wearable system for the affective monitoring of car racing drivers during simulated conditions. *Transportation research part C: emerging technologies*, 19(3), 541-551.
- Kemp, C. L. (2005). Dimensions of grandparent–adult grandchild relationships: from family ties to intergenerational friendships. *Canadian Journal on Aging*, 24(2), 161–177.
- Ko, F., Aufy, A., Lam, H. & MacDiarmid, A. (2005). Electrostatically generated nanofibres for wearable electronics. In *Wearable Electronics and Photonics*, 13-39. Cambridge: CRC Press.

- Kornhaber, A. (1995). *Contemporary grandparenting*. Sage Publications.
- Kornhaber, A., & Woodward, K. L. (1981). *Grandparents, grandchildren: The vital connection*. Transaction Publishers.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of ranks in one-criterion variance analysis. *Journal of the American statistical Association*, 47(260), 583-621.
- Lahaie, C., Hayes, J. A., Piper, T. M., & Heymann, J. (2009). Work and family divided across borders: The impact of parental migration on Mexican children in transnational families. *Community, Work & Family*, 12(3), 299-312.
- Lanata, A., Valenza, G., Nardelli, M., Gentili, C., & Scilingo, E. P. (2015). Complexity index from a personalized wearable monitoring system for assessing remission in mental health. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 19(1), 132-139.
- Larson, R. W., & Almeida, D. M. (1999). Emotional transmission in the daily lives of families: A new paradigm for studying family process. *Journal of Marriage and the Family*, 5-20.
- Lovato-Hermann, K., Dellor, E., Tam, C. C., Curry, S., & Freisthler, B. (2017). Racial disparities in service referrals for families in the child welfare system. *Journal of Public Child Welfare*, 11(2), 133-149.
- Mandryk, R. L., Inkpen, K. M., & Calvert, T. W. (2006). Using psychophysiological techniques to measure user experience with entertainment technologies. *Behaviour & information technology*, 25(2), 141-158.
- Mansson D. H., Booth-Butterfield M. (2011). Grandparents' expressions of affection for their grandchildren: Examining grandchildren's relational attitudes and behaviors. *Southern Communication Journal*, 76(5), 424-442.
- Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Ostrosky-Solís, F. (2007). Evaluación neuropsicológica infantil. *México: Manual Moderno*.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Moffatt, K., David, J., & Baecker, R. M. (2013). Connecting grandparents and grandchildren. In *Connecting Families*, 173-193. Springer, London.
- Mueller, F. F., Vetere, F., Gibbs, M. R., Kjeldskov, J., Pedell, S., & Howard, S. (2005, April). Hug over a distance. In *CHI'05 extended abstracts on Human factors in computing systems*, 1673-1676. ACM.
- Mueller, M. M., & Elder, G. H. (2003). Family contingencies across the generations: grandparent-grandchild relationships in holistic perspective. *Journal of Marriage and Family*, 65(2), 404-417.

- Organización Internacional para las Migraciones. (2014). La Migración en México. *Hechos y cifras 2014*.
- Pantic, M., & Rothkrantz, L. J. (2003). Toward an affect-sensitive multimodal human-computer interaction. *Proceedings of the IEEE*, 91(9), 1370-1390.
- Paschall, K. W., Gonzalez, H., Mortensen, J. A., Barnett, M. A., & Mastergeorge, A. M. (2015). Children's negative emotionality moderates influence of parenting styles on preschool classroom adjustment. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 39, 1-13.
- Picard, R. W. (2010). Affective computing: from laughter to IEEE. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 1(1), 11-17.
- Rantala, J., & Raisamo, R. (2014, February). Preferences for touch gestures in audio-tactile communication. In *Haptics Symposium (HAPTICS), 2014 IEEE*, 247-250.
- Rantanen, J., & Hännikäinen, M. (2005). Data transfer for smart clothing: requirements and potential technologies. In *Wearable electronics and photonics*, 198-222. Cambridge: CRC Press.
- Rodríguez, I., Oteo, M., Gleisner, S., & Herskovic, V. (2015, May). SINCOM: Communicating grandparents and grandchildren living at a distance. In *Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD), 2015 IEEE 19th International Conference on* (pp. 153-158). IEEE.
- Rodríguez-Molinero, A., Narvaiza, L., Ruiz, J., & Gálvez-Barrón, C. (2013). Normal respiratory rate and peripheral blood oxygen saturation in the elderly population. *Journal of the American Geriatrics Society*, 61(12), 2238-2240.
- Rogers, Y., Sharp, H., Preece, J., & Tepper, M. (2007). Interaction design: beyond human-computer interaction. *netWorker: The Craft of Network Computing*, 11(4), 34.
- Rosella, F., & Genz, R. (2007). *U.S. Patent Application No. 11/515,690*.
- Rusch, D., & Reyes, K. (2013). Examining the effects of Mexican serial migration and family separations on acculturative stress, depression, and family functioning. *Hispanic Journal of Behavioral Sciences*, 35(2), 139-158.
- Russell, J. A., Carroll, J. M. (1999). On the bipolarity of positive and negative affect. *Psychological bulletin*, 125(1), 3-30.
- Saraz, M. A., Saraz, M. P., Troconiz, I., & Ocando, D. P. (2011). La población adulta frente a las tecnologías de la información: estudio de una comunidad. *Espacios*, 32(1).
- Sauro, J., & Lewis, J. R. (2016). *Quantifying the user experience: Practical statistics for user research*. Morgan Kaufmann.

- Schmeer, J., & Baffi, T. (2011, January). Touch trace mirror: asynchronous, collaborative messaging as a concept for creating a relatedness experience. In *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction* (pp. 303-304). ACM.
- Siewiorek, D., Smailagic, A., & Starner, T. (2008). Application design for wearable computing. *Synthesis Lectures on Mobile and Pervasive Computing*, 3(1), 1-66.
- Silverstein, M., & Marengo, A. (2001). How Americans enact the grandparent role across the family life course. *Journal of Family Issues*, 22(4), 493-522.
- Singhal, S., Neustaedter, C., Antle, A. N., & Matkin, B. (2017, February). Flex-N-Feel: Emotive Gloves for Physical Touch Over Distance. In *Companion of the 2017 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing* (pp. 37-40). ACM.
- Stern, R. M., Ray, W. J., & Quigley, K. S. (2001). *Psychophysiological recording*. Oxford University Press, USA.
- Straker, D. (2010). Hugging. <http://changingminds.org/techniques/body/hugging.html>.
- Suárez-Orozco, C., & Carhill, A. (2008). Afterword: New directions in research with immigrant families and their children. *New directions for child and adolescent development*, 2008(121), 87-104.
- Suárez-Orozco, C., Bang, H. J., & Kim, H. Y. (2011). I felt like my heart was staying behind: Psychological implications of family separations & reunifications for immigrant youth. *Journal of Adolescent Research*, 26(2), 222-257.
- Sundström, P., Ståhl, A., & Höök, K. (2007). In situ informants exploring an emotional mobile messaging system in their everyday practice. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(4), 388-403.
- Tao, X. (Ed.). (2005). *Wearable electronics and photonics*. Elsevier.
- Teh, J. K. S., Cheok, A. D., Peiris, R. L., Choi, Y., Thuong, V., & Lai, S. (2008, June). Huggy Pajama: a mobile parent and child hugging communication system. In *Proceedings of the 7th international conference on Interaction design and children* (pp. 250-257). ACM.
- Teh, J. K., Tsai, Z., Koh, J. T., & Cheok, A. D. (2012, March). Mobile implementation and user evaluation of the huggy pajama system. In *Haptics Symposium (HAPTICS), 2012 IEEE* (pp. 471-478). IEEE.
- Toet, A., van Erp, J. B., Petrigani, F. F., Dufresnes, M. H., Sadhashivan, A., Van Alphen, D. & Steenbergen, P. J. (2013, September). Reach out and touch somebody's virtual hand: Affectively connected through mediated touch. In *Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII), 2013 Humaine Association Conference on* (pp. 786-791). IEEE.

- Tomlin, A. M. (1998). Grandparents' influences on grandchildren. *Handbook on grandparenthood*, 159-170.
- Treas, J. (2008). Transnational older adults and their families. *Family relations*, 57(4), 468-478.
- Tsetserukou, D., & Neviarouskaya, A. (2010). iFeel\_IM!: augmenting emotions during online communication. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 30(5), 72-80.
- Uğur, S. (2013). Wearing embodied emotions: A practice based design research on wearable technology. *Springer Science & Business Media*.
- Watts, C., Sharlin, E., & Woytiuk, P. (2009, August). Matchmaker: Interpersonal Touch in Gaming. In *International Conference on Technologies for E-Learning and Digital Entertainment* (pp. 13-24). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Weiser, M. (1991). The Computer for the 21 st Century. *Scientific american*, 265(3), 94-105.
- Wickremaratchi, M. M., & Llewelyn, J. G. (2006). Effects of ageing on touch. *Postgraduate Medical Journal*, 82, 301–304.
- Yarosh, H. Davis, P. Modlitba, M. Skov, and F. Vetere. (2009). Mobile technologies for parent/child relationships, 285–306.
- Yavuz, S. U., Bordegoni, M., & Carulli, M. (2015). A Design Practice on Communicating Emotions Through Visual, Tactile and Auditory Simulations. In *ICoRD'15–Research into Design Across Boundaries Volume 1* (pp. 279-289). Springer, New Delhi.
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1982). Development and validation of a geriatric depression screening scale: a preliminary report. *Journal of psychiatric research*, 17(1), 37-49.
- Zhang, Q., Chen, X., Zhan, Q., Yang, T., & Xia, S. (2017). Respiration-based emotion recognition with deep learning. *Computers in Industry*, 92, 84-90.

## ÁPENDICE A.

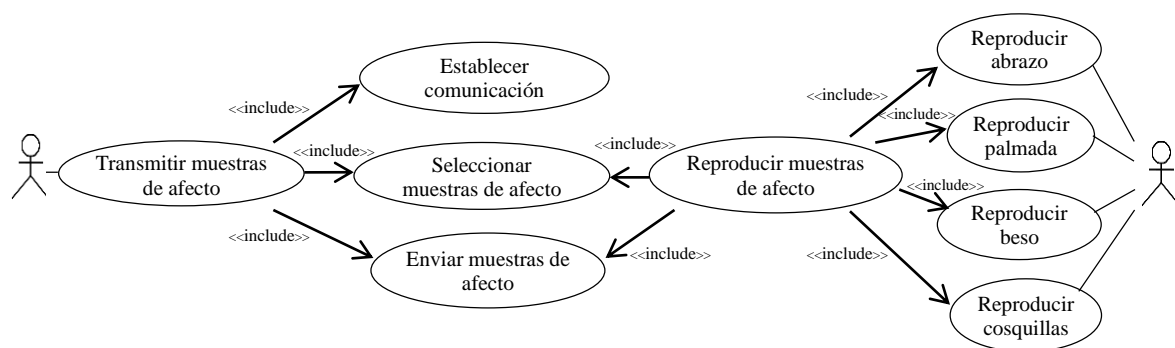
### Modelado del prototipo de CVA usando UML

#### A.1 Diagramas de casos de uso

La secuencia de las interacciones entre un sistema y sus actores en respuesta a un evento es representada por los diagramas de casos de uso; proporcionando a los desarrolladores una ruta para lograr un entendimiento común con los usuarios finales del sistema, ayudan a validar la arquitectura y a verificar que el sistema evolucione durante el desarrollo de manera congruente. A continuación se muestran y describen los principales casos de uso del prototipo de CVA para transmitir muestras de afecto.

##### A.1.1 Diagrama general de casos de uso para el prototipo de CVA

El presente diagrama (ver Figura A.1) fue diseñado para mostrar la interacción de los casos de uso y los actores con el prototipo de CVA. La descripción de los casos de uso más significativos se presenta en las Tablas de la A.1 y A.2.



**Figura A.1.** Diagrama general de casos de uso del prototipo de CVA.

**Tabla A.1.** Descripción del caso de uso “Transmitir muestras de afecto”.

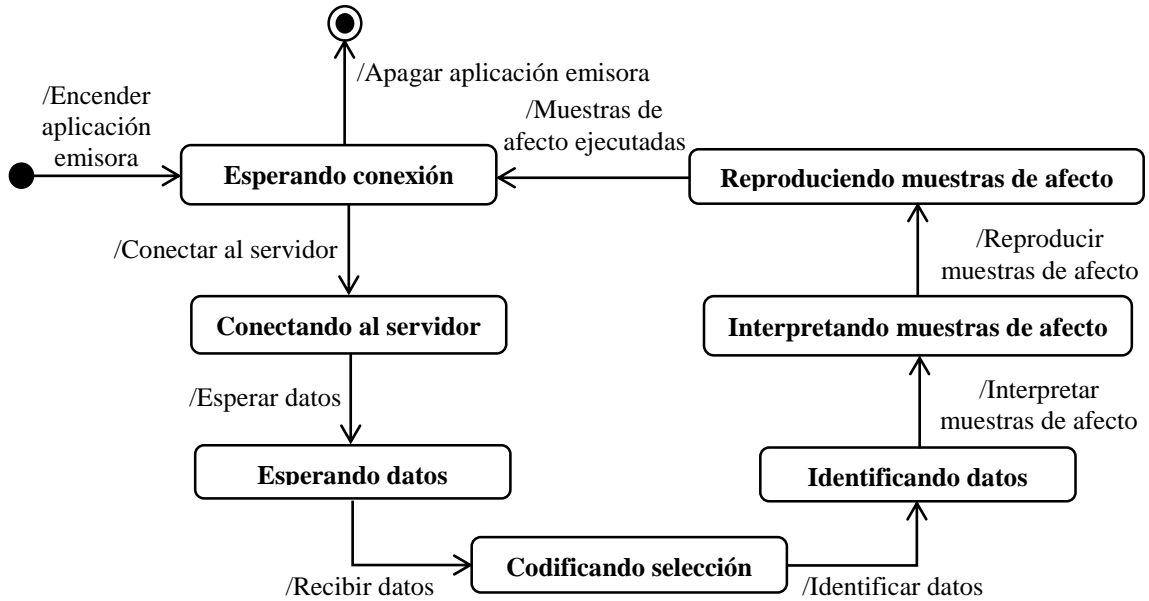
<b>Caso de uso</b>	Transmitir muestras de afecto
<b>Actor(es)</b>	Emisor
<b>Precondición</b>	Que el emisor desee transmitir muestras de afecto al receptor.
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El caso de uso inicia cuando el usuario emisor desea transmitir muestras de afecto.</li> <li>2. El usuario emisor manda instrucciones desde la aplicación emisora para establecer conexión con el dispositivo vestible.</li> <li>3. Una vez que se ha establecida la conexión el usuario emisor selecciona desde la aplicación emisora las muestras de afecto que desea transmitir al usuario receptor.</li> <li>4. El usuario emisor presiona el botón de “enviar” en la aplicación emisora para mandar las muestras de afecto al dispositivo vestible.</li> <li>5. El caso de uso termina cuando se ha enviado la información correspondiente a las muestras de afecto seleccionadas.</li> </ol>

**Tabla A.2.** Descripción del caso de uso “Reproducir muestras de afecto”.

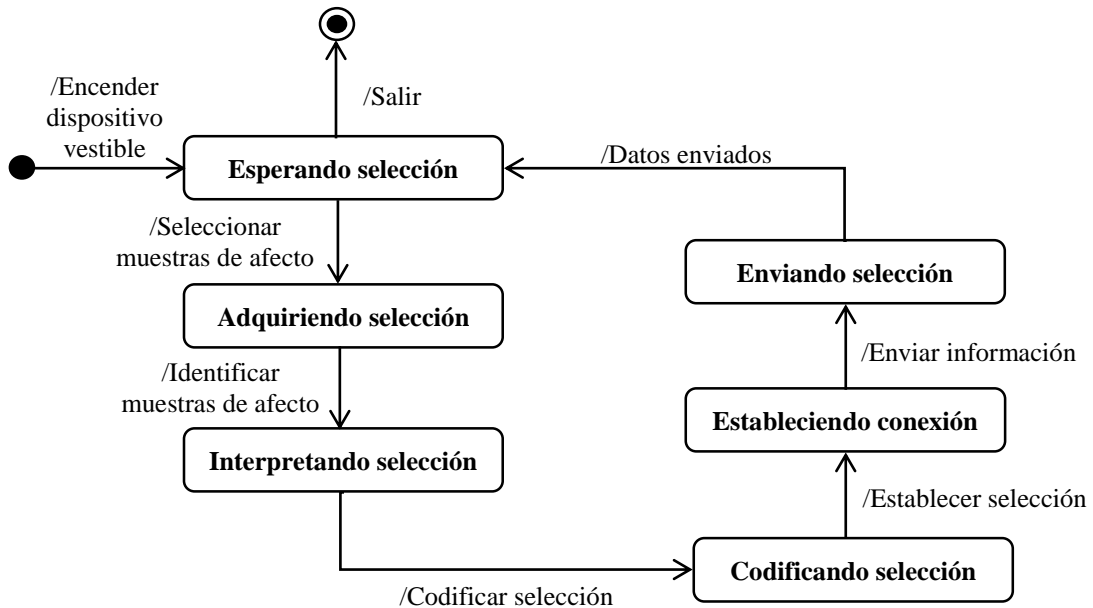
<b>Caso de uso</b>	Reproducir muestras de afecto
<b>Actor(es)</b>	Emisor
<b>Precondición</b>	Que se haya establecido la conexión con el dispositivo vestible. Que el emisor haya enviado las muestras de afecto.
<b>Descripción</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. El caso de uso inicia cuando el dispositivo vestible recibe las muestras de afecto enviadas desde la aplicación emisora.</li> <li>2. El dispositivo vestible interpreta y reproduce las muestras de afecto: <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1. Abrazo: el dispositivo vestible contará con actuadores para ejercer una leve presión en el pecho del usuario, simulando la acción de haber recibido un abrazo.</li> <li>2.2. Palmada en el hombro: el dispositivo vestible contará con motores para reproducir vibraciones en el hombro, simulando la acción de haber recibido una palmada en el hombro.</li> <li>2.3. Beso: el dispositivo vestible debe contar con una bocina para reproducir el audio de un beso, dando la sensación de haber recibido un beso al escucharlo.</li> <li>2.4. Cosquillas: el dispositivo vestible debe contar con motores vibradores que estimulen las zonas del abdomen con la intención de provocar cosquillas.</li> </ol> </li> <li>3. El caso de uso termina cuando el dispositivo vestible ha reproducido las muestras de afecto que fueron enviadas desde la aplicación emisora.</li> </ol>

## A.2 Diagramas de estado del prototipo de CVA

Los diagramas de estado son una técnica para describir el comportamiento de un sistema. Describen todos los estados posibles en los que puede entrar un objeto en particular y la manera en que cambia el estado del objeto como resultado de los eventos que llegan a él. A continuación se muestran los diagramas de estado más representativos del sistema.



**Figura A.2.** Diagrama de estado “Aplicación emisora” para el prototipo de CVA.



**Figura A.3.** Diagrama de estado “Dispositivo vestible” para el prototipo de CVA.

### A.3 Diagramas de circuitos

Esta sección presenta la descripción de los componentes electrónicos, los diagramas de circuitos y los diagramas esquemáticos de las conexiones entre los diferentes componentes electrónicos para el diseño del dispositivo vestibular del prototipo de CVA. Son presentados por separado describiendo cada muestra de afecto.

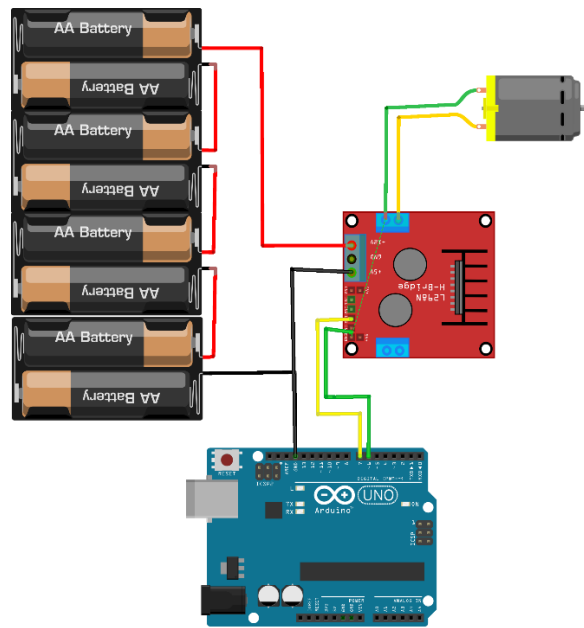
#### A.3.1 Muestra de afecto “Abrazo”

Para reproducir esta muestra de afecto se utilizaron los siguientes componentes electrónicos:

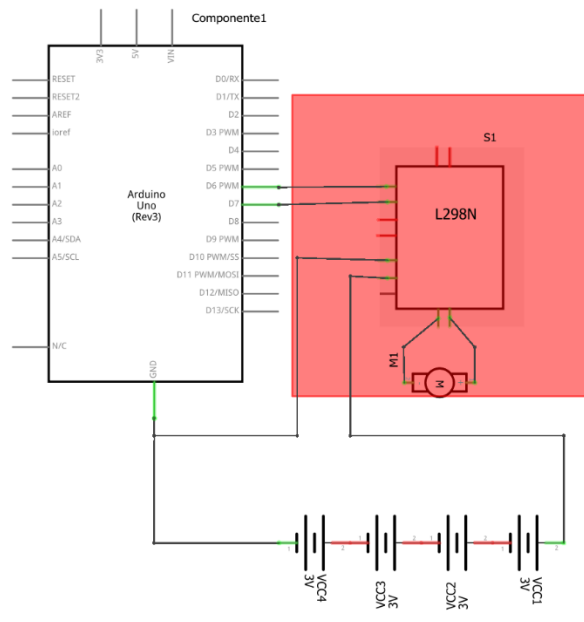
- *Arduino*. Es una plataforma de hardware de código abierto basada en una sencilla placa con entradas y salidas analógicas y digitales. Es el componente principal del prototipo de CVA, funciona mandando instrucciones programadas a los componentes electrónicos conectados a él para reproducir las muestras de afecto en el dispositivo vestibular. Para reproducir la muestra de afecto abrazo se le programaron instrucciones para activar la bomba de vacío.

*Bomba de vacío*. Este dispositivo se utilizó para reproducir la sensación de haber recibido un abrazo ejerciendo una ligera presión en el pecho del usuario al inflar con aire una bolsa sellada que fue colocada en el dispositivo vestibular.

- *Puente H L298N*. Es un circuito electrónico que permitió manipular la bomba de vacío. Se utilizó como puente entre la entrada de corriente eléctrica y el arduino para controlar la corriente que pasa por él y la activación de la bomba de vacío.
- *Fuente externa*. Fue necesario utilizar una fuente de energía externa para alimentar la bomba de vacío que requiere 12v para su funcionamiento. El arduino sólo es capaz de manejar un voltaje de salida máximo a 5v.



**Figura A.4.** Diagrama electrónico para reproducir la muestra de afecto “Abrazo”.



**Figura A.5.** Diagrama esquemático para reproducir la muestra de afecto “Abrazo”.

### A.3.2 Muestra de afecto “Beso”

Se utilizaron los siguientes componentes electrónicos:

- *Arduino*. Se le programaron instrucciones para reproducir el audio de un beso a través de una bocina que fue colocada en el dispositivo vestible.
- *Lector de tarjeta micro SD*. Es un puerto de entrada para tarjetas micro SD que permite leer los datos al insertar una tarjeta de memoria en él. Se utilizó para almacenar y leer el archivo de audio.
- *Bocina*. Es un dispositivo de salida que fue utilizado para escuchar el audio de la muestra de afecto beso.

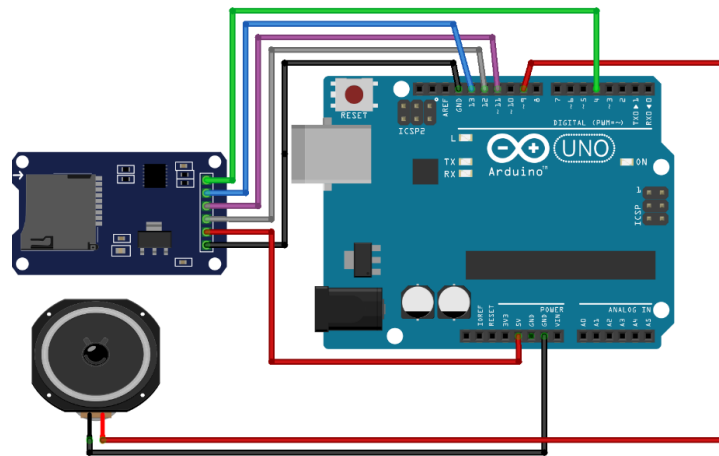


Figura A.6. Diagrama electrónico para reproducir la muestra de afecto “Beso”.

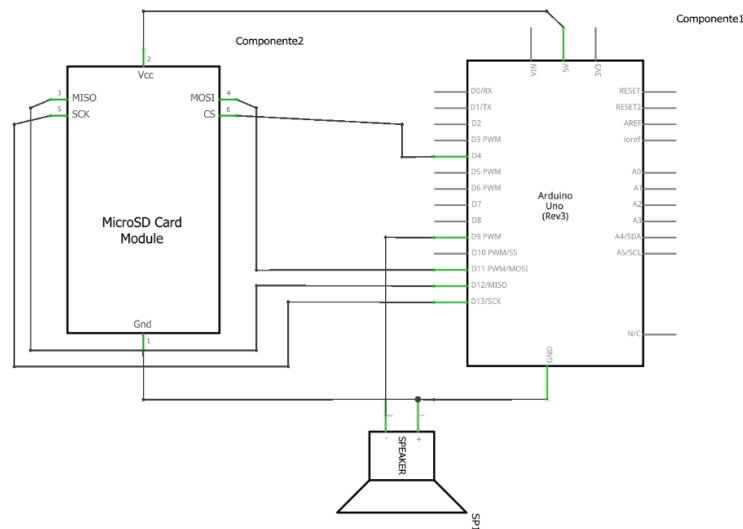


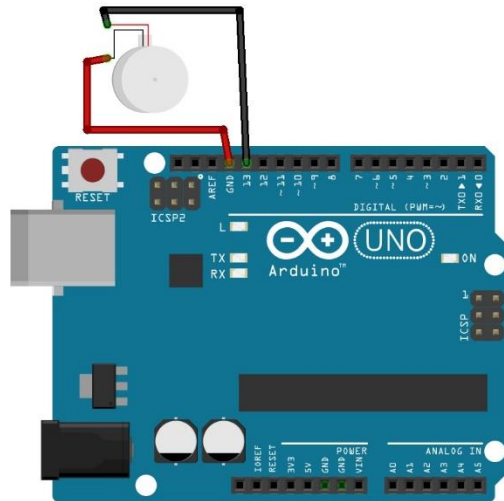
Figura A.7. Diagrama esquemático para reproducir la muestra de afecto “Beso”.

### A.3.3 Muestra de afecto “Cosquillas” y “Palmada en el hombro”

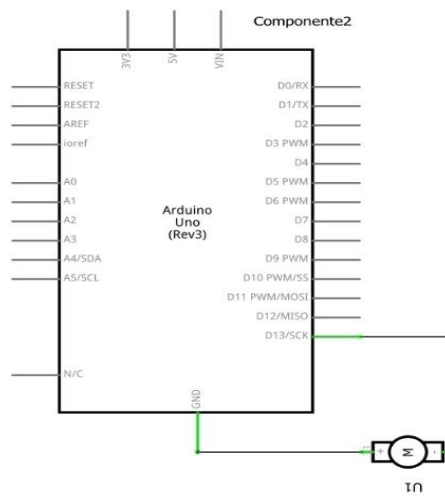
Para reproducir estas muestras de afecto se utilizaron los mismos componentes electrónicos, con la diferencia de la zona de ubicación y la cantidad de mini motores vibradores utilizados.

Ambas muestras de afecto utilizaron los siguientes componentes electrónicos:

- *Arduino*. Para la muestra de afecto cosquillas se le programaron instrucciones que permitieran activar los tres mini motores vibradores que se encontraban ubicados en el dispositivo vestibular a la altura del abdomen, con el objetivo de provocar cosquillas al usuario a través de vibraciones en el abdomen. Mientras que para la muestra de afecto palmada en el hombro se le dieron instrucciones al Arduino para activar un mini motor vibrador que también se ubicaba en el dispositivo vestibular a la altura del hombro izquierdo del usuario, con el objetivo de simular la sensación de haber recibido una palmada en el hombro por medio de una frecuencia de vibraciones.
- *Mini motores vibradores*. Son motores desequilibrados que al momento de girar realizan el efecto de vibración. Se utilizaron para provocar cosquillas en el abdomen del usuario por medio de vibraciones y simular la sensación de recibir una palmada en el hombro por medio de dos vibraciones cortas generadas en el hombro del usuario.



**Figura A.8.** Diagrama electrónico para reproducir las muestras de afecto “Cosquillas” y “Palmada en el hombro”.



**Figura A.9.** Diagrama esquemático para reproducir las muestras de afecto “Cosquillas” y “Palmada en el hombro”.

## ÁPENDICE B.

### Documentos utilizados

#### B.1 Cuestionario de fidelidad para las muestras de afecto

1. La muestra de afecto "abrazo" reproducida en el chaleco, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de un abrazo real?

Nada	0	1	2	3	4	Muy real
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

2. La muestra de afecto "beso" reproducida en el dispositivo, ¿Qué tanto se asocia a la sensación del envío de un beso en forma real?

Nada	0	1	2	3	4	Muy real
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

3. La muestra de afecto "cosquillas" reproducida en el chaleco, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de recibir cosquillas en el abdomen de forma real?

Nada	0	1	2	3	4	Muy real
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

4. La muestra de afecto "palmada" reproducida en el chaleco, ¿Qué tanto se asocia a la sensación de recibir una palmada en el hombro de forma real?

Nada	0	1	2	3	4	Muy real
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

Por favor escriba cualquier comentario que tenga en relación al prototipo.

## B.2 Cuestionario SUS

	Completamente en desacuerdo			Completamente de acuerdo	
1. Creo que me gustaría usar este prototipo a menudo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. El prototipo me pareció innecesariamente complejo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Pienso que el prototipo era sencillo de utilizar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Creo que necesitaría la ayuda de un técnico para poder usar este prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Me pareció que las distintas funciones de este prototipo estaban bien integradas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Me pareció que había demasiadas incoherencias en este prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Creo que casi todo el mundo aprendería a usar este prototipo rápidamente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Me pareció que el prototipo es muy complicado de usar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Me encontraría muy a gusto utilizando el prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Tendría que aprender muchas cosas antes de poder usar este prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### B.3 Cuestionario TAM

	En desacuerdo	De acuerdo
1. Asumiendo que tuviera acceso a la tecnología y al prototipo, lo utilizaría.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
2. Utilizando este prototipo en la vida diaria para comunicarme podría ayudar a fortalecer la relación abuelo-nieto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
3. Utilizando este prototipo mejoraría mi estado de ánimo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
4. Utilizando este prototipo enriquecería la forma de comunicarme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
5. Utilizando este prototipo me motivaría a comunicarme más frecuentemente con mis abuelos/nietos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
6. Utilizar este prototipo haría que fuera más fácil y divertido la forma de comunicarnos e interactuar entre nosotros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
7. Encontraría útil este prototipo en mi casa.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
8. Aprender a operar este prototipo sería fácil para mí.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
9. Encontraría fácil que el prototipo hiciera lo que yo quiero que haga.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
10. Interactuar con el prototipo sería claro y entendible.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
11. Encontraría flexible interactuar con el prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente
12. Es fácil llegar a ser hábil en el uso del prototipo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Extremadamente	Extremadamente
	Muy	Muy
	Ligeramente	Ligeramente
	Neutral	Neutral
	Ligeramente	Ligeramente
	Muy	Muy
	Extremadamente	Extremadamente

## B.4 Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)



ENI  
77-8

### Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI)

Esmeralda Matute  
Mónica Rosselli  
Alfredo Ardila  
Feggy Ostrosky

### Libreta de puntajes de signos neurológicos blandos

Nombre \_\_\_\_\_

Fecha de aplicación:	año	mes	día
Fecha de nacimiento:	año	mes	día
Edad:	años	meses	días

#### 1. Marcha

Se solicita al niño caminar sobre una línea del piso o dentro de los límites de la unión de los mosaicos. Posteriormente se le pide que camine de puntas, y finalmente, que salte con un pie y con el otro.

	Correcto	Con dificultad	Incorrecto
Camina sobre una línea	0	1	2
Camina en puntillas	0	1	2
Salta con el pie derecho	0	1	2
Salta con el pie izquierdo	0	1	2
Total:	/4 =		
Asimetrías:	Presente	Ausente	

#### 2. Agarre del lápiz

Se pide al niño que dibuje o escriba algo en una hoja de papel. En este momento el evaluador observa como el niño agarra el lápiz.

Normal				0
Anormal				2
Lateralidad manual	D	I	Mixta	
Observaciones				

#### 3. Articulación

Si el evaluador detecta dificultades del niño en la pronunciación y/o articulación de algunos fonemas, se recomienda aplicar la lista de palabras que se presenta en el apartado de signos neurológicos blandos del Manual para identificar el problema del habla.

Normal				0
Anormal				2
Observaciones				

#### 4. Agudeza visual

Se debe registrar si el niño presenta defectos en la agudeza visual, corregidos (con lentes) o no corregidos.

Normal			0
Anormal			2
Anteojos:	Usa	No usa	
Observaciones			

#### 5. Agudeza auditiva

El niño con los ojos cerrados debe discriminar con cada uno de los oídos los sonidos suaves (frotación de los dedos) presentados por el evaluador. El evaluador detrás del niño debe frotar las yemas del dedo índice y del pulgar a 5 cm. de los oídos del niño, siguiendo el orden de presentación de los estímulos de la Libreta de puntajes de signos neurológicos blandos.

Oído	Correcto	Incorrecto	Extinción*
1. Derecho	0	1	
2. Ambos	0	1	
3. Izquierdo	0	1	D I
4. Ambos	0	1	
5. Derecho	0	1	D I
6. Izquierdo	0	1	
7. Derecho	0	1	
8. Ambos	0	1	
9. Izquierdo	0	1	D I
Calificación total oído derecho			/3 =
Calificación total oído izquierdo			/3 =
Calificación de ambos oídos			/3 =
Total (suma OI + OD):			

\* Registrar el total en el apartado 8.2

## 6. Discriminación derecha-izquierda

Se le pide al niño que realice algunas tareas y se observa qué mano utiliza.

	Correcto	Incorrecto
1. ¿Cuál es tu mano izquierda?	0	2
2. Muéstrame tu ojo derecho.	0	2
3. Muéstrame cuál es mi mano derecha.	0	2
4. Con tu mano izquierda muéstrame tu rodilla derecha.	0	2
5. Muéstrame mi oreja izquierda.	0	2
<b>Total</b>	<b>/5 =</b>	

## 7. Seguimiento visual

El niño debe seguir con su mirada un objeto (puede ser un lápiz) colocado a 30 cm. de la punta de su nariz desplazado por el evaluador en el campo visual del niño.

Normal	0
Con dificultad	1
Incapacidad	2
Asimetrías:	Presente Ausente
Nistagmus:	Presente Ausente

## 8. Extinción

### 8.1. Táctil

El niño con los ojos vendados debe reportar la percepción de un estímulo táctil, indicando la mano en la cual fue percibido. El evaluador toca una, otra o ambas manos del niño, de acuerdo al orden establecido en la Libreta de puntajes de signos neurológicos blandos.

Mano	Correcto	Incorrecto	Extinción
1. Derecha	0	2	
2. Izquierda	0	2	
3. Ambas	0	2	D I
4. Ambas	0	2	D I
5. Izquierda	0	2	
6. Ambas	0	2	D I
7. Derecha	0	2	
<b>Calificación</b>	<b>/3 =</b>		

### 8.2. Auditiva

Se aplica en la tarea de agudeza auditiva (apartado 5) y se registra en esta parte la calificación correspondiente a ambos oídos.

Calificación de ambos oídos	<b>/3 =</b>
<b>Total (suma OI + OD):</b>	

### 8.3. Visual

El niño debe reportar la percepción de un estímulo visual indicando el lado en el cual fue percibido. El evaluador se coloca frente al niño con las manos a la altura de sus ojos y a una distancia de 30 cm. moviendo la mano derecha o ambas, mientras que el niño tiene que mantener la mirada fija hacia el frente e indicar cual fue la mano que se movió.

Mano	Correcto	Incorrecto	Extinción
1. Derecha (campo visual izquierdo)	0	2	
2. Izquierda (campo visual derecho)	0	2	
3. Ambas (ambos campos visuales)	0	2	D I
4. Ambas (ambos campos visuales)	0	2	D I
5. Izquierda (campo visual derecho)	0	2	
6. Ambas (ambos campos visuales)	0	2	D I
7. Derecha (campo visual izquierdo)	0	2	
<b>Calificación</b>	<b>/3 =</b>		

## 9. Disdiadococinesis

El niño debe realizar los movimientos alternantes de pronación a supinación con las dos manos, de manera rápida durante 10 segundos.

Normal	0
Lento	1
Incapacidad	2
Asimetrías:	Presente Ausente
Movimientos asociados:	Presente Ausente

## 10. Movimientos de oposición digital

Se solicita al niño oponer uno a uno el pulgar con los otros cuatro dedos en la mano derecha y repetir la acción varias veces. Luego se hace lo mismo con la otra mano observando la calidad y la velocidad de los movimientos.

Mano	Correcto	Lento	Incorrecto
Derecha	0	1	2
Izquierda	0	1	2
Total		/2 =	
Sincinesias:	Presente	Ausente	
Asimetrías:	Presente	Ausente	

## B.5 Test de Yasevage



ASOCIACIÓN MEXICANA DE NEUROPSICOLOGÍA, A. C.  
PROYECTO NEURONORMA-MX

### ESCALA DE DEPRESIÓN GERIÁTRICA (Yesavage, J. A. et al., 1983)

Se aplicará a personas de 60 o más años. El aplicador leerá las preguntas y marcará las respuestas del Examinado. A las personas menores de 60 años se les aplicará la Escala de Depresión de Beck-II.

0-10= Normal	>= 11 Depresión	v8 TOTAL:		
Formule claramente las siguientes preguntas haciendo referencia a que se evalúa el estado de ánimo de los últimos 6 meses.			Sí	No
1.	¿Está básicamente satisfecho(a) de su vida?			
2.	¿Ha renunciado a muchas de sus actividades e intereses?			
3.	¿Siente que su vida está vacía?			
4.	¿Se aburre frecuentemente?			
5.	¿Tiene esperanzas en el futuro?			
6.	¿Tiene molestias (malestar, mareo) por pensamientos que no puede sacarse de la cabeza?			
7.	¿En general tiene usted buen ánimo?			
8.	¿Tiene miedo de que algo malo le esté pasando?			
9.	¿Se siente feliz muchas veces?			
10.	¿Se siente frecuentemente abandonado(a)?			
11.	¿Está a menudo intranquilo(a) e inquieto(a)?			
12.	¿Prefiere quedarse en casa que salir y hacer cosas nuevas?			
13.	¿Está frecuentemente preocupado(a) por el futuro?			
14.	¿Le parece que usted tiene más problemas de memoria que la mayoría de la gente?			
15.	¿Piensa que es maravilloso vivir?			
16.	¿Se siente muchas veces desanimado(a) y melancólico(a)?			
17.	¿Se siente bastante inútil en el medio en que está?			
18.	¿Está muy preocupado(a) por el pasado?			
19.	¿Encuentra la vida muy estimulante?			
20.	¿Es difícil para usted iniciar proyectos nuevos?			
21.	¿Se siente lleno(a) de energía?			
22.	¿Siente que su situación es desesperada?			
23.	¿Cree que mucha gente está mejor que usted?			
24.	¿Está frecuentemente preocupado(a) por pequeñas cosas?			
25.	¿Siente frecuentemente ganas de llorar?			
26.	¿Tiene problemas para concentrarse?			
27.	¿Se siente mejor por las mañanas, al levantarse?			
28.	¿Prefiere evitar las reuniones sociales?			
29.	¿Es fácil para usted tomar decisiones?			
30.	¿Su mente está tan clara como antes?			