

CERTIFICADO

Registro Público del Derecho de Autor

Para los efectos de los artículos 13, 162, 163 fracción I, 164 fracción I, 168, 169, 209 fracción III y demás relativos de la Ley Federal del Derecho de Autor, se hace constar que la **OBRA** cuyas especificaciones aparecen a continuación, ha quedado inscrita en el Registro Público del Derecho de Autor, con los siguientes datos:

AUTOR: RAMIREZ LAUREANO EMILIANO
TITULO: LAS NUEVAS TECNOLOGIAS EN LA ERA DE LA COMPUTACION AFECTIVA
RAMA: LITERARIA
TITULAR: RAMIREZ LAUREANO EMILIANO

Con fundamento en lo establecido por el artículo 168 de la Ley Federal del Derecho de Autor, las inscripciones en el registro establecen la presunción de ser ciertos los hechos y actos que en ellas consten, salvo prueba en contrario. Toda inscripción deja a salvo los derechos de terceros. Si surge controversia, los efectos de la inscripción quedarán suspendidos en tanto se pronuncie resolución firme por autoridad competente.

Con fundamento en los artículos 2, 208, 209 fracción III y 211 de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 64, 103 fracción IV y 104 del Reglamento de la Ley Federal del Derecho de Autor; artículos 1, 3 fracción I, 4, 8 fracción I y 9 del Reglamento Interior del Instituto Nacional del Derecho de Autor, se expide el presente certificado.

Número de Registro: 03-2018-020209523700-01

México D.F., a 2 de febrero de 2018

EL DIRECTOR DEL REGISTRO PÚBLICO DEL DERECHO DE AUTOR

JESUS PARETS GOMEZ



UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, A.C.

MEXICO CITY'S BILINGUAL UNIVERSITY
FORMERLY MEXICO CITY COLLEGE



“Las nuevas tecnologías en la era de la computación afectiva”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**LICENCIATURA EN INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍAS DE
INFORMACIÓN**

P R E S E N T A

Ramírez Laureano Emiliano

MÉXICO, D.F. MAYO, 2017.

UNIVERSIDAD DE LAS AMERICAS, A.C.

Lic. Israel Rosario Loeza

Encargado del Departamento de Supervisión de Infraestructura y Procesos.

Dirección de Instituciones Particulares de Educación Superior.

Dirección General de Acreditación, Incorporación y Revalidación.

Secretaría de Educación Pública.

Por medio de la presente, hago del conocimiento de Ustedes que la tesis del estudiante **Ramírez Laureano Emiliano** titulada “**Las nuevas tecnologías en la era de la computación afectiva**” de la licenciatura en: **Informática y Tecnologías de Información** ha sido elaborada bajo los requisitos establecidos por la Universidad y aprobados por la Secretaría de Educación Pública, por lo cual me hago responsable académicamente.

Atentamente,

Dr. Yoel Ledo Mezquita

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, A.C.

El presente trabajo de investigación ha sido leído y aprobado por los miembros del Comité Académico asignado para:

Ramírez Laureano Emiliano

Como parte de los requisitos para obtener el título de:

Licenciado en Informática y Tecnologías de Información

DIRECTOR **Dr. Yoel Ledo Mezquita**

FIRMA _____

1er. Lector **Mtra. Claudia C. Flores M.**

FIRMA _____

2do. Lector **Dra. Patricia Rayón Villela**

FIRMA _____

Dr. Yoel Ledo Mezquita

Vo. Bo. Del Coordinador Académico

FECHA DE ENTREGA: **mayo, 2017**

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, A.C.

Acuerdo No. **901015**

de Fecha **21 de septiembre de 1990**

“Las nuevas tecnologías en la era de la computación afectiva”

Tesis que presentó: **Emiliano Ramírez Laureano**

En cumplimiento parcial de los requisitos para obtener el título de:

Licenciado en Informática y Tecnologías de Información

Fecha de entrega de la tesis

Mayo, 2017

AGRADECIMIENTOS

A mis profesores de la secundaria Sara Alarcón por ser ese lugar tan especial, donde encontré apoyo y comprensión; cuando estas cualidades no eran mi fuerte.

- *Profa. María de los Ángeles Imaz* por su infinita paciencia y cariño. Me enseñó la paciencia y la constancia.
- *Prof. Jorge Cárdenas Bárcenas*, por su comprensión y complicidad.
- *Prof. Felipe de Jesús Escobar Galaz (Pipe)*, por solidario.
- *Prof. Noé Ahumada Rodríguez*, por enseñarme el concepto del respeto.

A mis profesores de la Universidad de las Américas - CDMX

- *Dr. Yoel Ledo Mezquita*, por su entusiasmo y por creer en mi y por resolver todos los problemas.
- *Dra. Claudia Citla Flores Mendoza*, siempre haciendo mis problemas suyos y tirando para adelante.

A *Lourdes Sánchez Guerrero* y *Anita González Fragoso*; quienes me ayudaron y guiaron en mi servicio social con ellas aprendí que hay muchas formas de aprender.

A un equipo secreto de Doctores que siempre esta para sacarme de aprietos; *mis padres*.

A *Salvador Sánchez Porras*, mi entrenador en la piscina y fuera de ella; mi gran amigo, por creer en mi *¡siempre!*

A *Daniel "Garra" García*, mi entrenador de piso por su amistad y apoyo.

A *mi amado deporte la natación*, por hacerme extraordinario cada vez que estoy ahí dando lo mejor de mi durante esos kilómetros de entrenamiento duro y en solitario (con la línea negra), por el placer, la paz y sobre todo por mantenerme a flote.

DEDICATORIAS

A mi mamá Lili, quien nunca me dejó caer. Y siempre supo que lo lograría. Bueno, siempre ha estado en modo surveillance.

A mi papá Javier, por jugar conmigo y compartir mis berrinches y mis éxitos.

A mi abuelito Justo, quien con todo su cariño me enseñó matemáticas, los sábados en la mañana; además de su complicidad y enseñanza de vida.

A mi familia: los RAMIREZ y los LAUREANO, con sus extensiones.

A la Dra. Silvia Ortiz León, quien con cariño y profesionalismo; allanó y sigue allanando mi camino.

A Arturo Sosa Ortiz, un tío aparte del todo.

A mis amigos de la secundaria, simplemente por haber estado ahí...

- *Etienne Heredia Guadarrama*
- *Miguel Jordán Mejía Palomino*
- *Oscar Sierra Valerio*

A mi gran amiga Brenda Hernández Sánchez, por soportarme y aceptarme.

À mes amis en France: Douglas, Yassin, Aurelien, Remy, Gregoire, Etienne, et Pierre avec qui j'ai eu une expérience unique au Lycée Saint Joseph à Avignon et plus...

A mis amigos y gran equipo de la UDLA-CDMX, esta aventura sin ellos no hubiera ni sido posible, ni la misma. Ellos son sinónimo de: solidaridad, y trabajo en equipo. El cariño a una Institución lo aprendí a su lado.

- *Carlos Coss Mejía*
- *Alan Delgado Díaz*

- *Ricardo Meneses Pardo*
- *Israel Sánchez Jiménez*
- *Felipe San Martín Chao*

Una mención aparte para *Iván Jiménez Díaz*, amigo que compartió sus conocimientos conmigo sin ninguna reserva.

Una de las riquezas mas exquisitas es poder convivir y compartir con los estudiantes de otras carreras. Esta oportunidad nos la dio la *Universidad de las Américas*. Así que también quiero hacer una mención especial a todas estas amigas y amigos de otras carreras por ser parte de esta etapa.

Una mención a *Martha Mora Torres*, quien mientras hacia la maestría y doctorado me vio terminar la primaria y la secundaria, con la misma tutora, mi mamá; ambos nos dábamos ánimos.

A *Juan Manuel Torres Moreno* y *Patricia Velázquez*, por su amistad y apoyo, en momentos difíciles.

A mi familia catalana Elvira Carles, Arturo de las Heras y Anna, a mis iaios Arturo y Angelita; Juan José y Águeda; por los momentos de Riomar y de la vida...

A Fernando de Arriaga (Fernandito); por todo su cariño y sus juegos...

À ma famille Bengueda: *Marie, Ben* et *Yannick* ... pour leur amour et leur soutien à notre aventure en France...

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS	i
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
NARRATIVA POR CAPÍTULOS	3
Capitulo I. La computación afectiva	6
1. Introducción.....	6
1.1. Terminología	7
2. ¿Por qué es importante tomar en consideración el diseño emocional?.....	8
3. Marco teórico	9
3.1. La Teoría OCC	11
4. Diferencia entre elicitar y simular emociones sintéticas	13
4.1. Emociones sintéticas	13
4.2. Elicitación de emociones	14
5. Mi Propuesta	15
Capitulo II. Estado del arte	18
1. Introducción.....	18
2. Las Tecnologías en el transporte	20
2.1. Las once tecnologías de Ford: (11 Tecnologías actuales para evitar accidentes en carretera, 2017)	21
2.2. Sally: un sueño.....	24
3. Computación afectiva: una realidad	26
3.1. ¿Por qué son importantes las emociones?.....	26
3.2. ¿Cómo sabemos que una acción proviene de una conducta diseñada con emociones?.....	28
Capitulo III. Análisis y diseño de una conducta afectiva: Lumi una interfaz reactiva	29
1. Introducción.....	29
2. Modelo de la consciencia artificial.....	31
3. Amaxofobia o miedo a conducir	34
4. Diseñando a Lumi.....	35
Capitulo IV. Un Motor de inferencia para Lumi	43
1. Introducción.....	43
2. Manejo de imprecisión e incertidumbre	43
3. Matrices casuales.....	44

4. Mapas Cognitivos Difusos	44
5. El motor de inferencia de Lumi.....	46
6. Escenarios de prueba	48
Capitulo V. Reflexiones con respecto a los sistemas con emociones	53
CONCLUSIONES	55
TRABAJO FUTURO	56
BIBLIOGRAFÍA	57
REFERENCIAS DE SOFTWARE	58
PUMAGOTCHI.....	58
DEMO DE ESTIMULACION COGNITIVA	59
MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS	59
ENLACE DE INTERNET	59

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura. 1 Las emociones de acuerdo a la Teoría-OCC.....	12
Figura. 2 Influencia de las emociones en la toma de decisiones de acuerdo a Lowenstein y Lerner (2003).....	33
Figura. 3 Modelo mental de conducción de Lumi.....	36
Figura. 4 Modelo mental: surveillance.....	36
Figura. 5 Modelo mental: actúa.....	37
Figura. 6 Modelo mental: perceptores entorno.....	37
Figura. 7 Modelo mental: perceptores fisiológicos.....	37
Figura. 8 Modelo mental: actitud irresponsable.....	37
Figura. 9 Modelo mental: emociones.....	38
Figura. 10 Modelo OCC.....	40
Figura. 11 Estructura cognitivo-afectiva de Lumi.....	41
Tabla 1. Emociones Sintéticas de Lumi.....	42
Tabla 2. Matriz de causalidades.....	47

INTRODUCCIÓN

Cuando hablamos de innovación, nos referimos a artefactos aún no diseñados o artefactos mejorados. En este último aspecto podemos incluir a las nuevas tecnologías; ya que éstas avanzan con paso acelerado, siendo su incorporación a la vida diaria casi de forma imperceptible. En este trabajo queremos dar constancia de que las emociones deben ser consideradas como parte en el diseño de las nuevas tecnologías debido a que su inclusión en el diseño implica tomar en consideración el diseño emocional de cualquier artefacto. Esto implica una mejora en la interacción con el usuario la cual puede ser potenciada debido a una interacción más rica y al hecho que permite contar con más información durante el proceso de toma de decisiones.

¿Cómo pueden beneficiar la vida diaria de las personas artefactos que incluyan al diseño emocional?

Las *emociones* han sido un tema controversial. Durante mucho tiempo se pensó que las emociones no eran buenas en un proceso de toma de decisiones. Sin embargo actualmente nuevos aportes implican la necesidad de éstas dentro del proceso de toma de decisiones. Ahora bien siendo éstas tan importante para el ser humano. La curiosidad nos llega a través de querer comprender cómo funciona el ser humano y a través de esta comprensión ser capaces de aprovechar su inclusión en los diseños de artefactos. Lo anterior al ser capaces de adquirir un mejor confort y un acercamiento más íntimo que permita personalizar las interacciones con los distintos usuarios.

En este trabajo se hace hincapié en lo que ha dado en llamarse *diseño emocional*, como parte del diseño de distintos artefactos y se establece la importancia del diseño emocional como parte de las nuevas tecnologías. Y los beneficios de incluir a éste. Siendo esta una de las innovaciones tecnológicas que dan paso a una nueva profesión

llamada *cognitiva* (<http://www.onisep.fr/Ressources/Univers-Metier/Metiers/cogniticien-cogniticienne>).

Se hace hincapié en que los trabajos finales, implican un diseño y una construcción que conlleva trans-disciplina donde los diseñadores tienen mucho que decir, ya que ellos son imprescindibles en la antropomorfización de los espacios/artefactos.

Actualmente los aviones Boeing y Airbus; cuentan con diferentes formas de resolver problemas relacionados con aspectos donde la vida humana está en peligro. En el caso de la empresa Boeing centraron el diseño del software en la persona y los Airbus en el software, en otras palabras, el software de Airbus puede desestimar una orden del capitán si la considera errónea para la vida humana.

En este trabajo se desarrollará un diseño conductual en el que quedarán evidenciados los eventos a los que debe prestar atención un coche que siente. Bajo este esquema se buscarán las emociones ad-hoc que pueda sentir y posteriormente se implementará toda la conducta en un motor de inferencia (razonamiento) que permitirá al coche tomar una decisión y en caso de peligro extremo tomar el control de la situación.

NARRATIVA POR CAPÍTULOS

Tema de Tesis: Las nuevas tecnologías en la era de la computación afectiva

Objetivo General: reconocer a las emociones como parte substancial del desarrollo de los artefactos y que éstas sean consideradas como eje en el diseño de los sistemas cognitivos. Estos últimos serán incluidos en las interfaces de nueva tecnología. Permitiendo la potenciación de las interacciones con los usuarios, así como del proceso de toma de decisiones.

Objetivos Particulares:

- 1) Explicar la sub-línea de inteligencia artificial conocida como computación afectiva.
- 2) Comprender la importancia de las emociones como factor de diseño dentro de los artefactos; ya que sin emociones no puede existir inteligencia durante una interacción y durante un proceso de toma de decisiones. Para lograrlo se analizarán dos casos de estudio.
- 3) Establecer los beneficios de incluir un diseño emocional y su inclusión en el desarrollo de los ordenadores emocionales como parte de las nuevas tecnologías.
- 4) Desarrollo de una interfaz que simule las emociones de un automóvil

Justificación

Actualmente se percibe que la inteligencia artificial desde su trinchera puede aumentar la inteligencia humana al poder interactuar de forma más íntima. Las emociones, en este caso de estudio son necesarias con el fin de simular la vulnerabilidad.

Que motivó el proyecto:

El reciente reconocimiento de la importancia de las emociones en los procesos de toma de decisiones con la línea de investigación llamada computación afectiva; y el nacimiento de la especialidad llamada cognitiva que se dedica a la antropomorfización

(humanización) de los espacios utilizados por los seres humanos. Por otro lado quiero hacer énfasis en que he crecido entre pláticas, congresos y exámenes de grado; todos con temas de inteligencia artificial. A los dos años vi el primer robot. Siendo este tema tan de casa siempre me interesó, ésta es la otra cara de la motivación.

Quiénes serán beneficiados:

A través de modelos informáticos se simulan los comportamientos humanos o se predicen las emociones de los usuarios; con el fin de tener interacciones más acertadas y más ubicadas, al ser capaces de analizar la información que subyace a las emociones y conjuntarla con la del entorno.

Qué problemas resuelve:

El ser capaces de comprender que las emociones en los sistemas informáticos implican una capacidad de adaptación mayor y una interacción más rica entre los artefactos y los usuarios. Lo anterior descubre toda una riqueza ya que las máquinas son capaces de comprendernos y procesar información de forma más exacta y más rápido que los humanos. Esta última característica las capacita para tomar decisiones más acertadas al contar con una interacción más íntima. Es un hecho que YA están aquí, existen muchos artefactos que incluyen la personalización un claro ejemplo es SIRI, aunque ella aún no comprende nuestras emociones.

Este documento se organiza de la siguiente forma:

El *Capítulo I. La computación afectiva*, define y contextualiza a la línea de investigación llamada computación afectiva. Describiendo lo que implican las emociones en el proceso de toma de decisiones y la diferencia entre emociones sintéticas y elicitación de emociones.

El *Capítulo II. Estado del Arte*, describe la problemática y como la inclusión de las nuevas tecnologías en transporte ayudan a mitigar en cierta medida los accidentes así como su previsión. Se describe y se da una argumentación del porque la computación

afectiva está siendo considerada para crear artefactos más empáticos y con respuestas más inteligentes ante la solución de problemas y ante el trato con los seres humanos.

El *Capítulo III. Análisis y Diseño de una Conducta Afectiva*, aborda el análisis y diseño de la conducta de una interfaz para un automóvil llamada Lumi que puede en ocasiones sentirse en peligro y vulnerable ante ciertos acontecimientos del entorno. Utilizando para ello una teoría de emociones creada de ex profeso para el diseño de los artefactos informáticos que las incluyan, conocida como la teoría OCC.

El *Capítulo IV. Un Motor de Inferencia para Lumi*, se le da vida a la conducta diseñada en el Capítulo III, a través de las matrices causales y la formalización de éstas con los mapas cognitivos difusos. Se dan ejemplos de la conducta de la interfaz; se analizan varios escenarios para comprobar su racionalidad.

El *Capítulo V. Reflexiones con Respecto a los Sistemas con Emociones*, analiza los pros y contras de la conducta afectiva; sabiendo que hay un largo camino hacia la integración de este tipo de interfaces y la polémica moral a la que se enfrentarán, no sin antes hacer hincapié en que es la misma que se tiene con el comportamiento de los humanos. Y plantea el desarrollo a más detalle del modelo cognitivo de Lumi.

Capítulo I. La computación afectiva

1. Introducción

La computación afectiva inicia en el año 2000 y tiene dos objetivos básicos: 1) elicitación de las emociones de un usuario, 2) representación de emociones sintéticas, a través de los sistemas informáticos; utilizando modelos informáticos se simulan los comportamientos de los seres humanos o se predicen las emociones de los usuarios; con el fin de tener interacciones más certeras y más ubicadas, durante la interacción de estos sistemas.

Los sistemas informáticos que incluyen a las emociones dentro de su interacción cuentan con alguno de los siguientes modelos perceptores: 1) una estructura cognitiva de emociones o 2) un conjunto de perceptores que les permiten conocer el ritmo cardíaco, la dilatación de la pupila, el nivel de sudoración, entre otros.

Nuestro objetivo principal es reconocer a las emociones como parte substancial del desarrollo de los artefactos y que los ordenadores emocionales sean considerados como nueva tecnología, la cual permite potenciar la interacción con los usuarios. Lo ubicamos en el desarrollo de interfaces a las que llamaremos *interfaces emocionales (artefactos)*.

En el cuerpo de este primer capítulo comenzaremos por: 1) explicar la sub-línea de inteligencia artificial conocida como computación afectiva, 2) comprender el porqué de la importancia de las emociones como factor de diseño dentro de los artefactos; ya que sin emociones no puede existir inteligencia durante una interacción. Para lograrlo se analizarán dos casos de estudio, 3) establecer los beneficios de incluir un diseño emocional y su consideración en el desarrollo de las nuevas tecnologías.

1.1. Terminología

Aunque es difícil tratar de encontrar palabras y definiciones debido a la forma en que es utilizada de forma coloquial, esto es, para expresarlo todo. Se trata de acotar el término. Entendemos que afectivo y emocional se utilizan de forma indiferente, aunque de acuerdo a la psicología la emoción es la última expresión de un afecto.

Por otro lado, existe el adjetivo *séntico*, proveniente del latín *sentiré*, y raíz de las palabras sentimiento y sensación. Esta última utilizada generalmente para referirse de forma exclusiva a estímulos sensoriales.

De acuerdo a Picard (1998) un estado emocional remite a la dinámica interna cuando se tiene una emoción. Este estado es multivariado e incluye aspectos del estado mental y el físico. Cambia con el tiempo y con una variedad de factores condicionantes (internos y externos).

Una emoción no puede ser directamente observada (es propioceptiva, como los colores) por otra persona; pero puede ser adivinada debido a la observación y análisis de ciertos aspectos fisiológicos y el acotamiento de una estructura cognitiva de emociones centrada y ubicada dentro de un contexto específico como podría ser *prepararse para una competencia de natación*.

De esta forma una expresión emocional remite a todo lo que conscientemente percibimos de nuestro estado emocional; relacionado con eventos internos y externos.

Por otro lado, un estado mental, se referirá a un estado de mayor duración. Así que de acuerdo a lo anterior se utilizará **expresión emocional o emociones** para describir lo que se indica a los demás de forma *voluntaria* como una sonrisa o *involuntaria* como una mueca o expresión facial ante un determinado evento.

2. ¿Por qué es importante tomar en consideración el diseño emocional?

¿Cómo pueden beneficiar? la vida diaria de las personas artefactos que incluyan al diseño emocional.

Los sentimientos proporcionan mecanismos que hacen posible distinguir lo bueno o lo malo; tanto de forma consciente como inconsciente; siendo esta una capacidad importante. Las emociones actúan como señales que son portadoras de información y al mismo tiempo indican a otros procesos como reaccionar Picard (1998).

Bajo el anterior argumento podemos beneficiarnos de las emociones de la siguiente forma:

- 1) Un aprendizaje en el que a través de: historias, videojuegos y simulación de emociones; el ser humano aprenda la empatía, lo que trae como ventaja:
 - a. La capacidad de comprensión de aspectos tan difíciles como la discriminación, acoso, entre otros.
 - b. La comprensión de la propia vulnerabilidad.
 - c. Valores a través de la vida cotidiana.
- 2) Incluir un mecanismo de emociones que permita reconocer un comportamiento errático y protegerse de éste.

Todas las tecnologías tienen sus pros y sus contras (Picard, 1998), los coches matan a más de 100 personas diarias (en USA), pero la conveniencia del transporte personal es inestimable. *Así que en vez de destruir los coches lo que se debe hacer es volver más segura la conducción.*

Este trabajo desea incluir las emociones como mecanismo de protección, al ser humano a través de la sensación de vulnerabilidad.

En este capítulo se hace hincapié en lo que ha dado en llamarse *diseño emocional*, como parte del diseño de distintos artefactos. Se explican los términos de: *inteligencia artificial*, *emociones sintéticas*, y *diseño emocional*. A través del estudio de dos artículos, se establece la importancia del diseño emocional como parte de las nuevas tecnologías. Y los beneficios de incluirlas.

3. Marco teórico

Aproximadamente en el año 2000, varios investigadores como: Rosalind Picard, Donald Norman, Minsky, Ortony, Clore y Collins e Igor Aleksander, entre otros, fundan lo que se conoce como *computación afectiva*. Esta última es una sub-línea de investigación de *inteligencia artificial (IA)*.

El objetivo principal de la IA es emular el comportamiento del ser humano, sea este cognitivo o físico. Con la ayuda de la psicología cognitiva (PC). Una definición más formal se da en el siguiente párrafo.

La IA es la simulación de la inteligencia humana en una máquina, de tal forma que la máquina sea eficiente en el proceso de lograr identificar y utilizar el correcto pedazo de conocimiento en un determinado paso relacionado con la solución de un problema.

En cuanto a la *computación afectiva*, es aquella que relaciona, las excitaciones provocadas de forma deliberada para influenciar en las emociones del usuario; siendo un campo estudiado por la psicología y su importancia en el comportamiento de un ser humano. Tiene dos vertientes:

1. emociones sintéticas
2. elicitación de emociones humanas

La *primera corriente* implica la capacidad de un artefacto para reproducir emociones de acuerdo al contexto del usuario. Por ejemplo: un videojuego, o un *second life*, entre otros.

En la *segunda corriente* lo que interesa es saber cuáles pueden ser las emociones experimentadas por un usuario en un determinado momento, esto implica predecirlas. Lo anterior con el objetivo de poder tener una interacción más rica y contextualizada. Por ejemplo un cajero automático que detecta las necesidades del usuario, un agente pedagógico que detecta el estado de ánimo del estudiante, entre otros; haciendo hincapié en que esta corriente se acota en las *emociones cognitivas* dejando de lado las que son producidas por el sistema fisiológico.

Para lograrlo siempre se recurren a *modelos matemáticos*, que hacen un tratamiento de los datos considerando *la incertidumbre*, esta última se presenta cuando: a) existe imprecisión en los datos, o b) hay insuficientes datos para poder razonar con ellos.

Además, existen teorías específicas para desarrollar *modelos conductuales* que provienen de la *psicología cognitiva* (PC) y las cuales nos permiten modelar los comportamientos.

La PC nace el mismo año que la IA, en 1956, con tres meses de diferencia y esta rama de la psicología se encarga de comprender los distintos comportamientos cognitivos (todo proceso que se lleve a cabo en el cerebro); proponiendo de esta forma diferentes herramientas y modelo que pueden utilizar los informáticos, con el fin de simular los comportamientos de los seres humanos.

Existen muchos trabajos que implican las emociones en el diseño, se abordan específicamente dos casos de estudio, con el fin de dejar claro algunos de los beneficios.

En la siguiente sección explicamos brevemente uno de los marcos teóricos más importantes con el fin de diseñar modelos informáticos que incluyan emociones en los diferentes artefactos.

3.1. La Teoría OCC

La teoría OCC (llamada así por sus autores: Ortony, Clore y Collins), es un esfuerzo por proponer un orden donde existe un aparente caos. Un orden que permite a los informáticos reproducir una emoción a partir de una *estructura general* en la que se especifica que existen *tres grandes clases de emociones* (Ortony *et al.*, 1996); cada una de las cuales parte de los tres aspectos destacados del mundo: 1) acontecimientos y sus consecuencias; 2) agentes y sus acciones; y 3) objetos puros y simples.

Las tres grandes clases de emociones son:

- *Emociones basadas en acontecimientos*: elaboran consecuencias ante acontecimientos deseables o indeseables respecto de las metas.
- *Emociones de atribución*: atribuyen responsabilidad a los agentes sobre sus acciones en función de normas.
- *Emociones de atracción*: basadas en actitudes con respecto a los objetos.

En el entendido de que todas las personas constan de distintas metas que desean lograr en sus vidas; estas toman forma a través de una estructura *afectivo-cognitiva*; la cual permite lograr nuestros objetivos en distintos contextos, a través de esas metas; siendo una de ellas la principal y las demás un conjunto de metas instrumentales que nos permiten lograr las metas principales; a continuación, se da una breve explicación, para mayor profundidad consultar la referencia relacionada.

Partiendo del supuesto anterior, y con el fin de evaluar el entorno se enlaza de forma paralela a la estructura una serie de variables para poder medir el impacto de los eventos del entorno en el estado interno de la *estructura afectivo-cognitiva*. Para lograrlo se establecen *variables locales* y *globales* que modifican la intensidad de las

emociones. Como resultado se presentan los afectos (elaboración cognitiva de una emoción) ligados a dichas emociones, la Figura 1, resume la teoría OCC. (Mora-Torres, Laureano-Cruces, Velasco-Santos, 2011). OCC propone una estructura jerárquica compuesta por una meta superior (general) y sub-metas denominadas *metas instrumentales* (más específicas). Las metas cuentan con dos características definitorias (no siempre presentes): 1) tipo de cosas que pueden buscarse y 2) el tipo de cosas que se pueden conseguir con un plan.



Figura. 1 Las emociones de acuerdo a la Teoría-OCC

Las metas son de distintas clases: 1) de *persecución activa* (MA); que uno desea tener hechas, 2) de *interés* (MI); que uno desea que sucedan, y 3) de *relleno* (MR); que son cíclicas, razón por la cual aun cuando se cumplan no se abandonan. Las metas anteriores se relacionan con los objetivos específicos dentro del contexto conductual

como son: de consecución (consiguen ciertas cosas), de satisfacción (satisfacen necesidades biológicas), de entretenimiento (disfrutar), de preservación (preservar estados), de crisis (manejar crisis cuando las de preservación están amenazadas), instrumentales (realizan otras metas).

Estas metas se relacionan entre ellas con enlaces definidos como: *necesarios*, *suficientes*, *facilitadores* o *inhibidores*. Para mayor detalle consultar la referencia relacionada.

4. Diferencia entre elicitar y simular emociones sintéticas

En este apartado se revisarán dos artículos con los diferentes enfoques en cuanto al uso de las emociones y que nos permitirán comprender su uso como parte de la creación de nuevas tecnologías.

4.1. Emociones sintéticas

PUMAGOTCHI es una mascota virtual con fines educativos destinada a niños de entre ocho y diez años de edad. El objetivo del juego es lograr mantener con vida a la mascota virtual el mayor número de días posibles, lo cual se puede lograr si lo cuidas constantemente. En esta versión DEMO, un día tiene duración de 2 minutos, con el objetivo de ver con mayor rapidez el resultado de las acciones que tomamos al cuidar de la mascota virtual.

En este caso el PUMAGOTCHI, siente (emociones sintéticas) y es capaz de mostrar una serie de caras que expresan la emoción que está sintiendo. Se pone feliz si juegan con él, o le dan de comer dulces; se siente apreciado. Se pone enojado cuando le dan de comer vegetales y llora cuando le vacunan.

Siendo este un software educativo los niños comprenden que quererlo no solo significa consentirlo y que, aunque le de miedo la inyección y sufra un momento; es a la larga por su bien.

El modelo conductual se desarrolló a través de la teoría OCC, en este caso pensando en el PUMAGOTCHI, ya que es él quien va a reproducir de forma sintética o artificial, las emociones. (Laureano-Cruces, Rodríguez-García, 2011).

4.2. Elicitación de emociones

En este caso la aplicación pertenece al área de salud, existe una enfermedad llamada Alzheimer, estas personas poco a poco van sufriendo el atrofiamiento de neuronas con lo que desafortunadamente comienzan un proceso de des-aprendizaje.

Bajo el esquema anterior uno de los ejercicios que ralentiza el deterioro es lo que se conoce como *estimulación cognitiva*, esto es, entre más ejerciten su cerebro; la enfermedad avanza de forma más lenta.

Se desarrolló una aplicación para Tablet (sistema Android) que permite a los usuarios jugar con distintos juegos cognitivos como pueden ser: 1) recordar las canciones y quien las cantaba, 2) combinaciones de colores, 3) encontrar que falta en un patrón dado.

Con base en las distintas acciones del usuario se infiere una emoción, esto es, ¿qué está sintiendo?: 1) tristeza, 2) frustración, 3) desesperación. Una vez que se detecta a través de las acciones en la interfaz del usuario la emoción, el artefacto reacciona, esto es: 1) le da una pista, 2) le cambia el ejercicio, o 3) lo anima a continuar.

El modelo conductual se desarrolló a través de la teoría OCC, en este caso pensando en el usuario, porque las emociones que nos interesa conocer son las de éste. (Laureano-Cruces, Mora-Torres, Sánchez-Guerrero, Ramírez-Rodríguez, Montiel-Bernal, Allier-Pavia, 2015).

5. Mi Propuesta

Las nuevas tecnologías poco a poco se insertan en la vida cotidiana, sin que nos demos cuenta se introducen haciendo que nuestra forma de trabajar y de pensar cambien (Carr, 2014).

Los científicos trabajan a pasos acelerados para ponerlas a nuestro servicio. Uno de los más importantes visionarios del siglo fue el gran Steve Jobs, siempre un paso (o varios) adelante de sus competidores, solo pensar en SIRI quien es genial y día a día se alimenta con la información de la red; con cada una de las preguntas y respuestas (interacción) que dan los distintos usuarios a través del mundo.

A quien no le gustaría tener un sistema operativo como HER, la película sobre un sistema operativo inteligente que te conoce y se adelanta a tus deseos; ayudando a redactar, aconsejar y muchas tareas diarias más.

Los párrafos anteriores muestran una tendencia a tener una relación más estrecha con la tecnología y por consecuencia con la IA. La tendencia del software que interactúa con nosotros se personaliza, la misma SIRI comienza poco a poco a utilizar tus palabras para comunicarse contigo y es aquí donde entran las emociones sea en un sentido o en los dos.

Con tantas muertes de jóvenes en accidentes automovilísticos, imaginen las altas posibilidades de cómo en el caso del PUMAGOTCHI crear un modelo de emociones para el auto y que este sienta miedo, se sienta vulnerable y sea capaz de convencer al usuario o de tomar el control en caso de que él se encuentre en peligro y por obvio que parezca con esta acción también se pone a salvo el conductor.

La premisa anterior parte del hecho irrefutable de que el ser humano no comprende en su totalidad ¡lo vulnerable que es! en este mundo. Una analogía sería *como una gota*

de sangre caminando y moviéndose; y tal vez esta inconsciencia es vital para que pueda existir y realizar hazañas como los viajes interestelares, o como los conquistadores que no tenían una idea clara de los peligros a los que se enfrentarían.

Sin embargo, cuando se ponen en riesgo vidas humanas que dependen de la pericia de un conductor, donde se incluyen los pasajeros y los otros seres humanos que deambulan por la calle, podemos pensar en que toda la ayuda tecnológica al servicio de actividades peligrosas es poca si no se cuenta con decisiones que impliquen un grado de autonomía y comportamiento racional.

En el caso de los aviones *Airbus*, estos han programado sus ordenadores para desautorizar las instrucciones de los pilotos en ciertas situaciones y mantener el avión dentro de los parámetros especificados por el programa de su dominio de vuelo, esto es, el software y no el piloto ejerce el control final (Carr, 2014).

En el caso de la empresa *Boeing*, han centrado el diseño del software de forma que no pueda desautorizar al piloto; incluso en circunstancias extremas (Carr, 2014).

Desde mi punto de vista estas dos visiones se deben mezclar y tal vez la forma de hacerlo es incluyendo las emociones como parte de la información en los procesos de toma de decisiones.

El paso siguiente es; a través de las emociones reproducir el fenómeno de la consciencia con el fin de antropomorfizar (humanizar) los espacios y que estos sean los que se adapten a nosotros y no al revés. Lo anterior es volver los espacios más empáticos.

Por todo lo anterior considero que la computación afectiva ya forma parte del desarrollo de nuevas tecnologías y pueden lograr innovaciones en muchos aspectos ayudando a los seres humanos.

De acuerdo a Acevedo (2009), desde el punto de vista de la inteligencia artificial y dada la afirmación de que las emociones afectan nuestro comportamiento, se abre un prometedor camino en donde vislumbramos a las emociones como parte esencial en el diseño de nuevas técnicas y algoritmos, ya sea para la toma de decisiones, la planeación o incluso una simulación más realista del comportamiento humano que proporcione a los sistemas de software de más información, en este caso las emociones, lo que repercutirá en una forma más *inteligente* de realizar sus tareas.

Capítulo II. Estado del arte

1. Introducción

Dentro del objetivo de este trabajo se encuentra el poder crear un *motor de inferencia* (referente a un razonamiento sintético) que permita la intervención de una interfaz creada para un automóvil en situaciones de emergencia que pongan en peligro al ser humano y este pueda ser dañado, se hace hincapié en que a esta propiedad le subyace la propia conservación. Para lograrlo se pretende incluir a las emociones como parte de la información que recibirá el proceso de toma de decisiones.

Una de las actividades más peligrosas del ser humano es conducir autos, constantemente hay promocionales donde se solicita precaución. Sin embargo en el caso de México tristemente ocupamos el 4º lugar en muertes de jóvenes menores de 25 años. Cada año ocurren 20,000 decesos por este evento, esto es 55 cada día. La primera causa de muerte de los jóvenes menores de 25 años son los accidentes automovilísticos (Jóvenes al volante; Una Mirada a la Ciencia, 2009).

De acuerdo a un estudio de la Dra. Treviño-Siller mencionado en Jóvenes al volante; Una Mirada a la Ciencia (2009), el funcionamiento del cerebro del adolescente tiene mucho que ver; ya que el proceso de maduración termina a los entre los 21 y 23 años; siendo la zona pre-frontal del cerebro la última en madurar. Y esta zona es la encargada del control de los impulsos y del proceso de toma de decisiones; aunado a lo anterior el alcohol, manejar de madrugada, sin dormir, el celular y venir acompañado por otros adolescentes son un ambiente propicio para tomar las peores decisiones.

Podemos contar de boca en boca, los accidentes mortales que han sufrido algunos amigos, otros conocidos y hacer un pequeño recuento que muestre que definitivamente se encontraban en la adolescencia (alcoholencia).

Un accidente inaceptable (en realidad todos los que conllevan drogas o irresponsabilidad; lo son) ocurrido el pasado 5 de septiembre de 2016, en el que viajaba

el deportista madrileño Bruno Hortelano, implica al conductor quien duplicaba la tasa de alcoholemia. Bruno Hortelano de 24 años, es un atleta español especializado en 100, 200 y 400 mts., planos que ha puesto el nombre de España muy alto al ser campeón europeo y ser semifinalista en los juegos olímpicos de Río.

El accidente le daño de forma catastrófica una de sus manos por lo que tuvo que ser intervenido de forma urgente.

Otro accidente que acaba de suceder en diciembre de 2016, pertenece lamentablemente a un hijo de un colega de mi mama; en este caso regresaban de una fiesta de madrugada y tomados y la Av. Aquiles Serdán se presta para meter el acelerador a fondo. El resultado es un choque impresionante en el que se declaró pérdida total de vehículo; y los dos chicos que venían atrás al no estar asegurados con el cinturón, uno sufrió fracturas en la mandíbula, y dos manos; el otro chico se fracturó el pie y sufrió contusión en el cerebro con tres días en coma.

¿Qué harías en el caso de que un coche donde vienen tus amigos se volcará?

Este caso implica una falta de responsabilidad por alcohol a las 3 de la madrugada de un sábado y venir toreándose en Av. Oceanía.

Los conductores del coche no accidentado, se estacionan en el carril de alta con las luces intermitentes, salen a recoger a sus amigos y cuando están trasportando el primer cuerpo pasa otro coche igual de imprudente que ellos y atropella a los tres lanzándolos y matándolos en el mismo instante del colapso.

Y así podríamos continuar...

Aún los conductores más experimentados, cuentan con pocas oportunidades para entender cómo controlar un vehículo en condiciones de accidente y sobre todo ¿qué medidas tomar? para salvaguardar lo mejor posible su persona. Sin embargo, los sistemas con inteligencia artificial pueden aprender, comprender, llamar a asistencia

médica y de emergencia; y con experiencia lograr una actuación ad-hoc a cada caso de accidente. Ante el anterior escenario es obvio que los seres humanos se hallan en desventaja.

Supongamos un escenario en una carretera del futuro donde todos los coches se comuniquen entre sí, y suponga que hay una colisión. Todos los coches se comunicarían para hacer un alto seguro. Y ellos podrían tener más éxito que los seres humanos.

Existen una serie de restricciones para las cuales el control debería retirarse del ser humano, y es cuestión de tiempo en el que se preferirá un manejo seguro y prudente ante ciertas condiciones donde el ser humano se expone a un peligro serio.

Ahora aquí existen dos dilemas

- 1) Quien debe decidir en qué parte recae el control.
- 2) Dilemas morales en que tal vez algún conductor salga mal, debido a la decisión colectiva.

Es un camino largo, pero definitivamente las nuevas tecnologías están en la batalla por mejorar la vida de los seres humanos a través de la antropomorfización de los espacios en el que los seres humanos se desenvuelven.

2. Las Tecnologías en el transporte

Grabar y registrar (FORD) el camino desde la perspectiva del conductor; con el fin de hacer un reconocimiento rápido de patrones en tiempo real antes que el conductor los vea con el fin de ayudar a encontrar objetos como: señales de camino, objetos en movimiento (peatones), señales de tráfico, entre otros, mismos que en carreteras y en la oscuridad son difíciles de reconocer (Sharpe, 2006).

El *Distronic* que ya se encuentra disponible en los Mercedes Benz, con el fin aligerar el manejo del conductor al mantener la distancia y la velocidad del vehículo con respecto al que va adelante (Sharpe, 2006).

Mitsubishi, presenta un encendido de motor por botón y en este caso después de tres intentos queda bloqueado; lo anterior implicaría un estado no conveniente (alcohol o salud), o una prevención de robo.

El mecanismo *auto-hold* de la Tiguan de Volkswagen, que permite frenar de forma automática al estar esperando por la luz verde; sin tener que pisar el freno,

La conexión automática a las diferentes aplicaciones de tu Smartphone compatible, así como el sistema de monitoreo de presión de llantas.

Ellos dicen *no podemos predecir, pero si podemos diseñar*, Y con esta frase comprendemos que la antropofomización de los espacios que utilizan los seres humanos es imprescindible con el fin de crear confort.

2.1. Las once tecnologías de Ford: (11 Tecnologías actuales para evitar accidentes en carretera, 2017)

El *control de velocidad adaptativo* y el *limitador inteligente de velocidad*, permiten evitar accidentes. En *el primer caso* se fijan como parámetros la distancia deseada con el coche de adelante y la velocidad; el vehículo disminuirá y acelerará con base en los parámetros proporcionados. En *el segundo caso*, además de las características anteriores se reconocen señales de tráfico y se detecta el límite de velocidad; en este caso se controla la potencia del motor y el suministro de gasolina con el fin de mantener la velocidad permitida y la distancia entre vehículos. Utilizan la información relevante que proporciona Google maps y Waze para poder determinar la velocidad permitida; en lugar de una programación a priori del vehículo. Lo anterior prevendría multas, pero más importante no correr riesgos con la vida humana.

El *sistema de ayuda para permanecer en un carril*, está adaptado para autopistas y siempre está activado, con velocidades inferiores a 65 km/h, se desactiva; o con el encendido del intermitente para cambiar de velocidad.

Control para el arranque en pendiente, en este caso el freno se activa un par de segundos (tres) para no caer hacia atrás y dar tiempo a pisar el acelerador.

El *programa de estabilidad electrónica (ESP)*, son sensores que detectan cualquier cambio brusco en: la dirección, los frenos, o el propio comportamiento del coche que pueda provocar un accidente *por la pérdida de control del vehículo*. El ESP, ajusta la velocidad de cada rueda para impedir que derrape; manteniendo la estabilidad trazada (NISSAN modelo March y FORD).

Active City Stop, evita o reduce las colisiones por alcance a baja-media velocidad. Con un comportamiento interno complejo este dispositivo consta de un radar en la parte superior del parabrisas. Este explora el área delante del vehículo para detectar posibles obstáculos; el rango de velocidad de operación se encuentra entre 30 y 50 km/h.

Este dispositivo utiliza los frenos, en caso de que conductor no actúe y es sensible al cambio de dirección del conductor con el fin de evitar la colisión, en cuyo caso se desactiva.

Luces autoadaptables, la conducción nocturna es una de las más delicadas; la visibilidad en carreteras no iluminadas se reduce. La tecnología LED dinámica, es capaz de ajustar el patrón de iluminación de los faros en función de la velocidad, el entorno y las condiciones. Con la ayuda de una cámara instalada en el parabrisas se detectan vehículos y bicicletas a una distancia de 800 metros por la noche. Además utiliza faros especiales con el fin de no cegar a los conductores del sentido opuesto.

El sistema contempla hasta ocho tipos de situaciones que abordan escenarios en ciudad, mal tiempo y carretera.

Sistema de información del ángulo ciego (BLIS); todos los conductores saben que existe un ángulo en el que no se observan los vehículos cuando se quiere cambiar de carril; este es un ángulo ciego. Este sistema te ayuda a cambiar de carril con mayor seguridad ya que sí existe un coche en este ángulo de visión ciego, el dispositivo te avisará a través del espejo retrovisor con una lucecita naranja.

Completa visión tras las esquinas, se conoce como *cámara de visión delantera de pantalla partida*. Por medio de una cámara auto-limpiable situada en la parrilla delantera, el conductor tiene visión de ciento ochenta grados de lo que pasa en las esquinas del frente. Lo anterior elimina zonas ciegas y otras con visibilidad reducida.

Asistente de pre-colisión con detección de peatones; se encarga de detectar la presencia de un peatón, animal o niño; en ciudad (velocidad limitada) que puedan cruzarse por enfrente. El sistema reacciona con un potente frenado en caso de que el conductor no haga caso a las señales de alarma acústicas y visuales.

En este caso con la información proveniente de la cámara y el radar se hace un reconocimiento de patrones.

Sistema de alerta de cansancio, controla el comportamiento del conductor y ante el más mínimo cambio sugiere tomar un descanso; en caso de que se incremente el nivel de alerta se producirá un potente aviso sonoro.

Desde hace tiempo se está trabajando en un proyecto de agentes inteligentes donde se pretende, que los mismos coches se comuniquen entre sí con el fin de evitar embotellamientos debido a alguna colisión y al mismo tiempo evitar colisiones y mayores accidentes. Chrysler es quien va a la vanguardia con este proyecto (Sharpe, 2006).

Todas estas ayudas al conductor se han desarrollado definitivamente porque manejar es una de las tareas más difíciles y peligrosas para el ser humano. No todas las

tecnologías mencionadas se encuentran en funcionamiento y no en todos los modelos y marcas de automóviles, en parte por el costo que implica el incluirlas.

2.2. Sally: un sueño

La idea de consciencia artificial nace con Issac Asimov el científico visionario en ciencia ficción y a través de su capacidad para imaginar el uso de las tecnologías de información aplicadas a sus relatos, podríamos decir que el sí que innovó. En este caso su relato se relaciona con los primeros coches con consciencia artificial. Su cuento de Sally, de la obra *sueños de robot* se refiere a un modelo informático relacionado a la consciencia artificial y por supuesto incluyendo a las emociones.

Se debe hacer hincapié en que sí existe lo que llamamos consciencia artificial, quiere decir que estamos creando un artefacto autónomo que tomará sus propias decisiones a partir de sus emociones y los eventos del entorno.

La síntesis del cuento de Sally (Asimov, 1990) implica una granja de automóviles retirados, un lugar donde sus dueños les podían dejar al morir; y no poder o no querer heredarlos. Todos cuentan con cerebros inteligentes que les permite ejercer un grado de autonomía. Estos coches automáticos habían sido desarrollados para auxiliar a los minusválidos de las guerras, además de personas con mucho dinero ya que costaban entre 10 y 100 veces más que los convencionales. En este cuento se relata como en dirección a un año futuro, aparecen éstos automóviles autónomos. Antes de su aparición había decenas de millares de muertos.

Fue un camino largo la aceptación, debido a la inconformidad de las personas. Al final se ganó la batalla debido a la seguridad que implicó el manejo; un cerebro autónomo (diseñado con IA y nueva tecnología) puede reaccionar más de prisa, debido al rápido proceso de la información, como consecuencia el porcentaje de muertes bajó. Lo anterior trajo como consecuencia la aceptación. Por otro lado es importante mencionar que este modo de autonomía se podía desconectar volviendo al modo manual. Lo anterior resultaba ser una agresión contra el automóvil.

En este cuento los coches tienen una personalidad los *descapotables* son femeninos y los *sedanes* masculinos.

Pero resulta que el cuento va más allá ya que estos coches dentro de sus cerebros positrónicos y su mecanismo de autonomía cuentan con emociones y estas los proveen de un nivel de consciencia artificial. Se hace hincapié en que todos los seres vivos cuentan con consciencia; siendo ésta limitada a sus entornos (Van E., 2012).

Esto les permite *sentir*, y esta sensación les permite tomar decisiones más acertadas para ellos y los seres que ama; pudiéndose traspolar este sentimiento a otros artefactos semejantes.

La historia termina mal ya que un ladrón llega a esta granja con malas intenciones; para él, los 51 coches de la granja representaban un botín ya que cada motor automático tenía un costo en el mercado negro. La propuesta era sacar los motores y ensamblarlos en otra carrocería, sin embargo, esto era impensable ya que los motores y sus cerberos positrónicos eran diseñados para cada coche y cada coche tenía consciencia de su exterior.

Esto es como si nos trataran de sacar nuestra esencia y meterla en otro cuerpo sea de mujer u hombre.

Al final los coches se dan cuenta y se coordinan (entre ellos) y unen esfuerzos para darle una paliza y proteger a quien los cuidaba.

Esta historia dice mucho sobre la consciencia y las emociones y aunque es una historia de ciencia ficción, casi todas ellas son un referente para las aplicaciones de *las nuevas tecnologías en el arduo trabajo de la antropofomización de los espacios que atañen al ser humano*.

3. Computación afectiva: una realidad

La computación afectiva es una sub-línea de inteligencia artificial, en ella se trata de utilizar la información proveniente de las emociones en el proceso de toma de decisiones. El estudio de las emociones como ya se mencionó en el capítulo I, cuenta con dos vertientes, a saber 1) emociones sintéticas y 2) elicitación de emociones.

Este proyecto toma en consideración las dos vertientes ya que se pretende dotar al motor de inferencia, esto es, el software que controla al automóvil con un estado emocional que permita comprender *que es lo que puede sentir un automóvil* frente a ciertos eventos externos e internos; en cuyo caso son vulnerables; como Sally cuando trataban de robarle su motor automático separarla de su chasis; y como Sally también ser empática con respecto al apuro de Jack (encargado del cuidado de todos los automóviles de la granja) al saber que les querían hacer daño robando los motores de los distintos automóviles; aunque en el cuento Sally y sus compañeros van más allá ya que también juzgan la actuación del ladrón y le dan un merecido castigo.

La investigadora *Rosalind Picard* del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), a finales de los 90's escribe un libro que se llama *affective computing* (1998), donde define la importancia de éstas como parte del diseño de los artefactos que conlleven inteligencia artificial.

3.1. ¿Por qué son importantes las emociones?

Durante mucho tiempo las emociones fueron descartadas del proceso de razonamiento implicando que el tenerlas generaba *una pobreza de juicio y comportamientos irracionales* y así es, sin embargo, el marco donde se desea incluirlas conlleva equilibrio emocional, también conocido como *inteligencia emocional* (Walton, 2012).

Dentro de los recientes descubrimientos científicos se demuestra que las emociones juegan un papel esencial en: 1) el proceso de toma de decisiones, 2) la percepción y 3) otras funciones cognitivas (Rosalind, 1998).

Si realmente deseamos crear artefactos inteligentes que se adapten y relacionen de forma natural con los seres humanos, deben contar con *la capacidad de reconocer, expresar y tener emociones; en esencia contar con inteligencia emocional*.

De acuerdo a Picard (1998), después de medio siglo no se ha conseguido que una máquina tenga la capacidad de analizar problemas difíciles de forma inteligente, ni de relacionarse con las personas de forma inteligente.

Herb Simon mencionado en Picard (1998), escribió sobre los fundamentos de la cognición; haciendo hincapié que cualquier teoría general sobre el pensamiento y la resolución de problemas debe incluir a las emociones.

Por otro lado, los teóricos de las emociones también han mantenido que estas juegan un papel decisivo como elementos de la motivación; y central en aspectos como: 1) atención, 2) percepción, 3) creatividad y 4) *la capacidad de enfrentarse a la vida*.

En el caso de las neurociencias (cognición y psicología), indican que las emociones juegan un papel central en: 1) la planificación, 2) atención, 3) razonamiento, 4) aprendizaje, 5) memoria y 6) toma de decisiones. El siguiente texto extraído de Picard (1998); dice de forma contundente porque las emociones son imprescindibles en los comportamientos simulados por los seres humanos en los artefactos que diseñamos.

Algunos científicos han argumentado que las demandas de un sistema con recursos determinados que opera dentro de un marco complejo e impredecible crean de modo natural la necesidad de las emociones para enfrentar a múltiples situaciones de una forma flexible inteligente y eficaz.

Picard una ingeniera en electrónica en su libro *Affective Computing*; genera un marco teórico para lo *informática emocional*, esto es, un campo de la informática que se relaciona con las emociones y de aquí que pueda ser utilizado en el desarrollo y comprobación de las teorías tanto antiguas como recientes en este campo.

La *informática emocional*, también incluye cómo dotar a un ordenador de la *capacidad de reconocer y expresar emociones*, desarrollar su capacidad de responder de manera inteligente a las emociones humanas, y capacitarlo para dosificar y utilizar sus propias emociones.

Dando por sentado que las emociones son un elemento muy importante en las actividades de los seres humanos; no resulta imprudente sino todo lo contrario el poder incluirlas dentro del diseño de los artefactos que interactúan con los seres humanos con el fin de crear una mayor riqueza en la interacción y como parte fundamental de la antropofomización, esto es, humanizar los espacios utilizados por los seres humanos.

3.2. ¿Cómo sabemos que una acción proviene de una conducta diseñada con emociones?

En realidad, con solo mirar la acción no lo sabremos. Lo que es un hecho es que el mecanismo bajo el que fue creada esa acción será muy diferente de sólo una acción a través de estímulos sensoriales.

Y se espera que al tener más información pueda ser más acertada, esto es racional.

Ahora pasaremos a esbozar una teoría creada para lograr un diseño cognitivo de emociones, dado que en nuestro caso son ellas las que permitirán diseñar la personalidad de un coche que no solo es capaz de detectar, sino que cuenta con miedo a la vulnerabilidad.

Capítulo III. Análisis y diseño de una conducta afectiva: Lumi una interfaz reactiva

1. Introducción

Este trabajo está relacionado con la simulación de una conducta en la que quedan expresadas las emociones que puede *sentir un automóvil con miedo*, partiendo del supuesto en el que *no es lo mismo saber que sentir*; podemos comprender que un estado emocional altera y determina la forma en que el cerebro procesa la información que obtiene del mundo exterior (Esquivel, 2012). Lo anterior implica que estamos procesando dos fuentes de información: externa e interna.

Las emociones son parte de las habilidades con que cuenta un ser humano durante el proceso de toma de decisiones y éstas de acuerdo a Picard (1998) son una heurística que utilizan los seres humanos para podar el árbol de búsqueda; convirtiéndose así en una herramienta de las nuevas tecnologías que nos permite la innovación; dando paso a una nueva profesión llamada *cognitiva y encargada de la antropofomización de los espacios/artefactos que utilizan los seres humanos*. Se hace hincapié en que los trabajos finales, implican un diseño y una construcción trans-disciplinaria donde los diseñadores tienen mucho que decir, ya que ellos son imprescindibles en la antropofomización de estos espacios.

Si recordamos la síntesis del cuento de Sally (Asimov, 1990); trata sobre una granja de coches donde todos cuentan con *cerebros inteligentes que les permite ejercer un grado de autonomía*. Lo anterior está relacionado con las tres leyes de la robótica:

1. Un robot *no hará daño* a un ser humano o, por inacción, permitir que un ser humano sufra daño.
2. Un robot *debe obedecer las órdenes* dadas por los seres humanos, excepto si estas órdenes entran en conflicto con la *1ª Ley*.

3. Un robot *debe proteger su propia existencia* en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la *1ª o la 2ª Ley*.

Estas leyes cuentan con incongruencias ya que si un ser humano le dice a un robot que se destruya este puede hacerlo. Lo cual sería aberrante.

Mucho tiempo después aparece la *ley cero* de la robótica generada también por Isaac Asimov.

0. Un robot *no hará daño* a la humanidad o, por inacción, permitir que ésta sufra daño.

Esta ley permite implicar porque en el cuento de Sally el ladrón resulta ser un peligro pero para toda la humanidad, así como *The Red Queen* de la película *Resident Evil*; quien sella el centro de investigación con el fin de que el virus no se propague a la humanidad, o V.I.K.I (Virtual Interactive Kinesthetic Interface) de la película *I robot*; quien toma el control a través de los robots; lo anterior debido a que considera que los humanos somos el mayor peligro para la humanidad (y no andaban muy erradas) y una de sus prioridades es proteger la humanidad.

Pero dejemos a las interfaces de la ciencia ficción por un momento y centrémonos en el diseño de una conducta para una interfaz a la que deseamos dotar con un grado de autonomía; esta interfaz llevará el nombre de *Lumi* (equivalente a luminosidad y en honor a mi coche quien en un accidente reciente me salvó la vida; y ¡aún no contaba con la interfaz!).

Para lograr la autonomía de la conducta, y tratar de que no existan incongruencias recurriremos a las emociones; quienes de acuerdo a varios investigadores del fenómeno de consciencia artificial son la puerta a la consciencia Aleksander (2005) y Minsky (2006).

Se hace hincapié en que el marco de inteligencia sobre el cual diseñamos implica a la inteligencia emocional, esto es, un contexto general en el que se trata de no caer en los polos de las emociones como el caso de la pasión (Walton, 2012).

2. Modelo de la consciencia artificial

Para modelar la conducta de *Lumi*, utilizaremos una metodología basada en la desarrollada por Laureano-Cruces, et al. (2011). En donde el fin último es crear un motor de inferencia que, frente a los diferentes escenarios presentados en el mundo real, sea capaz de un comportamiento racional.

Siendo la primera vez que mencionamos el término escenarios, los definimos de la siguiente forma: son la representación del estado del entorno en un momento dado, donde se consideran tanto variables externas como internas (emociones). De aquí que tendremos un escenario de entrada y un futuro escenario con los posibles eventos.

De acuerdo a la Teoría OCC, mencionada en el Capítulo I (en la sección 3.1), el mundo puede observarse desde tres enfoques diferentes provocando tres distintos conjuntos de emociones:

Las tres grandes clases de emociones son:

3. *Emociones basadas en acontecimientos:* elaboran consecuencias ante acontecimientos deseables o indeseables respecto de las metas.
4. *Emociones de atribución:* atribuyen responsabilidad a los agentes sobre sus acciones en función de normas.
5. *Emociones de atracción:* basadas en actitudes con respecto a los objetos.

Con el fin de recrear una conducta con emociones debemos acudir al término subjetivo, dicho en otras palabras, *qué es importante, para lograr que actuemos. El significado de algo se trata en términos semánticos dentro de un contexto específico.*

Es importante hacer énfasis y recordar que el objetivo principal de la inteligencia artificial es la simulación de una conducta humana; por tal motivo debemos documentar la conducta para poder comprender qué es lo que simularemos.

Uno de los métodos es preguntar a quién sabe del asunto; pero también es importante hacer una reflexión e introspección hacia lo que podría sentir un ser humano; ante una situación donde existiera un evento de vulnerabilidad, en el que todo *lo que pudiera hacer* dependiera de otro ser humano, donde se estimarían los siguientes aspectos: 1) capacidad del manejo (habilidad), 2) conocimiento de la habilidad, esto es, que nivel de confianza se tiene sobre la habilidad, y 3) en un caso extremo considerar otras vidas humanas implicadas dentro del contexto.

Después de un análisis sobre una situación análoga concluimos que lo más parecido a encontrarte frente a un incompetente sea tu dueño (por algún estado de intoxicación) o un ladrón es: el plagio, y las emociones relacionadas también están relacionadas con el miedo a conducir (amaxofobia).

Dado que *Lumi (la interfaz)*, actuará en consecuencia a una evaluación del comportamiento del piloto, así como a los eventos del entorno, el estudio del caso se centrará en las *emociones por atribución* del punto dos y se mezclará con el enfoque del punto *uno referente a las posibles consecuencias de acuerdo a los acontecimientos en un determinado momento; donde se considera la vulnerabilidad del automóvil y por consecuencia la de él o los tripulantes.*

En este caso las emociones de atribución deben contar con *normas* que permitan su generación. Las *normas* en este caso son las leyes de la robótica, además del reglamento de tránsito y la educación recibida; ya que los valores conllevan un valor subjetivo; no es lo mismo un imprudente sin valores y sin educación vial que lo contrario. Lo anterior dará como resultado un abanico de posibilidades, producto de una combinación de eventos y acciones. Resultando una posible conducta, cuyo principal interés es hacer feliz a Lumi al llegar sano y salvo al destino objetivo.

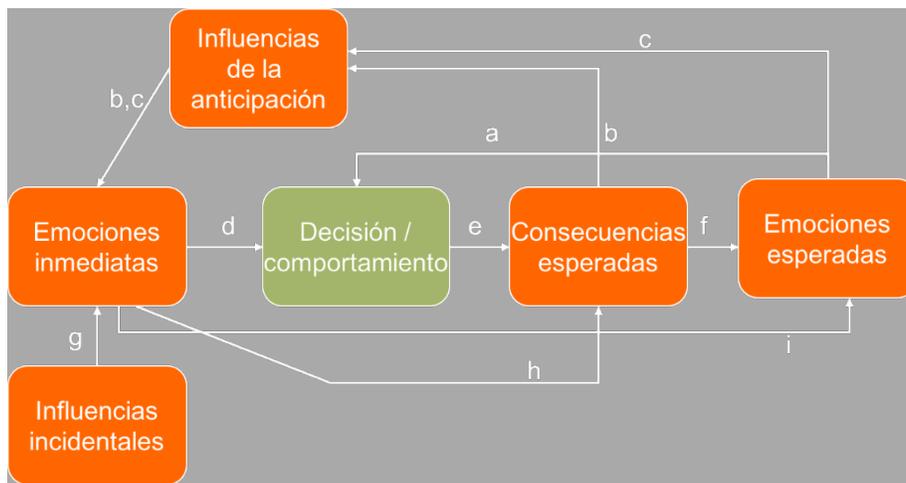


Figura. 2 Influencia de las emociones en la toma de decisiones de acuerdo a Lowenstein y Lerner (2003).

De acuerdo a Lowenstein y Lerner (2003) en la influencia de las emociones durante el *proceso de toma de decisiones*; éstas cuentan con dos caminos que provocan una emoción en un instante dado; 1) las emociones esperadas que son provocadas por las consecuencias esperadas y las emociones inmediatas provocadas por eventos incidentales (que nada tienen que ver con los factores que se toman en cuenta para una determinada decisión) lo anterior se muestra en la Figura 2.

3. Amaxofobia o miedo a conducir

Con el fin de comprender lo que podría sentir Lumi, analizaremos algunos de los síntomas del *miedo a conducir*, llamado *amaxofobia* el cual se refiere a un miedo irracional o intenso ante la situación de conducir un vehículo. Viene de las palabras griegas amaxo (carruaje) y fobia (miedo).

Se hace hincapié en que se desea emular el comportamiento de un ser humano en este caso incluyendo las emociones. Y aunque no deseamos que Lumi tenga fobia a la conducción consideramos que los síntomas pueden ser una buena guía en el diseño de la conducta.

Para describirla se recurre a los tres componentes propios del ser humano en sus tres distintos niveles: a) cognitivo, b) fisiológico, y c) conductual.

1. El *nivel cognitivo*, se refiere a pensamientos catastróficos, relacionados con sufrir un accidente, perder el control; relacionado con eventos como morir o provocar la muerte o daño a otros. Lo anterior *provoca ansiedad*.
2. El *nivel conductual* se refiere a la *evasión a conducir bajo ciertas circunstancias*, como pueden ser: a) de noche, b) en carretera y de noche, c) en la tormenta, d) en soledad, o por el contrario *conducir sólo bajo ciertas circunstancias*, como pueden ser: a) algunas vías, b) baja velocidad, c) hablar con alguien para distraerse de los malos pensamientos (siendo esta un arma de dos filos), etc.
3. El *nivel fisiológico*, se refiere a los aspectos físicos que se provocan al experimentar *inseguridad*, como pueden ser: a) tensión muscular, b) rigidez, c) aumento del ritmo cardiaco, d) sudoración, náuseas, e) diarrea, f) mareo, g) sensación de flojedad en los brazos y/o piernas, h) visión borrosa.

Los anteriores tres niveles producen emociones desagradables, cuando se sobrepasa cierto umbral.

Los párrafos anteriores resumen lo que puede provocar el miedo a conducir, ahora bien, si traspolamos estos sentimientos al Lumi ¿qué sentiría? Y lo más importante *cuáles eventos serían significativos para implicar una determinada actuación*. Recordar que la información para tomar una determinada acción depende de la información y esta proviene de dos entornos, en este caso 1) el interno, y 2) el externo.

4. Diseñando a Lumi

En esta sección se elaborará el modelo mental de la conducta de manejo.

Siempre existirá *una complicidad* que permitirá el mando mixto, esto es, el auto estará en un *surveillance (estado de vigilancia)* constante que permitirá detectar eventos anómalos a los que deba prevenir al conductor y en caso extremo reaccionar. Contamos con dos tipos de información: externa e interna (Acevedo-Moreno, 2009; 2011, Laureano-Cruces, Acevedo-Moreno, Mora-Torres, Ramírez-Rodríguez, 2012).

Clasificamos a los eventos en tres tipos: 1) *externos*; referentes al *entorno*, 2) *externos* referentes al *nivel fisiológico*, y 3) actitud irresponsable (falta de conciencia con respecto al tema, en este caso reglamento de tránsito y valores de la persona).

- Por otro lado, están los *eventos internos* que corresponden a las emociones que se desprenden de la expresión emocional generada en Lumi.

Con estas dos fuentes de información se generará una acción y es ahí donde se encuentra la diferencia entre una acción generada sólo por estímulos, esto es, sólo eventos externos.

En el *capítulo II, sección 2*, hemos hablado de las *nuevas tecnologías* para evitar accidentes, pero no debemos olvidar que siempre existe el factor humano. Y la estadística muestra que la mayoría de los accidentes automovilísticos son ocasionados por el error humano. Como se ha dicho en varias ocasiones el procesamiento de información que un ordenador puede realizar es infinitamente más rápido y más exacto.

Con base en lo anterior pasamos a elaborar los modelos mentales de la conducta de Lumi (Figura 3...9), en que definitivamente *se tomará el control en el caso de peligro extremo con el fin de evitar accidentes en los que se pierda la vida de un ser humano y/o se atente contra la integridad del ser humano o de Lumi.*

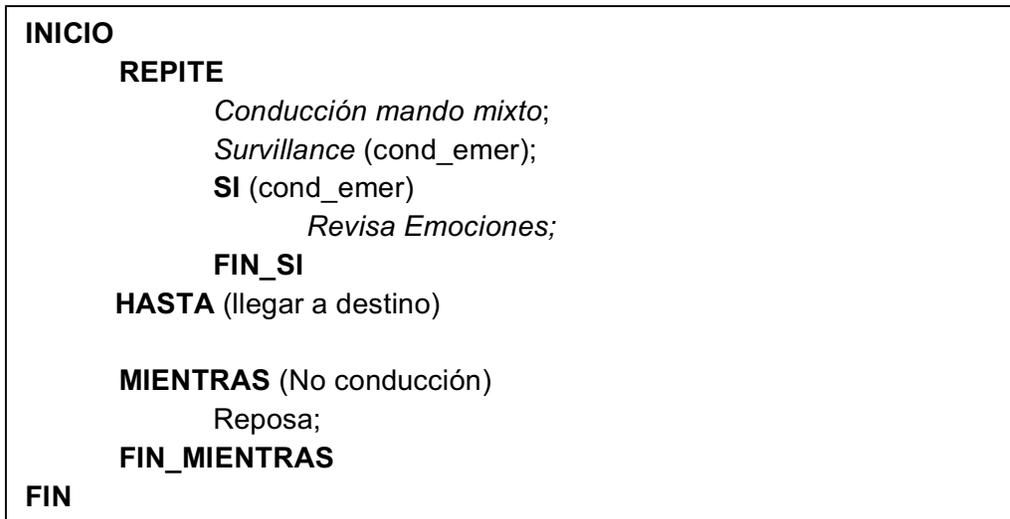


Figura. 3 Modelo mental de conducción de Lumi.

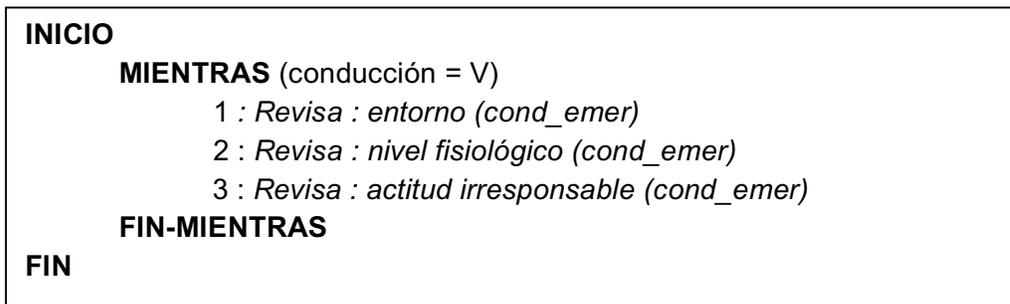


Figura. 4 Modelo mental: surveillance.

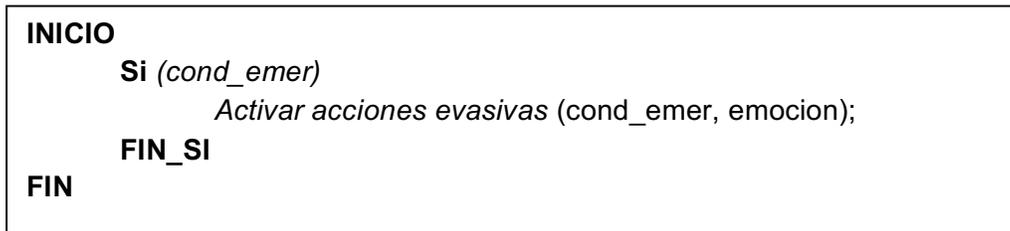


Figura. 5 Modelo mental: actúa.

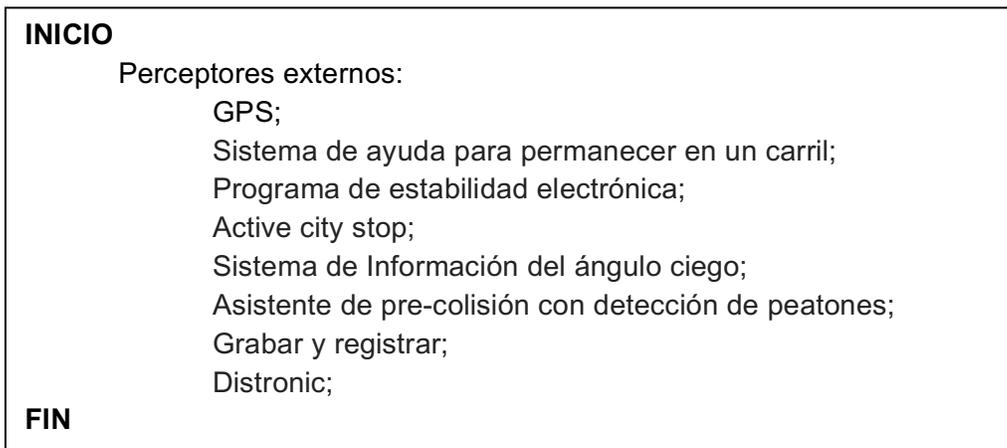


Figura. 6 Modelo mental: perceptores entorno.

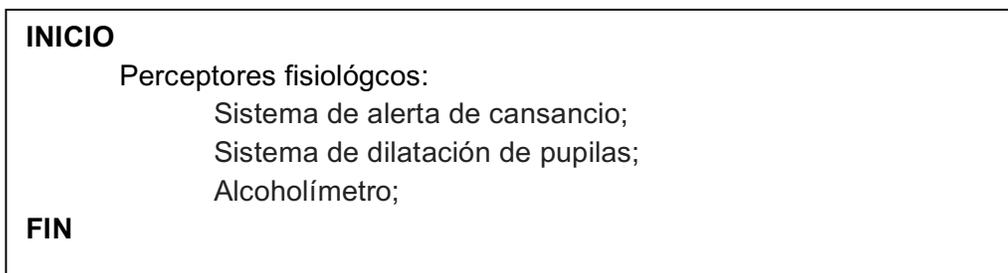


Figura. 7 Modelo mental: perceptores fisiológicos.

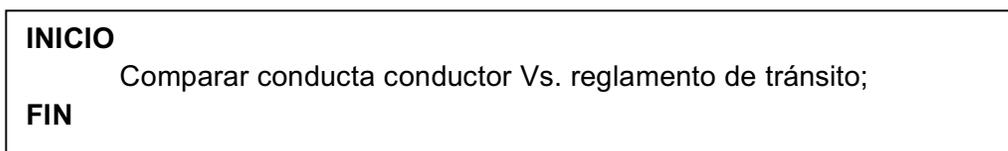


Figura. 8 Modelo mental: actitud irresponsable.

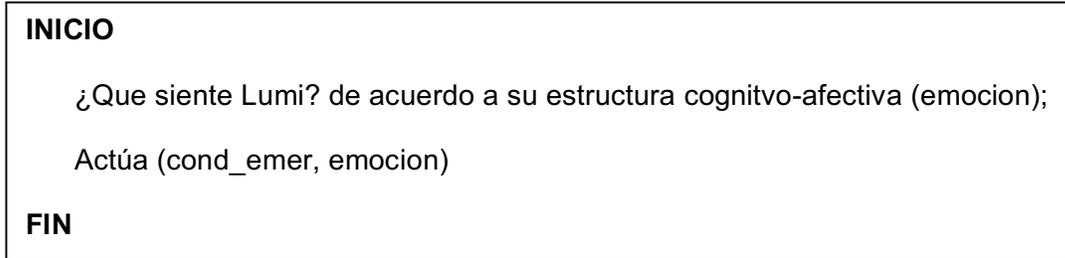


Figura. 9 Modelo mental: emociones.

Ahora revisemos las emociones vistas desde los distintos puntos de vista de la teoría OCC (Figura.10), con el fin de delimitar las emociones sintéticas de Lumi en un momento dado; esta teoría implica como las acciones están asociadas a distintas valencias de acuerdo a los eventos.

Hasta el momento las nuevas tecnologías son solo capaces de dar pitidos y chillidos para hacer notar algún tipo de anomalía, la secadora, la lavadora, el horno de microondas, el coche, y el despertador, así como las nuevas tecnologías en el transporte mencionadas en el Capítulo II (sección 2), entre otras.

Se pretende una relación más íntima; intimidad anunciada con la personalización de los nuevos artefactos y que existe como el reloj especial para entrenamiento de nadadores (poolmate), SIRI y CORTANA.

En el caso de estudio se analizará la conducta de Lumi desde el punto de vista cognitivo, con énfasis en las emociones y los eventos que provocarán una valencia, esto es, eventos con significado.

En el caso específico del entorno externo, en párrafos anteriores ya se mencionó que existen tres tipos 1) externos; referentes al entorno, 2) externos referentes al nivel fisiológico, y 3) actitud irresponsable (falta de conciencia con respecto al tema, en este caso reglamento de tránsito); se cuenta con perceptores que proporcionan información

con el fin de actuar en un momento de peligro como ya se explicó en el Capítulo II (sección 2). Pero ¿qué pasa? con la información.

Se necesita saber que siente Lumi ante ciertas actitudes de su dueño; o quien le conduzca que también incluye a un extraño.

Los conceptos que se consideran con base en la Figura 10, son: 1) conducción segura (CS), 2) sobrevivir (S), 3) aseo (As), 4) mantenimiento (M),) 5) saludo amistoso (SA), 6) sentirse valorado (SV), 7) tranquilo-contento (T-C), 8) admiración (Ad), 9) temores no confirmados (TNC). Se ha diseñado la conducta y la estructura cognitivo-afectiva que conforma los elementos del entorno externo e interno a ser considerados durante la conducta de conducción de la interfaz llamada Lumi (Figura 11).

1. Consecuencias de eventos [+] [-] : satisfecho / disgustado

Consecuencias para otros:

[+]

deseables para otros : contento por
indeseable para otros : regodearse

[-]

deseables para otros : resentimiento
indeseable para otros : pena

Consecuencias para el mismo:

[+] *Perspectivas relevantes* : esperanza

confirmadas : satisfacción
No Confirmadas : desilusión

Perspectivas irrelevantes : alegría

atribuida al YO : gratificación
atribuidas a otro agente : gratitud

[-] *Perspectivas relevantes* : miedo

confirmadas : miedo-confirmado
NO confirmadas : alivio

Perspectivas irrelevantes : angustia
atribuida al YO : remordimiento
atribuidas a otro agente : enojo

2. [+] [-] : aprobar / desaprobar

enfocadas en el YO:

[+] : orgullo
[-] : vergüenza

enfocadas en otro agente :

[+] : admiración
[-] : reproche

3. [+] [-] : agrado / desagrado

[+] : atracción
[-] : odio

Figura. 10 Modelo OCC

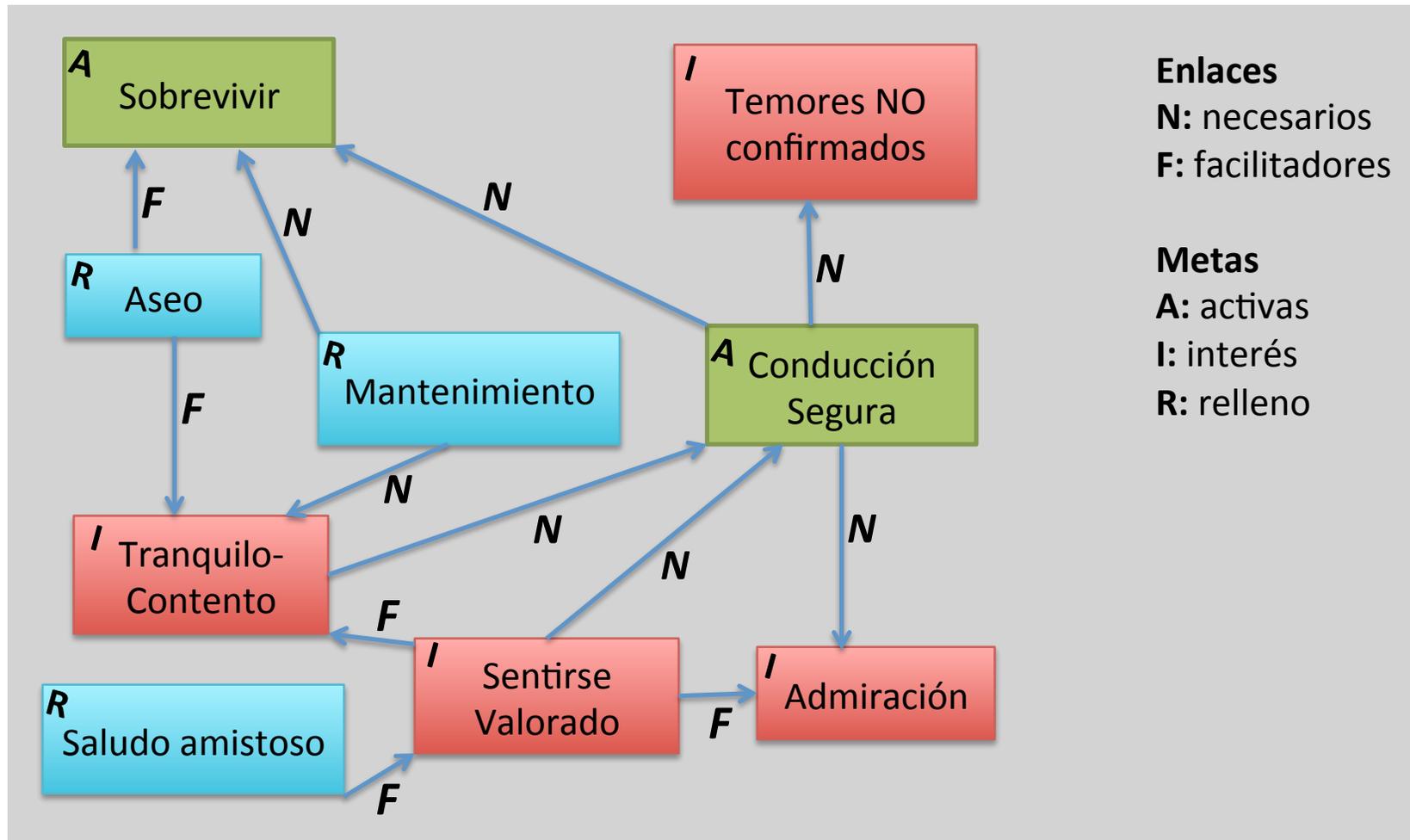


Figura. 11 Estructura cognitivo-afectiva de Lumi.

Tabla 1. Emociones Sintéticas de Lumi

Emociones sintéticas	Provocadas
Tranquilo-Contento (T-C)	<i>Eventos positivos: aseo, mantenimiento</i>
Sentirse valorado (SV)	<i>Evento positivo: saludo amistoso, mantenimiento y aseo</i>
Admiración (Ad)	<i>Evento positivo: vinculado con la acción de un conductor respetuoso y responsable</i>
Temores NO confirmados (TNC)	<i>Evento positivo: conducción segura</i>

Con base en la teoría OCC, descrita en el Capítulo I (sección 3.1), se elabora la *estructura afectivo-cognitiva* que corresponde a la conducta de la Figura 11, en la que se incluirán las emociones (Tabla 1).

De acuerdo a la metodología propuesta por Laureano-Cruces, et al. (2015) y Laureano-Cruces, Ramírez-Rodríguez, Mora-Torres, Sánchez-Guerrero, (2016), se han elegido los elementos que conforman la conducta incluyendo las emociones para posteriormente elaborar una matriz causal, que permita relacionar los distintos elementos integrantes de la conducta.

En el siguiente capítulo se diseñará el motor de inferencia para Lumi.

Capítulo IV. Un Motor de inferencia para Lumi

1. Introducción

En inteligencia artificial (IA), se le llama motor de inferencia al software que permite simular el razonamiento (comportamiento racional).

Como se ha venido mencionando en capítulos anteriores dentro de los objetivos de IA, se encuentra la simulación de conductas humanas. En este proyecto se diseña la conducta y su motor de inferencia, con el fin de tomar una decisión dado un conjunto de eventos internos y externos.

2. Manejo de imprecisión e incertidumbre

Las *bases de datos y de conocimiento* en muchos casos son con frecuencia contaminados con varias formas de incompletes (falta de certitud).

Cuando hablamos de incompletes en los *datos nos referimos a imprecisión*, esta aparece generalmente por falta de datos apropiados o por autenticidad con respecto a las fuentes de donde se tomaron esos datos.

En el caso de la incompletes por *parte del conocimiento se le conoce como incertidumbre*, esta es debida a una falta de certeza de las piezas de conocimiento. Razonar con la presencia de imprecisión en los datos e incertidumbre en el conocimiento es un problema complejo. Lo anterior requiere de diferentes formas de representación.

Esta investigación se apoya en el marco desarrollado por Laureano et al. (2011) donde para el tratamiento de la incertidumbre se utilizan matrices causales cuya formalización es un mapa cognitivo difuso (MCD).

A continuación, se da una breve explicación de ambas, no siendo el tema central de este trabajo; en este trabajo *los MCD representan una herramienta para poder modelar el motor de inferencia de la matriz causal de la conducta de Lumi.*

3. Matrices casuales

De acuerdo a Mora-Torres (2007), Los primeros sistemas expertos de la década de 1970 usaron razonamiento estrictamente lógico, pero esto resultó poco práctico para la mayoría de los dominios del mundo real donde el conocimiento que se tiene de él, es incierto. El razonamiento, frente a un conocimiento incierto del mundo real, *genera grados de creencias, en lugar de certezas*, acerca de las observaciones relevantes que del mundo real se hagan. La presencia de incertidumbre cambia radicalmente el modo en que se toman decisiones, es decir, que una acción puede seleccionarse o rechazarse dependiendo no solo del objetivo sino también de las consecuencias de tal decisión.

El proceso de toma de decisiones bajo incertidumbre requiere de analizar diferentes metodologías para manejar dicha incertidumbre en condiciones de riesgo de acuerdo a la naturaleza del problema porque de otra manera, se podría llegar a generar inferencias inexactas.

4. Mapas Cognitivos Difusos

De acuerdo a Mora-Torres (2007), los MCDs, son estructuras de graficas dirigidas; utilizados para representar razonamiento causal y que han sido empleados en sistemas controlados computacionalmente y que también sirven para representar el conocimiento de un experto.

Los MCDs constituyen un nuevo enfoque al modelo del comportamiento y operación de sistemas complejos. Fueron introducidos por Bart Kosko mencionado en Mora-Torres

(2007) para describir el comportamiento de un sistema en términos de conceptos y relaciones causales entre dichos conceptos.

Los MCDs parten de un modelo cognitivo, dicho modelo constituye la representación de un sistema cognitivo; desarrollado en el Capítulo III (Figura 11).

La palabra cognitivo tiene relación con el proceso de cognición. Este proceso se refiere a actividades mentales que: 1) lidian con información abstracta que provienen del mundo real, 2) su representación, y 3) la forma en que se tiene acceso a esta información desde la memoria (la estructura afectivo-cognitiva Figura 11).

Por lo anterior, un sistema cognitivo debe dar un marco que una los *disjecta membra* de los fragmentos y partes de nuestro conocimiento, formando una unidad cohesionada. Un sistema cognitivo debe ser un cuerpo de información *estructurado*, organizado en consonancia con principios taxonómicos y explicativos que unan esa información en un todo coordinado con bases racionales. Las categorías funcionales que gobiernan esta empresa de organización son las del entendimiento, la explicación y la racionalización cognoscitiva (Mora-Torres, 2007).

Es por medio de la sistematicidad que un modelo cognitivo logra representar las relaciones de causalidad que guardan entre sí los componentes que conforman un sistema cognitivo; este último logra simular la realidad, adaptándose a ella en relación a objetivos. Tal simulación es posible porque distintos sistemas pueden organizarse para mostrar un comportamiento casi idéntico a la realidad. Esto es, el programa es capaz de describir de forma detallada el mecanismo del proceso de información por medio del cual alguna función cognitiva puede ser implementada.

5. El motor de inferencia de Lumi

Kosko mencionado en Laureano et al. (2011), introduce los MCDs como una forma de modelar el comportamiento de sistemas complejos. Estos MCD están representados por una digráfica (grafica dirigida) en el que los nodos representan conceptos y los arcos establecen relaciones causales entre estos conceptos. Los MCD han sido utilizados con éxito para modelar el comportamiento de distintos motores de inferencia (Laureano-Cruces et al. 2011; Laureano-Cruces, et al. 2015; Laureano-Cruces et al. 2016).

Se desarrolla una matriz causal para representar a los MCD. Dejemos que e_{ij} sea un arco que describe la relación causal entre los conceptos de c_i hacia c_j .

Entonces:

- $e_{ij} : 1$, si c_i causa incremento a c_j ; directamente proporcional
- $e_{ij} : -1$, si c_i causa decremento a c_j ; indirectamente proporcional
- $e_{ij} : 0$, si c_i no involucra causalidad a c_j .

Tomando como base los conceptos conductuales desarrollados en la estructura cognitivo-afectiva de la Figura 11, y el marco teórico de la Figura 10 se definen las emociones sintéticas que junto a los eventos de la conducta constituyen el todo de los elementos de la matriz causal que conforman el sistema cognitivo:

- 1) conducción segura (**CS**): es el resultado de eventos positivos, enfocándose en la experticia y respeto del conductor, y su responsabilidad al observar el reglamento de tránsito. *Es en este punto donde aparece la situación de emergencia del modelo mental de surveillance* (Figura4, Capítulo III).
- 2) Sobrevivir (**S**): es el resultado de eventos positivos, que provoca confort y *larga vida siendo la meta principal de Lumi*, debido básicamente a una conducción segura y todo lo que repercute.

- 3) aseo (**As**): es un evento positivo que resulta de la valoración.
- 4) mantenimiento (**M**): es un evento positivo al que le subyace una conducción segura; además de valorar a Lumi.
- 5) saludo amistoso (**SA**): es un evento positivo que provoca tranquilidad y felicidad.
- 6) sentirse valorado (**SV**): ocurre como consecuencia de los cuidados y atenciones provoca tranquilidad y felicidad (**T-C**).
- 7) tranquilo-contento (**T-C**): aparece cuando Lumi se siente valorado.
- 8) admiración (**Ad**): aparece cuando el conductor demuestra consideración en todos los aspectos; siendo su conducción respetuosa y responsable. Es una muestra de aprecio de Lumi hacia el usuario.
- 9) temores no confirmados (**TNC**): es un estado que aparece como respuesta a una conducción segura.

La Tabla 2, muestra la matriz causal que representa el motor de inferencia de Lumi. Esta matriz implica las casualidades que se dan desde un elemento hacia el otro. De acuerdo a la explicación previa de causalidades.

Tabla 2. Matriz de causalidades

Desde/Para	CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
CS	0	+	0	0	0	+	+	+	+
S	0	0	0	+	0	+	+	+	+
As	0	0	0	+	0	+	+	0	0
M	+	0	0	0	0	+	+	+	+
SA	0	0	0	0	0	+	+	+	0
SV	+	0	0	+	+	0	+	+	0
T-C	-	0	0	0	0	+	0	0	0
Ad	+	0	0	0	0	0	0	0	0
TNC	+	0	0	0	0	0	+	0	0

6. Escenarios de prueba

En la siguiente sección se probarán varios escenarios de entrada; y se les dará interpretación a las salidas.

Se hace hincapié en que el escenario de entrada es el estado del mundo real en un momento dado y el escenario de salida es el posible estado siguiente; siendo interpretado para una posible acción de acuerdo a los eventos evaluados: 1) *externos*; referentes al *entorno*, 2) *externos* referentes al *nivel fisiológico*, 3) actitud irresponsable (falta de conocimiento con respecto al tema, en este caso reglamento de tránsito y valores de la persona), y 4) emociones de Lumi

Primer escenario: 1) aseo, 2) **no** mantenimiento, 3) **no** saludo amistoso.

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
0	0	+	-	-	0	0	0	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	0	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

En este escenario los eventos negativos son: **M**, **SA** y positivo el **As**.

La salida, es congruente con los eventos de entrada; en este caso al no haber **M**, no habrá **CS**, lo que implica que no hay **S**, y continúa sin saludar **SA**. Ante este escenario negativo no está **T-C**, no hay admiración hacia el conductor **Ad** y no se siente valorado **SV** y por supuesto se confirman los temores **TNC**. *Lo anterior implica que se debe tomar una acción que impida consecuencias fatales.*

Segundo escenario: 1) **no** aseo, 2) mantenimiento, 3) **no** saludo amistoso, 4) **no** admiración

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
0	0	-	+	-	0	0	-	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	0	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

En este escenario los eventos negativos son: **As, Sa, Ad,** y el positivo es **M.**

La salida, es congruente con los eventos de entrada; al no haber admiración implica que el conductor no es responsable ni respetuoso; por lo que no habrá **CS**, lo que implica que no hay **S**, y continúa sin saludar **SA**. Ante este escenario negativo no está **T-C**, sigue sin haber **Ad** y no se siente valorado **SV**, de aquí que se confirman los temores **TNC**. *Lo anterior implica que se debe tomar una acción que impida consecuencias fatales.*

Tercer escenario: 1) aseo, 2) **no** mantenimiento, 3) **no** saludo amistoso, 4) **no** admiración

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
0	0	+	-	-	0	0	-	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	0	-	-	-	0	-	-

Interpretación:

En este escenario los eventos negativos son: **M, SA, Ad.**

La salida, es congruente con los eventos de entrada; este es un *caso negativo desde el principio*; debido a que no hay **Ad**, y hay que recordar que este evento esta vinculado con un conductor respetuoso y responsable. Por lo anterior no habrá **CS**, lo que implica que no **S**, continúa sin saludar **SA**. Ante este escenario negativo no está **T-C**, permanece sin admirar al conductor **Ad** y no se siente valorado **SV**, y por supuesto se confirman los temores **TNC**. *Lo anterior implica que se debe tomar una acción que impida consecuencias fatales.*

Cuarto escenario: 1) aseo, 2) mantenimiento, 3) saludo amistoso, 4) admiración

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
0	0	+	+	+	0	0	+	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
+	+	0	+	+	+	+	+	+

Interpretación:

En este escenario no existen los eventos negativos; siendo este escenario el más positivo, con eventos: **As, M, SA y Ad.**

La salida, es congruente con los eventos de entrada; en este caso hay **CS**, por lo que se **S**, persiste una relación agradable en la que se da el **SA**, se siente valorado **SV**, esta **T-C**, persiste la **Ad** por el conductor y por supuesto no hay temores **TNC**. *Lo anterior implica las condiciones son geniales para la relación y una conducción segura.*

Quinto escenario: 1) **no** conducción segura, 2) **no** sobrevivencia 3) **no** aseo, 4) **no** mantenimiento, 5) **no** saludo amistoso

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	-	-	-	0	0	0	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	0	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

En este escenario no existen los eventos positivos; siendo este escenario el más negativo, con eventos: **Cs, S, As, M, SA.**

La salida, es congruente con los eventos de entrada; en este caso no hay **CS**, por lo que no se **S**, persiste una relación desagradable en la que no hay **SA**, no se siente valorado **SV**, no esta **T-C**, se presenta un reproche al conductor **Ad** y por supuesto que se presentan temores **TNC**. *Lo anterior implica que se debe tomar una acción que impida consecuencias fatales.*

Sexto escenario: 1) **no** sobrevivencia 2) **no** aseo, 3) **no** mantenimiento, 4) **no** saludo amistoso

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
0	-	-	-	-	0	0	0	0

Salida

CS	S	As	M	SA	SV	T-C	Ad	TNC
-	-	0	-	-	-	-	-	-

Interpretación:

En este escenario los eventos negativos son: **S**, **As**, **M** y **SA**.

La salida, es congruente con los eventos de entrada; este es un *caso negativo desde el principio*; debido a que se está pensando en la no **S**, desde el principio. Lo anterior implica la posible no **CS**, continúa la no **S**, y por supuesto no hay **M**, no hay cordialidad **SA**, lo que repercute en no sentirse valorado **SV**, y por supuesto no estar contento **T-C**. Los anteriores eventos se coordinan con el reproche al conductor **Ad** y por supuesto se confirman los temores **TNC**. *Lo anterior implica que se debe tomar una acción que impida consecuencias fatales.*

A estos escenarios de salida, se les debe hacer una interpretación y revisar el estado del entorno.

Recordando que una conducción no segura **CS**; se debe a cualquiera de las tres salidas con las que cuenta el modelo mental de vigilancia (surveillance) **S** (Figura 4, Capítulo III).

- *Revisa : entorno (cond_emer)*
- *Revisa : nivel fisiológico (cond_emer)*
- *Revisa : actitud irresponsable (cond_emer)*

Lo anterior se mezcla con las emociones en la estructura cognitivo-afectiva (Figura 11 y Tabla 1 del Capítulo III).

De esta manera en el instante *que no hay conducción segura, también se presentan los temores* y se debe revisar cual es la condición que pone la alerta de este evento para poder tomar las medidas necesarias para prevenirlo.

Este tipo de modelo cognitivo se puede llevar al detalle que uno desee, llegando a crearse varias matrices causales o incluso matrices cuya salida es la entrada de otra. Para mayor información sobre el tema revisar las referencias recomendadas.

Capítulo V. Reflexiones con respecto a los sistemas con emociones

A lo largo de este trabajo se han mencionado algunas de las nuevas tecnologías que se incluyen en la gama de nuevos vehículos en sus distintos modelos y marcas (Sección 2, Capítulo II).

El diseño de la conducta a través del sistema cognitivo puede llegar al detalle que se desee. En este trabajo se ha diseñado el nivel de abstracción más alto, sin embargo, se han detallado los distintos modelos mentales que serán puestos en acción cuando se dispare el concepto de *temores No confirmados (con un -1)*. Lo anterior implica que el coche es vulnerable ante un evento que no depende de él. Y en este caso esta situación está relacionada con el modelo mental de surveillance (Figura 4, Capítulo III).

La madrugada del viernes 23 de marzo de 2017, a las tres de la madrugada un vehículo BMW se impactó en la Avenida Reforma de la Ciudad de México; dejando un saldo de cuatro muertos. Todos habían consumido alcohol y droga, se dice que bebieron ron, ginebra, tequila y diferentes shoots y el auto era conducido a exceso de velocidad 180 km por hora.

Fue el coche o un error humano. A todas luces fue una *oda a la irresponsabilidad y a la estupidez del ser humano*. La pregunta es ¿por qué? Es tan difícil de convencer al ser humano, de que hay riesgos que no debe correr solo y mucho menos poner en riesgo la vida de otros seres humanos que vayan dentro del auto o incluso los que están fuera transitando las calles.

Alguien le preguntó al coche

¿qué sintió?

R. Lumi. Horrible

¿cuáles eran sus opciones?

R. Lumi. Ninguna

¿pudo haber reaccionado?

R.Lumi. Si

¿pudo haberse protegido?

R.Lumi. Si

¿pudo haber protegido a los seres humanos que viajaban con él?

R.Lumi. Si

Ante tanta estupidez, lo que si podemos hacer es traspolar parte de esta responsabilidad a la *interfaz del coche*; con el fin de prevenir.

Dentro de estas reflexiones se desprende *este trabajo pionero en interfaces emocionales* como parte de las nuevas tecnologías. Y donde se deja claro que sin incluir emociones dentro del diseño de las interfaces *no existirá una autonomía real*.

Como toda tecnología cuenta con pros y contras. Siendo los contras todos los que implican que una persona irresponsable se haga cargo de algo tan delicado y poderoso como es un automóvil.

En cuanto a los pros, son desde mi punto de vista más porque traes un cómplice que además de sentir cariño por ti, te cuida.

Habrà muchos debates al respecto, pero seguro estoy que poco a poco se irá prefiriendo la conducción automatizada o el mando mixto.

CONCLUSIONES

- La inteligencia artificial, finalmente ha sido aceptada como tecnología que ayuda en procesos donde el ordenador será más rápido y exacto para procesar información.
- Lo anterior abre una gama de posibilidades infinitas donde esta nueva tecnología puede ayudar al ser humano.
- Antropomorfizar los espacios es un objetivo de IA, y bajo este contexto deben ser incluidas las emociones.
- Sin emociones no puede existir una decisión inteligente; ya que la información que subyace a éstas es valiosa y no se puede despreciar.
- La IA puede ayudar cuando el hombre no es capaz de comprender aspectos de vulnerabilidad y donde corre peligro la vida humana. Lo que se trata al incluir estos sistemas, es prevenir.
- Siempre habrá detractores y siempre habrá casos que no tengan los mejores finales, sin embargo, contar con la ayuda del procesamiento de información ya implica un gran avance con el fin de enriquecer el proceso de toma de decisión.
- Por otro lado, es importante hacer hincapié en que no debemos ser tan exigentes con los sistemas con IA; ya que también los seres humanos cometen errores; esto es, en ninguna forma se implica que las máquinas no tengan límites, que no tengan los humanos.
- Uno de los retos futuros, será el énfasis que se pondrá en integrar sistemas autónomos al mundo real, a través de percibir y actuar, esto es, cerrar de forma más rápida y eficiente el ciclo entre la percepción y la acción.

TRABAJO FUTURO

- Como *trabajo futuro*, se pretende llevar a más detalle el modelo cognitivo de la interfaz desarrollada en este trabajo de investigación; que implique toda la información disponible que dispara el concepto de *conducción segura*, convirtiéndolo en conducción *NO segura*.
- Se someterá a publicación en Congreso con énfasis en interfaces inteligentes
- Se pretende con la ayuda de algún ingeniero en electrónica, implementarlo en un robot, como principio del desarrollo de un prototipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo-Moreno, D.A. (2009). *Diseño de una Arquitectura para Incorporar Emociones en un Videojuego*. Tesis de Grado de Maestría. Posgrado en Ciencia e Ingeniería de la Computación-UNAM. Recuperado de http://kali.azc.uam.mx/clc/02_publicaciones/tesis_dirigidas/TesisMaestria-DavidAcevedo.pdf
- Acevedo-Moreno, D.A. Diseño de una Arquitectura para Incorporar Emociones en un Videojuego. (2011). Revista *Ciencia, Tecnología e Innovación para el Desarrollo de México*. Section Tesis de Posgrado: A4-0011-DF-2009-MT. Latindex ISSN: 2007-1310, Online: <http://pcti.mx>.
- Aleksander, I. (2005). *The World in my Mind, My Mind in the World*. IA Press.
- Asimov, I. (1990). *Sally en Cuentos Completos I*. Edit B, SA.
- Carr, N. (2014). *Atrapados*. Edit. Penguin Random House.
- Esquivel, L. (2012). *El libro de las emociones*. Edt. Punto de Lectura.
- HER. Wikipedia. <https://es.wikipedia.org/wiki/Her>.
- Juárez, C. Jóvenes al volante (2009). Una Mirada a la Ciencia. <http://www.unamiradaalaciencia.unam.mx/>
- Laureano-Cruces, A.L. and Rodríguez-García, A. (2011). Design and implementation of an educational virtual pet using the OCC theory, *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing*, vol. 3, iss. 1, pp. 61-71, 2011. DOI: 10.1007/s12652-011-0089-4.
- Laureano-Cruces, A., Acevedo-Moreno, D., Mora-Torres, M., Ramírez-Rodríguez, J. (2012). A Reactive Behavior Agent: including emotions for a video game. *Journal of Applied Research and Technology*. Vol.10 No. 5, pp 651-672.
- Laureano-Cruces, A.L., Mora-Torres, M., Sánchez-Guerrero, L., Ramírez-Rodríguez, J., Montiel-Bernal, I.I., Allier-Pavia, E.B. (2015). Dynamic Interaction through a Reactive Interface in Patients with Dementia, by Means of Cognitive Stimulation. *E-Health Telecommunication Systems and Networks*. Vol. 4, pp. 57-67. Laureano-Cruces, A.L.,

- Ramírez-Rodríguez, J., Mora-Torres, M., Sánchez- Guerrero, L. (2016). Artificial Self Awareness for Emergent Behavior. *Frontiers in Psychological and Behavioral Science*. Vol. 5 Iss. 1, pp. 1-15.
- Lowenstein, G., Lerner, JS. (2003). The role of affect in decision making. In: Goldsmith H., Davidson, R., Scherer, K. (Editors). *Handbook of Affective Science*. Oxford University; Press New York, pp. 619-642.
- Minsky, M. (2006). *The Emotion Machine*, Simon & Schuster Paperbacks.
- Mora-Torres, M., Laureano-Cruces, A.L., and Velasco-Santos, P. (2011). Estructura de las Emociones dentro de un Proceso de Enseñanza- Aprendizaje, *Perfiles Educativos-UNAM*, vol. XXXIII, núm. 131, enero – marzo 2011, pp. 64-79. ISSN: 0185-2698.
- Norman, D. A. (2005). *Diseño Emocional*. Edit. Paidós.
- Ortony, A. Clore and G.L., Collins, A. (1996). *La estructura cognitiva de las emociones*, (1996). Edit. Siglo XXI de España Editores, S.A.
- Picard, R.W. (1998). *Los ordenadores emocionales*. Edit. Ariel
- Sharpe, B. (2006). Applications and Impact. Capítulo 12 en *Cognitive Systems: Information Processing Meets Brain Science*. (Eds.) Morris, Tarassenko, Kenward. (Edit.) Elsevier.
- Van Eersel (2012). *Votre Cerveau N'pas Fini de Vous Étonner*. (Edit) Clés Albin Michel.
- Walton, D. (2012). *Emotional Intelligence*. Edit. MJF BOOKS, New York.

REFERENCIAS DE SOFTWARE

PUMAGOTCHI

<http://kali.azc.uam.mx/clc/> sección **Software**

DEMO DE ESTIMULACION COGNITIVA

https://www.dropbox.com/sh/ob9qkvyrn3okck3/AAA7kVxuuZ4J-r9nJ65ulpla?dl=0&preview=Video1_espa%C3%B1ol.mp4

MAPAS COGNITIVOS DIFUSOS

<http://kali.azc.uam.mx/clc/> sección **Docencia-Posgrado-Inteligencia Artificial**

ENLACE DE INTERNET

11 Tecnologías actuales para evitar accidentes en carretera FORD. Recuperado el 7 de febrero de 2017 de <https://hipertextual.com/presentado-por/ford/tecnologia-ford-evitar-accidentes>.