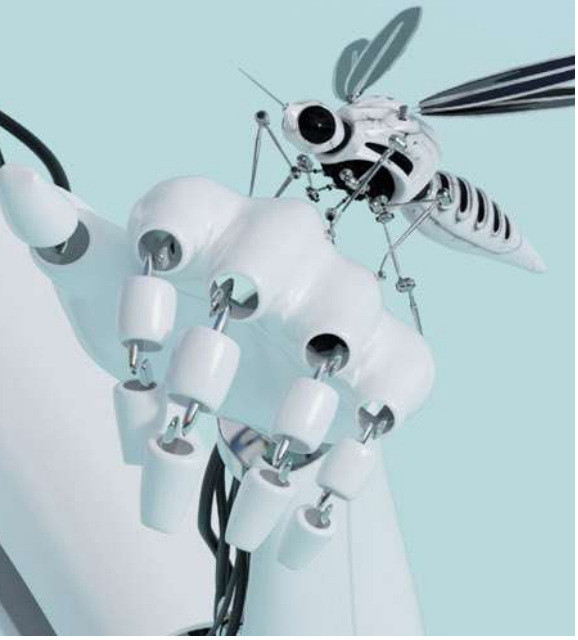
COMPUTACIÓN AFECTIVA: UNA MIRADA A LA HISTORIA, APLICACIONES Y PROYECCIONES

ROBERTOGONZÁLEZ-IBÁÑEZ
Profesor Asistente Departamento de Ingeniería Informática, Universidad de Santiago de Chile. PhD in Information Science, Rutgers University, Estados Unidos. Magíster e Ingeniero Civil en Informática, Universidad de Santiago de Chile. Líneas de Investigación: Búsqueda de Información, Recuperación de Información, Interacción Humano-Información, Visualización de Información, Computación Afectiva.
roberto.gonzalez.i@usach.cl

25 años atrás la idea de convivir con computadores capaces de expresar, reconocer y hasta "tener" emociones eran temas de ciencia ficción. Blockbuster tales como "2001 odisea en el espacio", "Wall-E", "Ex-machina", "Uncanny", o novelas de Isaac Asimov como el "Hombre Bicentenario" y "Yo Robot", son algunos ejemplos donde los personajes principales son máquinas con un desarrollo avanzado de inteligencia artificial. Destaca en estas historias que tal inteligencia no solo se limita a la lógica, matemática y/o lingüística, sino también abarca otras dimensiones de inteligencia como la kinestésica, visual, interpersonal y afectiva [10]. Más allá de la ciencia ficción, el desarrollo en ciencia y tecnología a lo largo de los años ha permitido avances significativos hacia la construcción de máquinas y sistemas[1] con inteligencias múltiples, siendo una de éstas la afectiva.



CONTEXTO HISTÓRICO

Las investigaciones en inteligencia artificial contextualizadas en el área de la computación datan desde hace más de setenta años. Influenciada en parte por contribuciones de la matemática, filosofía y neurología, entre otras disciplinas, surge la idea de poder construir un símil del cerebro humano. En aquel entonces, en parte por sesgos propios de la época sobre la irrelevancia y connotación negativa de la dimensión afectiva, el foco principal era el desarrollo de sistemas con inteligencia lingüística y lógico-matemática. En los cuarenta aparecen las primeras contribuciones formales en inteligencia artificial a partir del desarrollo de neuronas artificiales. Luego, con el paso de los años aparecieron programas capaces de entablar conversaciones limitadas con seres humanos, sistemas capaces de "almacenar" el conocimiento de expertos, o inclusive capaces de probar teoremas. En los cincuenta Alan Turing propuso una prueba, hoy conocida como el test de Turing, en la cual se establece que si un juez humano no puede distinguir a un par humano de una máquina a partir de una conversación en lenguaje natural, entonces se puede decir que la máquina evaluada exhibe un comportamiento inteligente [18].

Las ciencias de la computación, matemática y otras disciplinas han contribuido de forma directa e indirecta al desarrollo de nuevas técnicas en inteligencia artificial. Métodos estadísticos, probabilidades y redes neuronales, podrían considerarse como parte de la variedad de recursos disponibles para crear sistemas o máquinas artificialmente inteligentes o al menos con capacidades que podrían considerarse en principio como propias de animales en general y humanos en específico (ej.: reconocer patrones, resolver problemas, clasificar datos).

Fuera del dominio lógico-matemático y lingüístico, la mecánica, electrónica y computación, entre otras disciplinas, han contribuido con desarrollos de máquinas para distintos propósitos capaces de operar físicamente en su entorno a través del reconocimiento de objeto, navegación, desplazamiento y manipulación. Tales habilidades, las que pueden situarse de cierta manera en el marco de inteligencias como la kinestésica y visual-espacial, resultan particular-

1. Los términos máquina y sistema de aquí en adelante se usan en un sentido amplio para referirse a computadores, robots, sistemas eléctricos y sistemas de software.

mente útiles para realizar tareas repetitivas, riesgosas y/o que requieren un esfuerzo físico mayor. Esto explica que ciertos desarrollos en robótica han tenido buena acogida en aplicaciones industriales y militares.

El paradigma imperante de la racionalidad por sobre lo afectivo durante el desarrollo emergente en áreas como la inteligencia artificial y robótica, llevaron de una u otra forma a que la dimensión afectiva fuera omitida. La idea de que "la emoción nubla la razón" [7], perduró por siglos influenciando el trabajo de muchos. Por lo mismo, concebir máquinas con algún grado de desarrollo afectivo parecía no tener sentido en ese entonces. Por otro lado, aún cuando las emociones hubiesen tenido una connotación positiva, se podría especular que dada las limitaciones tecnológicas de la época, pensar en crear máquinas con algún nivel de "inteligencia emocional" hubiese sido altamente complejo o incluso imposible. De esta forma, su exclusión de la agenda de desarrollos ligados a la inteligencia artificial podría considerarse de cierta manera propicia y hasta beneficiosa.

COMPUTACIÓN AFECTIVA

Fue necesario un cambio de paradigma para que las emociones tomaran un rol protagónico. Desde la filosofía, neurología, psicología y economía, entre otras disciplinas, se comenzó a dar cuenta sobre la importancia de la dimensión afectiva (i.e. emociones, sentimientos, estados de ánimos, afectos) en escenarios donde la racionalidad primaba. A modo de ejemplo, Antonio Damasio destacó el rol central de la emoción en procesos que tradicionalmente se consideraban como racionales, como es el caso de la toma de decisiones. Este tipo de planteamientos resultó en un quiebre tomando en cuenta que la emoción se consideraba como un obstáculo para tales efectos [7]. Por otro lado, desde la psicología se dio un vuelco importante al estudio de las emociones y su influencia positiva en áreas tan diversas como la salud, educación y trabajo, entre otras [17].

Aquellos vinculados a la ingeniería y la computación, no estuvieron exentos de este cambio paradigmático. Una persona clave en esta materia es Rosalind Picard, quien proviniendo de una formación en ciencias e ingeniería vio que la dimensión afectiva podría tener un rol fundamental en el desarrollo de máquinas "inteligentes". A mediados de los noventa, y luego de trabajos previos en el área, Picard publicó el libro Computación Afectiva (Affective Computing) en el que aborda el concepto, motivación, fundamentos, hallazgos y técnicas hacia el desarrollo de máquinas con algún grado de inteligencia emocional [15].

Picard define la Computación Afectiva (CA) como la "computación que se relaciona con, surge de, o influencia las emociones." [15, p.3]. La CA plantea la idea de máquinas capaces de expresar, detectar, reconocer y en algunos casos hasta "tener" o "experimentar" emociones. Esta idea, concebida originalmente desde una perspectiva cognitivista, no ha estado exenta de críticas desde otras corrientes de pensamiento o bien por su impacto en la sociedad. Para algunos, la idea de máquinas con algún grado de afectividad es considerada absurda, esto desde la perspectiva que las máquinas deberían ser objetivas y predecibles. En efecto, crear máquinas con algún grado de desarrollo afectivo podría ser contraproducente en algunos dominios de aplicación. Tal es el caso de las máquinas empleadas para la realización de trabajos repetitivos en el sector productivo, donde en la mayoría de los casos el desarrollo afectivo podría no tener cabida. Por otro lado, se debe considerar que las máquinas han trascendido el plano industrial y en la actualidad, para una gran mayoría, forman parte de lo cotidiano.

Actualmente es cada vez más común que las personas interactúen de manera directa o indirecta con máquinas (ej.: cajeros automáticos, teléfonos inteligentes, computadores). Si bien tales interacciones son en su mayoría impersonales, la tendencia muestra que las máquinas están cubriendo otros dominios donde interacciones más humanas son demandadas (ej.: cuidado de pacientes, compañía, atención al cliente, etc.) [3]. En estos escenarios las interacciones con máquinas pueden causar algún tipo de rechazo y por lo mismo, el desarrollo e incorporación de componentes afectivos en éstas es fundamental.

A modo de ejemplo, hoy en día es bastante común que organizaciones de distinto tipo se apoyen en sistemas automáticos o semiautomáticos de respuesta para agilizar la comunicación con sus clientes. Tales sistemas, conocidos como bots conversacionales o *chatbots*, se integran en componentes de mensajería instantánea de los sitios web de la organización. Se da el caso que estos agentes pueden ser máquinas con respuestas predefinidas en base a patrones de conversación, en otros casos son sistemas híbridos donde la máquina se hace cargo de procesos protocolares de comunicación con el cliente para luego dejar la comunicación en manos de un agente humano. Desde la perspectiva del cliente, el determinar si el agente es en realidad una máquina o un ser humano puede en ocasiones ser difícil, lo que hace pensar en el test de Turing descrito anteriormente. Sin embargo, cuando los esquemas de comunicación no son híbridos, el usuario por lo general termina percatándose de que quien está al otro lado de la línea no es precisamente un ser humano. Para construir máquinas capaces de interactuar naturalmente con seres humanos, resulta necesario dotarlas no solo de recursos para entender el lenguaje y el mundo que las rodea, sino que también resulta primordial equiparlas de componentes afectivos que les permitan alcanzar algún grado de empatía con sus contrapartes humanas.

DESARROLLO DEL ÁREA

Pasaron más de cincuenta años desde los primeros esfuerzos centrados en crear máquinas "inteligentes" para que la CA emergiera como área de investigación. De cierta forma este inicio tardío propició un punto de partida ventajoso para la CA, esto tomando en consideración los avances tecnológicos y científicos acumulados durante este período. Avances en reconocimiento

de patrones, visión por computador, robótica, procesamiento de señales, procesamiento del lenguaje natural, técnicas de clasificación y un mejor entendimiento de la dimensión afectiva, entre otros, resultaron en un conjunto de herramientas clave cuyas aplicaciones se tradujeron incrementalmente en sistemas con un desarrollo parcial de componentes afectivos para reconocer, expresar y "tener" emociones.

RECONOCIMIENTO

La combinación adecuada de técnicas de procesamiento de imágenes para detectar rostros y extraer características de estos, bases de datos de rostros clasificados en distintas emociones básicas, y métodos de clasificación, permitieron la construcción de sistemas capaces de detectar y reconocer expresiones/microexpresiones faciales asociadas en principio a emociones básicas (ej.: miedo, alegría, tristeza) [9] a partir de imágenes fijas o vídeos del rostro (Figura 1). En cierta medida el rostro, como fuente expresiva y observable de estados afectivos, ha sido uno de los recursos más estudiados en la CA [16]. Desarrollos posteriores han permitido cubrir otras fuentes de información bajo enfoques unimodales y multimodales, además de extenderse hacia la identificación de estados afectivos y mentales más complejos [4].

Como alternativa al rostro, la voz y el lenguaje natural también han sido ampliamente explorados como fuentes de información afectiva [19]. A esto se suman investigaciones en fisiología y neurociencia, que en algunos casos han derivado en el desarrollo de técnicas y herramientas especializadas para estudiar la dimensión afectiva desde fuentes menos evidentes en comparación con el rostro o la voz. Ejemplos de éstas son la actividad eléctrica de los músculos, de la piel y del cerebro, e inclusive los movimientos oculares. Esto dio paso no solo al desarrollo de nuevas técnicas de procesamiento y análisis de señales neurofisiológicas, sino que también al desarrollo de dispositivos y software especializado en la detección y reconocimiento de estados afectivos.

EXPRESIÓN

En cuanto a la expresión de emociones, ésta se ha abordado desde distintos frentes. Independientemente del enfoque, los esfuerzos se han concentrado en recursos afectivos evidentes como es el caso de la voz, el rostro, los gestos y el lenguaje. Por ejemplo, a nivel de la robótica se han desarrollado máquinas capaces de expresar emociones y otros estados afectivos a través de rostros mecanizados que imitan parcialmente algunas expresiones faciales humanas. Esfuerzos similares se han hecho a nivel de software y diseño a través de avatares humanoides en dos o tres dimensiones. En otros casos se han creado máquinas (software o hardware) con estilos únicos -no humanos- de expresiones afectivas a través de colores, movimientos o sonidos [10].

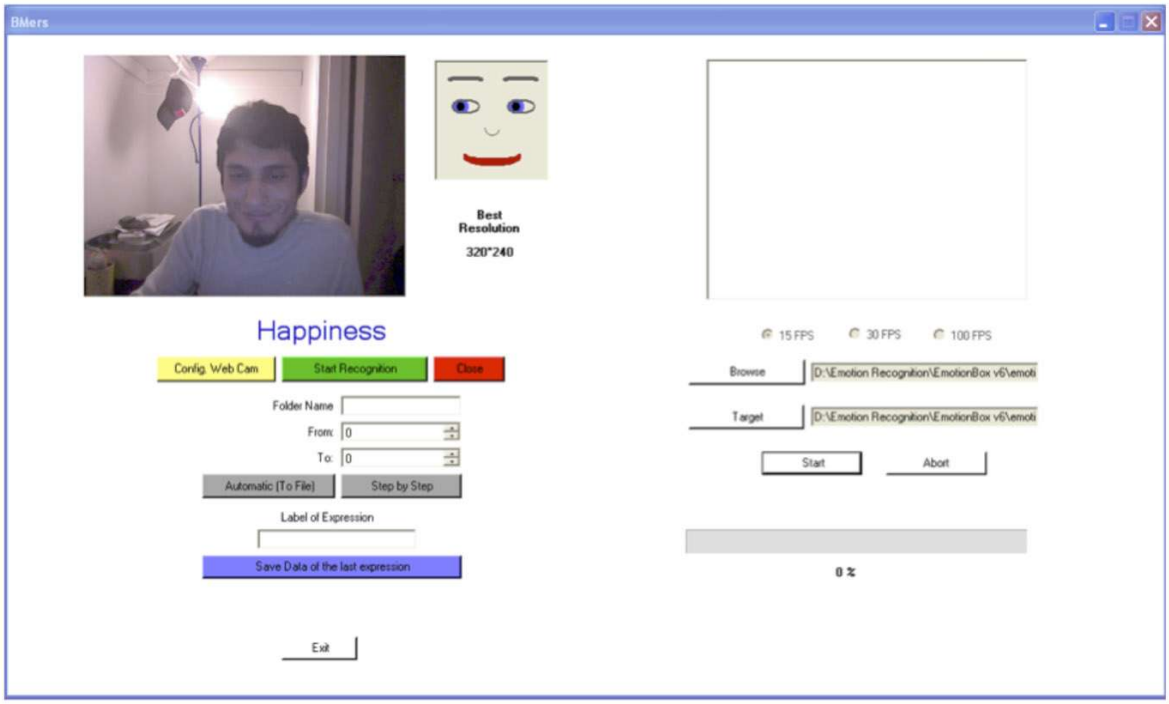


FIGURA 1.
BMERS - SOFTWARE DE IMITACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE EXPRESIONES FACIALES A PARTIR DE IMÁGENES Y VÍDEOS [11].

EXPERIENCIA

Más allá del grado de realismo alcanzado por estas formas artificiales de expresión afectiva, éstas no necesariamente se vinculan con la experiencia o vivencia ("tener") de emociones u otros estados afectivos subyacentes. De hecho, se puede decir que el objetivo central de estos desarrollos ha sido el dotar a las máquinas de recursos para la socialización con seres humanos o con otras máquinas. Además, se debe considerar que crear máquinas capaces de "tener" o "experimentar" emociones resulta ser una ambición mucho mayor y de la cual aún se cuestiona su factibilidad y consecuencias para la sociedad. De momento la noción de desarrollar máquinas capaces de "tener" emociones se ha enfocado en la implementación de comportamientos o respuestas a nivel cognitivo que se vinculan a estados afectivos, como es el caso de la reacción de lucha o huida como respuesta ante una amenaza [2].

APLICACIONES

Ciertas investigaciones en CA derivan en productos tales como dispositivos electrónicos, sistemas de software o algoritmos. Algunos de estos tienen cabida en aplicaciones a nivel industrial o investigativo. Desde mejoras en la interacción hombre-máquina [6] hasta aplicaciones en marketing, son varias las áreas y disciplinas que han visto en la CA oportunidades y herramientas para enfrentar problemas donde la dimensión afectiva juega un papel central.

En un plano más general, soluciones como Affdex[2] y FaceReader[3], entre otras, ofrecen a investigadores y profesionales de distintas áreas, herramientas para el reconocimiento de estados afectivos y cognitivos a partir del rostro. Si bien en la actualidad resulta bastante normal encontrar empresas que prestan servicios integrales en áreas como marketing, publicidad y experiencia de usuario; algunas han incorporado tecnologías de la CA en sus procesos de captura y análisis de datos, esto con el fin de estudiar respuestas afectivas de personas en determinadas condiciones (ej.: exposición a un logo, interfaz de usuario, anuncio publicitario).

Mientras que algunas de estas soluciones se ofrecen como servicios online, otras se presentan como *APIs* (Application Programming Interfaces) o componentes de software que pueden incorporarse rápidamente en proyectos de distinta naturaleza y envergadura tales como videojuegos, vehículos, aplicaciones móviles o sistemas robóticos. A partir de estas herramientas, los desarrolladores pueden incorporar en sus soluciones el reconocimiento de estados afectivos a partir del rostro. Si bien los propósitos de esto pueden ser variados, se destaca el foco en el mejoramiento de la experiencia de usuario, la personalización de sistemas y la adaptación dinámica del software.

De manera complementaria al procesamiento del lenguaje, se han desarrollado herramientas capaces de identificar distintos estados afectivos a partir de atributos prosódicos en la verbalización (ej.: pausas, intensidad y duración). Herramientas como Good Vibrations[4] y Vokaturi[5] permiten el desarrollo de sistemas de software y hardware dotados de recursos para la detección y reconocimiento de estados afectivos y cognitivos como la alegría, estrés o aburrimiento. Las posibilidades de aplicación de este tipo de herramientas son diversas, destacándose aquellas de apoyo a los sistemas de venta, atención al cliente, retroalimentación, conducción asistida y robótica, por mencionar algunas.

A nivel fisiológico, hoy resulta cada vez más común el uso de dispositivos de monitoreo de actividad diaria. El conteo de pasos, el ritmo cardíaco, temperatura, la actividad electrodérmica, la actividad cerebral y la actividad muscular son ejemplos de los tipos de señales que algunos de estos dispositivos pueden capturar, procesar y analizar. Productos como Bitalino[6], Embrace Watch[7] y Emotiv Insight[8], ofrecen a desarrolladores y usuarios finales la posibilidad de acceder a señales afectivas internas de sus usuarios. Las aplicaciones de este tipo de tecnología son diversas, sin embargo se destaca su uso como herramienta de monitoreo personal (ej.: actividad, sueño, salud), como recurso para integración social de individuos con trastornos del espectro autista, o inclusive como interfaces que –a partir de la información recolectada– pueden gatillar acciones concretas tales como alertas, sugerencias y cambios en condiciones del entorno (ej.: temperatura, música, luz).

En cuanto a la expresividad de estados afectivos por parte de máquinas, ésta tiene como foco principal el dotarlas de recursos para socializar y empatizar con las personas con quienes interactúan. En esta línea se han producido distintas herramientas de software y hardware, ya sea como productos finales o bien como herramientas especializadas para el desarrollo de soluciones concretas como robots o sistemas de software. En este contexto llama particularmente la atención la creación de unidades de procesamiento emocional o EPU, por su sigla en inglés. Estas unidades de cómputo se concentran en el procesamiento de señales afectivas, adaptabilidad y expresividad afectiva. Un ejemplo de este tipo de tecnología es la EPU II[9] la cual puede emplearse en robots, aplicaciones de software, e Internet de las Cosas (IoT), entre otras. Un ejemplo concreto que usa este tipo de tecnología es EmoSpark AI, un dispositivo capaz de detectar, reconocer y expresar un amplio espectro de estados afectivos.

Más allá del plano comercial, se destacan las aplicaciones a nivel de investigación realizadas por otras disciplinas. La creación de tutores inteligentes y empáticos para asistir el aprendizaje

2. http://www.affectiva.com/solutions/affdex/
3. http://www.noldus.com/human-behavior-research/products/facereader
4. http://www.good-vibrations.nl/
5. http://vokaturi.com/
6. http://www.bitalino.com/
7. https://www.empatica.com/product-embrace
8. https://www.emotiv.com/insight/
9. http://emoshape.com/

[8], el estudio del panorama político del país (Figura 2) o de la sensación de seguridad ciudadana (Figura 3) a partir de las opiniones vertidas en redes sociales; ambientes de realidad virtual (Figura 4), el uso de respuestas y patrones afectivos para determinar la relevancia percibida de un documento en el contexto de la búsqueda y recuperación de información [1, 14] (Figura 5), el uso de las variaciones afectivas de los usuarios en videojuegos para alterar dinámicamente aspectos de los mismos [5], o el contrastar el desempeño humano y el de las máquinas en la detección de sarcasmo [12], son algunos ejemplos que dan cuenta del vasto terreno en investigación para aplicar elementos de la CA.

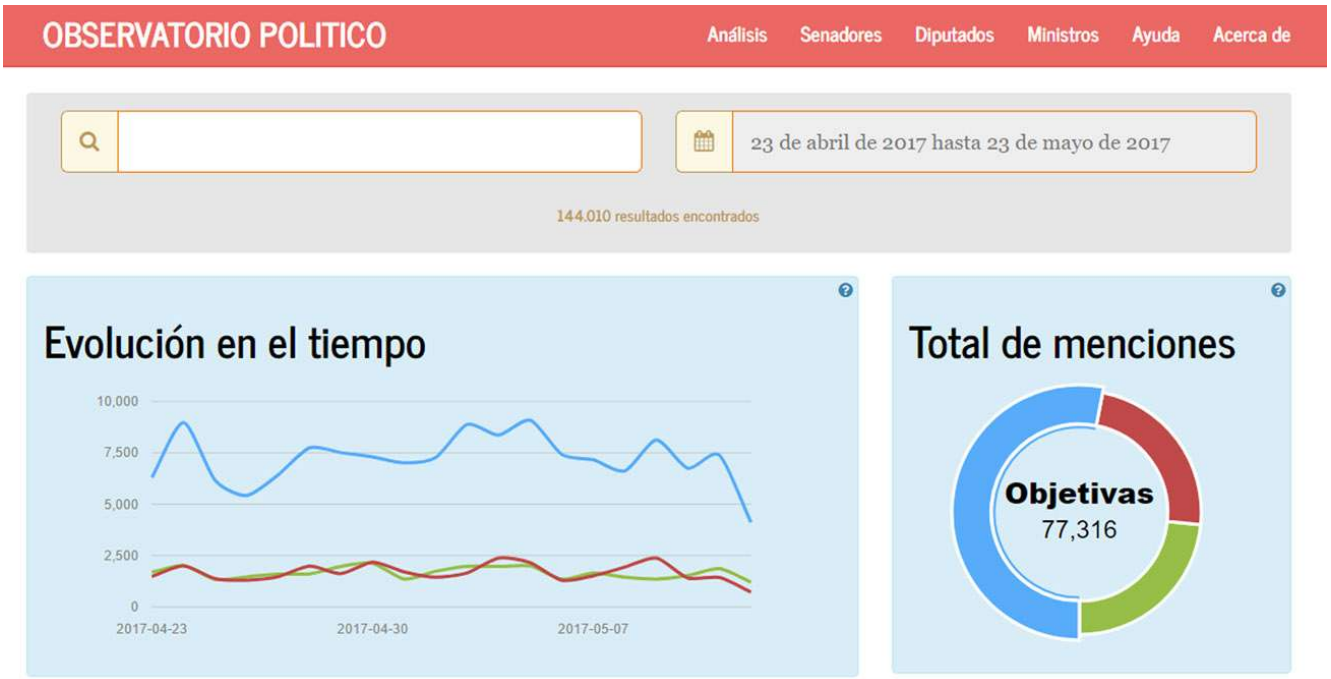


FIGURA 2.
EVOLUCIÓN Y RESUMEN DE MENCIONES POSITIVAS, NEGATIVAS Y NEUTRALES (OBJETIVAS) EN TWITTER PARA UN TÓPICO DE BÚSQUEDA DENTRO DEL OBSERVATORIO POLÍTICO[10].

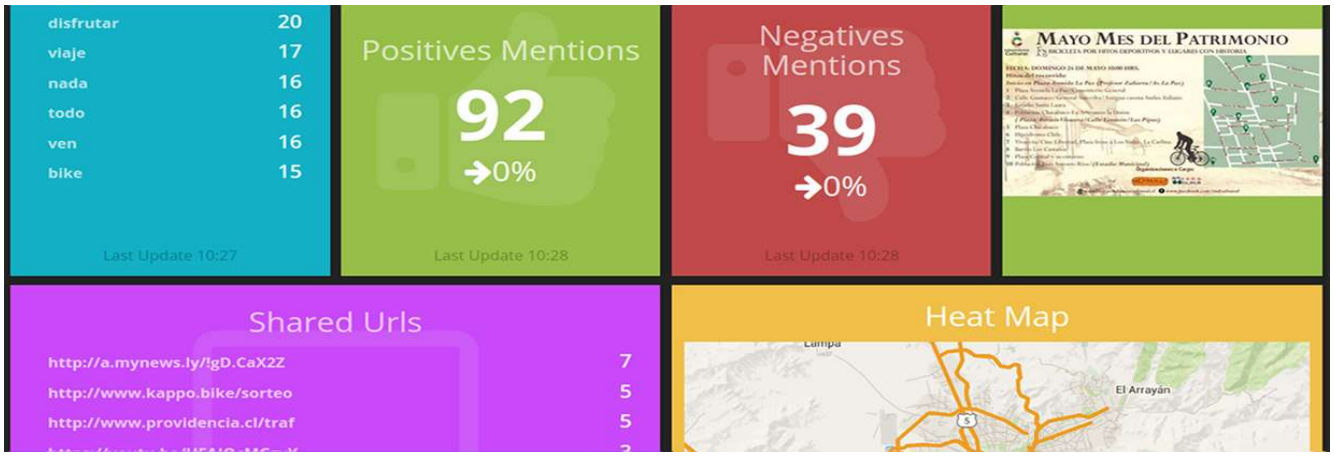


FIGURA 3.
OBSERVATORIO EN TIEMPO REAL DE LA SEGURIDAD CIUDADANA. EJEMPLO DE APLICACIÓN DE ANÁLISIS DE SENTIMIENTOS EN REDES SOCIALES RESPECTO DE LA PERCEPCIÓN DE SEGURIDAD EN LA COMUNIDAD DE CICLISTAS CON EL FIN DE APOYAR LA TOMA DE DECISIONES DE INDIVIDUOS Y ORGANIZACIONES [13].

10. http://www.observatoriopolitico.cl/

FIGURA 4.
VORTICES – AMBIENTE DE REALIDAD VIRTUAL PARA APOYAR LA EXPERIMENTACIÓN Y EVALUACIÓN EN LA INTERACCIÓN HUMANO-INFORMACIÓN A TRAVÉS DE INTERFACES NATURALES, CEREBRALES Y AFECTIVAS[11].

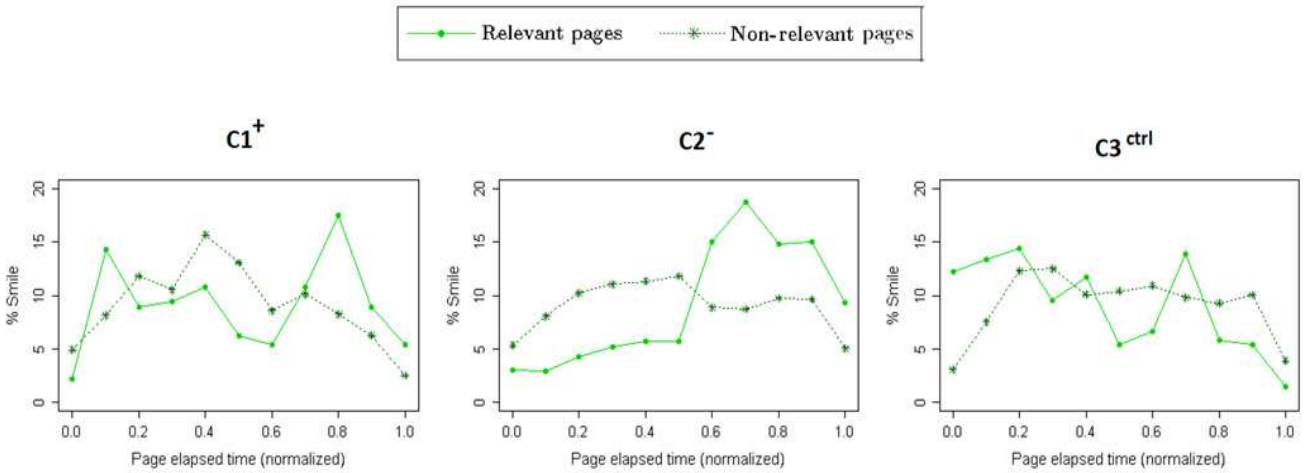


FIGURA 5.
FRECUENCIA NORMALIZADA DE SONRISAS EXPRESADAS DURANTE LA EXPOSICIÓN A PÁGINAS WEB RELEVANTES Y NO RELEVANTES. $C1^{+}$ Y $C2^{-}$ CORRESPONDEN A CONDICIONES EXPERIMENTALES ASOCIADAS A PARTICIPANTES QUE COMENZARON EL PROCESO DE BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN EN UN ESTADO AFECTIVO INDUCIDO POSITIVO Y NEGATIVO RESPECTIVAMENTE. $C3^{CTRL}$ CORRESPONDE AL GRUPO CONTROL [14][11].

DESARROLLO A NIVEL INTERNACIONAL Y NACIONAL: PRESENTE Y FUTURO

Hoy en día la CA es abordada a nivel internacional por equipos interdisciplinarios (diseño, robótica, computación, electrónica, lingüística, psicología, neurociencia, etc.). Probablemente uno de los grupos con mayor presencia y contribuciones en el área corresponde al Affective Computing Group del MIT Media Lab en los Estados Unidos, el cual es dirigido por Rosalind Picard. No obstante, en el mundo existen varios investigadores y equipos que han focalizado sus esfuerzos, desde distintas perspectivas, hacia el desarrollo de máquinas emocionalmente inteligentes.

A nivel internacional, existe una amplia red de investigadores trabajando en CA. Estados Unidos, Alemania, Reino Unido y Australia son algunos países con destacada presencia en el área. Comunidades online como *emotion-research.net*, asociaciones como la *AAAC*, revistas especializadas como el *IEEE Transactions on Affective Computing*, conferencias dedicadas al área como la *ACII*, y empresas y servicios como los señalados anteriormente, ilustran la consolidación de la CA como área de estudio interdisciplinaria.

11. http://interaction.informatica.usach.cl/

En el plano nacional, si bien es posible encontrar contribuciones directas al área (ej.: publicaciones de carácter científico, tesis, memorias y proyectos de título), hay poca evidencia de proyectos de investigación y productos derivados de los mismos con visibilidad internacional. En este sentido y a modo de ejemplo, se han desarrollado trabajos enmarcados en la computación afectiva en la Universidad de Santiago de Chile (Departamento de Ingeniería Informática), Universidad de Chile y Universidad Católica con aplicaciones en robótica, sistemas colaborativos, tutores inteligentes, detección de mentiras, entre otros. No obstante, los investigadores en Chile que han desarrollado este tipo de trabajo no necesariamente consideran a la CA como su línea principal de investigación.

Si bien la computación afectiva tiene más de veinte años como área de investigación, en Chile constituye un área emergente en la que existen diversos problemas –desde lo tecnológico hasta lo ético– a la espera de ser abordados. Aún se está bastante lejos de crear máquinas capaces de pasar una prueba de Turing ampliada, donde la comunicación entre hombre-máquina se dé en un plano natural y no solo limitado al lenguaje escrito, como se planteaba en su diseño original. En este sentido, la CA como área enfocada en crear máquinas "más humanas" a nivel afectivo, tiene mucho camino por recorrer. Por último, tal como se ha señalado anteriormente, la CA tiene un gran potencial de aplicación directa y transferencia tecnológica, lo que supone oportunidades claras de emprendimiento y crecimiento a nivel país. ■

REFERENCIAS

[1] Arapakis, I., Konstas, I., & José, J. M. (2009, October). Using facial expressions and peripheral physiological signals as implicit indicators of topical relevance. *In Proceedings of the 17th ACM international conference on Multimedia* (pp. 461-470). ACM.

[2] Arkin, R. C. (1992). Homeostatic control for a mobile robot: Dynamic replanning in hazardous environments. *Journal of Robotic Systems, 9*(2), 197-214.

[3] Broekens, J., Heerink, M., & Rosendal, H. (2009). Assistive social robots in elderly care: a review. Gerontechnology, 8(2), 94-103.

[4] Calvo, R. A., & D'Mello, S. (2010). Affect detection: An interdisciplinary review of models, methods, and their applications. *IEEE Transactions on affective computing, 1*(1), 18-37.

[5] Christy, T., & Kuncheva, L. I. (2014). Technological advancements in affective gaming: A historical survey. *GSTF Journal on Computing (JoC), 3*(4), 32.

[6] Cowie, R., Douglas-Cowie, E., Tsapatsoulis, N., Votsis, G., Kollias, S., Fellenz, W., & Taylor, J. G. (2001). Emotion recognition in human-computer interaction. *IEEE Signal processing magazine, 18*(1), 32-80.

[7] Damasio, A. R. (1994). *El error de Descartes: la razón de las emociones.* Andrés Bello.

[8] D Mello, S., Jackson, T., Craig, S., Morgan, B., Chipman, P., White, H., ... & Graesser, A. (2008). AutoTutor detects and responds to learners affective and cognitive states. In *Workshop on emotional and cognitive issues at the international conference on intelligent tutoring systems* (pp. 306-308).

[9] Ekman, P., Friesen, W. V., & Ellsworth, P. (2013). *Emotion in the human face: Guidelines for research and an integration of findings. Elsevier.*

[10] Fong, T., Nourbakhsh, I., & Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactive robots. Robotics and autonomous systems, 42(3), 143-166. Gardner, H., & Gardner, H. (1994). *Estructuras de la mente: la teoría de las inteligencias múltiples* (No. 159.928. 22). Fondo de Cultura Económica.

[11] González-Ibáñez, R. (2006). Evaluación de la Integración del Darse-Cuenta Emocional en una Aplicación Colaborativa. Tesis de Magíster, Universidad de Santiago de Chile. Santiago, Chile.

[12] González-Ibáñez, R., Muresan, S., & Wacholder, N. (2011). Identifying sarcasm in Twitter: a closer look. In *Proceedings of the 49th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies: short papers-Volume 2* (pp. 581-586). Association for Computational Linguistics.

[13] González-Ibáñez, R., Bonacic, C., & Fernández, A. (2015). A real time web observatory for cycling safety: A tool for supporting research and decision making of people and organizations. In *Proceedings of the 78th ASIS&T Annual Meeting, 52*(1), 1-4.

[14] González-Ibáñez, R., & Shah, C. (2016). Using affective signals as implicit indicators of information relevance and information processing strategies. In *Proceedings of the 79th ASIS&T Annual Meeting, 53*(1), 1-10.

[15] Picard, R. W (1997). *Affective Computing*. Cambridge, MA: The MIT press.

[16] Sariyanidi, E., Gunes, H., & Cavallaro, A. (2015). Automatic analysis of facial affect: A survey of registration, representation, and recognition. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 37*(6), 1113-1133.

[17] Seligman, M.E.P., & Csikszentmihalyi, M. (2014). *Positive psychology: An introduction.* Springer Netherlands, 2014.

[18] Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. Mind, 59(236), 433-460.

[19] Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G. I., & Huang, T. S. (2009). A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 31*(1), 39-58.