

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/348736230>

Computación afectiva y su efecto en el proceso de aprendizaje

Preprint · January 2021

DOI: 10.13140/RG.2.2.30145.58721

CITATIONS

0

READS

922

5 authors, including:



David Lopez

Universidad Autónoma de Occidente

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE

Computación Afectiva y su Efecto en el Proceso de Aprendizaje: Una Revisión Sistemática de Literatura.

S. García, G. Mercado, J. Gil, D. López, & L. Garcés

Resumen—En el siguiente artículo se realiza la revisión sistemática de literatura (RSL) en el campo de la computación afectiva (CA), aplicada al área de la educación, intentando responder a la pregunta: “¿Qué resultados pueden obtenerse tras la adopción de sistemas de CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje?”, su respuesta fortalece o debilita la necesidad de integrar dichos sistemas en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Un pequeño porcentaje (18%) de los artículos en los que se proponen sistemas de CA en educación son probados en contextos reales. Aunque en los casos hallados se evidencian mejoras en el desempeño de los estudiantes, concentración, aceptación del sistema y aprendizaje auto percibido, la escasez de resultados reportados requiere que los desarrolladores de estos sistemas documenten sus implementaciones y pruebas en el contexto educativo para así tener mayor certeza de la influencia de la CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Palabras claves—Computación afectiva, educación, retroalimentación afectiva, emociones.

I. INTRODUCTION

GRAN parte de los trabajos recientes en el área de la CA han tenido como objetivo brindarles a las máquinas la capacidad de detectar emociones basadas en expresiones verbales y no verbales, también la capacidad de transmitir emociones mediante gestos y expresiones [1], lograr que dichas computadoras sean capaces de comprender emociones humanas y que a su vez posean la habilidad de expresar o simular las propias, denota un cambio significativo para la naturaleza de la interactividad [2].

La habilidad de comunicarnos por medio de emociones es esencial en nuestro diario vivir, en tal caso cualquier sistema artificial debería tener en cuenta dichas emociones para así asegurar un buen sistema de comunicación hombre-máquina [3]. La necesidad de implementar las emociones en sistemas artificiales surgió a partir de querer mejorar los procesos cognitivos y la interacción de los mismos con los seres humanos [4].

Rosalind Picard, una pionera de la CA destaca la educación como un campo de aplicación. En [4] manifiesta que el proceso de aprendizaje empieza con emociones como curiosidad y fascinación, y a medida que la dificultad de la tarea aumenta aparecen la frustración y la ansiedad, si estas emociones persisten y el estudiante no cuenta con medios para sobrellevarlas podrían causar que abandone los estudios,

destaca también que el buen profesor es aquel que detecta pistas afectivas por parte de los estudiantes y sabe responder de manera diferente en consecuencia. Es aquí donde una computadora con capacidad de detectar los estados afectivos de los estudiantes toma un rol importante, dicha computadora podría aprender a responder de forma personalizada a cada estudiante, dependiendo de las emociones que presente, con el fin de brindar una guía educativa que se ajuste a su ritmo y necesidades

Bajo esta premisa se han propuesto diversidad de sistemas cuyo objetivo es identificar las emociones que presentan los estudiantes en el aprendizaje, reconociéndose como un factor determinante que influye en el éxito de dicho proceso. A partir de estos esfuerzos cabe preguntarse sobre las consecuencias de aplicar dichos sistemas en ambientes de aprendizaje real, los impactos que han generado en las aulas y cómo es la relación entre los estudiantes y docentes con estos nuevos sistemas.

A partir de las inquietudes anteriores se justifica esta RSL, en la que se realiza la búsqueda y análisis de casos reales donde se implementan sistemas afectivos en ámbitos de educación y se documentan los impactos que estos han generado, con el fin de tener referencias cuantitativas y cualitativas que justifiquen el uso de esta tecnología en este contexto.

II. ANTECEDENTES

El término Computación Afectiva fue acuñado por primera vez por Rosalind Picard en su libro *Affective Computing*, publicado en 1997 en el MIT, en donde propone una estructura para desarrollar máquinas con la capacidad de transmitir, reconocer y “expresar” emociones, es decir máquinas con “inteligencia emocional” [4]. Cuatro años más tarde, ella junto con Jennifer Haley y Elyas Visa publicaron un paper titulado *Toward Machine Emotional Intelligence: Analysis of Affective Physiological State* en donde comparan múltiples algoritmos de reconocimiento basados en características del estado emocional de las personas y proponen una estructura que le permite a las máquinas reconocer el estado afectivo de los humanos mediante cuatro señales fisiológicas [5].

El campo de la CA involucra principalmente la convergencia de 2 áreas de conocimiento, la psicología y la ingeniería [6]. Los psicólogos aportan su tradición en la investigación de las emociones, sus discursos y sus métodos y los ingenieros y científicos de la computación aportan las

herramientas, que hacen uso de técnicas de machine learning para la clasificación automática de emociones en videos, voz, texto y señales fisiológicas. Muchas otras áreas disciplinares como la fisiología, la sociología, las matemáticas, la educación y la lingüística contribuyen en la creación de sistemas afectivos [7].

El primer paso para hacer que una computadora sea afectivamente inteligente es el de reconocer emociones; Para realizar esta tarea, una computadora necesitaría estar equipada con hardware y software para reconocerlas [7]. La detección del afecto se refiere a un sistema que puede reconocer la emoción al recibir datos a través de señales y patrones [4]. Debido a la naturaleza multimodal con la cual se expresan emociones en las relaciones humano-humano (gestos físicos, señales fisiológicas, expresiones faciales, el habla, postura e información textual) es necesario que los sistemas afectivos generen una salida a partir de la captura e integración de información emocional percibida por diversos canales, lo que es conocido como fusión multimodal. Este término hace referencia a la integración de todas las modalidades en una representación única [8], en este caso una emoción concreta.

Sin embargo, la detección automática de emociones no es la única característica clave de este tipo de sistemas, otro aspecto a tener en cuenta es la generación de respuestas cargadas emocionalmente, buscando emular los medios comunicativos por los cuales las personas expresamos nuestras emociones. Aunque no es extensa, la literatura exhibe estudios notables que evalúan las estrategias de retroalimentación afectiva mediadas por computadora y su impacto en los usuarios, incluyendo diálogo, simulaciones inmersivas, expresiones faciales y modulaciones de habla. Los agentes artificiales pueden responder al afecto del usuario con empatía paralela (exhibir una emoción similar a la del objetivo), empatía reactiva (centrarse en el estado afectivo del objetivo, además de su situación) o basada en tareas (cambiar la secuencia de las tareas - complementario a las estrategias empáticas) [9].

En el año 1997 el Laboratorio de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT A.I Lab), desarrolló un robot llamado Kismet. Con el apoyo de sus sensores, motores y micrófono, Kismet se caracteriza por su interacción “cara a cara” con las personas, lo que le permite reconocer y “transmitir” emociones. Kismet reacciona a los gestos y tonos de las personas y en respuesta mueve sus ojos, boca, cejas y orejas para expresar “emociones” mediante 7 gestos diferentes [10][11].

Otro ejemplo reconocido y más reciente que agrupa ambas características es Sophia, un robot humanoide creada por la empresa Hanson Robotics en el año 2015 que entra en la categoría de Social Robot. Robots sociales son aquellos que interactúan entre ellos y con humanos de forma socialmente aceptable, comunicando intención de formas humanamente perceptibles, y que tienen la habilidad de resolver tareas junto a otros agentes, ya sean humanos u otras máquinas sociales [12].

Sophia fue creada para interactuar con las personas y aprender de ellas, gracias a sus cámaras y micrófonos detecta las expresiones faciales, los gestos, la postura y las características en el habla (tono, ritmo, intensidad, entre otras) de las personas con las que interactúa para así reconocer su estado emocional, a su vez, al comunicarse expresa diversas emociones mediante expresiones faciales, gestos corporales, postura, características en el habla, risa o simplemente diciendo cómo se “siente”.

Existen muchos casos de aplicación de la CA, tales como la creación de reseñas y opiniones basadas en emociones encontradas en la web (sobre diversos temas como productos comerciales, política y percepción de marca), mejora en la comunicación cliente-empresa, sistemas de recomendación, enseñanza afectiva, entretenimiento afectivo, salud, terapia psicológica, seguridad, entre otros [6]. Picard [4] diferencia 3 tipos de aplicación de la CA, los sistemas que detectan las emociones de los usuarios, los sistemas que expresan lo que los humanos consideran como una emoción y sistemas que “sienten emociones”.

A su vez, dentro del campo de la CA, muchas consideraciones éticas deben abordarse [7]. Es necesario contemplar las relaciones que podrían forjarse entre las personas y los sistemas con capacidades afectivas, donde la personificación que suelen atribuir las personas a objetos inanimados, sumado a sus cualidades emocionales y antropomórficas, podrían causar que dejemos de pensar en ellas como simples herramientas y las valoramos como entes con sentimientos, a la par del ser humano. Este dilema ha sido retratado en el cine, en películas como Her [13] y Bicentennial Man [14].

III. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

Al realizar esta RSL adoptamos la metodología propuesta por Kitchenham y Charters [15] orientada a la investigación en la ingeniería de software. Esta investigación se realiza con la finalidad de encontrar resultados cuantitativos y/o cualitativos tras el uso de sistemas de CA en entornos educativos reales, dichos resultados son de utilidad para justificar la necesidad de implementación de este tipo de sistemas, y también, conocer los resultados que se han obtenido anteriormente ayuda a tener un punto de referencia a la hora de esperar resultados al diseñar e implementar un sistema de este tipo, como propuesta propia.

A. Pregunta de investigación

La pregunta de investigación que incita esta revisión es:

¿Qué resultados pueden obtenerse tras la adopción de sistemas de CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje?

Esta pregunta nos permite obtener información acerca de la clase de beneficios que se obtienen tras la implementación de CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje, por lo que nos ayuda a conocer qué efectos se podrían pretender replicar en proyectos de CA en el campo de la educación desarrollados por nosotros en un futuro.

B. Fuentes de información y estrategias de búsqueda

Los protocolos de búsqueda se establecieron por medio de una revisión bibliográfica de diversos artículos, libros, revistas de investigación entre otros, en inglés y en español, los trabajos encontrados fueron realizados entre 1997 y 2020, con la finalidad de abarcar la mayor porción posible relacionada con la CA y su papel en el proceso de aprendizaje.

Durante la revisión de la literatura fueron consultadas diferentes bases de datos, tales como:

- a) ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com>)
- b) IEEEExplore (<http://ieeexplore.ieee.org>)
- c) Springer (<https://www.springer.com/>)
- d) ResearchGate (<https://www.researchgate.net>)

Se eligieron estas bases de datos ya que son algunas de las que la universidad facilita su acceso. Por otro lado, son bases de datos multitemáticas, esto permite tener una visión bastante amplia que integre las fuentes relevantes de información relacionada a la pregunta de investigación.

En las búsquedas realizadas, los términos base fueron: “affective computing”, “affective feedback”, “emotions”, “emotion awareness”, “emotional system” y “affective system”, a estos términos se les fueron asociadas palabras como “e-learning”, “education”, “knowledge”, “learning”. A partir de esto, uniendo los términos base con las palabras asociadas en los protocolos de búsqueda, se obtiene un enfoque más estructurado entre los diferentes conceptos, posibilitando la indagación profunda de la pregunta de investigación.

C. Protocolos de búsqueda

Teniendo en cuenta los criterios de exclusión e inclusión se usaron las palabras “affective computing” o “affective feedback” o “emotion” o “emotion awareness” o “emotional system” y asegurándose de que se incluyan los términos de “e-learning”, “education”, “knowledge” y “learning”. A continuación, documentamos los protocolos de búsqueda utilizados en las bases de datos.

ScienceDirect:

Debido a que ScienceDirect solo permite 8 condicionales en su búsqueda avanzada, se tuvo que dividir el protocolo en dos, para la primera búsqueda se utilizó lo siguiente:

(“affective computing” OR “affective feedback” OR “emotional system”) AND (e-learning OR education OR knowledge OR learning)

Resultados: 145.

Para la segunda búsqueda se utilizó:

(“emotion” OR “emotion awareness”) AND (e-learning)

Resultados: 58.

IEEEExplore:

((“Document Title”: affective computing OR “Document Title”: affective feedback OR “Document Title”: affective system* OR “Document Title”: emotional system*) AND (“Abstract”: e-learning OR “Abstract”: education OR “Abstract”: knowledge OR “Abstract”: learning)) OR ((“Document Title”: Emotion* OR “Document Title”: Emotion awareness) AND (“Abstract”: e-learning))

Resultados: 208.

Springer y ResearchGate:

Se usó el mismo protocolo de búsqueda en Springer y en ResearchGate.

((“affective computing” OR “affective feedback” OR “emotional system”) AND (e-learning OR education OR knowledge OR learning)) AND ((“emotion” OR “emotion awareness”) AND (e-learning))

Resultados Springer: 305.

Resultados ResearchGate: 100.

D. Criterios de inclusión/exclusión de la documentación encontrada

Los criterios de exclusión e inclusión que utilizaremos para filtrar los resultados obtenidos en las bases de datos seleccionadas serán los siguientes:

Criterios de exclusión

- CE1: Documento de pago.
- CE2: Documento en idioma diferente al inglés o al español.
- CE3: No menciona los resultados tras el uso de sistemas basados en CA en el proceso de aprendizaje.
- CE4: No está relacionado con un contexto educativo.
- CE5: No está relacionado con CA.

Criterios de inclusión

- CI1: Estudio publicado entre 1997 y 2020.
- CI2: El documento presenta resultados cuantitativos y/o cualitativos luego de la aplicación de sistemas de CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje.
- CI3: El sistema propuesto en el documento es probado en un contexto educativo real.

E. Recuperación de datos

Aplicando los protocolos de búsqueda descritos anteriormente para cada base de datos, obtuvimos un total de 816 resultados. Entre estos, 17 artículos se repetían en cada una de ellas, y 20 resultados se repetían entre las bases de datos. Retirando artículos repetidos 779 resultados únicos fueron hallados.

Luego de aplicar los criterios de exclusión e inclusión, obtuvimos 34 documentos relevantes, es decir, solo el 4.36% de los resultados son de utilidad para responder a la pregunta de investigación. De los 745 rechazados, 54 (7,25%) no eran documentos de acceso libre, 12 (1,61%) estaban en idiomas diferentes al español o al inglés (japonés, francés y alemán), 303 (40,67%) no estaban relacionados con la CA, 186 (24,97%) estaban relacionados con CA pero no con el contexto educativo y 190 (25,5%) hablaban de sistemas de CA aplicables en el campo educativo, pero dichos sistemas no se implementan, o mostraban únicamente resultados técnicos (precisión en la detección de emociones), o hablaban de impactos positivos en los estudiantes pero no enseñaban pruebas que lo asegurasen.

A continuación, se presenta la Tabla 1, en la que se muestra el resumen de los resultados de la búsqueda.

| Base de datos | Resultados de búsqueda | Documentos duplicados | Documentos relevantes |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|
| ScienceDirect | 203 | 7 | 6 |
| IEEEExplore | 208 | 1 | 10 |
| Springer | 305 | 1 | 8 |
| ResearchGate | 100 | 8 | 10 |
| TOTAL | 816 | 17 | 34 |

Tabla 1. Resumen de los resultados de búsqueda

IV. RESULTADOS

Analizados los documentos escogidos, hemos encontrado que los resultados demuestran un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, por ejemplo:

Durante la prueba del sistema “emot-control” en la cual escogieron a 112 estudiantes universitarios del departamento de tecnología cultural y comunicación, que fueron divididos en 28 grupos de 4 integrantes, donde se les asignaban 4 tareas de colaboración en línea, en las primeras dos pruebas el estudiante tenía la potestad de decidir si reportar o no sus emociones, pero durante las dos pruebas finales, ellos se veían obligados a realizar este reporte de emociones. Dentro de los resultados obtenidos se data que en las primeras 2 pruebas algunos grupos presentaron actitudes y desempeños negativos, el sistema demostró que cuando se presentan estas actitudes negativas, no

se logran cambiar fácilmente y llevan a resultados negativos, sin embargo, en otro momento de la prueba cuando se utilizó la retroalimentación afectiva, se encontró que los estudiantes manejaron los problemas de manera exitosa ayudando a incrementar el desempeño grupal e individual [16].

Adicionalmente en otra prueba donde se utilizó el sistema “emot-control” se encontró que, durante las tareas realizadas por los participantes, la retroalimentación proveniente de un sistema de CA puede mejorar el rendimiento cognitivo [17] brindándonos una posible respuesta a la pregunta de investigación.

A partir del estudio experimental con un sistema de tutoría afectiva (STA), utilizando cámara para detectar emociones a través de expresiones faciales [18], aplicado a 39 estudiantes en un promedio de 18 años y que estaban cursando un diplomado en Tecnología de la Información, divididos en dos grupos diferentes, un grupo de control (n=21) y uno donde se aplicó el sistema (n=18), se evidenció que los resultados difirieron significativamente a nivel de eficacia y persistencia en el grupo al que se le aplicó el sistema, pues la resolución de problemas se completaba en menor tiempo (con una diferencia de 361 segundos de media) y el número de ejercicios intentados del total fue mayor (con una diferencia de 2.5 ejercicios de media).

Por otro lado, en la evaluación del sistema “Genetics with Jean” [19] donde hubo 40 participantes entre el personal y los estudiantes de dos universidades australianas divididos en dos grupos iguales, un grupo afectivo que interactuó con el STA completo y un grupo donde los componentes afectivos se encontraban deshabilitados. Como objetivo general se buscaba detectar las emociones a través de electrodos y relacionar la ayuda afectiva que se daba a partir de estas emociones con las mejoras en el conocimiento y el aprendizaje percibido; Se concluyó que aunque la menor calificación en el grupo afectivo fue superior al del otro grupo (8 y 6 respectivamente) por un análisis estadístico no se determinó que haya una diferencia significativa, a diferencia del aprendizaje percibido donde se reportó por parte del grupo afectivo mayores niveles de este en comparación con el grupo no afectivo.

En [20] se propone un sistema de tutoría inteligente (ITS) con la capacidad de inferir el estado afectivo de los estudiantes a partir del modelo cognitivo de las emociones (OCC) [21], que relaciona la emoción experimentada por un individuo con la situación en la que se encuentra y sus objetivos. Una vez conocida la emoción del estudiante y su estado cognitivo, el sistema adapta su estilo de enseñanza con el fin de incentivar el aprendizaje. Este tutor fue integrado en un juego educativo llamado Prime Climb, diseñado para enseñar factorización, el estudio se llevó a cabo con estudiantes de grado 6 (n=17), 7 (n=20), 8 (n=1) y 9 (n=14) dividiéndolos en dos grupos, uno de control (que juega sin el componente afectivo) y uno experimental (que juega con el componente afectivo). En el experimento ambos grupos se sometieron a un test de factorización antes y después de jugar durante 40 minutos para

comparar los niveles de aprendizaje. A partir de los resultados de la prueba se pudo determinar que los estudiantes que hicieron uso del componente afectivo aprendieron un 16.6% y 11.4% más que aquellos que no lo usaron, en los grados 6 y 9 respectivamente (no hubo diferencias significativas en los estudiantes de 7 y 8), adicionalmente se elaboró una prueba t de Student para saber si los resultados eran estadísticamente significativos. Finalmente, se concluye que los estudiantes aprendieron más cuando su estado afectivo fue considerado en las acciones del tutor.

Además, en [22] se propone un agente emocional inteligente para estudiantes con trastorno por déficit de atención, llamado “Sophia”. Este tiene como objetivo comunicarse emocionalmente con el usuario en el contexto de aprendizaje, imitando la comunicación “cara a cara”. Sophia graba las acciones del mismo, con el fin de entender su estado emocional y saber cómo debe expresarse (modulación del habla, expresiones faciales o gestos corporales), según el sentimiento que quiere transmitir para comunicarse con el usuario. Esta propuesta tiene como objetivo enseñar a estudiantes universitarios de primer año. El estudio tuvo lugar en el Instituto Tecnológico de Thessaloniki, en el departamento de informática con 52 estudiantes, de los cuales 7 fueron diagnosticados con trastorno por déficit de atención. Los resultados demostraron que el 67% de los usuarios informaron que preferían a Sophia y el 66% afirmaron que les ayudaba a completar con más éxito sus tareas. Por otro lado, teniendo en cuenta únicamente los usuarios que sufren de este trastorno prefirieron la aplicación con Sophia ya que sintieron que su presencia les ayudaba a estar más concentrados en el material de aprendizaje.

Java Sensei [23] es un ITS, para el aprendizaje del lenguaje de programación Java donde se detectan emociones mediante expresiones faciales y texto. Se hizo una evaluación sobre el rendimiento académico, la cual se realizó con 72 estudiantes de sistemas informáticos en el Instituto Tecnológico de Culiacán de edades entre 20 y 22 años. El grupo se dividió a la mitad, un grupo utilizó material de aprendizaje tradicional (control) y mientras el otro utilizó Java Sensei (experimental). Esta evaluación constó de tres fases: pretest, sesión de aprendizaje y post-test.

Para la primera fase, en el pre-test (puntuación 0-100) el grupo experimental obtuvo una media del 59.69, mientras que el grupo control obtuvo una media de 67.86, donde se evidencia un nivel superior al del grupo experimental. Luego de realizar la respectiva sesión de aprendizaje, se realizó el post-test (puntuación 0-100), donde el grupo control aumentó a media al 72.05, por otro lado, está el grupo experimental el cual aumentó su media a un 76.66.

De la prueba t de Student, se obtiene una diferencia significativa entre las dos medias aritméticas con un valor total de 19.97. Con los resultados se concluye que Java Sensei mejora el rendimiento académico del estudiante.

Por otro lado [24], un STA, para el aprendizaje en el área de contabilidad, y reconoce emociones por medio de expresiones faciales. Este estudio reclutó a 80 estudiantes (40 para el grupo de enseñanza tradicional (TTM), 40 para el grupo STA) de una universidad en Taiwán que obtuvieron bajos logros académicos en contabilidad. La evaluación de este sistema posee tres fases pretest, sesión de aprendizaje y el posttest.

En el grupo TTM la puntuación media del posttest ($M = 61.14$) es superior a la puntuación media del pretest ($M = 55.51$). Sin embargo, el valor p fue 0,116 ($p > 0,005$), indicando que el método de enseñanza tradicional no ejerció un efecto significativo sobre la mejora de la eficacia del aprendizaje. Por otro lado, el resultado del grupo STA muestra que la puntuación media del posttest ($M = 78.78$) es mayor que la puntuación media previa del pretest ($M = 59.36$), presentando un aumento de 19,42, con un valor de p de 0,000 ($p < 0,001$). Así, demuestra que un método de aprendizaje que involucra STA influyó fuerte y significativamente en la mejora de la eficacia del aprendizaje.

Conociendo los resultados obtenidos, entre los cuales se destacan los mencionados anteriormente, y dando respuesta a la pregunta de investigación “¿Qué resultados pueden obtenerse tras la adopción de sistemas de CA en los procesos de enseñanza-aprendizaje?” hemos notado que, del pequeño porcentaje que ha implementado los sistemas de CA en contextos educativos reales, se han evidenciado mejoras considerables en el desempeño académico de los estudiantes, concentración, aceptación del sistema y aprendizaje auto percibido. Sin embargo, es necesario que el porcentaje de sistemas probados en contextos reales sea mayor al presente, y que sus resultados, positivos, negativos o no concluyentes sean reportados, para que de esta manera el impacto de esta tecnología en la educación quede demostrado de manera sólida y contundente.

V. CONCLUSIONES

Aunque la cantidad de documentos relacionados con la CA era basta, hubo artículos o documentos que fueron excluidos ya que se enfocaron únicamente en el diseño y no en la implementación, por lo que se tenían soluciones más no resultados específicos que las respaldan.

Últimamente se ha despertado el interés por desarrollar sistemas capaces de detectar y reaccionar a las emociones presentes en los estudiantes, múltiples métodos han sido considerados para dotar a las máquinas de esta habilidad, pero pocos son los casos que han implementado y probado los sistemas en contextos reales, mostrando su influencia en el aprendizaje. El aumento en el número de casos que documentan los impactos en la educación de la CA fortalecerá la necesidad percibida de estos sistemas.

REFERENCIAS

- [1] S. Zohora, A. Khan, A. Srivastava, N. Nguyen and N. Dey, "A Study of the State of the Art in Synthetic Emotional Intelligence in Affective Computing", *International Journal of Synthetic Emotions*, vol. 7, no. 1, pp. 1-12, 2016. Available: 10.4018/ijse.2016010101 [Accessed 14 November 2020].
- [2] E. Causa and A. Sosa, "La computación afectiva y el arte interactivo", *Revista de Investigación Multimedia (RIM)*, vol. 2, no. 1850-2954, p. 52, 2008. [Accessed 14 November 2020].
- [3] D. Casacuberta and J. Vallverdú, "EMOCIONES SINTÉTICAS", *Páginas de Filosofía*, vol. 13, no. 1853-7960, pp. 116-144, 2010. [Accessed 14 November 2020].
- [4] R. Picard, *Affective computing*. Cambridge, Massachusetts [etc.]: MIT Press, 1997.
- [5] R. W. Picard, E. Vyzas and J. Healey, "Toward machine emotional intelligence: analysis of affective physiological state," in *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 23, no. 10, pp. 1175-1191, oct. 2001, doi: 10.1109/34.954607.
- [6] E. Cambria, "Affective Computing and Sentiment Analysis," *IEEE Intell. Syst.*, vol. 31, no. 2, pp. 102–107, 2016, doi: 10.1109/MIS.2016.31.
- [7] S. Daily et al., "Affective Computing: Historical Foundations, Current Applications, and Future Trends", *Emotions and Affect in Human Factors and Human-Computer Interaction*, pp. 213-231, 2017. Available: 10.1016/b978-0-12-801851-4.00009-4 [Accessed 8 November 2020].
- [8] A. Konar and A. Chakraborty, *Emotion recognition: A Pattern Analysis Approach*. Wiley & Sons, 2015.
- [9] M. Feidakis, T. Daradoumis, S. Caballé and J. Conesa, "Design of an emotion aware e-learning system", *International Journal of Knowledge and Learning*, vol. 8, no. 34, p. 219, 2012. Available: 10.1504/ijkl.2012.051676 [Accessed 11 November 2020].
- [10] C. Breazeal and B. Scassellati, *Kismet*. MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory, 2020.
- [11] "Kismet", *Ai.mit.edu*, 2020. [Online]. Available: <http://www.ai.mit.edu/projects/humanoid-robotics-group/kismet/kismet.html>. [Accessed: 15- Nov- 2020].
- [12] C. Breazeal and B. Scassellati, "How to build robots that make friends and influence people," *Proceedings 1999 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems. Human and Environment Friendly Robots with High Intelligence and Emotional Quotients (Cat. No.99CH36289)*, Kyongju, South Korea, 1999, pp. 858-863 vol.2, doi: 10.1109/IROS.1999.812787.
- [13] S. Jonze, Her. United States: Annapurna Pictures, 2013.
- [14] C. Columbus, *Bicentennial Man*. United States: Touchstone Pictures, 1999.
- [15] B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering", *EBSE Technical Report*, pp. 1-65, 2007. [Accessed 20 November 2020].
- [16] M. Feidakis, T. Daradoumis, S. Caballé and J. Conesa, "Embedding emotion awareness into e-learning environments", *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, vol. 9, no. 7, p. 39, 2014. Available: 10.3991/ijet.v9i7.3727 [Accessed 13 November 2020].
- [17] M. Feidakis, T. Daradoumis, S. Caballé, J. Conesa and D. Gañán, "A Dual-Modal System that Evaluates User's Emotions in Virtual Learning Environments and Responds Affectively", vol. 19, no. 11, 2013. Available: https://www.researchgate.net/publication/259866927_A_Dual-Modal_System_that_Evaluates_User's_Emotions_in_Virtual_Learning_Environments_and_Responds_Affectively. [Accessed 13 November 2020].
- [18] H. Fwa, "An architectural design and evaluation of an affective tutoring system for novice programmers", *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 15, no. 1, 2018. Available: 10.1186/181239-018-0121-2 [Accessed 13 November 2020].
- [19] N. Thompson and T. McGill, "Genetics with Jean: the design, development and evaluation of an affective tutoring system", *Educational Technology Research and Development*, vol. 65, no. 2, pp. 279-299, 2016. Available: 10.1007/71423-016-9470-5 [Accessed 13 November 2020].
- [20] Y. Hernández, G. Arroyo-Figueroa and L. E. Sucar, "Intelligent Tutoring System with Affective Behavior," 2007 Sixth Mexican International Conference on Artificial Intelligence, Special Session (MICAI), Aguascalientes, 2007, pp. 352-362, doi: 10.1109/MICAI.2007.15.
- [21] A. Ortony, G. Clore and A. Collins, *The Cognitive Structure of Emotions*. Cambridge, GBR: Cambridge University Press, 1988.
- [22] K. Chatzara, C. Karagiannidis and D. Stamatis, "An Intelligent Emotional Agent for Students with Attention Deficit Disorder," 2010 International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems, Thessaloniki, 2010, pp. 252-258, doi: 10.1109/INCOS.2010.98.
- [23] R. Cabada, M. Estrada, F. Hernández, R. Bustillos and C. Reyes-García, "An affective and Web 3.0-based learning environment for a programming language", *Telematics and Informatics*, vol. 35, no. 3, pp. 611-628, 2018. Available: 10.1016/j.tele.2017.03.005 [Accessed 15 November 2020].
- [24] H. Lin, C. Wu and Y. Hsueh, "The influence of using affective tutoring system in accounting remedial instruction on learning performance and usability", *Computers in Human Behavior*, vol. 41, pp. 514-522, 2014. Available: 10.1016/j.chb.2014.09.052 [Accessed 15 November 2020].