

Estudio y estructuración bibliográfica del estado del arte sobre el análisis de emociones en la predicción de preferencias de usuario

Study and bibliographic structuring of the state of the art on the analysis of emotions in the prediction of user preferences

Nancy Yaneth Gélvez García¹, Carlos Enrique Montenegro Marín², Paulo Alonso Gaona García³:

Citar este documento:

Gélvez-García, Nancy. Montenegro-Marín, Carlos. Gaona-García, Paulo. Estudio y estructuración bibliográfica del estado del arte sobre el análisis de emociones en la predicción de preferencias de usuario. Revista Technol. Investig. Academia TIA, ISSN: 2344-8288, 9 (1), pp. 91-115. Bogotá-Colombia.

¹ Ingeniera de Sistemas – ECCI – Colombia. Magister en Sistemas de información y comunicaciones – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia, Estudiante Doctorado de Ingeniería – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia. Docente de Planta – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia – nyselvezg@udistrital.edu.co . <https://orcid.org/0000-0003-3334-6959>

² Ingeniero de Sistemas – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia. Magister en Sistemas de información y comunicaciones- Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia, Doctor en Sistemas y servicios Informáticos para Internet- Universidad De Oviedo – España. Docente de Planta – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia – cemontenegrom@udistrital.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3608-7158>

³ Ingeniero de Sistemas – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia. Magister en Sistemas de información y comunicaciones- Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia, Doctor en Ingeniería de la Información y del Conocimiento – universidad de Alcalá – España. Docente de Planta – Universidad Distrital “Francisco José de Caldas” – Colombia – pagaonag@udistrital.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-8758-1412>

Resumen

En el presente artículo se muestra una revisión bibliográfica de la literatura académica relacionada con la temática “análisis de emociones en la medición de preferencias de usuario”, acompañada de una exploración de la información actual, con el fin de presentar un fundamento conceptual, teórico y estadístico para trabajos de investigación que necesiten indagar sobre las preferencias de usuario utilizando diferentes mecanismos para su estudio, por ejemplo, en el área de la neuropsicología. De igual manera, sirva como base en la toma de decisión sobre cual método de análisis de emociones podría ser utilizado de acuerdo con el trabajo que se desee desarrollar.

Palabras Clave: Preferencias de usuario, mecanismos de análisis de emociones, neuropsicología.

Abstract

This article shows a bibliographic review of the academic literature related to the theme "analysis of emotions in the measurement of user preferences", accompanied by an exploration of current information, in order to present a conceptual, theoretical and statistics for research works that need to investigate user preferences using different mechanisms for their study, for example, in the area of neuropsychology. In the same way, it serves as a basis for making decisions about which method of analysis of emotions could be used according to the work that you want to develop.

Key Words: User preferences, encephalographic signals, neuropsychology.

I. Introducción

En los últimos años se ha observado un incremento importante en la producción de contenido digital, lo anterior conlleva a un aumento en su consumo, motivando de manera cada vez más común que se lleve a cabo una inspección de dicho contenido. Este evento se ha convertido en un área de investigación importante que ha facilitado información tanto de las preferencias de las personas como de la toma de decisiones, convirtiéndose en un apoyo relevante para perfeccionar tareas asociadas con el análisis de preferencias del usuario. Hoy en día aparece un reto en cuanto a la cantidad creciente del número de reseñas, ocasionando que sea necesario en las empresas realizar un análisis de datos en tiempo real, adicional a lo anterior, se ha evidenciado que es mejor modelar la preferencia reflejando el interés y las emociones del usuario [1].

La predicción de preferencias para las personas se debe ajustar de forma permanente, debido a que dependen de sus costumbres y vivencias, el entorno o influencias externas. Analizar estas variaciones transitorias de las preferencias del usuario es cada vez más importante con el fin de personalizar los intereses de las personas en la visualización de información [2]. Diversas investigaciones se han visto favorecidas caracterizando la toma de decisiones fundamentada en conceptos apoyados en interés, teniendo en cuenta un muestreo secuencial. Estos modelos han ido evolucionando, basando las decisiones en valores (también conocido como elecciones preferenciales), implicando la exploración de preferencias para elecciones con múltiples atributos y alternativas, ayudando a los investigadores a tener en cuenta los efectos de los contextos asociados con la tarea de elección preferencial. Sin embargo, para que estos modelos tengan la capacidad de predecir las preferencias de elección, ha sido necesario articularlos con mecanismos de decisión más complejos que involucren evaluaciones afectivas en lugar de inferenciales, estos mecanismos son implementados por redes más complicadas de actividad neuronal y perfiles de conectividad [3].

La predicción de preferencias por medio de señales cerebrales, han venido siendo de interés para los investigadores, ya que es importante comprender lo que sucede detrás del comportamiento de una persona, cuando se expone a la visualización de contenidos. En el trabajo titulado *The application of EEG power for the prediction and interpretation of consumer decision-making: A neuromarketing study* [4], se observa la importancia de analizar por medio de la electroencefalografía (EEG) la conducta de los usuarios asociada al interés de productos. El estudio demuestra el potencial de los datos del EEG que se utilizó para descubrir las regiones cerebrales más importantes, y así diferenciar entre las preferencias y predecir la incidencia en la toma de decisiones. Los hallazgos evidenciaron que las propiedades extraídas del EEG facilitan la predicción de la incidencia en la toma de decisiones del consumidor, en conclusión, el análisis de datos de EEG podría ser utilizado como un instrumento conveniente para predecir la toma de decisiones del usuario. Sin embargo, para conseguir mejores precisiones, es importante combinar esta herramienta, con otras técnicas de inteligencia computacional.

En este artículo se pretende presentar un análisis de algunos trabajos desarrollados en el área de análisis de predicciones, así como la neuropsicología y finalmente revisar trabajos generados en cuanto al uso de dispositivos para analizar estas emociones.

II. Metodología

La metodología utilizada está basada en la metodología presentada en el artículo: Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización [5].

- Planteamiento de la temática base a investigar
- Búsqueda general del tema y recolección de múltiples elementos a revisar
- Organización de información relevante como:
 - Título
 - Abstract
 - Palabras Clave
 - Revista
 - Fecha
 - Enlace de la web
 - Técnicas o metodologías usadas
 - Temática que aborda
- Clasificación y análisis del contenido en variables como:
 - Fechas de publicación
 - Frecuencia de técnicas o metodologías
 - Proporción de las temáticas que se ven trabajadas
- Recopilación bibliográfica
- Conclusiones

III. Resultados

Para el desarrollo de esta revisión, el tema principal se subdividió en subtemas, los cuales son presentados a continuación:

a. Análisis de preferencias de usuario

El análisis de preferencias de usuario es un campo que ha venido siendo investigado desde hace algún tiempo, pero que cada vez se hace más interesante para los investigadores, existen varios estudios al respecto, a continuación, se describen alguno de ellos:

El estudio elaborado por [6], plantea un enfoque híbrido, para estudiar e interpretar el análisis de preferencia de los usuarios de los textos de revisión y utilizar la representación lograda, con el fin de para apoyar la predicción

de la calificación, se utilizan dos prácticas de aprendizaje profundo: la red neuronal recurrente: arquitectura de memoria a corto plazo (RNN-LSTM), con el fin de aprender acerca del conocimiento de las preferencias de los usuarios, así como junto los aspectos que influyen en las preferencias, y, el algoritmo Doc2Vec para convertir el conocimiento adquirido en una representación adecuada, el hallazgo encontrado en esta investigación, es que el modelado adecuado de los textos de revisión de los usuarios facilitan y mejoran la predicción de preferencias.

En el artículo VCG: Exploiting visual contents and geographical influence for Point- of-Interest recommendation [7], se propuso una mejora a la recomendación de POI(Point-of-Interest), planteando un framework unificado VCG, el cual integra las preferencias del usuario, contenidos visuales e influencias geográficas en las LBSN (Redes sociales basadas en ubicación), se concluye que el framework propuesto es efectivo para la tarea de recomendación de POI.

Para las personas modernas, escuchar música es muy común en su cotidianidad, en el trabajo presentado por [8], implementaron un sistema móvil apoyado en teléfonos inteligentes, el cual consta de dos módulos para reconocer las actividades humanas y, de esta manera, recomendar música. En el método sugerido, se utiliza una red neuronal, con el fin de alcanzar una alta precisión de reconocimiento de actividad de las señales del acelerómetro en el teléfono inteligente. La recomendación de música se desarrolla mediante la relación entre las actividades humanas examinadas y los archivos de música indexados por clasificación de música. Los resultados del experimento corroboran la precisión del framework recomendación de música propuesto.

El trabajo [9], se plantea un framework, como lo muestra la figura 1, el cual incorpora un enfoque de filtrado colaborativo y una técnica de minería de opinión para la recomendación de películas. En este estudio, el análisis de sentimientos se aplica en primer lugar, a las opiniones de los usuarios, con el propósito de localizar dichas opiniones sobre la película que han visto e indagar acerca del perfil de preferencias de la persona. Los experimentos implementados, muestran que el método propuesto suministra resultados de mejor calidad que otros métodos cuando se trata de datos escasos y datos suficientes. De igual manera se encontró, que este método puede mejorar la calidad de la recomendación, indistintamente de si el conjunto de datos es suficiente o escaso.

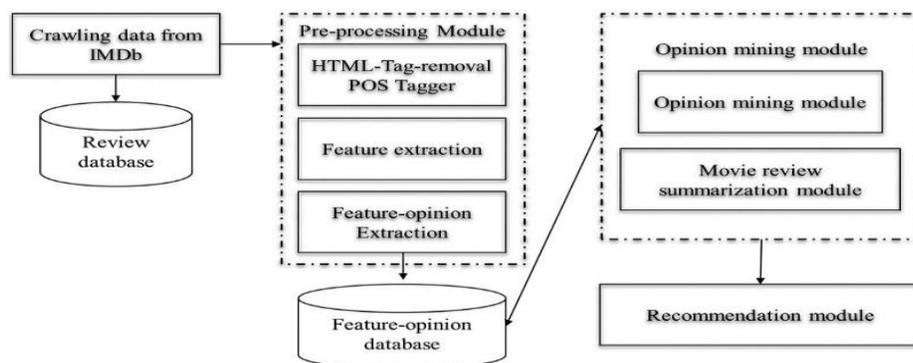


Figura 1. Framework propuesto. Fuente: [9].

El artículo *Analysing user preferences for co working space characteristics* [10], tiene por objetivo, analizar las preferencias del usuario en cuanto al espacio de trabajo conjunto se refiere. Se realizó una encuesta a 219 personas de 25 espacios de trabajo conjunto en los Países Bajos. El modelo utilizado fue logit multinomial mixto, que permito estudiar las preferencias del usuario. Los hallazgos encontrados, muestran que, la motivación primordial, para que se trabaje en un espacio de trabajo compartido, radica en que sea un lugar de trabajo fuera de su hogar, el cual les permitiera trabajar en un ambiente inspirador, con alojamiento accesible.

En la investigación *Constrained Multiobjective Nonlinear Optimization: A User Preference Enabling Method* [11], se desarrolla un nuevo método para habilitación de preferencias de usuario UPE(user preference enabling), con el fin de resolver problemas de UP (userpreferred) y MOO(multiple objective optimization), el método propuesto, permite calcular una solución de Pareto, se concluye que: “Para calcular las soluciones óptimas de Pareto específicas, se propone un método iterativo de UPE para generar una secuencia de soluciones factibles UP que convergen en una solución óptima de Pareto específica. El método iterativo propuesto aprovecha las soluciones viables UP y tiene una base teórica”.

El trabajo realizado por [12], los autores señalan que las mediciones neuronales tomadas utilizando electroencefalografía (EEG) de costo relativamente bajo y considerablemente disponible pueden predecir futuras elecciones de productos de consumo, los autores encuentran que mediante el uso de técnicas recientes que permitan relacionar las mediciones neuronales con la predicción de elección, se puede conseguir predecir elecciones posteriores.

En el estudio *Domain-specific user preference prediction based on multiple user activities*[13], se propone una representación de preferencias de usuario fundamentada en actividades de usuario a partir de comentarios, redes sociales y temas de interés, con el fin de codificar la teoría de la homofilia, los resultados demostraron, que la integración de datos de redes sociales, comentarios e interés de los usuarios, permite mejorar el rendimiento de la predicción hacia las preferencias de usuario.

Los sistemas de recomendación para ubicación de sitios, ha tenido gran auge en los últimos años, [14], este documento, plantea un framework multiobjetivo, para la recomendación de ubicación, basado en las preferencias de usuario, se fundamenta en dos tipos de preferencia, la preferencia común y la preferencia individual, para tal fin, plantean un algoritmo evolutivo multiobjetivo, concluyen que el algoritmo propuesto puede mejorar la precisión del sistema de recomendación en cuanto a la ubicación.

En el trabajo *Personalized Check-In Prediction Model Based On User’s Dissimilarity and Regression* [15], se propone un modelo híbrido para la predicción de Check-In, fundamentado en la disimilitud y la regresión de usuario(UDR), este modelo se compone de dos submodelos: ” modelo de predicción de ubicación de regresión (UR) del usuario y modelo de predicción de ubicación (UD) de disimilitud del usuario”, en UR de acuerdo a la

personalización de los registros de usuario se trabaja un modelo híbrido ponderado de Markov, por otro lado, el modelo Hidden Markov (HMM) es empleado con el fin de definir la siguiente ubicación del registro del usuario, utilizando series de tiempo y secuencia de ubicación. Se concluye que el modelo propuesto en cuanto a rendimiento es mejor que los mecanismos de predicción de Check-In de última generación.

Los autores [16], proponen mejorar los sistemas dinámicos de recomendación, utilizando un mecanismo de desviación de preferencia de usuario volátiles. Se plantea un algoritmo con el fin de solucionar el problema de los datos dispersos, utilizando el modelo de mezcla. Para la predicción de intereses futuros, se utiliza la asociación de elementos y la técnica de regresión lineal junto con el método de vecino más cercano concluyen que, el método sugerido ofrece mejor rendimiento en cuanto a predicción, que los algoritmos de recomendación actuales.

En el trabajo Proposed Model to Intelligent Recommendation System based on Markov Chains and Grouping of Genres [17], se propone un Nuevo enfoque de Sistema de recomendación para el entretenimiento que permite ver en diferentes etapas o en tiempo diferente como ova cambiando las preferencias del usuario , hacia sugerencias más relevantes teniendo en cuenta interacciones previas.

En el trabajo de [18] realiza un análisis importante acerca de la necesidad de proteger la privacidad del usuario oculta en los datos de ciudades inteligente antes de que estos datos se integren para una mayor extracción, análisis y predicción. Se concluyó que es una tarea desafiante proteger la privacidad del contexto de los usuarios al mismo tiempo que se garantiza un análisis de datos y resultados de predicción precisos después de la fusión de datos. Teniendo en cuenta este desafío, es importante ser consciente de la privacidad de la información.

b. Neuropsicología

La neuropsicología, es una disciplina de la medicina que une la neurología y la psicología, estudia patrones y comportamientos cognitivos, existen diversas investigaciones en este campo, a continuación, se analizan algunos trabajos realizados en esta disciplina:

En este trabajo [19], se realizó una comparación de los correlatos neurales del procesamiento emocional en ex combatientes colombianos con diversos perfiles de empatía con controles normales emparejados por edad, género y nivel educativo. La prueba se hizo en 40 ex combatientes y 20 no combatientes. Se midieron los niveles de empatía y funciones ejecutivas. En este estudio, se evaluó las respuestas de los ERP (potenciales relacionados con eventos) a imágenes emocionales, y los niveles de empatía en los excombatientes, la EPN (valencia de la modulación), se mantuvo tanto en los controles como en los participantes ex combatientes. Para el LPP (proceso evaluativo tardío), se encontraron diferencias de grupo. Ambos grupos de ex combatientes (G1 y G2) mostraron amplitudes de LPP frontales más altas que los controles, lo que podría asumirse como una mayor reactividad a

la preponderancia emocional. “Estas características podrían estar involucradas en las adaptaciones biológicas a las condiciones estresantes en un entorno de guerra”.

En el estudio: *Autonomic markers of emotional processing: skin sympathetic nerve activity in humans during exposure to emotionally charged images* [20], se presenta una caracterización en los cambios de SSNA (actividad nerviosa simpática de la piel) al exponer a un ser humano a imágenes neutrales o con alguna carga emocional, del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS), se utilizaron microelectrodos de tungsteno insertados en fascículos cutáneos del nervio peroneo común en diez individuos, tanto las imágenes eróticas como las imágenes de mutilación provocaron aumentos significativos en el SSNA, pero los aumentos en el SSNA fueron mayores para las imágenes de mutilación, concluyeron que el SSNA, que analiza la actividad vasoconstrictora y sudomotora cutánea, aumenta con imágenes emocionales con carga positiva y carga negativa.

En el trabajo [21], se realizó un estudio, utilizando registros electrocardiográficos cuantitativos (qEEG), con el fin de evaluar las diferencias en los patrones de actividad cortical entre un grupo de excombatientes, algunos de ellos con diagnóstico de TPA, y un grupo de control que no había estado directamente sometido al conflicto armado y sin alteraciones psiquiátricas. Este estudio arrojó un incremento en la potencia espectral del EEG en reposo de excombatientes del conflicto armado colombiano en las zonas frontales temporales izquierdas de las bandas alfa-2 y beta, las cuales se encuentran relacionadas con comportamientos disfuncionales propios del TPA (trastorno de personalidad antisocial).

En el estudio *Attentional bias during emotional processing: evidence from an emotional flanker task using IAPS* [22], realizó una investigación sobre el sesgo de atención durante el procesamiento emocional relacionado con la amenaza, se realizaron 3 experimentos donde sujetos no preseleccionados fueron sometidos a la visualización de imágenes, la idea era evaluar la capacidad de los individuos para mantener la atención en los objetivos mientras inhiben la influencia de los flancos relacionados con la amenaza, en los experimentos se encontraron que los individuos sanos que no fueron preseleccionados en los niveles de ansiedad, presentaron un sesgo de atención relacionado con la amenaza, sin importar si las imágenes permanecían visibles o no, permiten cambiar la atención abiertamente.

En el estudio [23], utilizando el método SAM (Self-Assessment Manikin), el cual viene de los años 80 para medir el placer, la excitación y el dominio, desarrollaron lo que llamaron AS (Affective Slider), una herramienta para la evaluación rápida de la excitación y el placer, para tal fin se realizó una evaluación emocional entre SAM y AS, tomando imágenes del Sistema Internacional de Imágenes Afectivas (IAPS), los resultados arrojaron que AS tiene dos ventajas adicionales sobre SAM: AS no necesita instrucciones escritas y puede ser reproducido en dispositivos digitales de última generación, por otro lado el estudio demuestra que las escalas heredadas para el autoinforme de afecto pueden ser reemplazadas por herramientas actuales de medición desarrolladas de acuerdo con los principios de diseño moderno, además que los conjuntos de estímulos estándares que son ampliamente

utilizados en las investigaciones, no son tan efectivos como solían ser, debido a una desensibilización general hacia contenido excitante.

El estudio [24], muestra una investigación hacia las emociones de los adultos en cuanto a la alimentación, el estudio se hizo con 424 estudiantes de la universidad de granada, los datos fueron recolectados durante 10 meses, se utilizaron 36 imágenes IAPS (Sistema Internacional de Imágenes Afectivas) y 24 imágenes OLAF (Biblioteca abierta de alimentos afectivos), en conclusión se observó que las imágenes de alimentos, arrojaron calificaciones de placer bastante altas, por el contrario, arrojaron calificaciones de activación más bajas, las calificaciones generales descendieron de alimentos con alto contenido calórico a alimentos bajos en calorías.

El artículo *Selecting pure-emotion materials from the International Affective Picture System (IAPS) by Chinese university students: A study based on intensity-ratings only* [25], se presenta una hipótesis, acerca de que las imágenes IAPS(Sistema Internacional de Imágenes Afectivas) contienen emociones puras de disgusto, erotismo, miedo, felicidad, tristeza y emociones neutrales, se seleccionaron 108 imágenes, el estudio se realizó con 219 estudiantes universitarios del sexo masculino y 274 del sexo femenino, los cuales debían evaluar la intensidad de la emoción transmitida por cada una de las imágenes, se utilizó el software Predictive Analytics en su versión 18.0.0 para analizar los resultados, en conclusión se pudo decir: “Basados en la clasificación de intensidad solamente, mediante análisis factorial exploratorio y confirmatorio, hemos caracterizado diez dominios de la emoción (mutilación-disgusto, vómito, asco, comida-disgusto, violencia-miedo, felicidad, tristeza, pareja heterosexual-erotismo, hombre-erotismo masculino , mujer-erotismo, y neutral). Las 59 imágenes retenidas en última instancia mostraron satisfactorias validaciones convergentes y discriminatorias. Según lo mejor de nuestro conocimiento, este es el primer estudio en delinear imágenes de IAPS como diferentes vectores para la emoción pura”.

En la investigación titulada: *Multimodal analysis of startle type responses* [26], se presenta un estudio acerca del análisis multimodal de la respuestas de tipo sobresalto, se examinan las respuestas del cerebro a estímulos repentinos, el experimento se realizó con 10 estudiantes de psicología mujeres de la universidad de Zagreb, se utilizaron electrodos, se sometieron a estímulos de sondas de ruido blando de sobresalto, imágenes IAPS aversivas, cada estímulo duro 120 segundos e incluyo 3 intervalos de tiempo, dentro los resultados más relevantes encontrados está: la diferencia en las características faciales se observaron en el parpadeo de los ojos y en el movimiento de la cabeza hacia adelante y hacia atrás, este tipo de experimentos puede hacerse en pacientes con estrés postraumático.

Actualmente, el uso de técnicas de inteligencia computacional para el análisis de emociones, ha demostrado ser muy eficiente, como es el caso del trabajo: *Dynamic Analysis of Emotions through Artificial Intelligence* [27], en donde se hace un estudio de las emociones utilizando lógica difusa para definir los estados emocionales

humanos y se concluye que es un buen método, conceptos tales como emoción o atención, puntualmente, la teoría de la emociones, pueden ser analizados desde cálculos matemáticos.

En el trabajo: Properties of EEG Responses to Emotionally Significant Stimuli Using a P300 Wave-Based Brain-Computer Interface [28], se realizó un experimento, con el fin de probar la hipótesis de que el paradigma BCI-P300, puede ser utilizado para detectar focos que son poco claros en los estímulos externos de los seres humanos, complementando el conocimiento existente de los artefactos cerebrales que son responsables en la sensación de los estímulos tanto significativos como no significativos.

En cuanto a la combinación de dispositivos BCI y tecnologías inmersivas, se tiene un estudio realizado por [29], cuyo objetivo es describir la técnica de una evaluación Electroencefalográfica utilizando el Emotiv EPOC mientras se desarrolla una tarea motora implementando realidad virtual, comparando las ondas Theta, Gamma, Alpha y Beta.

En el trabajo Wavelet-based emotion recognition system using EEG signal [30], se presentó un sistema de reconocimiento de emociones basado en wavelets, en donde se obtuvieron señales EEG a través de 10 electrodos, para la clasificación se utilizaron vecinos más cercanos y máquinas de soporte vectorial, el algoritmo arrojó una precisión de clasificación de 86.75% para la activación y 84.055% para Valencia.

El estudio A closed-loop, music-based brain-computer interface for emotion mediation [31], propone un sistema de interfaz cerebro computadora (BCI), para retroalimentar el estado afectivo de una persona, analizando las respuestas cerebrales mediante estímulos musicales, para tal fin se realizaron dos estudios, el primer estudio con 11 participantes, midiendo las respuestas afectivas subjetivas, en el segundo estudio con 5 participantes, con una arquitectura de ICC en tiempo real para analizar las interacciones de un circuito cerrado, los resultados arrojaron que los participantes fueron capaz de modular intencionalmente la retroalimentación musical mediante la autoinducción de las emociones (por ejemplo, recordando), lo que podría sugerir que el sistema logró capturar el estado actual del oyente en tiempo real, y adicionalmente podría potencialmente proporcionar una herramienta para que los oyentes midan sus propias emociones interactuando con la música.

En el artículo Is heart rate variability (HRV) an adequate tool for evaluating human emotions? – A focus on the use of the International Affective Picture System (IAPS) [32], se observa que la emoción humana es muy difícil de medir, de manera cuantitativa, ya que varía de acuerdo a los estados de ánimo de las personas, el objetivo de este estudio, fue evaluar la validez de HRV (variabilidad de la frecuencia cardíaca), como una herramienta para evaluar las emociones por medio de la comparación de los cambios en las puntuaciones de HRV y SAM (Maniqué de autoevaluación), en la estimulación visual, sacaron el valor del intervalo R-R (RRI) de cada foto del PPG, así como el valor de valencia, excitación y dominio de cada foto del SAM para analizar su correlación. Los resultados arrojaron una correlación positiva significativa con la valencia y una correlación negativa significativa con el dominio en la simulación fotográfica asociada con la emoción "infeliz". En conclusión, una

vez analizados los hallazgos, se sugiere que es probable utilizar una evaluación basada en HRV únicamente cuando la estimulación visual induce un alto nivel de emoción.

An analytical system for user emotion extraction, mental state modeling, and rating [33], es una interesante investigación, donde los autores mostraron un sistema analítico, el cual combina psico-lingüística, modelado estadístico y algoritmos computacionales para tomar, analizar y clasificar las emociones de los usuarios con respecto a sus correos electrónicos, se plantea un algoritmo basado en léxico para extraer emociones de los correos electrónicos que cada usuario, tomando la oración de partes del discurso, como un tesoro, posteriormente, se propone un modelo de cadena de Markov para el proceso estocástico de la emoción en cuanto al tiempo, el estudio concluye, que el sistema propuesto es capaz de revelar patrones emocionales distintos en comparación con las categorizaciones de emociones tradicionales.

El estudio elaborado por [34], utilizaron estímulos visuales repetitivos con eventos faltantes, con el fin de mostrar un nuevo paradigma híbrido de BCI basado en SSVEP y potencial de estímulo omitido (OSP), el experimento se realizó con cuatro discos que parpadeaban de negro a blanco con parpadeos intermitentes, los cuales ayudaron como estímulos visuales, para obtener simultáneamente los SSVEP y OSP del sujeto, concluyeron que, el paradigma BCI planteado, por primera vez, demostró que los SSVEP y los OSP, pueden ser alcanzados simultáneamente en un solo patrón de estímulo visual y se pueden reconocer en tiempo real con un buen rendimiento.

En este artículo [35], se utiliza una configuración gráfica para establecer la interacción entre el contexto y los usuarios / elementos., modelando de forma semejante el comportamiento del usuario, es posible explorar las preferencias del usuario en diferentes entornos contextuales, con el fin de hacer recomendaciones personalizadas para los usuarios. Se construyó un gráfico de interacciones contexto-usuario y contexto-elemento por separado. En el gráfico de interacciones, cada nodo está compuesto por un campo de características de usuario, un campo de características de elementos y un campo de características de diferentes contextos. Realizaron los experimentos con los conjuntos de datos de Alimentos y Yelp. Los resultados experimentales muestran que CA-GNN es mejor que otros métodos en términos de error cuadrático medio (RMSE) y error absoluto medio (MAE).

En el artículo [36], Estudian las siguientes preguntas: “En el contexto del comercio electrónico, ¿nos convence más una recomendación de producto que coincide con nuestras preferencias (filtrado de contenido) o una que está respaldada por otros como nosotros (filtrado colaborativo)?”, se utilizaron dos tipos de filtrado como señales que desencadenan heurísticas cognitivas (atajos mentales), siguiendo el modelo sistemático heurístico en psicología social. Adicional, se realizó una investigación acerca de: “si el grado en que la recomendación coincide con las preferencias del usuario (o con el respaldo de otros usuarios) proporciona un argumento para el procesamiento sistemático, especialmente para aquellos que necesitan conocimientos más profundos sobre la precisión del algoritmo, particularmente en categorías de productos donde la calidad es subjetivo”. Los

resultados encontrados han tenido importancia dentro de la teoría relacionada con el uso de inteligencia artificial en comunicaciones estratégicas y diseño de algoritmos para sistemas de recomendación de comercio electrónico.

Los sistemas de recomendación han tomado fuerza en el comercio electrónico, debido a que los usuarios en muchas ocasiones necesitan colaboración para encontrar la mayor opción de lo que sea que estén buscando. Además de lo anterior, la técnica de análisis de sentimientos para traducir texto y expresar las preferencias del usuario, ha comenzado a ser relevante en la predicción de preferencias de usuario. En el trabajo hecho por [37] estudian un problema llamado sensibilidad de dominio. En este artículo los autores propusieron: “un modelo basado en sentimientos con información contextual para el sistema de recomendación”. Los experimentos fueron divididos en: modelo de calificación estándar, modelo de sentimiento estándar y modelo de información contextual. “Los resultados mostraron que el modelo propuesto basado en sentimientos de información contextual ilustra un mejor rendimiento en comparación con el enfoque tradicional de filtrado colaborativo”.

En el artículo [38], se desarrolló un “modelo de predicción de calificación de revisión” el cual captura simultáneamente tanto los temas como los sentimientos que se encuentran en las verificaciones que luego son utilizadas como características para la predicción de calificación. Los resultados de los experimentos revelan que el modelo propuesto deduce mejor la calificación de las revisiones empleando la información básica presente en ellas.

C. Neurociencia y análisis de emociones para preferencias de usuario

La Neurociencia también ha venido siendo utilizada para el análisis del comportamiento del consumidor respecto a los mercados, existen varios trabajos relacionados con este tema, a continuación, se presentan algunos de ellos:

El artículo Wavelet phase coherence estimation of EEG signals for neuromarketing studies [39], presenta un estudio de Electroencefalografía (EEG), Pletismografía de pulso (PPG) y Respuesta galvánica de la piel (GSR) para estudios de neuromarketing, analizando la relación entre los electrodos y el estrés emocional a través de la publicidad comercial. La coherencia wavelet (WC) y la diferencia de fase (PD) se emplearon para investigar cómo los estímulos de comercialización indujeron el grado de flujo de información entre los electrodos de EEG. Las señales se registraron simultáneamente en 30 individuos en dos etapas: antes de los estímulos publicitarios (etapa de control) y durante los estímulos publicitarios (etapa experimental) utilizando el sistema iMotions en la Universidad de Uskudar (Estambul, Turquía). En conclusión, con este método, fue posible investigar la circunstancia electrofisiológica de las personas, cuando están expuestas a estímulos publicitarios.

En el estudio Wireless EEG Signals based Neuromarketing System using Fast Fourier Transform (FFT)[40], se analiza la preferencia de la marca automotriz en malasia, a través de señales EEG, las marcas seleccionadas fueron: Toyota, Audi, Proton y Suzuki, se presentaron a 9 hombres y 3 mujeres, videos de anuncios de estas marcas, posteriormente, se tomaron las señales con auriculares inalámbricos Emotiv y los datos fueron

analizados utilizando transformada rápida de Fourier (FFT), los resultados arrojaron que la marca Toyota presento mayor preferencia en las personas que participaron en el experimento.

El trabajo desarrollado por [41], tiene como objetivo, implementar el proceso de neuromarketing, a través de NIA (Actuador de impulso neural), como un mecanismo para conseguir información a acerca del cerebro, el experimento se realizó, dando a conocer a un grupo de encuestados, datos de muestras tomadas por productos de bocadillo que se venden en línea, para procesar los datos, se utilizó el método Naïve Bayes, se obtuvo una precisión de datos de (AUC) del 48,5%.

La investigación titulada Classification Algorithm to Measure the Human Emotion: I Like It, I Don't Like It in Neuromarketing [42], presenta el diseño de un algoritmo de clasificación, cuyo objetivo es medir la emoción humana en cuanto a “me gusta”, “no me gusta”, utilizando en análisis a través de encefalograma EEG, con la ayuda de redes neuronales, el propósito del algoritmo es utilizarlo en neuromarketing, los estudios concluyeron entre otras cosas que: “Los pesos sinápticos al inicio del algoritmo son aleatorios, pero al actualizar los pesos, se obtiene mucha información en este proceso ya que los pesos sinápticos pueden ser utilizados en estudios sociales para generalizar grupos sociales dependiendo cultura y/o región espacial”.

Analysis on Non-Linear Features of Electroencephalogram (EEG) Signal for Neuromarketing Application [43], es un estudio acerca de la aplicación de neuromarketing, utilizando el dispositivo eego Sports (ANT Neuro, Enschede, Países Bajos), se analizan cuatro categorías de productos, con 5 productos cada una, las señales EEG antes de ser procesadas, se pasan por filtros de dos bandas de frecuencia, posteriormente, por medio de análisis de fluctuación de frecuencia (DFA), se toman las características no lineales de las señales filtradas, dichas características, se clasifican por medio de redes neuronales y vecinos más cercanos, los resultados muestran, que las comidas rápidas son las que mayor preferencia tienen, con una precisión de clasificación del 80%, en cuanto a los productos de las demás categorías se obtuvo lo siguiente en cuanto a preferencia: para la Categoría A (Smartphones) es iPhone, la Categoría B (Automóviles) es Honda, la Categoría C (Comida rápida) es McDonalds y la Categoría D es (Bebidas) es leche.

El artículo [44], presenta un análisis de Electroencefalografía (EEG), Pletismografía de pulso (PPG) y Respuesta galvánica de la piel (GSR) para estudios de neuromarketing, la coherencia wavelet (WC) y la diferencia de fase (PD) fueron utilizados con el fin de estudiar, de qué manera los estímulos de comercialización impulsaron el grado de flujo de información entre los electrodos de EEG, esto con el propósito de investigar el estrés que puede ocasionar la publicidad comercial, el experimento fue aplicado a 30 personas, los resultados mostraron diferencias en WC y PD, pero no se encontraron diferencias en cuanto al nivel de conductancia de la piel (SCL).

La investigación titulada A gateway to consumers' minds: Achievements, caveats, and prospects of electroencephalography-based prediction in neuromarketing [45], pretende demostrar las bondades del uso de encefalografía EEG, para la predicción de preferencias, aplicado al Neuromarketing, resaltando características

relevantes para la captura del proceso de evaluación de discapacidad en los consumidores, concluyeron que existe una evidente necesidad de demostrar que las métricas neuronales son un aporte significativo para la predicción de preferencias, mucho más grande que las medidas tradicionales han proporcionado.

El objetivo en el artículo [46], es actualizar el progreso actual del reconocimiento de emociones utilizando señales de EEG de 2016 a 2019. El estudio se concentra en el tipo de estímulos emocionales y el enfoque de presentación, el tamaño del estudio, el hardware EEG, los clasificadores de aprendizaje automático y el enfoque de clasificación.

En el trabajo titulado BCI for stroke rehabilitation: Motor and beyond [47], se muestra la importancia del uso de BCI(Interface cerebro computadora) para la rehabilitación motora posterior a un accidente cerebrovascular. “A pesar del éxito obtenido por las intervenciones basadas en BCI en el dominio motor, las deficiencias no motoras aún deben recibir una atención similar en la investigación y los entornos clínicos”. De acuerdo a los hallazgos encontrados en los ensayos clínicos, se puede inferir que este sistema podría proporcionar una plataforma de rehabilitación integral.

El estudio EEG-based hybrid QWERTY mental speller with high information transfer rate [48], analiza un deletreo QWERTY híbrido basado en BCI P300-SSVEP, a cada frecuencia de parpadeo se le asignó un color único con el fin de mejorar la precisión en los resultados. El experimento se hizo con 20 personas, dando una precisión media de 96,42% y una tasa de transferencia de información (ITR) media de 131,0 bits por minuto. Los resultados de la prueba t evidenciaron que el deletreo QWERTY híbrido tuvo una funcionalidad mucho mejor en comparación con el deletreo tradicional P300.

d. Algunos métodos para el estudio de la Neurociencia

Evaluación de hormonas salivales: Es un método utilizado para evaluar el cambio hormonal de las personas frente a situaciones puntuales, uno de los métodos para evaluación de hormonas salivales es radio-inmuno-ensayo (RIA), que permite tomar muestras de concentraciones hormonales en un medio determinado como por ejemplo la saliva. La figura 2 muestra una descripción de una prueba con RIA [49].

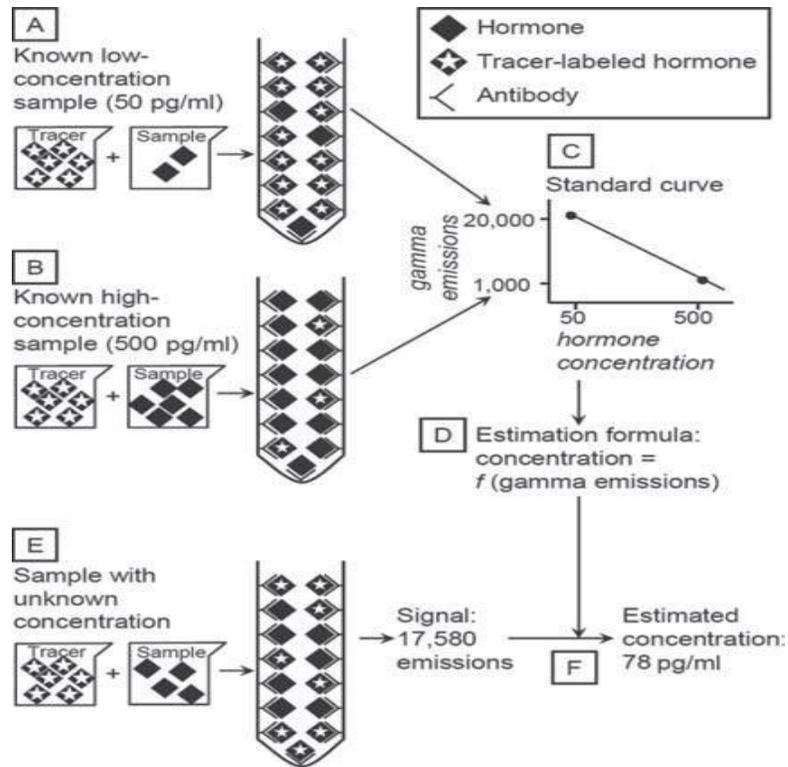


Figura 2. Descripción esquemática de un radioinmunoensayo competitivo RIA. Fuente: [49]

EMG (electromiografía) Facial: La electromiografía es una técnica que permite medir la actividad eléctrica durante la contracción muscular, la EMG facial, mide la actividad eléctrica de los músculos faciales, la figura 3 muestra los músculos faciales que son usualmente evaluados en esta técnica.

La EMG Facial, es un mecanismo utilizado en neuropsicología, por ejemplo, para evaluar las expresiones emocionales en respuesta a estímulos externos.

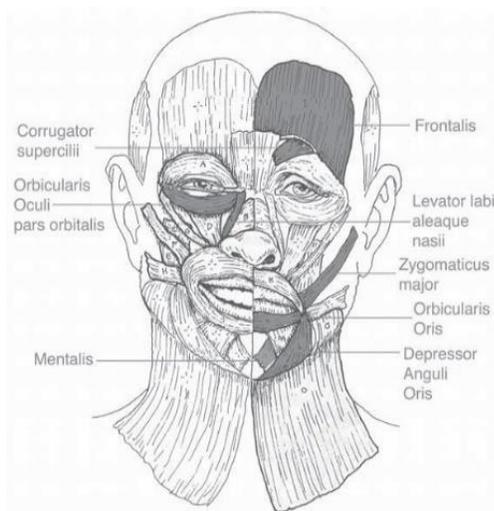


Figura 3. Músculos faciales evaluados en EMG Facial. Fuente: [49].

La respuesta de sobresalto del parpadeo: Es una técnica utilizada para medir la respuesta fisiológica a estímulos externos de diversos tipos, debido a que el sobresalto se ve perjudicado por diferentes factores significa que el sobresalto se puede usar para medir esos factores. [49].

Evaluación de la actividad del sistema nervioso autónomo: Los cambios en la actividad del sistema nervioso autónomo (ANS), pueden ser evaluados desde las emociones, la motivación, la atención y las preferencias, por tal motivo es una técnica muy utilizada en el análisis de discapacidad de las personas, uno de los mecanismos no invasivos para medir ANS, es la actividad electrodérmica EDA, es la respuesta “galvánica” de la piel, la figura 4, presenta una manera de medir EDA, la cual es por medio de cables puestos en dedos, manos y antebrazo [49].

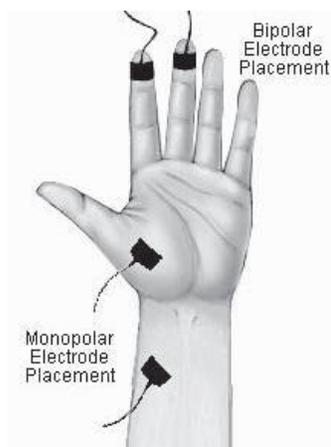


Figura 4. Colocación de cables bipolares y unipolares para la medición de EDA. Fuente: [49].

Métodos electroencefalográficos en psicología social y de la personalidad: La medición de la actividad eléctrica del cerebro mediante el cuero cabelludo, se conoce como Encefalografía EEG, fue descubierta por Hans Berger a finales de 1920, y desde ese momento ha sido muy utilizada para análisis de la función cerebral en procesos psicológicos, los electrodos se colocan en partes fundamentales de la cabeza e incluso en las orejas, para facilitar la medida de los impulsos electromagnéticos, como se observa en la figura 5, los datos resultantes son estudiados y aplicados en muchos casos clínicos.

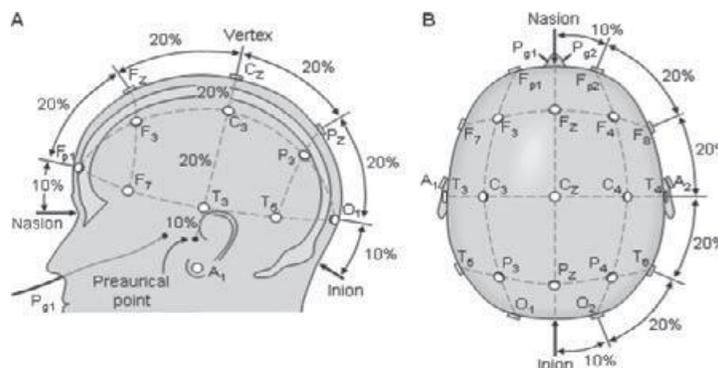


Figura 5. Ilustración del sistema de electrodos original 10-20. Fuente:[49].

La neurociencia de la emoción: Generalmente se atribuye la emoción a nuestra experiencia subjetiva de las cosas, en otras ocasiones, se atribuyen a otras personas de acuerdo a su comportamiento, se pueden utilizar herramientas de laboratorio para medir las emociones, como por ejemplo, la frecuencia cardiaca, el sobresalto en el parpadeo, las actividades eléctricas del cerebro, entre otras, para deducir que un ser humano se encuentra en un estado emocional x, incluso cuando su comportamiento no muestra de manera fácilmente perceptible, ese estado emocional, todos estos mecanismo hacen parte de la ciencia de la emoción, al figura 6, pretende describir, que las emociones pueden ser inferidas de varios estados como son: observación de comportamiento, experiencia, medidas endocrinas, medidas de neurociencia[50].

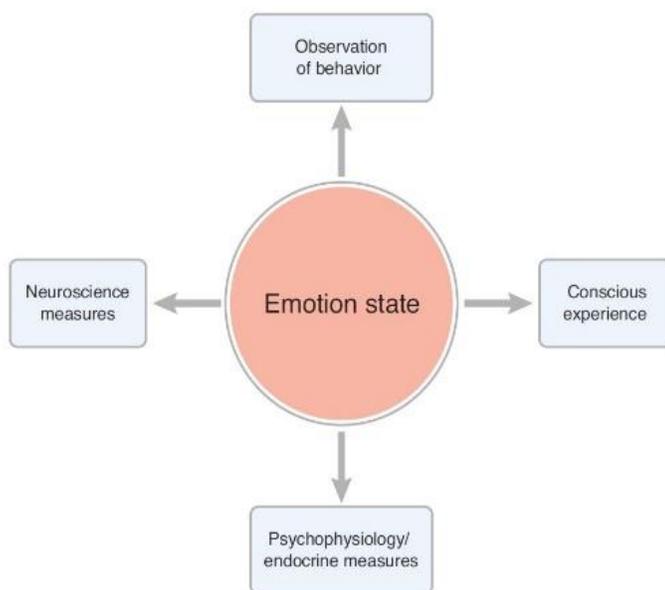


Figura 6. Función de las neuronas en el cerebro. Fuente:[50]. (Adolphs & Anderson, 2018)

IV. Discusiones

Análisis de la Información

Para el análisis de la información se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- 1. Clasificación por fecha de publicación:** Este aspecto se tiene en cuenta con el fin de revisar que tan actual es la información y así determinar los avances que se han realizado en cuanto a la temática estudiada.

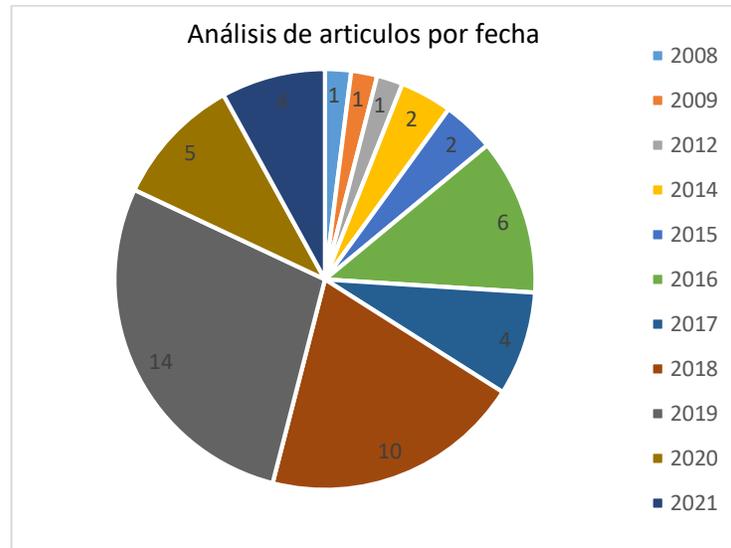


Figura 7. Número de artículos consultados por año de publicación. Fuente: Autor

En la figura 7 se puede observar que ha existido un crecimiento en la investigación acerca del análisis de emociones en la predicción de preferencias de usuario, además, se puede evidenciar que es tema reciente, lo que podría inferir que es tema de interés para la comunidad científica.

2. Clasificación por métodos para la medición de emociones: Este ítem es muy importante en la investigación, ya que por medio de esta clasificación se podría concluir cual es el método más utilizado y por ende podría considerarse para proyectos de este tipo.

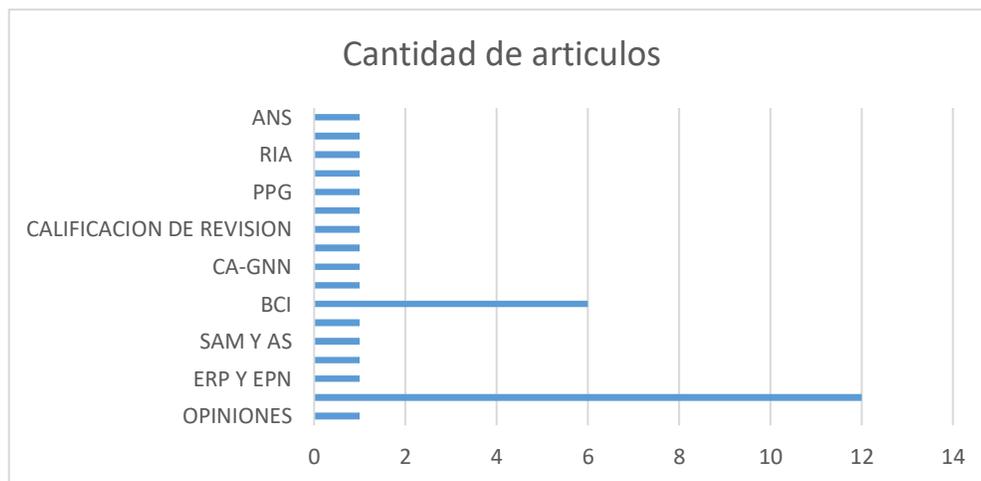


Figura 8. Métodos de análisis de emociones en las preferencias de usuario. Fuente: Autor

En la figura 8 se observan diferentes métodos para el análisis de emociones en las preferencias de usuarios, existen muchos métodos más, pero estos métodos fueron los encontrados en la información revisada, se puede

inferir entonces, que el método EEG (señales encefalográficas) es bastante utilizado debido a que sus resultados son bastante confiables y eficientes.

3. Clasificación por términos relevantes: La clasificación por términos es importante, ya que, permite determinar que el enfoque de la investigación es el correcto.

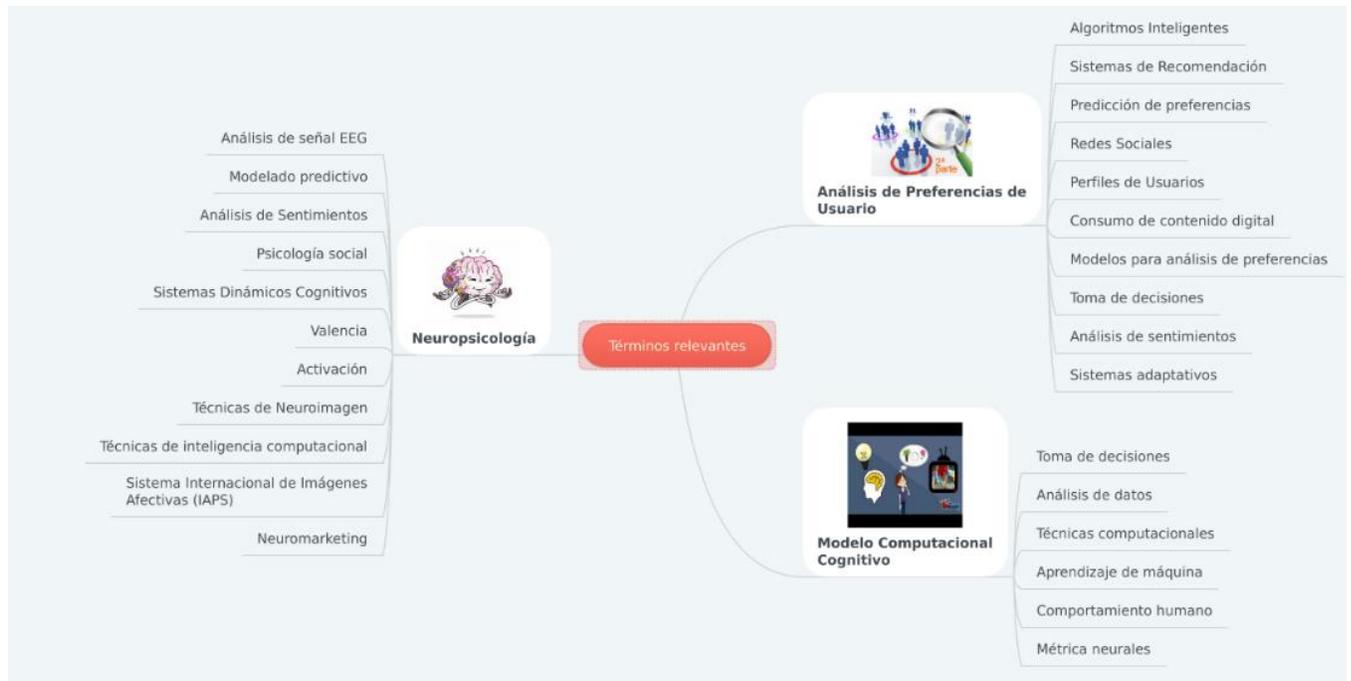


Figura 9. Términos relevantes. Fuente: Autor

En la figura 9 se pueden observar los términos más relevantes encontrados en la información analizada, entre ellos se destacan: EEG (señales encefalográficas), análisis de sentimientos, técnicas de inteligencia computacional, predicción de preferencias, entre otros.

4. Clasificación por nube de palabras: Esta clasificación es similar a la anterior, la diferencia se puede encontrar en la manera de presenta la información y que se observan las palabras más relevantes.

VI. Referencias

- [1] Yu, X., Chen, Z., Yang, W. S., Hu, X., Yan, E., & Li, G. (2018). Large-scale joint topic, sentiment & user preference analysis for online reviews. *Proceedings -2017 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2017, 2018-Janua*, 847–856. <https://doi.org/10.1109/BigData.2017.82580007>
- [2] Pereira, F. S. F., Gama, J., de Amo, S., & Oliveira, G. M. B. (2018). On analyzing user preference dynamics with temporal social networks. *Machine Learning*, 107(11), 1745–1773. <https://doi.org/10.1007/s10994-018-5740-2>
- [3] Busemeyer, J. R., Gluth, S., Rieskamp, J., & Turner, B. M. (2019). Cognitive and Neural Bases of Multi-Attribute, Multi-Alternative, Value-based Decisions, *Trends in Cognitive Sciences*, 23(3), 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2018.12.003>
- [4] Golnar-Nik, P., Farashi, S., & Safari, M. S. (2019). The application of EEG power for the prediction and interpretation of consumer decision-making: A neuromarketing study. *Physiology and Behavior*, 207(August 2018), 90–98. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.04.025>
- [5] Gómez, E., Navas, D., Aponte, G., Betancourt, I. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81, 158-163.
- [6] Chambua, J., Niu, Z., & Zhu, Y. (2019). User preferences prediction approach based on embedded deep summaries. *Expert Systems with Applications*, 132, 87–98. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.04.047>
- [7] Zhang, Z., Zou, C., Ding, R., & Chen, Z. (2019). VCG: Exploiting visual contents and geographical influence for Point-of-Interest recommendation. *Neurocomputing*, 357, 53–65. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2019.04.07>
- [8] Kim, H. G., Kim, G. Y., & Kim, J. Y. (2019). Music Recommendation System Using Human Activity Recognition from Accelerometer Data. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, 65(3), 349–358. <https://doi.org/10.1109/TCE.2019.2924177>
- [9] Cheng, L. C., & Lin, M. C. (2019). A hybrid recommender system for the mining of consumer preferences from their reviews. *Journal of Information Science*, (1). <https://doi.org/10.1177/0165551519849510>
- [10] Cheng, L. C., & Lin, M. C. (2019). A hybrid recommender system for the mining of consumer preferences from their reviews. *Journal of Information Science*, (1). <https://doi.org/10.1177/0165551519849510>

- [11] Wang, Shuo, & Chiang, H. D. (2019). Constrained multiobjective nonlinear optimization: A user preference enabling method. *IEEE Transactions on Cybernetics*, 49(7), 2779–2791. <https://doi.org/10.1109/TCYB.2018.2833281>
- [12] Telpaz, A., Webb, R., & Levy, D. J. (2015). Using EEG to predict consumers' future choices. *Journal of Marketing Research*, 52(4), 511–529. <https://doi.org/10.1509/jmr.13.0564>
- [13] Long, Y., Lu, Q., Xiao, Y., Li, M., & Huang, C. R. (2016). Domain-specific user preference prediction based on multiple user activities. *Proceedings – 2016 IEEE International Conference on Big Data, Big Data 2016*, 3913–3921. <https://doi.org/10.1109/BigData.2016.7841066>
- [14] Wang, Shanfeng, Gong, M., Qin, C., & Yang, J. (2018). A Multi-objective Framework for Location Recommendation Based on User Preference. *Proceedings - 13th International Conference on Computational Intelligence and Security, CIS 2017, 2018-January*, 39–43. <https://doi.org/10.1109/CIS.2017.00017>
- [15] Su, C., Zhou, Q., Xie, X., & Wu, D. (2019). Personalized Check-in Prediction Model Based on User's Dissimilarity and Regression. *IEEE Access*, 7, 79418–79432. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2923435>
- [16] Wangwacharakul, C., & Wongthanavas, S. (2018). Improving Dynamic Recommender System Based on Item Clustering for Preference Drifts. *Proceeding of 2018 15th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering, JCSSE 2018*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/JCSSE.2018.8457395>
- [17] Mlika, F., & Karoui, W. (2020). Proposed Model to Intelligent Recommendation System based on Markov Chains and Grouping of Genres. *Procedia Computer Science*, 176, 868–877. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.09.082>
- [18] Qi, L., Hu, C., Zhang, X., Khosravi, M. R., Sharma, S., Pang, S., & Wang, T. (2021). Privacy-Aware Data Fusion and Prediction With Spatial-Temporal Context for Smart City Industrial Environment. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 17(6), 4159–4167. <https://doi.org/10.1109/TII.2020.3012157>
- [19] Tobón, C., Velilla, L., Trujillo, N., Pineda, D., Ibañez, A., Duque, J., ... Decety, J. (2015). Emotional processing in Colombian ex-combatants and its relationship with empathy and executive functions. *Social Neuroscience*, 10(2), 153–165. <https://doi.org/10.1080/17470919.2014.969406>
- [20] Brown, R., James, C., Henderson, L. A., & Macefield, V. G. (2012). Autonomic markers of emotional processing: Skin sympathetic nerve activity in humans during exposure to emotionally charged images. *Frontiers in Physiology*, 3 OCT(October), 1–6. <https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00394>

- [21] Ramos, C., Duque-Grajales, J., Rendón, J., Montoya-Betancur, A., Baena, A., Pineda, D., & Tobón, C. (2018). Changes in Resting EEG in Colombian Ex- combatants with Antisocial Personality Disorder. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 47(2), 90–97. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2017.02.001>
- [22] Parra, M. A., Sánchez, M. G., Valencia, S., & Trujillo, N. (2018). Attentional bias during emotional processing: evidence from an emotional flanker task using IAPS. *Cognition and Emotion*, 32(2), 275–285. <https://doi.org/10.1080/02699931.2017.1298994>
- [23] Betella, A., & Verschure, P. F. M. J. (2016). The affective slider: A digital self- assessment scale for the measurement of human emotions. *PLoS ONE*, 11(2), 1–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0148037>
- [24] Miccoli, L., Delgado, R., Guerra, P., Versace, F., Rodríguez-Ruiz, S., & Fernández- Santaella, M. C. (2016). Affective pictures and the open library of affective foods (OLAF): Tools to investigate emotions toward food in adults. *PLoS ONE*, 11(8), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158991>
- [25] Xu, Z., Zhu, R., Shen, C., Zhang, B., Gao, Q., Xu, Y., & Wang, W. (2017). Selecting pure-emotion materials from the International Affective Picture System (IAPS) by Chinese university students: A study based on intensity- ratings only. *Heliyon*, 3(8), e00389. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00389>
- [26] Čosić, K., Popović, S., Kukulja, D., Dropuljić, B., Ivanec, D., & Tonković, M. (2016). Multimodal analysis of startle type responses. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 129, 186–202. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2016.01.002>
- [27] Bustos López M, Hernández A , Vásquez R, Hernández G, Zatarain R, M. L. B. E. (2008). EmoRemSys: Sistema de recomendación de recursos educativos basado en detección de emociones, (1), 0–82. <https://doi.org/10.17013/risti.17.80>
- [28] Ganin, I. P., Kosichenko, E. A., & Kaplan, A. Y. (2018). Properties of EEG Responses to Emotionally Significant Stimuli Using a P300 Wave-Based Brain–Computer Interface. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 48(9), 1093–1099. <https://doi.org/10.1007/s11055-018-0672-7>
- [29] Oliveira, S. M. S. de, Medeiros, C. S. P. de, Pacheco, T. B. F., Bessa, N. P. O. S., Silva, F. G. M., Tavares, N. S. A., ... Cavalcanti, F. A. da C. (2018). Electroencephalographic changes using virtual reality program: technical note. *Neurological Research*, 40(3), 160–165. <https://doi.org/10.1080/01616412.2017.1420584>
- [30] Mohammadi, Z., Frounchi, J., & Amiri, M. (2017). Wavelet-based emotion recognition system using EEG signal. *Neural Computing and Applications*, 28(8), 1985–1990. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-2149-8>
- [31] Id, S. K. E., Agres, K. R., Guan, C., & Cheng, G. (2019). Interface for Emotion Mediation, 1–24.

- [32] Choi, K. H., Kim, J., Kwon, O. S., Kim, M. J., Ryu, Y. H., & Park, J. E. (2017). Is heart rate variability (HRV) an adequate tool for evaluating human emotions?– A focus on the use of the International Affective Picture System (IAPS). *Psychiatry Research*, 251(July 2016), 192–196. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2017.02.025>
- [33] Shao, Z., Chandramouli, R., Subbalakshmi, K. P., & Boyadjiev, C. T. (2019). An analytical system for user emotion extraction, mental state modeling, and rating. *Expert Systems with Applications*, 124, 82–96. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2019.01.004>
- [34] Wu, Y., Li, M., & Wang, J. (2016). Toward a hybrid brain-computer interface based on repetitive visual stimuli with missing events. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 13(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0179-9>
- [35] Gao, Q., & Ma, P. (2020). Graph Neural Network and Context-Aware Based User Behavior Prediction and Recommendation System Research. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020, 1–14. <https://doi.org/10.1155/2020/8812370>
- [36] Liao, M., & Sundar, S. S. (2021). When E-Commerce Personalization Systems Show and Tell: Investigating the Relative Persuasive Appeal of Content-Based versus Collaborative Filtering. *Journal of Advertising*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/00913367.2021.1887013>
- [37] Osman, N. A., Mohd Noah, S. A., Darwich, M., & Mohd, M. (2021). Integrating contextual sentiment analysis in collaborative recommender systems. *PLOS ONE*, 16(3), e0248695. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0248695>
- [38] MAHADEVAN, A., & AROCK, M. (2020). Integrated topic modeling and sentiment analysis: a review rating prediction approach for recommender systems. *TURKISH JOURNAL OF ELECTRICAL ENGINEERING & COMPUTER SCIENCES*, 28(1), 107–123. <https://doi.org/10.3906/elk-1905-114>
- [39] Ural, G., Kaçar, F., & Canan, S. (2019). Wavelet phase coherence estimation of EEG signals for neuromarketing studies. *NeuroQuantology*, 17(2), 112–120. <https://doi.org/10.14704/nq.2019.17.02.1971>
- [40] Murugappan, M., Murugappan, S., Balaganapathy, B., & Gerard, C. (2014). Wireless EEG signals based Neuromarketing system using Fast Fourier Transform (FFT). *Proceedings - 2014 IEEE 10th International Colloquium on Signal Processing and Its Applications, CSPA 2014*, 25–30. <https://doi.org/10.1109/CSPA.2014.6805714>
- [41] Taqwa, T., Suhendra, A., Hermita, M., & Darmayantie, A. (2016). Implementation of Naïve Bayes method for product purchasing decision using neural impulse actuator in neuromarketing. *Proceedings of 2015*

International Conference on Information and Communication Technology and Systems, ICTS 2015, 113–118. <https://doi.org/10.1109/ICTS.2015.7379882>

- [42] Márquez, B. Y., & Alanis, A. (2017). Classification Algorithm to Measure the Human Emotion : I Like It , I Don ' t Like It in *Neuromarketing*, 15(11), 2177–2184.
- [43] Oon, H. N., Saidatul, A., & Ibrahim, Z. (2018). Analysis on Non-Linear Features of Electroencephalogram (EEG) Signal for Neuromarketing Application. 2018. International Conference on Computational Approach in Smart Systems Design and Applications, ICASSDA 2018, 1–8. <https://doi.org/10.1109/ICASSDA.2018.8477618>
- [44] Ural, G., Kaçar, F., & Canan, S. (2019). Wavelet phase coherence estimation of EEG signals for neuromarketing studies. *NeuroQuantology*, 17(2), 112–120. <https://doi.org/10.14704/nq.2019.17.02.1971>
- [45] Hakim, A., & Levy, D. J. (2019). A gateway to consumers' minds: Achievements, caveats, and prospects of electroencephalography-based prediction in neuromarketing. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 10(2), 1–21. <https://doi.org/10.1002/wcs.1485>
- [46] Suhaimi, N. S., Mountstephens, J., & Teo, J. (2020). EEG-Based Emotion Recognition: A State-of-the-Art Review of Current Trends and Opportunities. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8875426>
- [47] Mane, R., Chouhan, T., & Guan, C. (2020). BCI for stroke rehabilitation: Motor and beyond. *Journal of Neural Engineering*, 17(4). <https://doi.org/10.1088/1741-2552/aba162>
- [48] Katyal, E. A., & Singla, R. (2021). EEG-based hybrid QWERTY mental speller with high information transfer rate. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 59(3), 633–661. <https://doi.org/10.1007/s11517-020-02310-w>
- [49] Harmon-Jones, E., & Beer, J. S. (2009). *Methods in social neuroscience*. New York. Retrieved from http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=P0o4DqMBmrYC&oi=fnd&pg=PA1&q=methods+in+social+neuroscience&ots=nEjlln&sig=n0z_fBmBkNqb6qx69OvRf08VIzc S73-
- [50] Adolphs, R., & Anderson, D. J. (2018). *The Neuroscience of Emotion*

Publicación Facultad de Ingeniería y Red de Investigaciones de Tecnología Avanzada – RITA

REVISTA

TIA