

Uso de KDSM para la Gestión de Conocimiento en el Ámbito de la TEC

Using KDSM to Knowledge Management in ECT Domain

Angélica Pérez-Campos¹✉, Alicia Margarita Jiménez-Galina¹, Jorge Rodas-Osollo¹, Karla Olmos-Sánchez¹

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo comunicar los resultados del uso de la metodología KDSM (Knowledge Management in Serial Measurements) para gestionar conocimiento proveniente de un estudio que emplea la Terapia Electro-Convulsiva (TEC) en 183 pacientes con diversos padecimientos psiquiátricos severos. La organización de la información de la TEC es singular, pues caracteriza cuantitativa y cualitativamente tanto al paciente como a la TEC misma, y además abarca medidas seriadas muy cortas y repetidas donde se ejerce un factor de bloque por parte del paciente y que representa el monitoreo de la evolución del mismo tras cada aplicación de un electrochoque (ES). La implementación de la metodología KDSM permite al especialista obtener conocimiento valioso que posibilita visualizar e interpretar la respuesta de los pacientes y la misma TEC y, a la postre, optimizar cada sesión de ES y consecuentemente minimizar los efectos secundarios, como lo es la pérdida de memoria.

PALABRAS CLAVE: KDSM; gestión de conocimiento; terapia electroconvulsiva.

ABSTRACT

This article communicates the use of the Knowledge Management in Serial Measurements (KDSM) methodology to manage knowledge from a study of Electro-Convulsive Therapy (ECT) applied to 183 patients with various severe psychiatric conditions. The structure of the ECT information is unique, especially because patients are quantitatively and qualitatively characterized also the ECT itself and, in addition, this domain contains very short and repeated serial measures where a block factor is presented and exerted by the patient and represents the monitoring of the patient's evolution after each application of an electroshock (ES). The implementation of the KDSM methodology allows the specialist to obtain valuable knowledge that allows him to visualize and interpret the response of the patients and the ECT itself, and to optimize each ES session and consequently minimize side effects such as memory loss.

KEYWORDS: KDSM; knowledge management; electroconvulsive therapy.

Correspondencia:

DESTINATARIO: Angélica Pérez-Campos
INSTITUCIÓN: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez / Instituto de Ingeniería y Tecnología (IIT)
DIRECCIÓN: Av. del Charro 450 norte, col. Partido Romero, C. P. 32310. Ciudad Juárez, Chihuahua, México
CORREO ELECTRÓNICO: al198950@alumnos.uacj.mx

Fecha de recepción: 22 de octubre de 2021. **Fecha de aceptación:** 4 de marzo de 2022. **Fecha de publicación:** 19 de marzo de 2022.



I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día se puede encontrar una gran cantidad de información por doquier y, que, en el mejor de los casos, suele estar bien definida y con una estructura formal, lo que permite tener acceso al conocimiento de una manera sencilla. Sin embargo, existen dominios tales como la medicina, la arquitectura, etc., que contienen información ni estructurada ni definida, por lo que, con frecuencia, la búsqueda es una tarea muy compleja.

En [1] se menciona que los Dominios de Estructura Informal (DEI) cuentan con las siguientes características: información y datos heterogéneos, conocimiento incompleto y diversos grados de especificidad debido al conocimiento tácito, aparte de no poseer ninguna estructura formal. En consecuencia, lograr una elicitación del conocimiento apropiada en un DEI es una tarea complicada debido a que no posibilita un proceso estándar de gestión del conocimiento. En suma, las características de los DEI [2] son:

- Conocimiento parcial y no homogéneo.
- Datos e información heterogéneos.
- Se tiene conocimiento adicional con respecto al dominio.

De esta manera, la Terapia Electro-Convulsiva (TEC) cumple con estas características y es considerada un dominio DEI debido especialmente a la cantidad de conocimiento tácito que posee. Tomando en cuenta que la TEC se recomienda en pacientes con trastorno depresivo mayor y algunas esquizofrenias, este artículo describe un caso de estudio de los efectos de la TEC aplicada en pacientes con estos padecimientos. Se analizan y estructuran los datos para brindar conocimiento y apoyar en la toma de decisiones a los especialistas del dominio.

En la actualidad, existen estudios que han mostrado buenos resultados al aplicar técnicas de inteligencia artificial (IA), tales como el aprendizaje automático (AA) en diversas disciplinas [3], [4], [5], [6], entre ellas ciencias sociales, finanzas, industria, domótica, conducción autónoma de vehículos, mercadotecnia, distribución de recursos y reconocimiento facial [6]. Otras investigaciones aplican el AA y muestran buenos resultados en el campo de la medicina, tales como medicina personalizada [3], investigaciones clínicas [4], mejora de procesos, prevención de enfermedades, mejora de diagnósticos

y seguimiento de los tratamientos [6], por mencionar algunos. Además, se han realizado estudios que implementan la metodología KDSM (del inglés Knowledge Discovery in Serial Measurements) para la gestión del conocimiento en dominios que presentan medidas seriadas muy cortas y repetidas con factor de bloque, debido a que es una metodología ad hoc mediante técnicas de la estadística y el aprendizaje automático [7]. En particular, este artículo comunica la implementación de esta metodología debido a que el dominio del estudio cuenta con todas las características mencionadas previamente.

La estructura de este artículo se muestra como sigue: en la sección II se presenta el dominio de aplicación; en la sección III, una descripción del caso de estudio; en la sección IV se describe el análisis de la TEC mediante la metodología KDSM; en la sección V se comentan algunos resultados y, para terminar, en la sección VI se describen las conclusiones

II. DOMINIO DE APLICACIÓN

Según Kellner *et al.* [8], la TEC es una terapia importante dentro de la rama de la medicina psiquiátrica para los pacientes que sufren de trastornos psicóticos y de estados de ánimos muy graves. Se trata de aplicar un conjunto de electrochoques (ES, del inglés *electroshock*), es decir, colocar una corriente eléctrica que lleve a cabo convulsiones en el cerebro con la finalidad de ayudar a mejorar la situación psiquiátrica del paciente.

De acuerdo con Landry *et al.* [9], la TEC sigue siendo una terapia más efectiva para diferentes tipos de trastornos psiquiátricos, la cual se acostumbra como último recurso debido a los efectos secundarios cognitivos que pueden llegar a presentarse en algunos pacientes durante o después de aplicarla, como la pérdida de memoria, por ejemplo.

Pese a que diversas investigaciones han realizado estudios acerca de la TEC, aún se desconoce cómo ajustar los parámetros para que esta sea una terapia efectiva, minimizando los efectos secundarios graves.

Algunos de los parámetros corresponden a indicadores psicofisiológicos que se evaluaron con el protocolo de Viena, a partir de una unidad para la medición del tiempo en que un sujeto reacciona ante estímulos visuales y sonoros. En otras palabras, se puede medir el

tiempo que tarda un paciente en reaccionar (TR) ante un estímulo que puede ser visual, auditivo o ambos.

El TR se compone de dos tiempos: uno de decisión y otro motor, y se realiza a las 2, 4, 6, 12 y 24 horas después de cada aplicación de ES [10], [11].

III. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

Este no es un artículo de carácter médico ni propone modificaciones a técnicas terapéuticas, sino que trata de técnicas de manejo de datos y su importancia. El consentimiento informado, entre otros documentos para realizar protocolos médicos, protege la información de pacientes y, para este caso, de médicos especialistas. Los datos fueron provistos solo para el análisis de la información y se permitió comentar el manejo que se les dio. La recolección de la información se ha llevado a lo largo de un periodo de 15 años, desde 2005 a 2020. La TEC es una terapia altamente costosa y la cantidad de pacientes que la reciben no es grande. Por eso, el periodo de captura y análisis de la información es de varios años. La práctica clínica corresponde a diversos especialistas en el área de psiquiatría, en adelante mencionados como especialistas del dominio.

Este artículo aborda el estudio de los TR de 183 pacientes que padecen esquizofrenia o trastorno depresivo mayor y a quienes se les aplicó la terapia TEC. La base de datos clínica es de carácter privado y pertenece al banco del Grupo Unidad de Investigación en Salud (UIS®), que es un conjunto de empresas mexicanas que desde 2005 trabaja en torno a la investigación en el tema de la salud (www.uis.com.mx). Se pretende distinguir los ajustes necesarios al tiempo de estimulación, cantidad de energía aplicada, frecuencia y ancho del pulso que hagan de la TEC una terapia más segura. Además, como parte del procedimiento normal que se exige para la aplicación de la TEC a un paciente, se utilizó la electromiografía, el electroencefalograma y el electrocardiograma para observar otras respuestas del paciente, así como una valoración de los efectos neuropsicológicos del mismo.

El estudio de los TR realizado por los especialistas del dominio consta de las cuatro pruebas siguientes que se aplicaron de acuerdo con el protocolo de Viena: visual simple (e5), auditiva simple (e6), visual compleja (e7) y visual-audible compleja (e8). Se registraron medidas a las 2, 4, 6, 12 y 24 horas después de haber realizado cada sesión de ES.

IV. ANÁLISIS DE LA TEC MEDIANTE KDSM

Para el análisis de la información proveniente de la TEC y con el apoyo del especialista del dominio en la toma de decisiones, se utilizó la metodología KDSM, la cual consta de tres fases: 1) análisis basales de los pacientes (BLA, del inglés Individual Baselines Analysis), que consiste en realizar estudios previos de los pacientes y determinar las características relevantes; 2) análisis de los efectos del evento (EEA, del inglés Event Effects Analysis), en el que se realiza el análisis del efecto de cada evento de manera aislada y, 3) la producción de conocimiento (KP, del inglés Knowledge Production), que es donde se obtiene la caracterización de los patrones obtenidos en la fase anterior [7].

La información de los pacientes está organizada en tres matrices: X, Y, Z. La matriz X, de la cual se muestra un extracto en la [Tabla 1](#), contiene el conjunto de características cuantitativas y cualitativas de los pacientes. En la matriz Y, mostrada en extracto en la [Tabla 2](#), se encuentran los registros de las medidas seriadas de cada parámetro de interés, es decir, las lecturas de las pruebas tomadas después de cada sesión de ES en las horas programadas. Y, finalmente, la matriz Z, de la que se observa un extracto en la [Tabla 3](#), contiene información sobre las características cuantitativas y cualitativas para cada ES.

Durante la fase BLA se analizó la situación inicial del paciente antes de aplicar la terapia TEC. Se extrajeron los basales de la matriz Y para realizar la construcción de la matriz Y_0 de los tiempos basales. Después se llevó a cabo una representación del clúster jerárquico divisible [12] por medio de un dendrograma, utilizando el método Ward [13]. Para determinar los clústeres (clases) preliminares de los tiempos de reacción en la matriz Y_0 , se utilizó la distancia euclidiana. Posteriormente, se hizo una proyección de la matriz X en la partición conseguida, para obtener atributos. Estos son analizados por el especialista del dominio, quien selecciona los de mayor relevancia y elige los clústeres que serán utilizados. Para dicho estudio, se utilizó la prueba de Chi-cuadrada y Kruskal-Wallis, estableciendo la significancia estadística de 0.05 para ambas pruebas. En la [Figura 1](#) se muestra el diagrama de cajas del atributo *edad* según la partición, lo cual permitió derivar las reglas.

TABLA 1
EXTRACTO DE LA MATRIZ X

registro	edad	genero	fuma	peso	altura	diasepi	numero_t	tctotal	pentoth	penthmed	succto	sucme	impei	impf	postcri	energt	enercon	compli
363059	30	VARON	2	71	179	45	6	204	1200	200.0	300	50.0	1560	1240	529.0	882.0	7084.0	sin
437289	60	MUJER	0	50	155	147	6	188	1050	175.0	240	40.0	2380	2040	464.0	1537.2	6507.0	sin
499969	23	VARON	2	96	175	131	5	136	1050	237.2	300	60.0	1390	790	402.0	630.0	4867.0	cianosis
505652	52	VARON	0	75	173	90	5	116	825	165.0	195	39.0	1210	1730	416.0	1360.8	5141.0	hipoxia
522175	39	MUJER	4	87	160	72	10	230	1775	177.5	400	40.0	1260	1740	812.0	2217.0	8249.0	hipoxia
542693	29	VARON	2	65	165	146	9	287	2200	244.0	610	67.7	950	1590	802.0	1386.0	10598.0	sin
682257	52	MUJER	0	75	152	92	6	182	900	150.0	210	35.0	1340	1682	535.0	1612.8	7215.0	cefalea
782035	39	VARON	0	75	170	146	8	261	1700	212.5	540	67.5	1120	2580	683.0	1436.4	9721.0	sin
783945	82	MUJER	0	71	154	60	6	125	775	129.0	95	16.0	1600	1960	500.0	2444.4	5794.0	sin
789145	34	MUJER	2	60	150	390	8	182	2000	250.0	350	43.8	1780	2260	742.0	1411.2	6662.0	hipoxia
818755	70	MUJER	0	63	154	102	7	144	825	118.0	275	39.0	1910	2240	612.0	2116.8	3979.0	per memo
822836	73	MUJER	3	43	157	220	12	384	1450	121.0	300	25.0	2660	2470	856.0	5090.4	17469.0	cianosis
824083	32	VARON	2	77	165	19	6	187	1050	175.0	240	40.0	2800	2400	391.0	957.6	9095.0	arritmia

Acronimos: diasepi = episodio actual; numero_t = número total de ES; tctotal = tiempo total de la convulsión; pentoth = dosis total de pentotal; penthmed = dosis media de pentotal en cada sesión; succto = dosis total de succinilo; sucme = dosis media de succinil en cada sesión; impei = impedancia inicial antes del primer ES; impf = última impedancia después de completar la serie de ES; postcri = tiempo total de supresión tras la crisis; energt = energía total aplicada; enercon = energía de convulsión; compli = complicaciones médicas durante todas las sesiones.

TABLA 2
EXTRACTO DE LA MATRIZ Y

registro	edad	orden	e5td2	e5tr2	e5tm2	e5td4	e5tr4	e5tm4	e5td6	e5tr6
063059	30	T1H2	378	589	211	409	730	321	364	632
063059	30	T2H2	446	768	322	383	702	319	429	711
063059	30	T3H2	458	780	322	430	705	275	408	644
063059	30	T4H2	476	760	284	416	666	250	452	714
063059	30	T5H2	460	687	227	410	665	255	453	711
063059	30	T6H2	380	726	346	375	635	260	444	603
437289	60	T1H2	292	567	275	374	616	242	355	669
437289	60	T2H2	330	646	316	386	738	352	338	516
437289	60	T3H2	390	696	306	342	686	344	381	763
437289	60	T4H2	321	605	284	352	644	292	372	673
437289	60	T5H2	378	664	286	339	691	352	337	689
437289	60	T6H2	320	643	323	320	634	314	406	749
499969	23	T1H2	321	479	158	308	462	154	384	524

Códigos: e5=visual simple; td= tiempo de decisión; tr= tiempo de reacción; tm= tiempo motor.

TABLA 3
EXTRACTO DE LA MATRIZ Z

registro	edad	tiempo	pentotal	succinil	taprev	tapos	pulsoprev	pulsopos	oximetria	oximetriap	impedancia	amplitud
499969	23	27	250	60	110	224	88	135	96	72	1390	1
499969	23	26	200	60	190	210	98	100	96	56	1160	1
499969	23	29	200	60	140	170	94	96	96	55	1480	1
499969	23	19	200	60	145	195	99	111	95	62	810	1
499969	23	35	200	60	147	198	104	131	96	51	790	1
542693	29	32	200	50	136	128	82	88	98	59	950	1
542693	29	32	250	70	140	140	78	80	98	75	930	1
542693	29	36	250	70	147	152	77	87	95	85	880	1
542693	29	38	250	70	130	137	64	94	95	71	1590	1
542693	29	39	250	70	147	207	78	104	96	92	1580	1
542693	29	20	250	70	146	121	76	85	97	89	920	1
542693	29	35	250	70	152	187	74	100	98	65	1290	1
542693	29	26	250	70	147	126	69	82	96	73	2980	1
542693	29	29	250	70	132	120	64	85	97	76	1590	1
63059	30	33	200	50	154	158	102	92	98	75	1560	1
63059	30	39	200	50	140	150	102	112	94	87	910	1
63059	30	37	200	50	110	160	93	93	98	95	1060	1
63059	30	27	200	50	118	167	66	88	98	95	1050	1
63059	30	37	200	50	130	167	71	98	98	81	1010	1
63059	30	31	200	50	126	170	66	99	98	77	1240	1
824083	32	15	175	40	100	151	55	63	98	90	3000	1
824083	32	35	175	40	120	151	55	45	98	90	1260	1
824083	32	35	175	40	118	143	65	80	98	90	1650	1
824083	32	35	175	40	90	143	58	63	98	90	1970	1
824083	32	34	175	40	85	143	58	63	98	90	2400	1

Acronimos: tiempo = tiempo de duración de la aplicación; pentotal = cantidades administradas de los fármacos; succinil = cantidades administradas de los fármacos; taprev = tensión arterial previa; tapos = tensión arterial posterior a la aplicación; pulsoprev = pulso previo; pulsopos = pulso posterior; oximetria = cantidad de oxígeno en la sangre; oximetriap = cantidad de oxígeno en la sangre previa; impedancia = cantidad de omhs en oposición a la corriente; amplitud = cantidad de corriente utilizada.

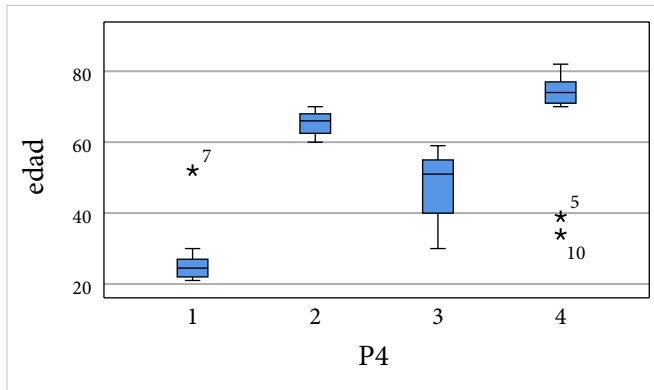


Figura 1. Diagrama de cajas del atributo *edad*, según la partición.

A continuación, se muestran las reglas derivadas en esta fase, representando al conocimiento mediante reglas tipo *crisp* [14]. De esta manera, se relacionan los clústeres con las reglas y quedan de la siguiente manera:

- Regla 1: Si *edad* pertenece a 21-30, clúster 1.
- Regla 2: Si *edad* pertenece a 31-59, clúster 3.
- Regla 3: Si *edad* pertenece a 60-70, clúster 2.
- Regla 4: Si *edad* pertenece a 71-82, clúster 4.

Al término de esta fase se analizaron los datos en conjunto con el especialista del dominio. También, se limpiaron los datos con información anómala.

Posteriormente, en la fase EEA se analizó el efecto de cada ES aislado, eliminando el factor de bloque del paciente para determinar cuáles pacientes pertenecen a qué clúster:

- Clúster 1: pacientes con edad entre los 21 y 30 años.
- Clúster 2: pacientes con edad entre los 60 y 70 años.
- Clúster 3: pacientes con edad entre los 31 y 59 años.
- Clúster 4: pacientes con edad entre los 71 y 82 años.

V. RESULTADOS

A continuación, se describen los resultados de la implementación de la metodología KDSM para cada una de sus fases.

Fase de análisis basal de los pacientes (BLA)

Se hicieron agrupaciones de forma jerárquica para hacer la clasificación de los tiempos de reacción, ya que estos muestran las condiciones con las que ingresaron los pacientes. Después, el especialista procedió a seleccionar las características con más relevancia en el dominio para

identificar el perfil de los pacientes y elegir las clases. En esta fase se determinaron las clases de los pacientes muy jóvenes, jóvenes, maduros y muy maduros. De esta fase resultan las reglas (si *edad* pertenece a 21-30, clúster 1; si *edad* pertenece a 31-59, clúster 3; si *edad* pertenece a 60-70, clúster 2; si *edad* pertenece a 71-82, clúster 4) que serán utilizadas en la siguiente fase.

Análisis de los efectos de los eventos (EEA)

Se realizó el clúster jerárquico basado en reglas que se establecieron en la fase anterior y se obtuvo la agrupación en cuatro clústeres. El clúster 1 contiene pacientes cuya edad esta entre los 21 a 30 años; el clúster 2, pacientes con un rango de edades de 71 a 82; en el clúster 3 se encuentran pacientes con edades de 31 a 59 años; y, finalmente, el clúster 4, con pacientes que se encuentran entre 71 y 82 años. Fue posible llevar a cabo dicha fase gracias a la eliminación del factor de bloqueo.

Producción de conocimiento (KP)

Se analizaron los efectos de ES de manera aislada para cada clúster. Fue posible observar en cuáles ES el paciente tuvo mejoría y en cuáles empeoró, además de poder distinguir los atributos de cada ES aplicado al paciente y representar el conocimiento obtenido.

La correcta implementación de la metodología KDSM permite al especialista encontrar información valiosa para apoyar la toma de decisiones.

VI. CONCLUSIONES

En base al análisis de los datos, se pueden establecer algunas conclusiones.

Para este tipo de dominios donde los datos pueden organizarse en matrices X, Y y Z, se corrobora que sí es posible eliminar el factor de bloque que ejerce cada uno de los pacientes sobre la evolución de la terapia, para poder dar seguimiento de forma exclusiva a la evolución de la misma.

Se obtuvieron cuatro reglas referentes a los pacientes muy jóvenes, jóvenes, maduros y muy maduros. Mediante estas reglas se guió un proceso de clasificación que permitió encontrar el efecto de cada ES, de lo cual se mencionan ejemplos a continuación.

De acuerdo con el análisis de cada ES de forma aislada, se puede observar la reacción que tiene el paciente en cada sesión. Por ejemplo, un paciente 437289 al que se le aplicaron 5 ES, los 2 y 4 pertenecen al clúster 3, en los que mostró mejoría, y en los 1 y 5, en el clúster 4, donde empeoró. De igual manera, otro paciente, el 822836, al que se le aplicaron 11 ES, los 1, 2 y 8, que pertenecen al clúster 3, empeoró, y en los 3-7 y del 9-11 mostró mejoría. Esto es importante debido a que por cada sesión de ES se incrementa el efecto secundario, como la pérdida de memoria. Por lo tanto, la terapia de ES no se puede tratar de manera general debido a que se puede perder información importante que ayuda a optimizar el uso de la TEC.

REFERENCIAS

- [1] J. Rodas-Osollo y K. Olmos-Sánchez, "Towards A Cognitive-Innovation Archetype", en *Proceedings of 254th The IIER International Conference*, San Petersburgo, Rusia, sept. 9-10, 2019.
- [2] K. Gibert y C. U. Cortés, "Weighting quantitative and qualitative variables in clustering methods", *Mathw. soft comput.*, vol. 4, no. 3, pp. 251-266, 1997.
- [3] I. de Miguel Beriain, "Medicina personalizada, algoritmos predictivos y utilización de sistemas de decisión automatizados en asistencia sanitaria. Problemas éticos", *DILEMATA*, no. 30, 2019.
- [4] A. Núñez, M. Á. Armengol y M. Sánchez, "Big Data Analysis y Machine Learning en medicina intensiva", *Med Intensiva*, vol. 43, no. 7, pp. 416-426, oct. 2019, disponible: <https://www.medintensiva.org/es-big-data-analysis-machine-learning-articulo-S0210569118303139>.
- [5] M. Álvarez, L. M. Quirós y M. V. Cortés, "Inteligencia artificial y aprendizaje automático en medicina", *Rev. méd. sinerg.*, vol. 5, no. 8, ag. 2020, doi: 10.31434/rms.v5i8.557.
- [6] J. F. Ávila-Tomás, M. A. Mayer-Pujadas y V. J. Quesada-Varela, "La inteligencia artificial y sus aplicaciones en medicina II: importancia actual y aplicaciones prácticas", *Atención Primaria*, vol. 53, no. 1, pp. 81-88, en. 2021, doi: 10.1016/j.aprim.2020.04.014.
- [7] J. Rodas y J. E. Rojo, "Knowledge discovery in repeated very short serial measurements with a blocking factor. Application to a psychiatric domain", *Int. J. Hybrid Intell. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 57-87, 2005, doi: 10.3233/HIS-2005-2104.
- [8] C. H. Kellner, J. Obbels y P. Sienaert, "When to consider electroconvulsive therapy (ECT)", *Acta Psychiatr Scand*, vol. 141, no. 4, pp. 304-315, abr. 2019, doi: 10.1111/acps.13134.
- [9] M. Landry, S. Lafrenière, S. Patry, S. Potvin y M. Lemasson, "The clinical relevance of dose titration in electroconvulsive therapy: A systematic review of the literature", *Psychiatry Res.*, 294, 13497, dic. 2020, doi: 10.1016/j.psychres.2020.113497.
- [10] N. Kerner y J. Prudic, "Current electroconvulsive therapy practice and research in the geriatric population", *Neuropsychiatry*, vol. 4, no. 1, pp. 33-54, feb. 2014, doi: 10.2217/npj.14.3.
- [11] SCHUHFRIED GmbH, "Vienna Test System: Psychophysiological Assessment", SCHUHFRIED GmbH, Moedling, Austria, catálogo, 2013.
- [12] D. A. Silva, "Estudio Experimental Comparativo de Diversos Métodos para Aprender Dominios Jerárquicos", tesis de maestría, Depto. de Sistemas Informáticos y Computación, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España, 2015. [En línea]. Disponible: <http://hdl.handle.net/10251/75372>
- [13] J. Gallardo, "Métodos Jerárquicos de Análisis Cluster", 2011. [En línea]. Disponible: <https://www.ugr.es/~gallardo/pdf/cluster-3>
- [14] M. D. Ruiz, D. Sánchez, M. J. Martín-Bautista, M. A. Vila y M. Delgado, "Reglas de Asociación Difusas para la Detección de Anomalías", en *Proceedings of the ESTYLF'14 XVII Congreso Español sobre Tecnologías y Lógica Fuzzy*, Zaragoza, España, 2014, pp. 633-638.