

Tecnologías de Asistencia para la discapacidad física asociada al envejecimiento: Un estudio bibliométrico

Autores: Villalta Herrera, Carlos David*; Hernández Cenzano, Carlos Guillermo

Contacto: *dvillaltah@pucp.edu.pe

País: Perú

Resumen

Los objetivos de este estudio son conocer las características bibliométricas básicas, cómo colaboran los principales actores, qué temáticas han desarrollado y cuáles son las emergentes en el dominio del conocimiento de este campo. Se evidenció que, tal como lo predice la ley de Price, la producción científica en Tecnologías de Asistencia (TA) está en franco crecimiento, que la ley de Lotka no consigue explicar el patrón de producción de los autores porque sobreestima a los autores más productivos, y que la ley de Bradford logra predecir que existen pocas revistas que acumulan una parte importante de las publicaciones. Respecto a los principales actores, Estados Unidos -y sus universidades- tuvo una mayor actividad e influencia en las redes de colaboración. Las temáticas principales exploran el uso de tecnologías emergentes -inteligencia artificial, realidad virtual y realidad aumentada- en la mejora de la calidad de vida y la autonomía de las personas con discapacidad física asociada al envejecimiento.

Los países desarrollados -y algunos de renta media- están diseñando e implementando estrategias para fortalecer sus capacidades de I+D+i en este subsector de salud, entendiendo que la producción tecnológica centrada en el usuario, la personalización en el diseño y el análisis desde la dimensión social de las problemáticas responden a prácticas actuales, y son tendencias -presumiblemente- irreversibles.

Palabras clave: Tecnologías de Asistencia; envejecimiento; discapacidad física.

1. Introducción

La OMS (2001) refiere que la discapacidad implica deficiencias, limitaciones de la actividad y restricciones a la participación, y que se constituye cuando un individuo que padece una enfermedad también debe enfrentar factores personales o ambientales desfavorables. El envejecimiento poblacional es un fenómeno global producto de la disminución de las tasas de natalidad y el aumento de la esperanza de vida (World Health Organization, 2015).

La OMS (2016) denomina a las TA como un subconjunto de las tecnologías de la salud que consiste en la aplicación de conocimientos y habilidades relacionadas con productos de asistencia: sistemas, servicios, dispositivos, equipos, instrumentos o software cuyo objetivo principal sea mantener o mejorar el funcionamiento y la independencia de un individuo.

La bibliometría es el proceso de extraer datos -haciendo uso de análisis estadístico- de las publicaciones científicas (Agarwal et al., 2016). Los estudios bibliométricos se basan en dos premisas: la publicación científica es el indicador principal de actividad, y el número de citas, de impacto o influencia.

Respecto a las TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, se responderá las siguientes preguntas: ¿Cuáles son las características bibliométricas básicas -en función de sus leyes e indicadores-?, ¿Qué relaciones de colaboración tienen los actores más relevantes?, y ¿Qué temáticas se ha abordado y cuáles son las temáticas emergentes en este campo de estudio?

2. Metodología

Este estudio sigue un enfoque bibliométrico o de revisión bibliográfica sistematizada (Grant et al., 2009). Se realizó un abordaje combinado de análisis del rendimiento y cartografía científica o mapeo del conocimiento complementado con un análisis con enfoque de redes sociales de las relaciones de colaboración de los actores.

2.1. Leyes bibliométricas

La ley de Price (1986) establece que los campos científicos tienen estadios con mayor o menor número de publicaciones y autores. Según la Ley de Lotka (1926), existe una relación entre el número de autores y su productividad; se formula como: $A_n = A_1/n^2$, donde A_n es el número de autores que publican n artículos sobre un campo del conocimiento, A_1 es el número de artículos elaborados por un único autor, y n^2 es el número de autores para los cuales se quiere estimar el número de artículos que les correspondería. La ley de Bradford (1934) sostiene que existe un núcleo de revistas más productivas -o Zona 1-, y que esta producción se reducirá en las otras zonas, aunque estén conformadas por una mayor cantidad de revistas.

2.2. Indicadores bibliométricos

Los indicadores bibliométricos son parámetros cuantitativos que se utilizan para evaluar los resultados de la actividad de investigación y se pueden dividir en tres grandes grupos: las métricas de productividad, de impacto e híbridas. (Franceschet, 2009).

2.3. Redes sociales

Una red social es la estructura o patrón resultante de las relaciones entre unidades o actores (nodos). El análisis de redes sociales se basa en la premisa de que estas relaciones se pueden representar como un gráfico, el cual permite evaluar el tipo de poder de los nodos y revelar las estructuras jerárquicas de la red; este tipo de análisis aplicado a las relaciones de colaboración usa el concepto de centralidad (Newman, 2003). Este estudio utilizó cuatro métricas de centralidad: la centralidad de grado (ND), de cercanía (CC), de intermediación (BC), y de vector propio (EC). Se agrupó los nodos según la intensidad de su colaboración representada en la TLS (Rodríguez y Laio, 2014).

2.4. Mapeo del conocimiento y temáticas emergentes

Para el mapeo del dominio de conocimiento y temáticas emergentes se realizó una red de coocurrencia de palabras clave (Callon et al., 1983). La TLS es un atributo que indica la intensidad de la relación de coocurrencia de una palabra con otra(s). Se filtró las palabras de mayor frecuencia y TLS para la interpretación de los conglomerados. Para identificar las temáticas emergentes, se elaboró un mapa de superposición.

2.5. Fuente de datos

La extracción de metadatos se realizó el 2 de mayo del 2023 de la Colección Principal de la base de datos Web of Science (WoS), con la ecuación de búsqueda: (TS= ("assistive technology" OR "assistive aid" OR "assistive device" OR "rehabilitative device" OR "adaptative device" OR "augmentative technologies" OR "medical robotics" OR gerontechnology OR "emerging technologies" OR telemedicine OR telerehabilitation OR "virtual reality" OR "augmented reality" OR "artificial intelligence")) AND ((TS=(aging OR ageing OR elder* OR aged OR "old* age" OR "old* adults" OR geriatric OR senescence OR gerontology OR pensioner

OR “retired person”) AND (TS=(locomot* OR “human movement” OR movility OR movement OR “physical OR gastroenterology OR pediatric OR infancy OR adolescen* OR “young adult*” OR teen OR surgery OR “special education” OR kids OR child* OR yoga OR religión OR dream OR liturgy impairment” OR “motor problem” OR “physical disability”))) NOT (TS=(“mental disability” OR juvenile OR youth* OR orthodontics OR arthroplasty OR retinal OR mice)). Se filtró al periodo 2010-2022, idioma inglés y documentos de tipo “artículo original” y “revisión”. Se tomó los datos demográficos de la base de datos estadísticos de la OECD y del *World Bank Open Data*. El resultado se exportó como “Texto sin formato” con “Registro completo y referencias citadas”.

2.6. Herramientas

Se utilizó el software VOSviewer (van Eck y Waltman, 2010) y el paquete Bibliometrix de Aria y Cuccurullo (2017), para la descripción de leyes, indicadores y redes bibliométricas; Gephi (Jacomy et al., 2014), para la cuantificación de las medidas de centralidad; y el software R y Excel para hacer los gráficos y el análisis estadístico.

3. Resultados

3.1. Leyes Bibliométricas

Se analizaron 526 artículos (el 90.3% (475/526) fueron artículos originales y el 9.7% (51/526), revisiones); se observa que la distribución de publicaciones se explica con un ajuste de curva exponencial ($R^2=0.88$; $p<1.8e^{-06}$) consistente con la Ley de Price (Gráfico 1). En el Gráfico 2 se presenta la productividad de los autores: del total de 2589 identificados, 2433 (94%), publicó solo un artículo; no se visualiza un ajuste en la distribución del número de publicaciones por número de autores esperada respecto a la distribución observada en la zona de autores con mayor productividad. La distribución de revistas y artículos observados en este estudio cumple lo previsto por la ley de Bradford (Tabla 1): el 9.6% de revistas correspondiente a la zona 1 publicó un porcentaje similar de artículos (33%) que la zona menos productiva -la zona 3-.

3.2. Indicadores Bibliométricos

Se recuperó filiações correspondientes a 64 países. En la Tabla 2 se visualiza el predominio de Estados Unidos en producción (Total de Producción [TP]) e influencia (Total de Citas [TC]), seguido distantemente por Canadá. En cuanto al número de citas por publicación (TC/TP), Inglaterra ocupó la primera posición. Cuando se ajustó la producción de artículos por la cantidad de habitantes de cada país (TP/Pop per million), Canadá pasó a ser el actor más prolífico.

De la misma forma, se identificó 1038 filiações de instituciones. Tabla 3: La Univ. de McGill es la institución más productiva e influyente, y en el número de citas por publicaciones, la Univ. Emory y la Univ. de Toronto se ubican en primer y segundo lugar respectivamente.

Respecto a las revistas científicas, 314 fueron recuperadas. La *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* y *Sensors* destacaron en producción (Tabla 4) -que estuvo muy por encima de la media (desviación estándar [DE]) de las revistas de la zona 1 de Bradford: 5.8(3.8)- e impacto.

Se recuperó 2589 autores que cuentan con al menos una publicación. La Tabla 5 muestra que Israel y Canadá colocaron a los autores más productivos (TP), e influyentes (TC).

De los 5 artículos más citados (Tabla 6), destaca el de Yang y Hsu, que estudia el desarrollo de detectores de movimiento basados en acelerometría para fines de monitoreo y evaluación de la actividad física, la

postura y el equilibrio; y el de Nweke et al., que hace una revisión de los métodos de recolección y uso de datos para el entrenamiento de algoritmos de inteligencia artificial para reconocimiento de la actividad humana.

3.3. Características de las redes de colaboración

Se elaboró un mapa de coautoría (Gráfico 3). De los 64 países identificados, solo se incluyó a los que cuentan con al menos dos publicaciones (se excluyó a dos países por no estar conectados a la red principal). El tamaño de los círculos tiene relación con la cantidad de citas normalizadas de cada país y el grosor de las líneas con la intensidad de la colaboración. El componente conectado tiene 43 nodos y 107 enlaces. En la Tabla 7 se presentan los 5 países con mayor TLS, con Estados Unidos en el primer lugar seguido distantes por Inglaterra y China. Respecto a las métricas de centralidad, Estados Unidos es el nodo más activo (ND), seguido de China, Alemania y Australia. Se visualiza que estos mismos países (y en ese orden) una ventaja posicional para influir en la red (CC). Estados Unidos, Alemania y China son los países que controlan los flujos de información en la red (BC). Considerando a Estados Unidos como referencia, Australia, Inglaterra y China son los países que tienen relaciones con los nodos más activos (EC). Se identificó 6 grupos; el grupo más grande (en color rojo) muestra principalmente las relaciones de colaboración europea, y el segundo grupo más numeroso (en color verde) muestra las de países asiáticos y Canadá.

3.4. Caracterización del conocimiento

Se elaboró un mapa de coocurrencia de palabras clave. Se recuperó 2669: *virtual-reality* (190), *older-adults* (174), *physical-therapy* (118), *stroke* (74) y *movement* (74) fueron las que tuvieron más apariciones. Para la construcción de la red, se estableció un umbral mínimo de 5 ocurrencias, razón por la cual quedaron 184 términos distribuidos en 6 grupos (Tabla 8; Gráfico 4).

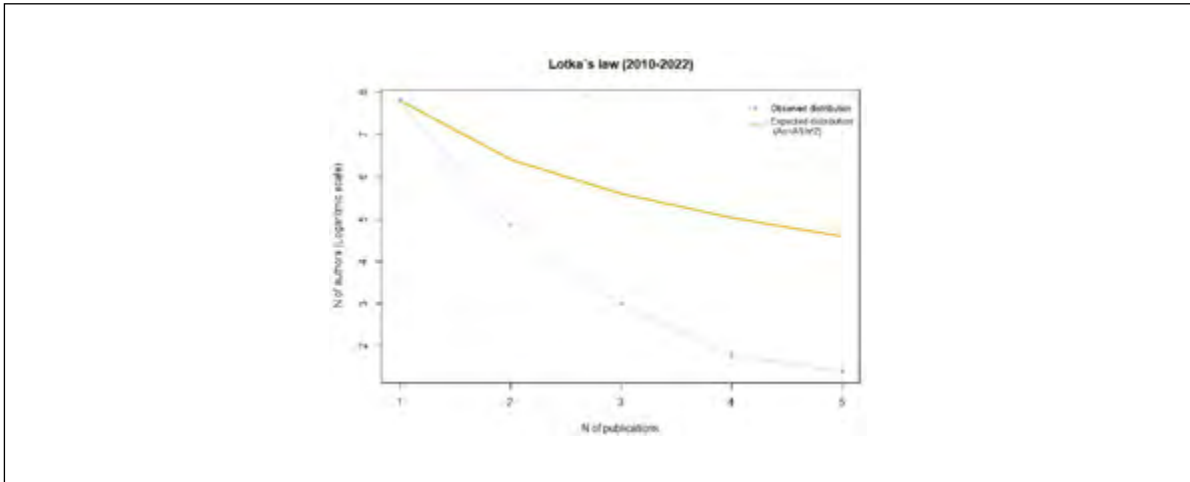
3.5. Discusión

La tendencia exponencial del crecimiento en la producción científica, como lo predice la Ley de Price, podría explicarse por el aumento de políticas públicas que atienden a esta población y por el aumento del interés de la comunidad científica en la gerontología (Shen et al., 2019). En lo concerniente a la distribución de la productividad de los autores, la ley de Lotka sobreestima a los autores más productivos, esto se explicaría porque el exponente del denominador de la fórmula $A_n = A_1/n^2$ probablemente tendría que ser cercano a 3, considerando que esta ley se planteó tomando como referencia la evaluación de las ciencias básicas y este estudio trata de ciencias aplicadas (Rostaing, 1993). El 94% de los autores tiene solo una publicación, razón por la cual se podría afirmar que la mayoría de los autores en este campo son ocasionales y que las redes de colaboración están en pleno proceso de expansión. Las revistas más prolíficas que conforman la zona 1 de Bradford son de rehabilitación e ingeniería.

Los hallazgos de este estudio coinciden con el liderazgo en la producción académica que tienen los países occidentales en el estudio de la discapacidad (con la incorporación de la dimensión social como complemento de la -clásica- dimensión médica (Herther, 2015)).

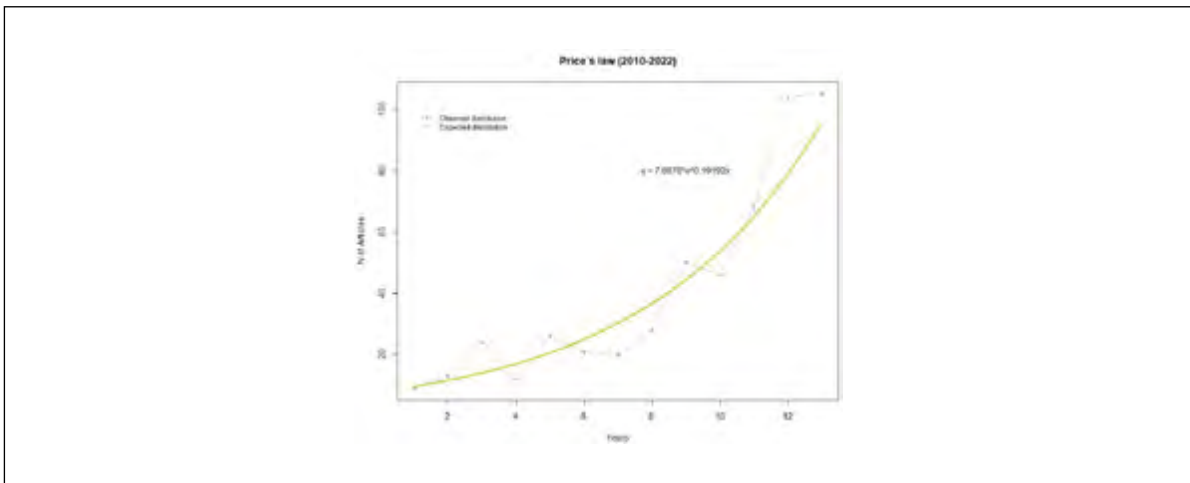
El desempeño estadounidense podría estar relacionado con el reciente lanzamiento de planes estratégicos de investigación que colocaron al envejecimiento saludable como tema prioritario (National Prevention Council, 2016), caso similar al canadiense.

GRÁFICO 1. Número de publicaciones sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento por número de autores: distribución observada y esperada según la Ley de Lotka



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 2. Número de publicaciones sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento por año: distribución observada y esperada según la Ley de Price



Fuente: Elaboración propia.

TABLA 1. Distribución de las revistas científicas donde se publicó sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento en las zonas de Bradford, período 2010-2022

ZONAS DE BRADFORD	2010-2022			
	Nº de revistas	%	Nº publicaciones	%
Zona 1	30	9.6	174	33.1
Zona 2	111	35.4	179	34.0
Zona 3	173	55.1	173	32.9
TOTAL	314	100	526	100

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 2. Los países más productivos en TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, período 2010-2022

Rank.	COUNTRY	TP	TC	TC/TP	Pop (2021)	TP/Pop per million
1	USA	139	2840	20.4	331.9	0.4
2	CANADA	40	793	19.8	38.2	1.0
3	SPAIN	34	549	16.1	47.4	0.7
4	PEOPLES R. CHINA	31	281	9.1	1412.4	0.0
5	GERMANY	28	530	18.9	83.2	0.3

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 3. Las instituciones más productivas en TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, período 2010-2022

Rank.	INSTITUTION	COUNTRY	TP	TC	TC/TP
1	McGill University	Canada	13	405	31.2
2	Tel Aviv University	Israel	10	183	18.3
3	University of Pittsburgh	USA	8	123	15.4
4	University of Toronto	Canada	8	320	40.0
5	University of Laval	Canada	8	76	9.5

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 4. Las revistas más productivas en TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, período 2010-2022

Rank.	SOURCE	TP	TC	TC/TP
1	Journal of Neuroengineering and Rehabilitation	20	392	19.6
2	Sensors	17	876	51.5
3	Virtual Reality	8	38	4.8
4	International Journal of Environmental Research and Public Health	8	29	3.6
5	Frontiers in Neurology	8	26	3.3

Fuente: Elaboración propia.

TABLA 5. Los autores más productivos en TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, período 2010-2022

Rank.	AUTHOR	TP	TC	h_index	INSTITUTION / COUNTRY
1	Zeilig, G.	5	129	22	Tel Aviv University / Israel
2	Rand, D.	5	128	22	Tel Aviv University / Israel
3	Lamontagne, A.	5	44	26	McGill University / Canada
4	Levin, Mindy F.	4	145	47	McGill University / Canada
5	Weingarden, H.	4	124	11	Cha Sheba Med Ctr Tel HaShomer / Israel

Fuente: Elaboración propia.

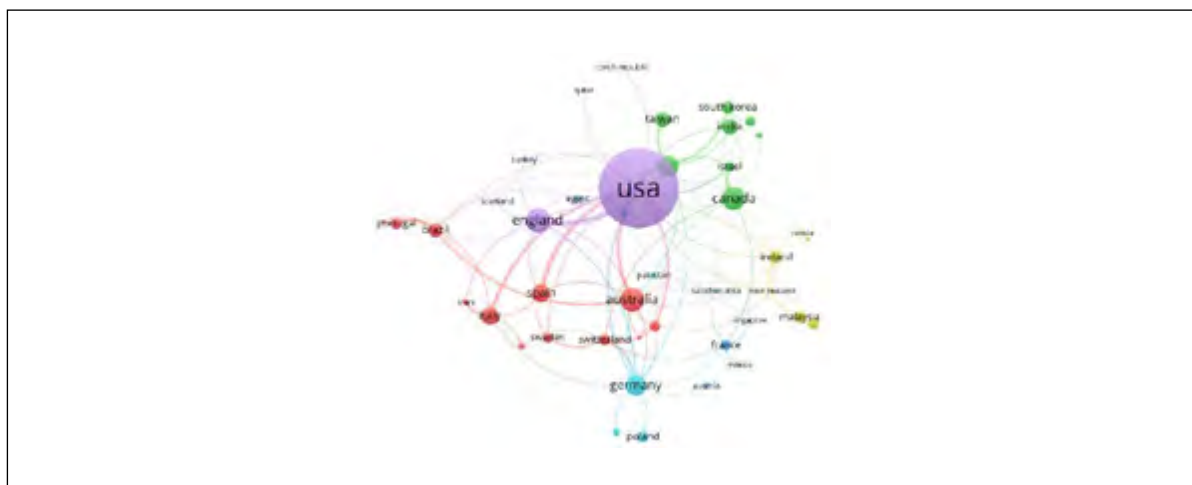
Por la calidad de su producción científica ajustada a su comparativamente menor población respecto a los otros países, podría considerarse a Suiza e Israel como países emergentes en este campo. El Ministerio de Ciencia y Tecnología taiwanés financió el artículo más citado, a partir del cual se profundizó el estudio del reconocimiento del movimiento humano (Attal et al., 2015).

TABLA 6. Publicaciones más citadas sobre TA para la discapacidad asociada al envejecimiento en Web of Science, período 2010-2022

Rank.	TC	ARTICLE	TC/YEAR
1	610	Yang & Hsu, 2010	43.6
2	378	Nweke et al., 2018	63.0
3	196	Saposnik et al., 2016	24.5
4	164	Van Diest et al., 2013	14.9
5	160	Saredakis et al., 2020	40.0

Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 3. Componente conectado de la red colaboración entre países en producción científica sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, periodo 2010-2022



Fuente: Elaboración propia.

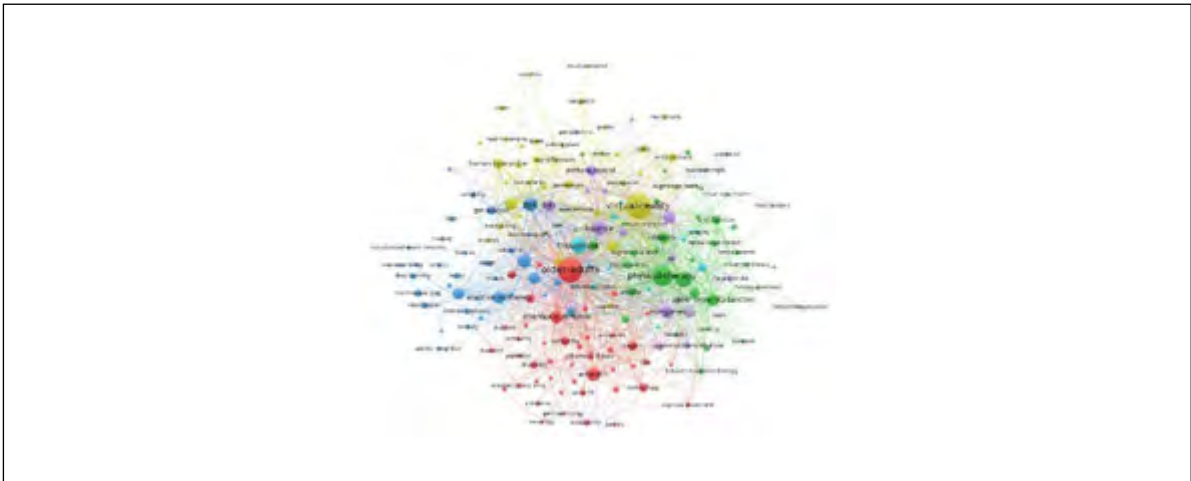
TABLA 7. Los 10 países con mayor Fuerza Total de Enlace y sus principales medidas de centralidad

Rank.	COUNTRY	TLS	ND	CC	BC	EC
1	USA	37.00	25.00	0.70	380.27	1.00
2	ENGLAND	16.00	11.00	0.55	91.23	0.55
3	PEOPLE R. CHINA	16.00	12.00	0.55	106.22	0.54
4	GERMANY	14.00	12.00	0.56	169.53	0.52
5	AUSTRALIA	12.00	12.00	0.55	75.35	0.61
Average		5.23	4.98	0.44	28.35	0.25
Standar Desviation		6.42	4.48	0.08	65.72	0.19
Minimum		1.00	1.00	0.31	0.00	0.03
Maximum		37.00	25.00	0.70	380.27	1.00

Fuente: Elaboración propia.

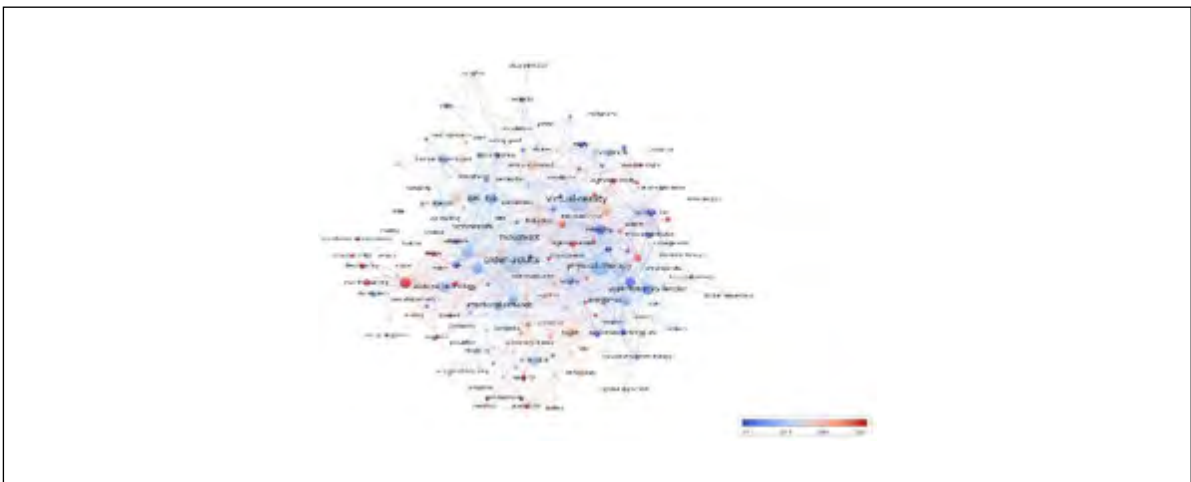
Chen y Chen (2016) sugiere que la existencia de redes de colaboración homogéneas está asociada con factores geográficos y político-económicos, lo que explicaría la fortaleza del vínculo observado entre Israel y Estados Unidos a diferencia de China y Taiwán.

GRÁFICO 4. Mapa de coocurrencia de palabras clave sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento, periodo 2010-2022



Fuente: Elaboración propia.

GRÁFICO 5. Mapa de superposición de coocurrencia de palabras clave sobre TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento



Fuente: Elaboración propia.

Los frentes de investigación más importantes consideran el estudio de la complejidad de las demandas de atención en salud para los adultos mayores, y las implicancias en la autonomía del individuo respecto al uso de dispositivos como los scooters como reemplazo a las sillas de ruedas (Fredriksson et al., 2020), o los exoesqueletos, que a pesar de requerir optimizaciones técnicas y de diseño que mejoren su autonomía y usabilidad, cuentan con opiniones generalmente favorables (tanto de los adultos mayores como de los profesionales de la salud) y se constituyen como la alternativa de mejores perspectivas para esta población

física (Jung y Ludden, 2019). También se ha explorado ampliamente la viabilidad, beneficios y eficacia de los programas de telerrehabilitación en el manejo post-hospitalario de muchas lesiones crónicas, un ejemplo representativo es la enfermedad cerebrovascular o *stroke* (Cramer et al., 2019).

Las temáticas de emergentes (Gráfico 5) corresponden al estudio y aplicaciones de la sinergia entre inteligencia artificial, realidad aumentada y robótica (Hamet y Tremblay, 2017); el aumento de las capacidades humanas; la accesibilidad y usabilidad de la infraestructura y los dispositivos -a través del internet de las cosas-, sobre todo los que estén directamente relacionados a las actividades de vida diaria (Wang et al., 2020); y los productos o servicios que prolonguen o faciliten la autoeficacia e independencia del individuo.

4. Conclusiones

El campo de las TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento ha evidenciado un fuerte crecimiento -consistente con la fase exponencial de la ley de Price- en el periodo 2010-2022 con un importante liderazgo estadounidense en términos de producción e influencia, seguido de Canadá; y con países emergentes como Suiza e Israel. La ley de Lotka no explica el patrón de productividad de los autores más productivos, pero sí identifica que el 94% de autores son ocasionales, es decir, tienen solo una publicación, lo que sugiere que el campo de estudio está en pleno proceso de expansión. La ley de Bradford logra predecir que existen pocas revistas acumulan una parte importante del conocimiento generado.

Existe un amplio margen de mejora en cuanto a la maduración de las redes de colaboración - lo que supondría la superación de variables geográficas o político-económicas aparentemente existentes en la actualidad-, y la consolidación líneas y grupos de investigación, lo que generaría una reducción de la amplia cantidad de autores ocasionales.

Las temáticas que se han desarrollado responden a necesidades de bienestar social, calidad de vida, prevención de caídas y el uso de la realidad virtual y la telerrehabilitación para el manejo de lesiones crónicas. Las temáticas emergentes se alimentan de tecnologías como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, la realidad aumentada y la robótica.

TABLA 8. Frentes de investigación de TA para la discapacidad física asociada al envejecimiento identificados a partir del análisis de palabras clave

CLUSTER	KEYWORD	OCCURRENCES	TLS	LINKS	CLUSTER	KEYWORD	OCCURRENCES	TLS	LINKS
1	older-adults	174	1097	169	4	virtual-reality	190	1201	162
	e-health	51	253	100		walking	45	309	104
	attentional demands	43	210	92		performance	37	217	101
	dementia	24	154	72		human locomotion	31	178	76
	health	24	146	73		environment	19	127	64
2	physical-therapy	118	815	156	5	balance	54	410	123
	stroke	74	566	131		chronic stroke	11	88	50
	upper-extremity function	42	333	93		exercise therapy	44	338	105
	reliability	34	255	96		evergames	45	361	108
	recovery	31	237	89		falls	41	308	95
3	gait	58	410	122	6	movement	69	424	130
	parkinson's disease	55	351	114		therapy	18	141	74
	assistive technology	47	194	91		telerrehabilitation	12	83	61
	artificial intelligence	41	121	68		stimulation	9	54	38
	systems	39	207	103		motivation	8	53	41

Fuente: Elaboración propia.

Referencias bibliográficas

- Agarwal, A., Durairajanayagam, D., Tatagari, S., Esteves, S. C., Harlev, A., Henkel, R., Roychoudhury, S., Homa, S., Puchalt, N. G., Ramasamy, R., Majzoub, A., Dao Ly, K., Tvrda, E., Assidi, M., Kesari, K., Sharma, R., Banihani, S., Ko, E., Abu-Elmagd, M., ... Bashiri, A. (2016). Bibliometrics: Tracking research impact by selecting the appropriate metrics. *Asian Journal of Andrology*, 18(2), 296–309. <https://doi.org/10.4103/1008-682X.171582>
- Aria, M. y Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959–975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Attal, F., Mohammed, S., Dedabrishvili, M., Chamroukhi, F., Oukhellou, L. y Amirat, Y. (2015). Physical human activity recognition using wearable sensors. *Sensors (Switzerland)*, 15(12), 31314–31338). <https://doi.org/10.3390/s151229858>
- Bradford, S. (1934). Sources of information on specific subjects. *Engineering*, 137(3550), 85–86. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Callon, M., Courtial, J.-P., Turner, W. A. y Serge, B. (1983). From translations to problematic networks: An introduction to co-word analysis. *Social Science Information*, 22(2), 191–235. <https://doi.org/10.1177/053901883022002003>
- Chen, R. H.-G. y Chen, C.-M. (2016). Visualizing the world's scientific publications. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(10), 2477–2488. <https://doi.org/10.1002/asi.23591>
- Cramer, S. C., Dodakian, L., Le, V., See, J., Augsburger, R., McKenzie, A., Zhou, R. J., Chiu, N. L., Heckhausen, J., Cassidy, J. M., Scacchi, W., Smith, M. T., Barrett, A. M., Knutson, J., Edwards, D., Putrino, D., Agrawal, K., Ngo, K., Roth, E. J., ... Janis, S. (2019). Efficacy of Home-Based Telerehabilitation vs In-Clinic Therapy for Adults after Stroke: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Neurology*, 76(9), 1079–1087. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2019.1604>
- Franceschet, M. (2009). A cluster analysis of scholar and journal bibliometric indicators. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 60(10), 1950–1964. <https://doi.org/10.1002/ASI.21152>
- Fredriksson, C., Pettersson, I., Hagberg, L. y Hermansson, L. (2020). The value of powered mobility scooters from the perspective of elderly spouses of the users—a qualitative study. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. <https://doi.org/10.1080/17483107.2020.1804632>
- Grant, M. J., Booth, A. y Centre, S. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and. *Health Information and Libraries Journal*, 26, 91–108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Hamet, P. y Tremblay, J. (2017). Artificial intelligence in medicine. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 69, S36–S40. <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2017.01.011>
- Herther, N. K. (2015). Citation analysis and discoverability: a critical challenge for disability studies. *Disability and Society*, 30(1), 130–152. <https://doi.org/10.1080/09687599.2014.993061>
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S. y Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, a continuous graph layout algorithm for handy network visualization designed for the Gephi software. *PLoS ONE*, 9(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Jung, M. M. y Ludden, G. D. S. (2019). What Do Older Adults and Clinicians Think About Traditional Mobility Aids and Exoskeleton Technology? *ACM Transactions on Human-Robot Interaction*, 8(2), 1–17. <https://doi.org/10.1145/3311789>
- Lotka, A. J. (1926). The frequency distribution of scientific productivity. *Journal of the Washington Academy of*

- Sciences*, 16, 317–323. <https://doi.org/10.2307/24529203>
- National Prevention Council. (2016). Healthy Aging in Action. *Healthy Aging in Action: Advancing the National Prevention Strategy*, November. <https://www.cdc.gov/aging/pdf/healthy-aging-in-action508.pdf>
- Newman, M. E. J. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, 45(2), 167–256. <https://doi.org/10.1137/S003614450342480>
- Nweke, H. F., Teh, Y. W., Al-garadi, M. A. y Alo, U. R. (2018). Deep learning algorithms for human activity recognition using mobile and wearable sensor networks: State of the art and research challenges. *Expert Systems with Applications*, 105, 233–261. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.03.056>
- Organisation for Economic Co-Operation and Development (OECD). (n.d.). *OECD Statistics*. <https://stats.oecd.org/>
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud: CIF*.
- Price, D. D. S. (1986). *Little Science, Big Science... and Beyond*. Columbia University Press.
- Rodriguez, A. y Laio, A. (2014). Clustering by fast search and find of density peaks. *Science*, 344(6191), 1492–1496. <https://doi.org/10.1126/science.1242072>
- Rostaing, H. (1993). *Veille Technologique et Bibliométrie: Concepts, Outils, Applications [Internet]*. http://quoniam.info/competitive-intelligence/PDF/PhDs_Guidance/PhD_Herve_Rostaing.pdf
- Saposnik, G., Cohen, L. G., Mamdani, M., Pooyania, S., Ploughman, M., Cheung, D., Shaw, J., Hall, J., Nord, P., Dukelow, S., Laupacis, A. y Bayley, M. (2016). Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *The Lancet Neurology*, 15(10), 1019–1027. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(16\)30121-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(16)30121-1)
- Saredakis, D., Szpak, A., Birckhead, B., Keage, H. A. D., Rizzo, A. y Loetscher, T. (2020). Factors associated with virtual reality sickness in head-mounted displays: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.00096>
- Shen, C. wen, Nguyen, D. T. y Hsu, P. Y. (2019). Bibliometric networks and analytics on gerontology research. *Library Hi Tech*, 37(1), 88–100. <https://doi.org/10.1108/LHT-11-2017-0247>
- Van Diest, M., Lamoth, C. J., Stegenga, J., Verkerke, G. J. y Postema, K. (2013). Exergaming for balance training of elderly: State of the art and future developments. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1743-0003-10-101>
- van Eck, N. J. y Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84(2), 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Wang, X., Ellul, J. y Azzopardi, G. (2020). Elderly Fall Detection Systems: A Literature Survey. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 71. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00071>
- World Bank Open Data | Data*. (s.f.). <https://data.worldbank.org/>
- World Health Organization (2015). World report on ageing and health. *World Health Organization*. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/186463>
- World Health Organization (2016). Priority Assistive Products List. En *The GATE Initiative*. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2017.02.018>
- Yang, C. C. y Hsu, Y. L. (2010). A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors*, 10(8), 7772–7788. <https://doi.org/10.3390/s100807772>