

ESTUDIOS

Incluye



# INTELIGENCIA ARTIFICIAL, ROBÓTICA ASISTENCIAL Y TECNOLOGÍAS EMERGENTES AL SERVICIO, CUIDADO Y ATENCIÓN DE LAS PERSONAS MAYORES, CON O SIN DISCAPACIDAD

GERONTOTECNOLOGÍA, BIOTECNOLOGÍA,  
NEUROTECNOLOGÍA, DATIFICACIÓN Y LONGEVIDAD

INMACULADA SÁNCHEZ RUIZ DE VALDIVIA

© Inmaculada Sánchez Ruiz de Valdivia, 2025

© ARANZADI LA LEY, S.A.U.

ARANZADI LA LEY, S.A.U.

C/ Collado Mediano, 9

28231 Las Rozas (Madrid)

www.aranzadilaley.es

Atención al cliente: <https://areacliente.aranzadilaley.es/publicaciones>

Primera edición: noviembre 2025

Depósito Legal: M-24745-2025

ISBN versión impresa con complemento electrónico: 978-84-1085-477-2

ISBN versión electrónica: 978-84-1085-4778-9

Esta publicación es parte del Proyecto de Investigación sobre «Robótica, Inteligencia Artificial y Personas mayores: oportunidades y desafíos» (I+D+i PID2023-151441OB-I00 financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE).



Diseño, Preimpresión e Impresión: ARANZADI LA LEY, S.A.U.

*Printed in Spain*

© ARANZADI LA LEY, S.A.U. Todos los derechos reservados. A los efectos del art. 32 del Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba la Ley de Propiedad Intelectual, ARANZADI LA LEY, S.A.U., se opone expresamente a cualquier utilización del contenido de esta publicación sin su expresa autorización, lo cual incluye especialmente cualquier reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación, transmisión, envío, reutilización, publicación, tratamiento o cualquier otra utilización total o parcial en cualquier modo, medio o formato de esta publicación.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la Ley. Diríjase a **Cedro** (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

El editor y los autores no asumirán ningún tipo de responsabilidad que pueda derivarse frente a terceros como consecuencia de la utilización total o parcial de cualquier modo y en cualquier medio o formato de esta publicación (reproducción, modificación, registro, copia, explotación, distribución, comunicación pública, transformación, publicación, reutilización, etc.) que no haya sido expresa y previamente autorizada.

El editor y los autores no aceptarán responsabilidades por las posibles consecuencias ocasionadas a las personas naturales o jurídicas que actúen o dejen de actuar como resultado de alguna información contenida en esta publicación.

ARANZADI LA LEY no será responsable de las opiniones vertidas por los autores de los contenidos, así como en foros, chats, u cualesquiera otras herramientas de participación. Igualmente, ARANZADI LA LEY se exime de las posibles vulneraciones de derechos de propiedad intelectual y que sean imputables a dichos autores.

ARANZADI LA LEY queda eximida de cualquier responsabilidad por los daños y perjuicios de toda naturaleza que puedan deberse a la falta de veracidad, exactitud, exhaustividad y/o actualidad de los contenidos transmitidos, difundidos, almacenados, puestos a disposición o recibidos, obtenidos o a los que se haya accedido a través de sus PRODUCTOS. Ni tampoco por los Contenidos prestados u ofertados por terceras personas o entidades.

ARANZADI LA LEY se reserva el derecho de eliminación de aquellos contenidos que resulten inveraces, inexactos y contrarios a la ley, la moral, el orden público y las buenas costumbres.

**Nota de la Editorial:** El texto de las resoluciones judiciales contenido en las publicaciones y productos de ARANZADI LA LEY, S.A.U., es suministrado por el Centro de Documentación Judicial del Consejo General del Poder Judicial (Cendoj), excepto aquellas que puntualmente nos han sido proporcionadas por parte de los gabinetes de comunicación de los órganos judiciales colegiados. El Cendoj es el único organismo legalmente facultado para la recopilación de dichas resoluciones. El tratamiento de los datos de carácter personal contenidos en dichas resoluciones es realizado directamente por el citado organismo, desde julio de 2003, con sus propios criterios en cumplimiento de la normativa vigente sobre el particular, siendo por tanto de su exclusiva responsabilidad cualquier error o incidencia en esta materia.

## Índice general

Página

### PREFACIO

<b>MI EXPERIENCIA EN UNO DE LOS PAÍSES MÁS LONGEVOS Y TECNOLÓGICOS DEL MUNDO: JAPÓN (TOKIO) .....</b>	<b>37</b>
<b>I. Una confesión y una ilusión: ser profesora visitante en la Universidad de Tokio. Japón .....</b>	<b>37</b>
<b>II. Mi agradecimiento: ありがとうございます (Arigatō gozaimasu) ..</b>	<b>40</b>
<b>III. Mi impresión .....</b>	<b>43</b>

### CAPÍTULO I

<b>RIESGOS EMERGENTES INVISIBLES CON EL USO DE TECNOLOGÍAS QUE REDEFINEN LA LONGEVIDAD .....</b>	<b>51</b>
<b>I. Redefiniendo la longevidad: Tecnologías emergentes en favor de dar respuesta a los desafíos que plantea la longevidad ....</b>	<b>52</b>
1. Gerontotecnología, biotecnología, neurotecnología y longevidad .	52
2. Los tres vértices del triángulo tecnológico: La combinación de la IA, IoT y Blockchain junto a las tecnologías emergentes de vanguardia al servicio de la atención y cuidado de las personas mayores .....	55
3. Gerontotecnología, biotecnología, neurotecnología y Longevidad vs Longevidad y Gerontotecnología, biotecnología, neurotecnología y Longevidad. El orden si importa .....	58
<b>II. Gerontotecnología y datificación: una alianza para lograr un envejecimiento activo y saludable que pone en riesgo a la población mayor .....</b>	<b>61</b>

	<u>Página</u>
1. <i>La datificación de la vejez: un riesgo emergente. ¿Envejecimiento o Longevidad?</i> .....	61
2. <i>«No se trata de añadir ‘años a la vida’ sino de ‘dar vida a los años’». ¿En qué puede ayudar la datificación?</i> .....	65
3. <i>El día Internacional de las Personas mayores se celebra, también, la Longevidad: la Cumbre Internacional de la Longevidad y la Marcha Mundial por la longevidad</i> .....	67
4. <i>El día Internacional de los cuidados y el apoyo (desde el 29 octubre)</i> .....	68
5. <i>El ser humano ha logrado desafiar al tiempo y prolongar su vida: una realidad que hay que saber gestionar en la era tecnológica y datificada</i> .....	71
6. <i>Se está produciendo el «envejecimiento del envejecimiento»</i> ....	73
7. <i>Preocuparse y ocuparse del cuidado y atención de las personas mayores, es preocuparse, también, por uno mismo</i> .....	75
<b>III. La soledad no deseada de las personas mayores, también, en el entorno digital</b> .....	76
1. <i>Planteamiento</i> .....	76
2. <i>La tecnología: una aliada imprescindible para afrontar, también, la soledad no deseada que sufren las personas mayores en la era de la inteligencia artificial</i> .....	81
3. <i>Las personas mayores han de ser protagonistas y no simples espectadores en las sociedades longevas. Son una inversión y no un simple gasto para la sociedad</i> .....	83
4. <i>La soledad no deseada tiene, también, rostro de persona mayor, con o sin discapacidad</i> .....	86
5. <i>La soledad no deseada silenciada, especialmente, cuando afecta a personas mayores</i> .....	88
6. <i>Diferencias entre soledad y aislamiento social</i> .....	90
7. <i>Medidas adoptadas para evitar la soledad no deseada de las personas mayores</i> .....	91
7.1. <i>En España</i> .....	91

	<u>Página</u>
7.1.1. Introducción .....	91
7.1.2. El Barómetro de la Soledad y el Observatorio Soledad no deseada .....	94
<b>IV. Redefiniendo la longevidad: la longevidad (bien diseñada) puede convertirse en una gran oportunidad para que la huma- nidad lo sea aún más con las personas mayores .....</b>	<b>96</b>
1. <i>El Ranking de la Longevidad (superenvejecimiento) en el mundo</i>	96
2. <i>Las cinco ciudades que son «Zona Azul de Longevidad»: Por un envejecimiento activo con tecnología .....</i>	97
3. <i>El rol de tecnologías emergentes que no solo mejoran la calidad de vida sino que la extienden y ayudan a cuidar de forma más perso- nalizada .....</i>	98
4. <i>Por una longevidad activa y saludable que redefina nuestra econo- mía, la salud, la tecnología y el bienestar de las personas mayores .</i>	101
4.1. Introducción .....	101
4.2. La industria tecnológica en favor de atender y gestio- nar las necesidades de las personas mayores. Las Age- Tech: una revolución imparable .....	104
4.3. Por un cambio de paradigma: las personas mayores han de estar en el centro neurálgico de los tecnológico y digital .....	106
5. <i>Tecnologías de vanguardia al servicio de la atención y cuidado de las personas mayores .....</i>	108
6. <i>Desafíos a que se enfrentan las sociedades longevas para que la humanidad para que lo sea aún mas .....</i>	111

## CAPÍTULO II

<b>GERONTOTECNOLOGÍA, DATIFICACIÓN Y LONGEVIDAD: OPORTUNIDADES QUE OFRECE LA IA PARA MITIGAR LA SOLEDAD NO DESEADA DE LAS PERSONAS MAYORES Y RIESGOS EMERGENTES .....</b>	<b>115</b>
<b>I. Un concepto emergente en la sociedad digital que afecta a las personas mayores: la datificación .....</b>	<b>117</b>

	<u>Página</u>
1. <i>En qué consiste la datificación</i> . . . . .	117
2. <i>La combinación de la datificación y la gerontotecnología</i> . . . . .	118
3. <i>De la economía de la atención a la economía de la longevidad: no sólo redibuja el futuro de las personas mayores sino que hay que promover un enriquecimiento intergeneracional</i> . . . . .	120
4. <i>La combinación de la datificación, la gerontotecnología y la IA (re) definen cómo las sociedades se enfrentan al envejecimiento poblacional</i> . . . . .	122
5. <i>Riesgos emergentes y desafíos que conlleva la datificación para las personas mayores</i> . . . . .	124
<b>II. EL POTENCIAL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO ALIADA PARA ATENDER Y CUIDAR A LAS PERSONAS MAYORES</b> . . . . .	127
1. <i>La combinación de la gerontotecnología y la IA: aliadas imprescindibles para empoderar a las personas mayores</i> . . . . .	127
2. <i>Una noticia impactante a mi vuelta de Japón: la IA siembra dudas en Japón y en el mundo entero: la IA altera su propio código fuente para evadir las restricciones impuestas por sus creadores</i> . . . . .	130
3. <i>Algunas precisiones terminológicas sobre la IA y los términos relacionados con Machine Learning, Redes Neuronales y Deep Learning</i> . . . . .	133
<b>III. HOGARES INTELIGENTES: UNA APUESTA EN FAVOR DE ENVEJECER EN CASA GRACIAS A LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS</b> . . . . .	137
1. <i>Planteamiento</i> . . . . .	137
2. <i>Una acertada estrategia estatal «Hacia un nuevo modelo de cuidados en la comunidad: por un proceso de desinstitutionalización» (2024-2030)</i> . . . . .	139
3. <i>El Hogar Digital domotizado para las personas mayores</i> . . . . .	142
3.1. <i>Introducción</i> . . . . .	142
3.2. <i>El Hogar Digital domotizado para quienes tengan dependencia o discapacidad (leve)</i> . . . . .	143
3.3. <i>Algunos proyectos punteros</i> . . . . .	145

	<u>Página</u>
3.3.1. El proyecto vivir mejor en casa, en la Comunidad Autónoma de Madrid, Cataluña y Navarra . . . .	146
3.3.2. El proyecto hogar digital en vivienda rehabilitada . . . . .	147
3.3.3. El proyecto vivir mejor en casa, en la Comunidad Autónoma de Andalucía (Málaga) . . . . .	148
3.3.4. Sensores de monitoreo con IA en hogares de personas dependientes en Andalucía . . . . .	150
3.4. La seguridad en el hogar, a través de la Inteligencia Artificial . . . . .	151
<b>IV. Monitoreo de la salud de las personas mayores a través de la IA. Algunas residencias punteras en tecnología . . . . .</b>	<b>152</b>
1. <i>Introducción</i> . . . . .	152
2. <i>Dispositivos portátiles inteligentes</i> . . . . .	154
3. <i>Sensores inteligentes no portátiles y cámaras inteligentes que monitorean a las personas mayores por control remoto</i> . . . . .	157
3.1. <i>Introducción</i> . . . . .	157
4. <i>Tecnologías punteras en el centro residencial ZenKouKai y robótica asistencial</i> . . . . .	161
4.1. <i>Mi visita y experiencia en el residencial</i> . . . . .	161
4.2. <i>El centro SOMPO CARE en Japón: una interesante apuesta por la relación intergeneracional entre niñas, niños y personas mayores</i> . . . . .	163
5. <i>Europa. El proyecto EuroAGEPlus</i> . . . . .	164
6. <i>Residencias punteras en tecnología e IA en España</i> . . . . .	166
7. <i>Andalucía. La residencia inteligente en el Centro Residencial de Armilla. Granada, con la subvención de la Junta de Andalucía</i> . .	169
8. <i>Sensores de monitoreo y tecnificación en residencias inteligente en Granada. El centro Residencial de Armilla</i> . . . . .	170
9. <i>Videovigilancia y control de accesos por medio de IA</i> . . . . .	172
9.1. <i>Videovigilancia en residencias y hogares inteligentes</i> . . . . .	172

	<u>Página</u>
9.2. Desafíos que comportan .....	173
10. <i>A modo de recapitulación y crítica: la «datificación a coste cero»</i> .....	175
<b>V. Otras herramientas tecnológicas al servicio del cuidado y atención de las personas mayores</b> .....	<b>177</b>
1. <i>Asistentes Virtuales y personas mayores</i> .....	177
2. <i>El metaverso: la realidad virtual y las personas mayores</i> .....	178
2.1. La combinación del metaverso con la Inteligencia Artificial .....	178
2.2. El potencial de esta tecnología para las personas mayores .....	180
2.3. Desafíos que plantea .....	181
3. <i>Telemedicina y personas mayores</i> .....	182
4. <i>Gestión de medicamentos y personas mayores. El pastillero electrónico</i> .....	183
5. <i>Plataformas de cuidado y atención a las personas mayores y quienes las cuidan</i> .....	184
<b>VI. Inteligencia artificial generativa: una aliada para combatir la soledad no deseada de las personas mayores y de las personas con discapacidad</b> .....	<b>186</b>
1. <i>Planteamiento</i> .....	186
2. <i>Aproximación a los riesgos de dependencia tecnológica y (emocional o psicológica) en personas mayores</i> .....	189
2.1. Introducción .....	189
2.2. La utilización de la IA y de la IA generativa puede utilizarse como complemento, pero nunca como sustituto de la interrelación con otros seres humanos .....	190
2.3. ¿Cómo mitigar estos riesgos? .....	191
2.4. La necesaria de transparencia y evaluación de impacto de los sistemas de Alto Riesgo y el registro de los mismos ¿suficientes garantías? .....	192
2.5. <i>A modo de recapitulación: algunos desafíos que conlleva</i> .....	195



# CAPÍTULO III

<b>ROBÓTICA ASISTENCIAL: UNA ALIADA PARA GESTIONAR EL CUIDADO Y ATENCIÓN (TAMBIÉN, LA SOLEDAD NO DESEADA) DE LAS PERSONAS MAYORES, CON O SIN DISCAPACIDAD</b> .....	199
---	-----

<b>I. Gerontotecnología y robots asistenciales al servicios de las personas mayores, con o sin discapacidad</b> .....	200
---	-----

1. <i>Los robots asistenciales revolucionan el ámbito asistencial y han llegado para quedarse: Japón, Corea del Sur, China y Alemania son países pioneros que apuestan por la Geriatrónica</i> .....	200
2. <i>Los robots asistenciales pueden echar una mano robótica a las personas cuidadoras (profesionales o no)</i> .....	206
3. <i>Los robots revolucionan el ámbito asistencial y médico-sanitario</i>	208
4. <i>Los robots asistenciales revolucionan el cuidado y atención geriátrico pero suscitan importantes interrogantes</i> .....	210
5. <i>De la robótica a la robótica inteligente</i> .....	212
6. <i>Geriatrónica y roboterapia para personas mayores y personas con discapacidad: una tecnología que tiene efectos terapéuticos</i> .....	216
7. <i>Los robots asistenciales en la cumbre Global de IA al Servicio del Bien Común (ONU): ¿Agentes IA para el bien?</i> .....	219

<b>II. Japón, un país pionero en robótica conversacional. Aprendiendo del país nipón</b> .....	221
--	-----

1. <i>La apuesta Robótica en el país nipón en el ámbito geriátrico y en otros sectores</i> .....	221
2. <i>Algunos de los robots más importantes en el país nipón</i> .....	224
2.1. Robot «Pepper» .....	225
2.2. Robot «Parlo» .....	226
2.3. Robot «Paro» .....	228
2.4. Robot «Dahi-Chain» .....	230
2.5. «CuidadoTEX'24». Exposición robótica cerca de la Isla de Odaiwa .....	232

<b>III. España, también, apuesta por la roboterapia para personas mayores con Alzheimer</b> .....	233
1. <i>El centro de referencia estatal Alzheimer apuesta, también, por la robótica asistencial</i> .....	233
2. <i>Tipos de robots asistenciales utilizados y algunos proyectos punteros</i> .....	234
2.1. Introducción .....	234
2.2. «Robot Necoro» .....	235
2.3. «Robot Sócrates» .....	236
2.4. «Robot Clotilde» .....	237
2.5. «Robot Ramcip» .....	237
2.6. «Robot I-dress» .....	238
2.7. «Robot SoftEnable» .....	238
3. <i>Algunas CCAA se suman a la apuesta por la robótica asistencial para personas mayores</i> .....	238
3.1. Servicios Sociales y tecnologías se dan la mano .....	238
3.2. Andalucía .....	239
3.2.1. Robot «Nhoa». Andalucía .....	239
3.2.2. Robot «Juande». Granada .....	240
3.2.3. Otros asistentes robóticos para niñas y niños con discapacidad: «Robots Rubi y Atent@» ...	241
3.3. Cataluña .....	243
3.3.1. «Robot Ari» .....	244
3.3.2. «Robot Misty» .....	245
3.4. País Vasco: «Robot Oldbot» .....	245
3.5. Madrid .....	246
3.5.1. Robot «Nhoa» .....	246
3.5.2. Perrete-Robot .....	247
3.6. País Vasco .....	248
3.7. Castilla y León. La feria Fitecu .....	248

<b>IV. Desafíos éticos, morales y legales de la robótica asistencial inteligente en la atención y cuidado de las personas mayores, con o sin discapacidad</b> .....	249
1. <i>Planteamiento</i> .....	249
2. <i>No existe normativa Internacional ni Europea sobre robótica asistencial en la atención y cuidado de las personas mayores</i> .....	253
2.1. <i>Algunos impulsos en favor de un Envejecimiento saludable</i> .....	253
3. <i>La asamblea de la OMS: por un envejecimiento saludable</i> .....	255
4. <i>La longevidad en Europa: estrategias europeas</i> .....	257
5. <i>La brecha robótica a nivel Internacional: la quiebra del principio de igualdad de oportunidades en el acceso a la tecnología asistencial</i> ..	258
5.1. <i>Corea del Sur</i> .....	259
5.2. <i>Japón</i> .....	260
5.3. <i>EE. UU.</i> .....	262
5.4. <i>España</i> .....	263
6. <i>¿Hacia una nueva regulación legal de los robots?</i> .....	264
6.1. <i>Introducción</i> .....	264
6.2. <i>Propuesta de política pública para España: «Robótica asistencial ética y Envejecimiento Digno»</i> .....	267
6.3. <i>El principio de indemnidad por los daños que pueden causar los robos asistenciales y el principio de exclusión y libertad humana</i> .....	271

## CAPÍTULO IV

<b>PERSONAS MAYORES CON ALZHEIMER E INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y NUEVAS TECNOLOGÍAS</b> .....	277
<b>I. Planteamiento</b> .....	279
<b>II. Cifras escalofrantes de personas mayores con Alzheimer y nulas respuestas por la ley de dependencia</b> .....	281
1. <i>Algunas cifras</i> .....	281

2.	<i>El desastre estrepitoso de la Ley de Dependencia para atender a las personas con Alzheimer</i> .....	283
3.	<i>Algunos cambios sugerentes en el Anteproyecto del Gobierno que reforma la Ley de Dependencia de 2025</i> .....	285
<b>III.</b>	<b>La pésima visión del Alzheimer a través de las novela y la literatura. Mi visión</b> .....	287
<b>IV.</b>	<b>El Día Mundial del Alzheimer</b> .....	291
1.	<i>El 21 de septiembre: el Día Mundial del Alzheimer</i> .....	291
<b>V.</b>	<b>El acertado lema de CEAFA: «Integrando la Innovación» en favor de las personas mayores con Alzheimer</b> .....	292
1.	<i>Mi visita al laboratorio de la profesora Nihei. Mi experiencia en el país nipón (continuación). Aprendiendo de quienes son pioneros en el mundo entero</i> .....	293
2.	<i>La Inteligencia Artificial facilita el diagnóstico y detección precoz de la enfermedad de Alzheimer</i> .....	297
3.	<i>La IA una a alidada para el ser humano en la lucha contra el Alzheimer</i> .....	299
3.1.	<i>Detección de biomarcadores contra la enfermedad del Alzheimer</i> .....	302
3.1.1.	<i>Biomarcadores sanguíneos</i> .....	305
3.1.2.	<i>Biomarcadores de contraste con la combinación de otras enfermedades</i> .....	306
3.1.3.	<i>Biomarcadores de imágenes cerebrales de resonancia magnética (RM) y de tomografía por emisión de positrones (PET) interpretadas sincrónicamente por SIA extraídos de historiales médicos y del estudio de personas ya fallecidas</i> .....	308
3.1.4.	<i>Biomarcadores vocales</i> .....	313
4.	<i>Inteligencia Artificial en el tratamiento de la enfermedad y en la predicción de alteraciones conductuales y psicológicas (BPSD)</i> ..	316
4.1.	<i>Japón lanza el primer fármaco para tratar la enfermedad de Alzheimer que cuenta con el visto bueno de China, Pekín y EEUU</i> .....	316

	<i><u>Página</u></i>
4.2. Asistente en IA predice las alteraciones conductuales y psicológica (BPSD) propias del Alzheimer .....	318
4.3. Asistentes virtuales basados en IA para Alzheimer ..	322
4.4. Monitoreo remoto de pacientes con Alzheimer .....	322
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>NEUROTECNOLOGÍA, BIOTECNOLOGÍA Y LONGEVIDAD ..</b>	<b>325</b>
<b>I. Planteamiento .....</b>	<b>326</b>
<b>II. Neurotecnología y personas mayores .....</b>	<b>328</b>
1. <i>Neurotecnología: una tecnología que apuesta por un envejecimiento activo y saludable .....</i>	<i>328</i>
2. <i>Neurotecnología y envejecimiento saludable .....</i>	<i>329</i>
3. <i>Neurotecnología y estimulación cerebral .....</i>	<i>330</i>
3.1. Los neurodatos .....	330
3.2. Implantes cerebrales, controlados por IA, para estimular el cerebro de las personas mayores .....	332
3.3. Interfaces cerebro-computadora (BCI): leer la actividad cerebral .....	334
4. <i>Exoesqueletos robóticos controlados por IA, que ayudan a caminar a personas con lesión en la Espina Medular (LEM): fuerza desde fuera del cuerpo .....</i>	<i>338</i>
5. <i>Implantes cerebrales (chips) neurológicos en personas tetrapléjicas: control desde dentro con conexión en el cerebro .....</i>	<i>342</i>
6. <i>Empresas que apuestan por el uso de la neurotecnología en favor de las personas mayores .....</i>	<i>345</i>
7. <i>Neurotecnología y Neuromarketing: nuevas formas de captar clientes en el ámbito del consumo. Especial vulnerabilidad de las personas mayores .....</i>	<i>347</i>
8. <i>Desafíos: los neuroderechos: una forma de proteger los neurodatos frente al abuso de la tecnología .....</i>	<i>351</i>
8.1. Algunas denuncias .....	353
8.2. Una regulación insuficiente .....	354

	<u>Página</u>
8.3. ¿Qué persiguen proteger los neuroderechos? . . . . .	355
8.4. ¿Qué países están legislando? . . . . .	356
8.5. ¿Qué debería hacer España? . . . . .	359
<b>III. Biotecnología y personas mayores, con o sin discapacidad . . .</b>	<b>361</b>
1. <i>Implantes y dispositivos tecnológicos . . . . .</i>	361
1.1. Implantes y dispositivos tecnológicos en Personas mayores . . . . .	361
1.2. Implantes y dispositivos tecnológicos en personas, mayores o no, para ampliar sus capacidades . . . . .	362
1.3. Desafíos éticos y legales de la ciborgización de las personas: ¿Cíborg o humanos? . . . . .	363
1.4. Riegos éticos y legales de Privacidad de datos, cibertaque o manipulación de datos sin el consentimiento del usuario . . . . .	365
2. <i>Órganos y tejidos artificiales en personas mayores, con o sin discapacidad: la bioimpresión en 3D y 4D . . . . .</i>	367
2.1. Planteamiento . . . . .	367
2.2. Aproximación a los riesgos de propiedad industrial e intelectual en implantes y órganos artificiales . . . . .	371
<b>IV. ¿Hacia la inmortalidad? Bondades y desafíos de combinar la gerontotecnología, biotecnología y neurotecnología en favor de la atención y cuidado de las personas mayores . . . . .</b>	<b>373</b>

## CAPÍTULO VI

<b>PERSONAS CON DISCAPACIDAD, MAYORES O NO Y TECNOLOGÍAS INCLUSIVAS, INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y ROBÓTICA . . . . .</b>	<b>377</b>
<b>I. El potencial de las tecnologías inclusivas, la inteligencia artificial y robótica en favor de las personas con discapacidad, mayores o no . . . . .</b>	<b>378</b>
1. <i>Introducción . . . . .</i>	378

	<i><u>Página</u></i>
2. <i>Detrás del caso de Stephen Hawking y el caso Yunik Shin (Universidad de Tokio) hay muchos mas</i> .....	381
2.1. El caso Stephen Hawking .....	381
2.2. El caso de Yunik Shin (Universidad de Tokio) .....	383
<b>II. Oportunidades que ofrece la inteligencia artificial y las nuevas tecnologías para las personas con discapacidad física y motora</b> .....	384
1. <i>Planteamiento</i> .....	384
2. <i>Ultrasonido Focal de alta Intensidad (HIFU) para atemperar la enfermedad de Parkinson y el temblor esencial</i> .....	386
3. <i>Dispositivo diadema para mover la silla de ruedas con la mente</i> .	387
4. <i>Sillas de ruedas que integran tecnología de navegación basada en Inteligencia Artificial</i> .....	388
5. <i>Mapcesible: mapa que favorece la movilidad</i> .....	388
<b>III. Personas con discapacidad visual, auditiva y sensorial y tecnología e inteligencia artificial</b> .....	389
1. <i>Personas con Discapacidad Visual e IA</i> .....	389
1.1. Tecnología para facilitar el movimiento de las personas con discapacidad visual .....	389
1.1.1. Robot asistencial con IA que facilitar la movilidad de personas con discapacidad visual (AccesosRobots) .....	389
1.1.2. Perros guía robóticos-inteligentes (TEFI, Mini Cheetah, LYSA) .....	392
1.1.3. Asistente inteligente Lazzus: app para personas con discapacidad visual .....	393
1.1.4. Dring: bastón inteligente para personas invidentes .....	393
1.2. Tecnología para leer en Braille .....	394
1.2.1. Mano robótica inteligente (Tatum T1) diseñada para hablar en lengua de signos .....	394
1.2.2. Finger Reader: un anillo para leer en Braille ..	395
1.2.3. Dot Watch: reloj Braille .....	395

1.3.	Tecnologías para mejorar la ceguera hereditaria. CRISPR .....	396
1.4.	Tecnología para hacer más accesible los móviles u ordenadores .....	396
2.	<i>Personas con discapacidad auditiva e Inteligencia Artificial</i> ....	402
2.1.	Dispositivo basado en IA que conectan el cerebro BIC-ordenador para permitir «hablar» a un paciente con ELA .....	402
2.2.	Asistente Voiceitt con Inteligencia Artificial que permite una «nueva voz» para pacientes con deficiencias en el habla .....	403
2.3.	Implantes en el cerebro, a través de neuro prótesis, que permiten hablar, oír, conocer y ver a personas con parálisis cerebral .....	404
2.4.	Cámaras hiperbáricas, como tratamiento de la sordera súbita .....	404
2.5.	Avva: subtítulos en tiempo real .....	405
2.6.	Moviestar Plus+: triple servicio de accesibilidad ....	406
2.7.	Pedius: llamadas entre texto y voz .....	406
3.	<i>La Robótica al servicio de la reinserción de las personas con discapacidad</i> .....	406
3.1.	Introducción .....	406
3.2.	La experiencia del País nipón .....	407
3.3.	La inclusión laboral de las personas con discapacidad, a través de la robótica en España .....	410

## CAPÍTULO VII

<b>EL EDADISMO DIGITAL Y LA DATIFICACIÓN: SESGOS DISCRIMINATORIOS CONTRA LAS PERSONAS MAYORES Y EN CONTRA LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD</b> .....	413
---	-----

<b>I. Edadismo digital y datificación: riesgos emergentes y preocupantes de exclusión y discriminación social</b> .....	414
---	-----



	<u>Página</u>
1. <i>Una forma de pensar, sentir y actuar discriminatoria en contra de las personas mayores y de las personas con discapacidad</i> . . . . .	414
2. <i>El término «edadismo» (Age-Ism)</i> . . . . .	418
3. <i>La discriminación por razón de la edad en el TC y en Directivas y leyes traspuestas</i> . . . . .	420
4. <i>El edadismo: la diferencia con otros «-ismos» (sexismo, machismo, etc.)</i> . . . . .	421
5. <i>El edadismo: un sesgo contra nuestro propio futuro</i> . . . . .	422
<b>II. Tipos de edadismo: del edadismo analógico al edadismo de digital</b> . . . . .	<b>423</b>
1. <i>Introducción</i> . . . . .	423
2. <i>La pandemia exacerbó el edadismo: el edadismo epidémico</i> . . . . .	424
3. <i>El edadismo autoinfligido (el autoedadismo)</i> . . . . .	425
4. <i>El edadismo institucional</i> . . . . .	426
5. <i>El edadismo interpersonal</i> . . . . .	427
6. <i>El edadismo digital. El impacto de los sesgos en la reputación corporativa de las empresas. Algunas denuncias en contra del edadismo digital</i> . . . . .	428
7. <i>El edadismo Generativo: la IA refuerza estereotipos negativos en contra de la edad a través de buscadores basados en IA Gen (Chat-GPT, Gemini, Copilot y Perplexity)</i> . . . . .	434
8. <i>La doble discriminación de la IA</i> . . . . .	438
9. <i>El edadismo está en el ser humano, no en la Inteligencia Artificial: no sigamos echando balones fuera</i> . . . . .	438
10. <i>A modo de recapitulación. La discriminación, exclusión e invisibilidad de las Personas mayores a través de los sesgos que incorpora la Inteligencia Artificial</i> . . . . .	440
<b>III. Sesgos algorítmicos discriminatorios en contra de la edad</b> . . .	<b>445</b>
1. <i>Sesgos en la atención médico-sanitaria asistida por IA (ámbito sanitario). La datificación en la sanidad de las personas mayores</i> . .	445
2. <i>Sesgos en la contratación laboral automatizada (ámbito laboral) y datificación</i> . . . . .	448
3. <i>Sesgos en la contratación crediticia (scoring bancario)</i> . . . . .	450

4.	<i>Sesgos en financiación de determinadas compras (el caso de Apple Card y Redfin) .....</i>	452
5.	<i>Sesgos en la contratación de pólizas de cobertura de aseguramiento .....</i>	454
6.	<i>Sesgos en la publicidad (la publicidad dirigida) .....</i>	455
<b>IV.</b>	<b>Sesgos algorítmicos discriminatorios en contra de las personas con discapacidad, sea cual sea su edad .....</b>	<b>456</b>
1.	<i>Introducción .....</i>	456
1.1.	<i>Informes y denuncias sobre el particular .....</i>	459
1.2.	<i>La vulneración de los derechos de las personas con discapacidad a través de los sesgos algorítmicos ....</i>	461
2.	<i>Sesgos algorítmicos discriminatorios en sistemas de reconocimiento de la voz .....</i>	463
3.	<i>Sesgos algorítmicos discriminatorios en sistemas de reconocimiento facial .....</i>	464
4.	<i>Sesgos algorítmicos discriminatorios en la contratación laboral ..</i>	465
5.	<i>Sesgos algorítmicos discriminatorios en los asistentes virtuales ..</i>	466
6.	<i>Sesgos algorítmicos discriminatorios en plataformas de redes sociales o aprendizaje en línea .....</i>	467
<b>V.</b>	<b>Estrategias para evitar la discriminación algorítmica de las personas mayores tengan o no discapacidad .....</b>	<b>469</b>
1.	<i>Causas y Origen de los sesgos algorítmicos discriminatorios y cómo prevenirlos y evitarlos .....</i>	469
1.1.	<i>Sesgos en los datos de entrenamiento y falta de diversidad de los equipos que los desarrollan. ....</i>	472
1.1.1.	<i>La calidad de los datos .....</i>	472
1.1.2.	<i>La calidad de los datos medida desde el punto de vista técnico .....</i>	474
1.1.3.	<i>La calidad de los datos, medidas desde el punto de vista jurídico .....</i>	475
1.1.4.	<i>A modo de recapitulación .....</i>	478
1.2.	<i>Sesgos en el diseño de los algoritmos .....</i>	480

	<u>Página</u>
1.3. Sesgos de confusión y variables proxy . . . . .	483
1.4. Sesgos en el Autoaprendizaje Automático profundo que realizan algunos sistemas de Inteligencia Artificial . . . . .	486
1.5. Sesgos de implementación . . . . .	488
2. <i>¿Cómo mitigar, reducir o evitar los sesgos discriminatorios?</i> . . . .	489
2.1. Planteamiento . . . . .	489
2.2. Auditorías éticas y técnicas de los algoritmos: su ne- cesaria transparencia, explicabilidad y el derecho de acceso en la decisión automatizada . . . . .	490
2.3. La necesidad de que las decisiones automatizadas de- ben ser supervisadas por los seres humanos . . . . .	491
2.4. La necesidad de que las personas mayores, con o sin discapacidad, participen en la elaboración de los algo- ritmos. Recomendaciones de la OMS sobre la ética y gobernanza de los sistemas basados en IA . . . . .	493
2.5. Los algoritmos de fairness-aware learning . . . . .	497
 CAPÍTULO VIII	
<b>CONCLUSIONES</b> . . . . .	501
 BIBLIOGRAFÍA . . . . .	517

## Capítulo III

# Robótica asistencial: una aliada para gestionar el cuidado y atención (también, la soledad no deseada) de las personas mayores, con o sin discapacidad

«No se puede tomar más una decisión sensata sin tomar en cuenta no solo el mundo como es, sino el mundo como será...»

Isaac Asimov

SUMARIO: I. GERONTOTECNOLOGÍA Y ROBOTS ASISTENCIALES AL SERVICIO DE LAS PERSONAS MAYORES, CON O SIN DISCAPACIDAD. 1. *Los robots asistenciales revolucionan el ámbito asistencial y han llegado para quedarse: Japón, Corea del Sur, China y Alemania son países pioneros que apuestan por la Geriatrónica.* 2. *Los robots asistenciales pueden echar una mano robótica a las personas cuidadoras (profesionales o no).* 3. *Los robots revolucionan el ámbito asistencial y médico-sanitario.* 4. *Los robots asistenciales revolucionan el cuidado y atención geriátrico pero suscitan importantes interrogantes.* 5. *De la robótica a la robótica inteligente.* 6. *Geriatrónica y roboterapia para personas mayores y personas con discapacidad: una tecnología que tiene efectos terapéuticos.* 7. *Los robots asistenciales en la cumbre Global de IA al Servicio del Bien Común (ONU): ¿Agentes IA para el bien?* II. JAPÓN, UN PAÍS PIONERO EN ROBÓTICA CONVERSACIONAL. APRENDIENDO DEL PAÍS NIPÓN. 1. *La apuesta Robótica en el país nipón en el ámbito geriátrico y en otros sectores.* 2. *Algunos de los robots más importantes en el país nipón.* 2.1. Robot «Pepper». 2.2. Robot «Parlo». 2.3. Robot «Paro». 2.4. Robot «Dahi-Chain». 2.5. «CuidadoTEX'24». *Exposición robótica cerca de la Isla de Odaiwa.* III. ESPAÑA, TAMBIÉN, APUES-

TA POR LA ROBOTERAPIA PARA PERSONAS MAYORES CON ALZHEIMER. 1. *El centro de referencia estatal Alzheimer apuesta, también, por la robótica asistencial.* 2. *Tipos de robots asistenciales utilizados y algunos proyectos punteros.* 2.1. Introducción. 2.2. «Robot Necoro». 2.3. «Robot Sócrates». 2.4. «Robot Clotilde». 2.5. «Robot Ramcip». 2.6. «Robot I-dress». 2.7. «Robot SoftEnable». 3. *Algunas CCAA se suman a la apuesta por la robótica asistencial para personas mayores.* 3.1. Servicios Sociales y tecnologías se dan la mano. 3.2. Andalucía. 3.2.1. Robot «Nhoa». Andalucía. 3.2.2. Robot «Juande». Granada. 3.2.3. Otros asistentes robóticos para niñas y niños con discapacidad: «Robots Rubi y Atent@». 3.3. Cataluña. 3.3.1. «Robot Ari». 3.3.2. «Robot Misty». 3.4. País Vasco: «Robot Oldbot». 3.5. Madrid. 3.5.1. Robot «Nhoa». 3.5.2. Perrete-Robot. 3.6. País Vasco. 3.7. Castilla y León. La feria Fitecu. IV. DESAFÍOS ÉTICOS, MORALES Y LEGALES DE LA ROBÓTICA ASISTENCIAL INTELLIGENTE EN LA ATENCIÓN Y CUIDADO DE LAS PERSONAS MAYORES, CON O SIN DISCAPACIDAD. 1. *Planteamiento.* 2. *No existe normativa Internacional ni Europea sobre robótica asistencial en la atención y cuidado de las personas mayores.* 2.1. Algunos impulsos en favor de un Envejecimiento saludable. 3. *La asamblea de la OMS: por un envejecimiento saludable.* 4. *La longevidad en Europa: estrategias europeas.* 5. *La brecha robótica a nivel Internacional: la quiebra del principio de igualdad de oportunidades en el acceso a la tecnología asistencial.* 5.1. Corea del Sur. 5.2. Japón. 5.3. EE. UU. 5.4. España. 6. *¿Hacia una nueva regulación legal de los robots?* 6.1. Introducción. 6.2. Propuesta de política pública para España: «Robótica asistencial ética y Envejecimiento Digno». 6.3. El principio de indemnidad por los daños que pueden causar los robos asistenciales y el principio de exclusión y libertad humana.

## I. GERONTOTECNOLOGÍA Y ROBOTS ASISTENCIALES AL SERVICIOS DE LAS PERSONAS MAYORES, CON O SIN DISCAPACIDAD

### 1. LOS ROBOTS ASISTENCIALES REVOLUCIONAN EL ÁMBITO ASISTENCIAL Y HAN LLEGADO PARA QUEDARSE: JAPÓN, COREA DEL SUR, CHINA Y ALEMANIA SON PAÍSES PIONEROS QUE APUESTAN POR LA GERIATRÓNICA

Ante el fenómeno mundial que comporta la longevidad, países como Japón (el país que visité el pasado mes de julio de 2024), Corea del Sur (el

país de los robots), China, EE.UU., entre otros, son pioneros en robótica y en incorporar las nuevas tecnologías, también, en el ámbito asistencial. De hecho, llevan décadas incorporando la robótica en la industria (fábricas), en el sector servicios (hostelería, restauración, supermercados), en el sector sanitario (en ámbito quirúrgico), en el comercio minorista, logístico, supermercados (robots dependientes o robots policía), escuelas y residencias de mayores (robots asistenciales); lo que los hace pioneros en el mundo entero.

La robótica asistencial está transformando el ámbito geriátrico de forma profunda, ofreciendo soluciones innovadoras para mejorar la calidad de vida de las personas mayores y aliviar la carga de los cuidadores. Estos robots no solo realizan tareas físicas, sino que también brindan compañía, estimulación cognitiva y asistencia médica remota. Los robots asistenciales, son ya una realidad, dentro y fuera de nuestras fronteras (aparte de los citados, caben citar otros, en desarrollo o comercialización, Ari, Airbo, Buddy (colega, en inglés)<sup>1</sup>, Dani-chan, Dinsow<sup>2</sup>, ElliQ<sup>3</sup>, Giraff<sup>4</sup>, MiRo<sup>5</sup>, NHoA<sup>6</sup>, Oldbot<sup>7</sup>, Paro, Parlo, Pepper, Sota, Spot Mini<sup>8</sup>, NeCoRo; «Temi» (un robot social que se integra con Alexa y ChatGPT, usado en Castilla

- 
1. <https://msolucionamoncloa.com/buddy-se-prepara-para-el-cuidado-de-ancianos/> (fecha de consulta: 8 de agosto de 2024). Está ya casi preparado para salir al mercado con un precio inicial de 499 dólares en su versión más económica. El equipo que está metido en este proyecto se llama ACCOMPANY (Acceptable Robotics Companions for Ageing Years). En sus estudios realizados hasta la fecha demuestran que un robot, con la suficiente capacidad de interacción social, puede ayudar no solo a mantener un estilo de vida independiente a una persona anciana sino incluso también a mitigar la soledad de un anciano que vive por su cuenta. Un robot de estas características y con aplicaciones sofisticadas puede ofrecer actividades estimulantes para los ancianos y también tiene la opción de apoyar su autonomía e independencia.
  2. Disponible en la siguiente URL: <https://www.dinsow.com/> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  3. Disponible en la siguiente URL: <https://elliq.com/> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  4. Disponible en la siguiente URL: <http://www.giraff.org> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  5. Disponible en la siguiente URL: <https://consequentialrobotics.com/miro> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  6. Never Home Alone (NHoA).
  7. Información disponible en la siguiente URL: <https://www.donbosco.eus/es/proyecto-oldbot-es/> (fecha de consulta, 2 de julio de 2024).
  8. Disponible en la siguiente URL: <https://www.bostondynamics.com/spot-mini> y <https://telepresencerobots.com/> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).

y León para acompañar a mayores en casa. Detecta caídas, estimula cognitivamente y realiza videollamadas de emergencia), Paro, Parlo, Misty<sup>9</sup>, Geras, GriaffPillus<sup>10</sup>; «Sueca»<sup>11</sup>; «Felipe»<sup>12</sup>.

Algunos robots de enfermería, o conversaciones, se han desarrollado en medio de la pandemia del coronavirus-19, cuando aumentó la demanda de soluciones de telesalud y atención sin contacto humano por el riesgo de contagio. Pero hay muchísimos tipos más, como más adelante desarrollaré. De hecho, recientemente, en la Cumbre Global de Inteligencia Artificial al Servicio del Bien (Cumbre AI for Good)<sup>13</sup>, organizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (a partir de ahora, UIT) —un organismo de Naciones Unidas—, celebrada en 2025 en París (los días 10 y 11 de febrero)<sup>14</sup> y en 2024 en Ginebra (Suiza)<sup>15</sup> (los días 30 y 31 de mayo) se presentaron más de 50 tipos de robots humanoides como explicaré en el siguiente epígrafe. Y en la Federación Internacional de Robótica (a partir de ahora, IFR, por sus siglas en inglés), se ha advertido que las ventas mundiales de robots asistenciales ya estaban en alza antes de la pandemia y tras ella, aún aumentaron más.

Las bondades terapéuticas que ofrecen estos robots de carácter asistencial, unidas a la necesidad de gestionar el envejecimiento poblacional y mitigar la soledad no deseada; hace que cada día la humanidad esté

- 
9. Disponible en la siguiente URL: <https://som-care.com/misty/> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  10. Disponible en la siguiente URL: <https://solidaridadintergeneracional.es/wp/europa-desarrolla-un-robot-de-asistencia-a-personas-mayores/> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  11. Disponible en la siguiente URL: [https://www.malahoy.es/malaga/Sueca-robot-asiste-mayores\\_0\\_808719767.html](https://www.malahoy.es/malaga/Sueca-robot-asiste-mayores_0_808719767.html) (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  12. Disponible en la siguiente URL: <https://www.laopiniondemalaga.es/malaga/2023/01/12/felipe-robot-ayudara-mayores-casas-residencias-malaga-81086611.html> (fecha de consulta: 7 de enero de 2023).
  13. Tras la pandemia de la COVID-19 que obligó a anular las ediciones presenciales de 2020, 2021 y 2022, Suiza vuelve a acoger este evento en Ginebra, en 2024 y en París, en 2025. Naciones Unidas pretende demostrar cómo las nuevas tecnologías pueden apoyar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU.
  14. Francia espera desempeñar un papel mediador entre Estados Unidos, China y Europa, promoviendo un enfoque colaborativo e integrador.
  15. En el ámbito empresarial, el robot como «Mika», se presentó como el primer robot CEO, podrían ser responsables de la toma de decisiones estratégicas en las empresas, junto al robot Grace, dirigido a apoyar a los servicios de atención médica, o «Ai-Da» (una robot capaz de dibujar y pintar de forma muy realista).

más convencida de la necesidad de dejarse ayudar por robots asistenciales dotados con IA.

Los robots asistenciales han llegado para quedarse y para formar parte de nuestro día a día. Lo que sucede es que, desde que tienen relación con las personas mayores, con o sin discapacidad, y desde que la IA influye en la robótica; la robótica está alternando no sólo a manera en que entendemos las máquinas sino, también, la manera en la que comprendemos nuestra propia existencia humana<sup>16</sup>. La diferencia radica en el hecho de que estas tecnologías digitales están diseñadas para interactuar con las personas en sus entornos cotidianos, lo que no solo impone nuevos requerimientos técnicos como los antes mencionados, sino que también tiene importantes implicaciones éticas y sociales. Muchas de ellas derivan del conflicto entre la toma de decisiones automática y la preservación de la libertad y la dignidad humanas. Ya no se trata solo de automatizar el trabajo pesado y repetitivo en los campos y en las fábricas, sino de interactuar con las personas en sus entornos cotidianos, lo que no solo impone nuevos requerimientos técnicos, sino que también tiene importantes implicaciones éticas y sociales que derivan del conflicto entre la toma de decisiones automática y la preservación de la libertad y la dignidad humanas. Por esta razón, y desde un punto de vista cognitivo, este tipo de robots asistenciales tienen el potencial de influir en sus emociones de manera significativa<sup>17</sup>.

Las posiciones enfrentadas sobre el impacto de la robótica asistencial inteligente en las personas mayores distan mucho de ofrecer una única solución al problema que deberá ser analizado desde una óptica legal, ética y moral. Habrá que determinar, en definitiva, a estos avances tecnológicos de un marco jurídico adecuado, que aporte seguridad y minimice los riesgos en materia de derechos fundamentales y los asociados a los daños derivados de eventuales fallos de los sistemas. Está por verse si en recientemente aprobado Anteproyecto de Ley para el uso y la buena gobernanza de la IA, el pasado 11 de marzo de 2025 ofrece las herramientas necesarias y suficientes que permitan ofrecer el marco normativo seguro de uso de esta tecnología que promueva la adopción de una IA fiable y centrada en

- 
16. Cordeshi, R. (2022). *The Discovery of the artificial: behavior, mind and machines before and beyond cybernetics*, ed., Springer Science Business Media, Berlín, pp. 30 y ss.
  17. En este sentido, Torras Genís, C. (2024). *Presente y futuro los robots asistenciales. Desafíos técnico-científicos y éticos*, Discurso de la Académica electa de la Real Academia de Ingeniería, editado por la Real Academia de Ingeniería, Madrid, MMXXIV, 20 de febrero, pp. 40 y ss. ISBN: 978-84-95662-95-8. Depósito legal: M-4065-2024.



el ser humano. El Gobierno del país nipón (el país del mundo con mayor número de personas mayores) parece estar convencido de la conveniencia de que sus mayores convivan con los robots inteligentes (o máquinas autónomas avanzadas) considera que será una realidad dentro de cinco años: en 2030.

Menos optimista, sin embargo, parece mostrarse, en su día, el Departamento de interior de Estados Unidos —que prevé que el número de personas mayores de 65 años supongan un 26% de la población total en el año 2050—, el cual estima que los robots inteligentes serán una realidad entre 2022 y 2071. Ahora bien, llama la atención el hecho de que, en el marco de un programa de ayuda e investigación realizado por la Oficina del Estado de Nueva York, 257 ancianos neoyorquinos de entre 80 y 90 años recibieron en sus casas en 2019 el robot con inteligencia artificial ElliQ, para testar su utilidad y mejorar el producto. Se trata de asistente específicamente diseñado para personas mayores, que ya se comercializa en EEUU, dirigido no solo a prestarles apoyo asistencial (recordándoles que deben tomar medicación, realizar actividad física o sus citas médicas), sino también a combatir la soledad a la que en muchos casos están condenados.

En Alemania, un importante grupo de investigadores ha constatado que para 2050 previsiblemente quedará sin cubrir la demanda de más de medio millón de puestos asistenciales, subrayando la importancia de concebir robots que puedan hacerse cargo de algunas de las tareas del personal de enfermería, personas cuidadoras y personal médico. Este enfoque no pretende reemplazar a los humanos, sino complementar el trabajo de médicos y cuidadores, especialmente en residencias y comunidades remotas. Por esta razón, en la unidad especializada de geriátrica de Garmish-PartenKirchen (ciudad alemana con una de las tasas más altas de personas mayores), se ha diseñado el robot asistencial Garmi: un robot humanoide desarrollado por la Universidad Técnica de Múnich en colaboración con médicos y expertos en robótica. Este robot forma parte de una nueva disciplina llamada «geriátrica», que combina robótica, inteligencia artificial y tecnologías 3D aplicadas a la geriatría (a personas mayores). Entre las capacidades de Garmi, cabría destacar: (i) realiza diagnósticos médicos básicos, como tomar signos vitales con un estetoscopio teledirigido (ii) servir comidas, abrir botellas de agua y pedir ayuda en caso de emergencia (iii) Facilitar videollamadas con familiares y amigos, promoviendo la conexión social (iv) permitir que los médicos evalúen resultados a distancia, ideal para zonas rurales.

La apuesta, en favor de la geriátrónica de estos países Europeos se debe: (i) al déficit de personal sanitario (la escasez de cuidadores está llevando a explorar soluciones tecnológicas), al envejecimiento acelerado (Alemania es una de las sociedades que envejece más rápidamente en Europa) y (ii) innovación aplicada: se busca que los robots no solo asistan, sino que también humanicen el cuidado mediante interacción y apoyo emocional. Este tipo de robots asistenciales, sociales o conversacionales como Paro (robot con forma de foca), ElliQ o Garmin, fomentan la interacción y el bienestar emocional.

Estos agentes inteligentes pueden realizar técnicas de Machine Learning y Deep Learning pero no se limitan a ello, pudiendo, además, percibir el entorno de la persona mayores, tomar decisiones y actuar en consecuencia. Me estoy refiriendo a los robots de carácter asistencial. Y es que, los robots que hoy circulan por las carreteras (como sucede con los coches automáticos) o vuelan (como los drones) por medio del uso de la inteligencia artificial; se están instalando en los hospitales, residencias geriátricas, centros de día y, hasta en los hogares de personas mayores convertidos en hogares conectados, por medio de la domótica e inteligencia artificial. Este tipo de robots asistenciales han llegado para quedarse aún y a pesar del vértigo que da saber que tales productos (robóticos) inteligentes tienen cierto grado de autonomía en su funcionamiento; lo que les otorga cierta dosis de «impredicibilidad» por cuanto pueden causar algún daño no sólo físico sino psíquico a colectivos tan vulnerables como son las personas mayores, con o sin discapacidad; justifica la cautela con la que me propongo analizar, en este estudio, las bondades y desafíos que presentan las nuevas tecnologías cuando interactúan con seres humanos a quienes tanto debemos: nuestros padres. El binomio formado por «personas cuidadoras humanas» y «robots cuidadores robóticos» puede ser una buena solución (al menos una solución intermedia) para paliar las carencias de la sanidad pública y el colapso al que llegará en 2050 pero, también, puede ser una puerta abierta a su seguridad y privacidad de datos. Dejar, únicamente, en manos de herramientas tecnológicos o de robots asistenciales inteligentes las personas mayores, sobre todo a las personas más vulnerables como son las que sufren Alzheimer o cualquier tipo de demencia o discapacidad, puede ser contraproducente no solo a nivel ético, sino psicológico.

Ahora bien, el hecho de que los robots asistenciales (agentes inteligentes) puedan tomar decisiones de manera autónoma con los datos recogidos por medio del machine learning y deep learning y del entorno cotidiano en el que se encuentra la persona mayor (de su hogar, residencia o cen-

tro de día) me resulta cuanto menos inquietante, de cara a la privacidad de sus datos de carácter personal y al posible hackeo de estos con fines comerciales o de otro tipo. Y es que, la impredecibilidad en las decisiones autónomas que los sistemas inteligentes basados en IA realizan, carentes de trazabilidad pueden causar (está por verse) daños físicos o psíquicos a las personas mayores; lo que, sin duda, constituye un enorme reto.

## 2. LOS ROBOTS ASISTENCIALES PUEDEN ECHAR UNA MANO ROBÓTICA A LAS PERSONAS CUIDADORAS (PROFESIONALES O NO)

La población envejece y, en un futuro no muy lejano, habrás más personas con necesidad de ser cuidadas que personas que se puedan dedicar a cuidarlas. Consciente de las bondades que ofrece el uso de las nuevas tecnologías y de la robótica asistencial en colectivos tan vulnerables; muchos países, como Japón, llevan años apostando por la robótica asistencial en el ámbito geriátrico. Son consciente de que resulta preciso y necesario garantizarles una atención más personalizada y controlada, de sus constantes vitales, y de que fundamental disminuir la carga de trabajado rutinaria del personal dedicado a asistirles o cuidarles, profesional o no, voy a centra mi atención en estas herramientas tecnológicas que se están desarrollando para quedarse. Y es que, uno de los objetivos que se persiguen, dadas las capacidades terapéuticas que ofrecen, es cubrir la escasez de la mano de obra para cuidar de las personas mayores y con discapacidad, así como, también, evitar el colapso sanitario en el ámbito asistencial. La robótica se ha convertido, en los últimos años, en una herramienta clave para echar una mano, aunque sea robótica. Ya lo han hecho en la situación de crisis sanitaria y, sin duda, lo harán para evitar una nueva crisis sanitaria colapsando nuestro sistema por el envejecimiento poblacional.

Tal y como más adelante tendré ocasión de demostrar, aunque Asia nos lleva la delantera durante décadas en esta apuesta, en España, el Centro de Referencia Estatal Alzheimer lleva años colaborando, también, con proyectos europeos pioneros que trabajan para ofrecer a las personas mayores con demencia (también a sus familiares) roboterapia asistencial no farmacológica (también denominada, geriátrónica asistencial). Constatadas las bondades que ofrece esta tecnología no sólo para mitigar la soledad, sino para ralentizar el deterioro cognitivo y ayudar, además, a las personas cuidadoras (profesionales o no) a desempeñar mejor su apoyo a las personas mayores y con discapacidad; llevan décadas investigando en laboratorios, residencias y centros de día las bondades de esta

tecnología robótica asistencial. Me referiré, por tanto, a estas investigaciones de vanguardia que se están llevando a cabo en laboratorios punteros de todo el mundo y en numerosas comunidades autónomas. También desearía reflexionar, no sólo sobre estas herramientas tecnológicas que faciliten la labor y el día a día de las personas mayores y, también, de sus cuidadores (profesionales o no).

Hasta el momento, varias instituciones (el Gobierno, las empresas tecnológicas y las Universidades y sus laboratorios) están comenzando a integrar tecnología en la atención geriátrica dirigida a gestionar centros de cuidados para personas mayores, implementando sensores de sueño debajo de los colchones de los residentes para monitorear su descanso y reducir la necesidad de rondas nocturnas de enfermeras y enfermeros. También incorporó robots, como Pepper, Parlo, Paro, etc. Dispositivos del tamaño de una muñeca con ojos saltones, que canta canciones pop y guía a los residentes en ejercicios de estiramiento mientras los cuidadores humanos se ocupan de otras tareas. Recientemente, está trabajando en laboratorios por incorporar robots que atiendan los cuidados críticos de personas mayores como el cambio de pañal o movimientos en la cama; a fin de no desatender necesidades tan básicas y que requieren de tanto apoyo personal para ofrecer un cuidado de calidad a las personas mayores. Estos robots de asistencia personalizada son robots que tienen como objetivo proporcionar asistencia específica para cada individuo. De hecho, son capaces de adaptarse a las preferencias y necesidades de la persona usuaria, proporcionando recordatorios personalizados, programación de medicamentos y ayuda en actividades diarias.

El vértigo y los miedos de exponer a nuestros padres o madres (abuelas o abuelos) para que interactúe con máquinas dotadas de inteligencia artificial, resulta inevitable. Los sistemas basados en IA que pueden utilizar estos robots asistenciales pueden llegar a funcionar con un elevado grado de autonomía y autoaprendizaje que puede impactar y que pueden poner en entredicho su seguridad, su privacidad, la ética, la moral. Aunque los miedos de exponer a colectivos tan vulnerables como son las personas con mayores, y en particular, las personas con deterioro cognitivo, están más que justificados, considero que no deben paralizarnos ante lo inevitable. Aunque los miedos, ante el vertiginoso e imparable desarrollo de la IA los tengo, me preocupa más que las personas que cuidan a quienes, por su edad o por sus limitaciones físicas o cognitivas requieren de cuidado, cuenten con las herramientas necesarias para garantizar la calidad de vida de quienes tanto queremos. Está en juego, además, ofrecerles la calidad de

vida y predecir y minimizar su deterioro cognitivo y, consiguientemente, discapacidad. También, mitigar su soledad no deseada.

Me referiré, por tanto, a los ensayos y pruebas piloto que, sobre el particular, se están realizando en residencias, centros de rehabilitación, laboratorios u hospitales, incluso en los propios domicilios y hogares son tremendamente reveladores: la humanidad, en plena era digital, está llamada a dar respuestas satisfactorias al envejecimiento poblacional. Quienes envejecemos, deseamos hacerlo en nuestros hogares, aunque el coste sea vernos asistidos de tecnología que con precisión, a veces, invada (o no) nuestra intimidad.

### 3. LOS ROBOTS REVOLUCIONAN EL ÁMBITO ASISTENCIAL Y MÉDICO-SANITARIO

Aunque hay quien parte de un concepto muy amplio de robótica asistencial incluyendo desde exoesqueletos inteligentes de asistencia personal para la movilidad reducida<sup>18</sup>, andadores inteligentes (dotados de IA a fin de facilitar la movilidad) o sillas de ruedas inteligentes, hasta asistentes de realidad virtual (el metaverso) o robots asistenciales que prometen propiciar el ejercicio físico o cognitivo de las personas mayores, y, de paso también, mitigar la soledad no deseada; me propongo centrar mi atención en estos últimos: los robots de carácter asistencial por el aporte que ofrecen desde el punto de vista de la gerontotecnología.

Estos robots humanoides o con forma de mascota, dotados (algunos) de inteligencia artificial, también denominados robots de enfermería, robot de compañía, robots sociales, robots conversaciones o robots de apoyo emocional son agentes inteligentes programados por medio de un *software* con la capacidad de tomar decisiones y ejecutar tareas en función de su entorno y de sus propias experiencias. Operan de manera autónoma, recopilando información en intervalos programados o cuando son activados en tiempo real. El objetivo de estos robots es tratar de compensar la soledad y, en cier-

---

18. Vid., «'Beltk+' el primer exoesqueleto inteligente de asistencia personal para la movilidad» (2 julio 2024). Disponible en la siguiente URL: <https://www.spri.eus/es/innovacion-comunicacion/belk-el-primer-exoesqueleto-inteligente-de-asistencia-personal-para-la-movilidad/> (fecha de consulta: 2 julio 2024). «La IA reduce el esfuerzo y el estrés en el uso de los exoesqueletos» (El País, 13 junio 2024). Disponible en la siguiente URL: <https://elpais.com/tecnologia/2024-06-13/la-ia-reduce-el-esfuerzo-y-el-estres-en-el-uso-de-los-exoesqueletos.html> (fecha de consulta: 13 junio 2024).

ta manera, no sólo mitigarla sino, también, retrasar el deterioro cognitivo propio de la edad. La soledad a la que se enfrentan las personas mayores (también, las personas con discapacidad) y los efectos tan negativos que comportan para su salud física y mental, tal y como se ha demostrado paginas atrás. También, que las personas mayores que viven solas tienen un alto riesgo de sufrir depresión, aislamiento social y otros problemas de salud mental. Por esta razón, me propongo analizar las bondades, también los desafíos, de los robots de asistencia para personas mayores están ganando popularidad en todo el mundo.

Desde hace años ya, en el ámbito médico-sanitario, el uso de robots es ya una realidad y sus bondades han sido destacadas casi de manera unánime. La existencia de robots que prescriben y curan, que efectúan intervenciones quirúrgicas (robot Da Vinci), máquinas que extraen sangre con mínimo dolor (como el modelo Veebot, un robot capaz de extraer sangre y poner vías venosas sin errores y con el mínimo dolor posible, ya que analiza el brazo para detectar el mejor lugar para el pinchazo, con una precisión a la hora de introducir la aguja superior a la de cualquier humano); constituyen algunos de los ejemplos de robots emergentes en el ámbito sanitario y aplaudidos de manera unánime por prácticamente toda la población. Aunque ya hay países, como China, que han dado un paso impresionante (de gigante) hacia el futuro de la medicina con la creación del primer hospital operado completamente por inteligencia artificial (llamado, Agent Hospital —que es un entorno virtual desarrollado por investigadores de la Universidad de Tsinghua en Pekín, y está diseñado para funcionar sin intervención humana directa— que es un hospital no busca reemplazar a los médicos humanos, sino potenciar sus capacidades y ofrecer soluciones más rápidas y precisas en entornos simulados), lo cierto es que en el resto de países asiáticos y del mundo, las ventajas que el apoyo robótico inteligente está ofreciendo a la humanidad son enormes. Aunque los desafíos a que se enfrentan la humanidad ante este tipo de dispositivos robóticos (falta de empatía humana, especialmente en áreas como la salud mental o falta de confianza del paciente, sobre todo en personas mayores); lo cierto es que el envejecimiento de la población es un hecho incontestable y la necesidad de apoyar el cuidado y la atención de las personas mayores es una realidad que va en aumento a nivel mundial: porque número de personas mayores de 65 años aumentará a 1.500 millones para 2050.

Este tipo de robótica asistencial forma parte de la terapia no farmacológica (TNF) que consiste en el uso de robots con forma humanoide, de muñecos, o mascotas (focas, gatos, perros) dotados de inteligencia artificial

y múltiples sensores que les permite interactuar con las personas mayores, dependientes o con discapacidad, estimularlas cognitivamente hablando. Estas terapias no farmacológicas (TNF) se están convirtiendo, en la actualidad, en herramientas esenciales en el tratamiento de las demencias, especialmente cuando la persona ha perdido la mayor parte de sus capacidades cognitivas por la evolución de su patología, como sucede cuando sufre Alzheimer y está resultando muy útil en estados no muy avanzados de la enfermedad.

La incorporación de la robótica de carácter asistencial en el cuidado y atención de las personas mayores plantea desafíos legales sobre los que me propongo reflexionar: (i) protección de la privacidad y de los datos personales y biométricos (los robots recopilan información biométrica, de salud y comportamiento, lo que exige una aplicación rigurosa del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD). Es necesario garantizar, además, el consentimiento informado, especialmente en contextos de deterioro cognitivo. Incluso, se deben establecer límites claros sobre el uso, almacenamiento y transferencia de datos recogidos por dispositivos robóticos. (ii) La *responsabilidad civil en caso de fallos técnicos*, es otros de los aspectos importantes a tener en cuenta porque habrá que calificar quien responde ante un fallo mecánico o un daño ocasionado por el robots (iii) *regulación ética del diseño y uso* (alineado con principios como los del informe *Ethically Aligned Design* de IEEE, de 2019) y (iv) *incluir el cuidado tecnológico como un complemento* (que no como un sustituto) *del cuidado humano*, en nuestra la Ley de Dependencia, actualmente, en trámite parlamentario (—cuestión a la que hace caso omiso, lamentablemente).

#### 4. LOS ROBOTS ASISTENCIALES REVOLUCIONAN EL CUIDADO Y ATENCIÓN GERIÁTRICO PERO SUSCITAN IMPORTANTES INTERROGANTES

Los robots diseñados para personas mayores —a veces llamados *robots de asistencia geriátrica* o *compañeros sociales*— están revolucionando el cuidado en la tercera edad. No solo ayudan físicamente, sino que también combaten la soledad, estimulan la mente y ofrecen compañía emocional.

El envejecimiento poblacional unido a la necesidad de que las personas mayores necesiten contar con un apoyo sanitario o familiar, que se vuelve imprescindible a cierta edad; comporta una carga económica para el sistema de salud pública. Una carga económica muy importante. Si no se le pone remedio, y conforme aumenta la tasa de envejecimiento poblacional,

va a llegar el día en que no haya personas suficientes para cuidar a las personas mayores; lo que terminará provocando un colapso en nuestro sistema sanitario actual. Por esta razón, y ofreciendo apoyo físico, emocional y cognitivo en el contexto de envejecimiento poblacional y escasez de personas cuidadoras humanas; los robots asistenciales están revolucionando el cuidado geriátrico.

Por esta razón, y en los últimos años, he sido testigo de los importantes avances que se han producido en el campo de la robótica social de carácter asistencial. Uno de los más destacados, es el desarrollo de robots de compañía que brindan apoyo emocional a personas mayores o personas que sufren de soledad. Una soledad, que como he explicado páginas atrás no desean. Estos robots asistenciales, dotados en muchos casos de Inteligencia Artificial, están provistos con capacidades de reconocimiento facial y de voz, permitiendo establecer interacciones más naturales. Además, los robots asistenciales están siendo utilizados cada vez más en entornos de atención médica. Por ejemplo, en hospitales y centros de rehabilitación, los robots pueden ayudar en la terapia física y ocupacional, guiando a los pacientes en ejercicios específicos y brindando retroalimentación en tiempo real. También se utilizan en el cuidado de personas con enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer, ayudando a recordar tareas diarias, como la medicación. En este sentido, el desarrollo de robots capaces de interactuar con las personas de forma más natural e intuitiva es una realidad gracias a los avances en inteligencia artificial, aprendizaje automático y procesamiento del lenguaje natural. Por ejemplo, ahora los robots son capaces de reconocer las emociones humanas. Incluso, de responder a órdenes en lenguaje natural y entablar conversaciones de una forma más parecida a la humana. Además, el desarrollo de robots cada día más asequibles en el mercado y accesibles; está siendo más posible mediante el uso de nuevas técnicas de fabricación y el desarrollo de plataformas de *software* de código abierto; lo que está permitiendo que sean usados en hogares, escuelas, geriátricos y hospitales. Sin embargo, y aún conscientes de los avances producidos en el campo de la robótica asistencial en el cuidado y atención de personas mayores su utilización está planteando debates éticos, tecnológicos y jurídicos que no son fáciles de resolver. Robots como Pepper que es utilizado en residencias geriátricas punteras en el uso de tecnologías en Japón o por el Centro de Referencia de CREA Alzheimer, son ya una realidad, dentro y fuera de nuestras fronteras; pero aún cuesta trabajo entender, ¿qué son?, ¿si sustituyen (o no) a los cuidadores, profesionales (o no)?, ¿qué riesgos comporta su utilización? O, ¿Quién responde de los daños y perjuicios que puedan causar?



El objetivo perseguido por estos robots de carácter asistencial es que sirvan de apoyo y herramienta tecnológica para cuidar y atender, mejor, a las personas mayores. Ahora bien, ¿Qué derechos tienen las personas usuarias?, ¿por qué normativa y cómo se regula su uso, en hogares, geriátricos y centros de día?, ¿cómo garantizar el consentimiento informado?, ¿Quién responde ante los posibles daños y perjuicios que puedan ocasionar los robots a las personas mayores, daños, no sólo desde un punto de vista físico sino, también, de dependencia —es decir, de salud mental—?

Aunque no es el momento de dar respuesta a estos y otros interrogantes, sino de plantear el estado de la cuestión; no me resisto a advertir que, en mi opinión, la utilización de robots conversacionales en la atención y cuidado de las personas mayores no viene a sustituir ni a reemplazar a las personas cuidadoras humanas, sino a apoyarlas. No estaría demás, incluir, además, cláusulas en sus condiciones laborales y en sus convenios colectivos, normas sobre el uso de IA y robótica en residencias y atención domiciliaria. Tampoco estaría demás, que se dictasen normas técnicas para certificar robots que interactúan con personas vulnerables, como son las personas mayores, con o sin discapacidad. Creo que sería conveniente, incluso, diseñar programas de formación en colaboración con sindicatos y universidades y promover la alfabetización digital geriátrica, para que los mayores puedan interactuar con robots de forma segura.

Estos dispositivos tecnológicos diseñados para ayudar a personas mayores en tareas cotidianas, mejorar su calidad de vida y fomentar su autonomía e incluso, hasta mejorar su deterioro cognitivo; pueden tener forma humanoide, ser simples asistentes de voz o incluso cojines inteligentes o tener formato de mascota. No solo cuidan a las personas mayores, en sus necesidades fisiológicas sino que aportan ayuda psicológica, compañía y evitan el deterioro cognitivo de las personas mayores, pueden (i) brindar apoyo emocional y compañía (como los robots sociales) (ii) ayudar en terapias físicas y ocupacionales y (iii) facilitar tareas cotidianas como movilidad, recordatorios de medicación o interacción social

## 5. DE LA ROBÓTICA A LA ROBÓTICA INTELIGENTE

La Inteligencia Artificial ha tenido especial incidencia en la robótica y la automatización de procesos. Y es que, aunque la robótica, por sí misma, no es un sistema inteligente, sino que acata órdenes a partir de un conjunto de instrucciones que se han definido previamente, sin embargo, los adelantos de la robótica y de la IA son enormes, a día de hoy. El

desarrollo de la inteligencia artificial facilita la toma de decisiones (en la Administración de justicia por parte de la judicatura o fiscalía, por ejemplo)<sup>19</sup> basada en el big data (grandes volúmenes de datos) o internet de las cosas (intercambio de información entre máquinas para regular el tráfico o pedir suministro, por ejemplo) posee una relevancia fundamental en la creación de las *smart cities*, en la medicina preventiva, en la seguridad, en la persecución del delito.

Los robots asistenciales inteligentes proporcionan compañía mitigando o reduciendo, en cierta medida, la soledad no deseada a la que están condenadas las personas mayores. El reto y desafío al que enfrentan a la humanidad, en particular, a la más vulnerables es el hecho de que estos agentes inteligentes representan una de las categorías más avanzada de la inteligencia artificial, ya que a diferencia de los algoritmos de *machine learning*, *deep learning* y *sistemas expertos*, tienen la capacidad de aprender y adaptarse a su entorno en base a sus experiencias previas<sup>20</sup>; lo que les permite tomar decisiones (no supervisadas) con el consiguiente desafío que ello comporta.

Resistirse al imparable avance tecnológico, no tiene sentido. Llevamos años interactuando con robots sin apenas darnos cuenta. Lo que sucede es que el desarrollo de robótica ha dado un paso de gigante. Ha saltado del ámbito industrial y agrícola para entrar en entornos cotidianos y sociales, donde la relación persona-robot se va a convertir en una pieza clave que planteará multitud de preguntas éticas, legales, psicológicas, de carácter humano y hasta social. En este sentido, y tal y como se ha dicho ya a menudo se dice que estas nuevas tecnológicas de la información representan un

- 
19. De esta forma y mediante los algoritmos de encriptación más inteligentes a través del aprendizaje de la IA cada vez será más fácil encriptar de manera segura la cadena de bloques protegiendo de manera transparente los datos de carácter personal frente a cualquier hackeo. En esta línea, la Plataforma Promether es un nuevo tipo de red llamada Red Simbiótica Adaptativa (ASN), basada en los principios de inteligencia Artificial (AI) y Computación Ubicua; lo que permite a cualquiera crear redes seguras y anónimas simplemente implementando y configurando una serie de componentes de software reutilizables. Es un sistema de código abierto, basado en componentes y reutilizable que abstrae los detalles de la red segura de las aplicaciones que la utilizan. Al ser compatible con las topologías centralizadas, descentralizadas, distribuidas, interconectadas e híbridas, cualquier aplicación puede comunicarse y transferir datos de forma segura.
  20. BixKaia (2024). «Inteligencia Artificial para las personas mayores: aplicación y oportunidades de negocio», [https://www.bizkaia.eus/documents/9027320/11569571/%2307\\_Inteligencia+Artificial\\_VF-ES.pdf](https://www.bizkaia.eus/documents/9027320/11569571/%2307_Inteligencia+Artificial_VF-ES.pdf) (fecha de consulta: 30 de diciembre de 2024).

paso más en la transformación social que comenzó con las revoluciones agraria e industrial. Es cierto, pero hay una diferencia cualitativa: ya no se trata solo de automatizar el trabajo pesado y repetitivo en los campos y en las fábricas, o de que los electrodomésticos brinden a las personas tiempo libre para disfrutarlo de forma más creativa.

Aunque la mayoría de los robots no poseen inteligencia artificial, hace muchos años ya que las empresas no se conforman con la mera automatización de ciertos procesos, sino que buscan una automatización inteligente. Ya no es suficiente con que un robot transporte peso; el paso siguiente fue una clara tendencia hacia robots móviles y autónomos que puedan recopilar, procesar y gestionar datos de manera inteligente, tomando decisiones óptimas en fabricación o producción. Y es que, a pesar de que la robótica surgió en el entorno industrial hace aproximadamente unos 50 años, en forma de grandes brazos mecánicos programados para realizar tareas repetitivas, su evolución y avanza a día de hoy está revolucionando el ámbito sanitario, para mejorar las prótesis y órtesis para personas con discapacidad; con el tiempo se ha extendido hacia la creación de máquinas capaces de realizar tareas humanas, en el sector servicios y en el ámbito asistencial asistidos de inteligencia artificial (incluso, se está valorando ya la posibilidad de utilizarlos como reemplazo de personal en tareas peligrosas o repetitivas, como los que se encuentran en el espacio —como el robot que la Nasa en colaboración con Apptronik<sup>21</sup>— o como el robot bombero, o en situación de rescate o emergencias, etc.).

Es importante, por tanto, advertir las diferencias que existen entre la robótica y la robótica inteligente. Un robot que integra algoritmos de Inteligencia Artificial no necesita recibir órdenes para tomar decisiones por sí mismo. La IA imita la inteligencia humana mediante algoritmos a través de los cuales puede aprender a realizar actividades después de ser entrenados. Por otro lado, la robótica imita las acciones humanas al interactuar con sistemas informáticos. La principal diferencia radica en las funciones que realizan: mientras la Inteligencia Artificial «piensa» como un humano para identificar problemas y los notifica al usuario/o; la robótica automatiza procesos que los humanos llevan a cabo al interactuar

---

21. Robot ValKyrrie, un robot con el que está trabajando la Universidad de Edimburgo y la NASA, considerado uno de los más avanzados del mundo en humanoides. La NASA colabora ahora con Apptronik en el desarrollo de Apoyo, que está diseñado para trabajar en condiciones peligrosas, como las que se encuentran en el espacio.

con un sistema informático. Pero no debemos confundir un programa o aplicación informática, que formaría parte de los primeros, con un robot (*software*) basado en sistemas de IA. Estos últimos son capaces de trabajar por sí mismos tras haber superado una fase de «entrenamiento» o ensayo-error, basado en el *Machine Learning*<sup>22</sup> (aprendizaje automático) y Deep Learning; lo que significa que los robots, por sí mismos, tienen la capacidad de aprender, resolver problemas, comprender, razonar y reaccionar de manera eficaz. La falta de trazabilidad para conocer las razones por las que el sistema de IA ha tomado una determinada decisión, conlleva riesgos en la medida en que el uso de estos sistemas tiene un impacto sobre las personas: en este caso, sobre personas mayores, personas con demencia o con discapacidad.

El desafío que supone que estas máquinas dotadas de IA sean capaces de recabar todo tipo de información y de datos de carácter personal, privado y sensible, por medio del big data, el IoA; con los consiguientes riesgos de un posible ciberataque, hackeo o comercialización de sus datos personales, recabados a coste cero, es real. Y, aunque de esta realidad se hace eco el recientemente aprobado anteproyectos de Ley por parte del Gobierno en materia de buen uso y gobernanza de la IA, por el que se pretende adaptar la legislación española al ya existente Reglamento de Inteligencia Artificial de la UE, de 13 de marzo de 2024, que prevé un marco legal común para el desarrollo, comercialización y uso de sistemas de IA que eviten los riesgos para las personas —un reglamento que prohíbe determinados usos maliciosos de la IA, se introducen obligaciones más rigurosas para sistemas considerados de alto riesgo y establece unos requisitos mínimos de transparencia para el resto— habrá que ver, si el miedo, inevitable, diría yo, y las reticencias que muchos tienen a frenar el imparable desarrollo exponencial que está experimentando la IA y que experimentará es evitable.

Por nuestros miedos, nos podemos condenar, a las personas mayores, tampoco a las personas con dependencia y discapacidad, a que no vivan en sus hogares de forma autónoma y con la mayor calidad en su día a día que merecen. Está en juego el respeto a su voluntad. También, la necesidad de mitigar esa indeseable sensación de soledad no deseada con la que muchas de las personas mayores están viviendo en el día a día.

---

22. Según IBM, el Machine Learning es una rama de la IA y la informática que se centra en el uso de datos y algoritmos para que la IA imite el modo en que aprenden los humanos. Dichos algoritmos son capaces de aprender de forma automatizada.

## 6. GERIATRÓNICA Y ROBOTERAPIA PARA PERSONAS MAYORES Y PERSONAS CON DISCAPACIDAD: UNA TECNOLOGÍA QUE TIENE EFECTOS TERAPÉUTICOS

Tal y como muy pronto ejemplificaré, algunos de los robots asistenciales inteligentes están diseñados para imitar el comportamiento humano con carácter terapéutico<sup>23</sup>. Suelen adoptar la forma de un animal/mascota (muy parecidos a los reales) de compañía, o la forma humanoide (cada día más). Están provistos de inteligencia artificial y sensores de percepción de 360 grados (visión 3D y detectores sin contacto y con micrófonos para ofrecer una visión y comprensión del entorno) y para simular lo más fielmente posible a las mascotas reales o a los seres humanos. Se consideran como una alternativa a la terapia asistida con animales reales que evita, en cierta medida, las complicaciones que derivan de la necesidad de atenderlos, alimentarlos y cuidarlos (darles de comer, bañarlos, etc.).

Entre sus efectos terapéuticos más beneficiosos, en personas mayores que padecen algún tipo de demencia o discapacidad intelectual (como el Alzheimer) destacaría: (1) *efectos psicológicos*, logran bienestar, relajación y motivación propiciando la relación entre la persona con demencia y el robot/animal (2) *efectos fisiológicos*, porque mejoran las constantes vitales, y (3) *efectos sociales*, porque estimulan la comunicación entre pacientes y sus cuidadores profesionales o no. De hecho, los efectos psicológicos, físicos y sociales que ofrece la roboterapia, muy similares a la terapia asistida con animales; persiguen como objetivo principal que con su uso se pretenda conseguir bienestar, relajación y confort en las personas mayores que padecen este tipo de demencia (Alzheimer) consiguiendo una interacción dinámica entre la persona, el animal robot y otras personas, con el fin de activar instintos innatos de la persona para estimular la expresión de emociones.

Estos robots asistenciales dotados de inteligencia artificial, como más adelante explicaré, están diseñados para ser intuitivos y comprensivos, capaces de adaptarse a las necesidades individuales de cada usuario o usuaria. El objetivo principal es mejorar la calidad de vida de las personas mayores, proporcionándoles asistencia personalizada y promoviendo la autonomía en quienes lo necesitan. Hoy en día, estos robots sociales, son más que una simple máquinas. De hecho, tienen el potencial de influir en las emociones de manera significativa. Precisamente, porque los robots

---

23. Shibata, T., & Wada, K. (2010). Robot therapy: A new approach for mental healthcare of the elderly-A mini-review. *Gerontology*, 57(4), 378-386.

sociales están diseñados para imitar el comportamiento humano y paliar, en cierta medida la sociedad que sufren y padecen las personas por razón de la edad, de la enfermedad o de la discapacidad; están teniendo una feliz acogida por múltiples empresas. Aunque, en materia de geriátrónica asistencial y robototerapia, nuestro país aún está a la zaga de otros países como Japón, EEUU, Alemania y Reino Unido, llevan décadas aportando por ellos. Universidades punteras, como la de Tokio (Japón) o como la de Auckland, Duke y Cornell (Estados Unidos), llevan décadas investigando y probando en sus laboratorios universitarios, también en sus residencias geriátricas, en sus centros de día y hospitales, estos robots de acompañamiento con Inteligencia Artificial cada día se están convirtiendo en España en una herramienta idónea para ayudar a mejorar la calidad de vida de las personas mayores que se encuentran solas.

El objetivo principal de estos robots terapéuticos es mejorar la calidad de vida de las personas, proporcionando asistencia personalizada y promoviendo la autonomía en quienes lo necesitan. En su fisionomía se opta por imitar animales o claramente robots, siempre seguros, de poco peso y fáciles de manipular. Se huye de darles forma humana, para evitar el rechazo que provoca en las personas el detectar que algo que parece prácticamente humano en realidad no lo es (Uncanny Valley). Paso a exponer algunas potencialidades que ofrecen:

1. Recordar que se tomen las pastillas, llevar un registro de sus estados anímicos, o facilitarles el ponerlos en contacto con sus seres queridos a través de video llamadas o recordándoles sus compromisos sociales.
2. Facilitar el entretenimiento y conversación para combatir la soledad no deseada (gestión de las emociones, música, películas, bailes, programación diaria de actividades socio culturales, activar videoconferencias con los familiares y amigas y amigos).
3. Potenciar la estimulación cognitiva, interactuando con los pacientes, recordándoles datos como citas médicas, tomar medicación o indicándoles donde han dejado un objeto y otro si es necesario. Algunos robots incluso pueden realizar tareas como traer pequeños objetos, siempre sin tocar al paciente.
4. Monitorizar a las personas que asisten, analizando sus parámetros biométricos de salud (medir tensión, ritmo cardiaco, calidad del sueño, glucosa en sangre, respiración, nivel de oxígeno en sangre, pulmón).

5. Ofrecer servicios de telepresencia permitiendo iniciar videoconferencias y cualquier otro tipo de comunicación con cuidadores, familiares, doctores, centros asistenciales, emergencias, etc.
6. Llamar en caso de emergencias cuando detectan caídas
7. Analizar el comportamiento de los usuarios para detectar variaciones significativas en sus costumbres, predecir problemas de cognoscibilidad, informando de irregularidades potencialmente peligrosas a sus cuidadores, aseguradoras o servicios sociales o asistenciales, e incluso, notificando las actuaciones que el cuidador debe de acometer para evitar que se produzcan los BSPA. Incluso, en Japón, se ha experimentado y programado para advertir los cambios de «olor».
8. Velar por la seguridad y salud no sólo de las personas llamadas a ser cuidadas, por su edad o discapacidad sino, también, y eso es lo más revelador por la de quienes se dedican a cuidar (profesionales o no).
9. Mitigar la soledad de millones de personas de edad fruto del envejecimiento poblacional
10. Socializar y poner fin a la sensación de soledad no deseada que tienen miles de personas mayores en plena era digital.

El hecho de que este tipo de robots o asistentes en domicilios sean capaces de interactuar con personas especialmente vulnerables y puedan recabar datos fruto de la robótica inteligente asistencial en conexión con el IoT; ha provocado que se ponga en entredicho sus bondades terapéuticas, reconocidas ya a nivel europeo e internacional. Su capacidad de almacenamiento de datos a raíz de la interfaz que tienen con el paciente les permite a las y los profesionales del sector de la medicina disponer de una información mayor de datos recabados, a veces, de los historiales médicos del paciente o de sesiones terapéuticas. Entre los datos que recaban y contrastan conforme a la respuesta emocional que presenten los pacientes en su día a día o en el ensayo del laboratorio o la clínica que realicen, se analizan y registran sus datos de carácter personal lo que, en combinación, con otras tecnologías como blockchain puede comportar indiscutibles ventajas pero, también, exponerlos a un posible ciberataque de datos del que puedan salir perjudicados estos colectivos tan vulnerables.

El objetivo, en definitiva, es que el uso de este tipo de robots de carácter asistencial o conversacional, resulte beneficio (emocionalmente hablando) porque ayuda a las personas mayores a disminuir la soledad, favorecer la

## ESTUDIOS



Acceso online a Biblioteca Digital Legalteca:  
consulte página inicial de esta obra

En plena era digital debemos situar a las «Personas mayores (con o sin discapacidad)» en el corazón de la tecnología y en el estado del bienestar, salvaguardando su vulnerabilidad digital y garantizando su privacidad, seguridad y bienestar. La era de la inteligencia artificial ofrece a las sociedades longevas un arsenal de herramientas tecnológicas (IA, Robótica Asistencial) y de disciplinas tecnológicas (gerontotecnología, biotecnología y neurotecnología) dirigidas a mejorar la calidad de vida y lograr un tratamiento más personalizado para atender y cuidar, de forma más precisa y profesional, a las personas mayores, mitigando, de paso, su soledad (no deseada).

Convencida, su autora, de las bondades y desafíos que ofrecen disciplinas tecnológicas emergentes en la sociedad datificada, a través de la Inteligencia Artificial (IA); considera que la humanidad está llamada a dar respuestas, lo más humanas posibles, a los desafíos que comporta la longevidad con respeto a la privacidad, intimidad y seguridad de los datos. Preocupada por la «falta» de «diversidad», «inclusión» y «representación» de las personas mayores entre quienes diseña y dominan el código informático que nutre el material para el desarrollo de los sistemas de IA; en su opinión, sin el respeto a la edad, la diversidad, la discapacidad en el proceso de codificación y desarrollo de IA, la digitalización de nuestra sociedad corre el riesgo de reflejar, reforzar y amplificar los sesgos, desigualdades y discriminaciones en contra de las personas mayores y de las personas con discapacidad. En su opinión, corresponde a la humanidad (re)diseñar, adecuadamente, la longevidad para que la vejez sea «vista», «entendida», «leída» y «vivida» no como el final de la vida, sino como una etapa repleta de oportunidades y de posibilidades; lo que le permitirá (re)dibujar el cuidado y atención de las personas mayores con apoyo en las herramientas tecnológicas pero, también, con el respeto a la privacidad y la seguridad en la protección de sus datos.

ISBN: 978-84-1085-477-2



Esta publicación es parte del Proyecto de I+D+i PID2023-151441OB-I00, financiado por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por FEDER, UE.

ARANZADI