

**BBVA**

# Innovación para la vida con robots terapéuticos: Paro

Takanori Shibata

Instituto de Investigación de Sistemas Inteligentes, Instituto Nacional de Ciencia Industrial y Tecnología Avanzadas. Japón

## INTRODUCCIÓN

Hace mucho tiempo que se sabe que la interacción con los animales resulta beneficiosa desde el punto de vista emocional para las personas. En los últimos años se ha investigado y demostrado científicamente el efecto que causan los animales en los seres humanos. Friedmann investigó el índice de supervivencia a un año de pacientes a los que se dio de alta en una unidad coronaria y encontró que la supervivencia entre quienes tenían mascotas era mayor que entre quienes no las tenían (Friedmann *et al.*, 1980). Baun *et al.*, observaron que la tensión arterial de los pacientes descendía cuando acariciaban a su perro (Baun *et al.*, 1984). Garrity *et al.* estudiaron a ancianos socialmente aislados que habían perdido a su pareja durante el año anterior, y hallaron que el grado de depresión entre quienes no tenían mascotas era mayor que entre quienes las tenían (Garrity *et al.*, 1989). Lago *et al.*, investigaron mediante entrevistas telefónicas cómo influía en los ancianos el hecho de tener mascotas o no. Estos autores revelaron que los índices de mortalidad y de desgaste eran superiores en personas que habían tenido mascotas en el pasado que en quienes las tenían en ese momento (Lago *et al.*, 1989). Hart *et al.*, examinaron la influencia social de los animales sobre los seres humanos y observaron que el número de desconocidos que se acercaban

de forma amistosa a personas que tenían perros era mayor que si no los tenían (Hart *et al.*, 1987).

Por lo que respecta a sus aplicaciones médicas, la terapia y las actividades con animales (TA y AA, respectivamente) se utilizan cada vez más en hospitales y residencias de ancianos, especialmente en Estados Unidos (Delta Society, 1996; Fine, 2006). La TA se utiliza con fines específicos en los programas terapéuticos diseñados por médicos, enfermeras o trabajadores sociales en colaboración con voluntarios. Por otra parte, las AA hacen referencia a la interacción de los pacientes con animales sin necesidad de que existan objetivos terapéuticos concretos y suelen correr a cargo de personas voluntarias. La TA y las AA se utilizan con tres finalidades:

1. Efecto psicológico (por ejemplo, relajación o motivación)
2. Efecto fisiológico (por ejemplo, mejora de las constantes vitales)
3. Efecto social (por ejemplo, estímulo para la comunicación entre los pacientes ingresados y sus cuidadores)

Buena muestra de ello es el caso de un niño hospitalizado que sufría intensos dolores a causa de su enfermedad y que tenía miedo de levantarse y caminar. Sin embargo, cuando se le pidió que llevara a pasear a un perro como terapia, de inmediato accedió y comenzó a andar alegremente,

como si todo su dolor hubiera disminuido. Asimismo, el perro le servía para relacionarse con los otros niños (Kale, 1992). En otro caso, las capacidades lingüística y motora de un niño que no podía ni hablar ni caminar por exposición prenatal al crack mejoraron tras establecer una relación terapéutica con perros y pájaros (Delta Society, 1991).

En los pacientes con sida es importante reducir el estrés, ya que se trata de un factor estrechamente relacionado con las complicaciones que generan las deficiencias inmunitarias. La TA les ayuda a relajarse y a permanecer conectados con el mundo (Haladay, 1989).

Además de producir estos efectos, la TA y las AA en las residencias de ancianos contribuyen a su rehabilitación y permiten a los pacientes a los que les queda poco tiempo de vida reírse y disfrutar (Gammonley y Yates, 1991). La TA alivia la soledad en las personas ingresadas en residencias durante periodos prolongados (Banks y Banks, 2002). La presencia de animales con fines terapéuticos ha resultado especialmente útil para mitigar las conductas de agitación, para reducir el número de episodios de agresión verbal y de ansiedad, y para estimular la interacción social en ancianos internados con demencia (Richeson, 2003; Fick, 1993; Fritz *et al.*, 1995).

Sin embargo, a pesar de ser conscientes de los efectos positivos de la TA y de las AA, en la mayoría de los hospitales y residencias no permiten tener animales, sobre todo en Japón, por temor a los efectos negativos que pueden tener sobre las personas, como por ejemplo, reacciones alérgicas, infecciones, mordeduras y arañazos.

Muchos países avanzados se están convirtiendo en sociedades con una media de edad elevada. Entre ellos destaca Japón, donde en 2010 el 23,1% de la población (29,4 millones de personas de un total de 127) tiene más de sesenta y cinco años. Muchos ancianos se mantienen en buenas condiciones de salud, pero algunos necesitan atención domiciliaria o en instituciones, en función de su grado de discapacidad física y de si padecen alguna alteración cognitiva. Por lo

que respecta a estas últimas, la demencia constituye un problema muy complicado. En 2010 hay en Japón cerca de dos millones de personas que padecen demencia.

La asistencia mental de los ancianos representa un grave problema para los cuidadores en las residencias (Daies y Knapp, 1981). Las personas mayores se deprimen con facilidad, ya que experimentan situaciones difíciles, como la pérdida de su familia, de sus amistades, de su papel social y de sus funciones físicas. Los trastornos depresivos son frecuentes entre los ancianos internados en residencias (WPA/PID). A estos se unen los que padecen otras enfermedades mentales, como la demencia, que causa alteraciones psiquiátricas y conductuales, entre ellas, alucinaciones, agresiones y vagabundeo (ADI, 1999). Estos trastornos influyen negativamente en la calidad de vida de las personas y de sus cuidadores. Así pues, para tratar de comunicarse con los ancianos, los cuidadores organizan actividades lúdicas tales como cantar, colorear, dibujar o hacer papiroflexia. No obstante, a algunas personas les resulta embarazoso cantar y otras, como consecuencia de su enfermedad, tienen dificultades para mover los dedos al dibujar. Por otra parte, a los cuidadores les puede resultar difícil comunicarse con estos ancianos debido a la falta de intereses comunes.

En este artículo se muestra la robototerapia como «innovación para la vida» y se examina su potencial para el cuidado de las personas mayores. En la sección siguiente hablaremos de un nuevo campo dentro de la robótica, el de los robots interactivos para el enriquecimiento psicológico humano. A continuación, pasaremos revista a las funciones que deben tener los robots terapéuticos y mostraremos cómo es el robot foca Paro. Por último, veremos ejemplos de robototerapia para ancianos y extraeremos algunas conclusiones.

## ROBOTS INTERACTIVOS PARA EL ENRIQUECIMIENTO PSICOLÓGICO HUMANO

Los robots industriales se han utilizado con frecuencia en la industria manufacturera desde principios de la década de 1960. Por lo general,

los robots industriales suelen realizar tareas de soldadura, ensamblaje, pintura, envasado y paletización en el sector automovilístico y en otros. Estos robots trabajan con gran rapidez y precisión, aunque inicialmente necesitan que un operario humano les enseñe y que su entorno esté diseñado especialmente para que puedan realizar sus tareas. La mayoría de los robots industriales se consideran un peligro en potencia para las personas y por tanto permanecen aislados de estas.

Posteriormente, el rápido desarrollo de las altas tecnologías ha dado lugar a la creación de robots no solo para las fábricas, sino también para nuestro entorno cotidiano, como sucede con hogares, oficinas y hospitales. Por ejemplo, las sillas de ruedas robotizadas permiten a las personas mayores desplazarse con facilidad en el exterior (Matsumoto *et al.*, 2006). Los trajes robotizados, que amplían las capacidades físicas humanas, podrán reducir la carga de trabajo de los cuidadores (véase HAL). Existe un robot para cabalgar que incrementa la fuerza física del paciente (véase JOBA). En particular, se espera que los robots interactivos para el enriquecimiento psicológico humano representen una nueva aplicación de la robótica y están atrayendo a numerosos investigadores y empresas (Shibata, 2004).

Los robots interactivos están diseñados para el entretenimiento, la comunicación (actividad social), la orientación, la educación, el bienestar, la psicoterapia y con otros fines. Para ello se han creado diversos tipos de robots, ya sea con formas específicas, humanas o de animales.

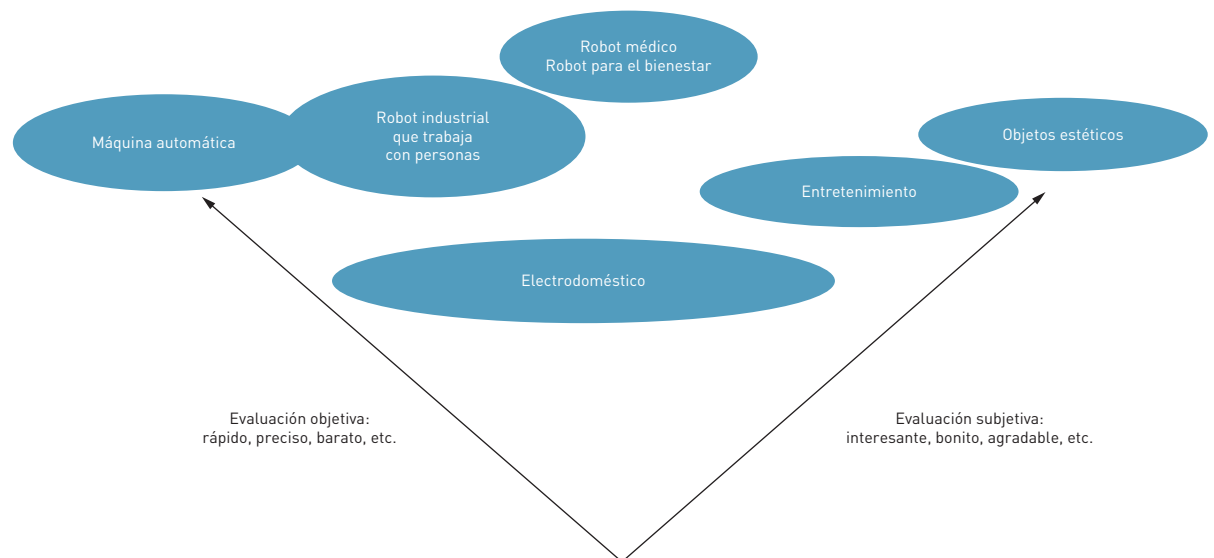
Estos robots permiten una mayor interacción con el ser humano que los industriales. No solo son objeto de mediciones objetivas —como la rapidez y la precisión—, sino también subjetivas en cuanto a su interacción con las personas, como por ejemplo, midiendo el grado de bienestar y de alegría que proporcionan. Los robots de entretenimiento ejemplifican la importancia que tiene la evaluación subjetiva de su valor (figura 1).

Existen cuatro categorías de robots interactivos para el enriquecimiento psicológico humano atendiendo a la relación que pueden mantener con las personas: 1. robots intérpretes; 2. robots intérpretes accionados a distancia; 3. robots que se pueden manejar, construir, programar y controlar; y 4. robots autónomos interactivos.

### 1. Robots intérpretes

Los robots intérpretes poseen una larga historia y son capaces de realizar movimientos con sentido para los seres humanos, principalmente

Figura 1. Mediciones objetivas y subjetivas para evaluar los dispositivos



con fines lúdicos. En el siglo XVIII se crearon en Suiza marionetas mecánicas que tocaban el órgano, dibujaban y escribían cartas. Por entonces en Japón también existían las muñecas Karakuri, que bailaban o hacían trucos de magia, por ejemplo. Recientemente se han utilizado numerosos robots intérpretes en exposiciones, museos, películas y parques de atracciones, como en Disneylandia y en los Estudios Universal. A esta categoría pertenecen también algunos robots humanoides, como el ASIMO de Honda y el Qrio de Sony (Hirai, 1998; Kuroki *et al.*, 2002). Un robot intérprete puede entretener a un público considerable en cualquier momento. Sin embargo, sus movimientos tal vez estén preprogramados y sean en su mayoría repetitivos; así pues, por lo general no interactúan mucho con el ser humano. Para entretener a las personas se necesita un robot con un alto grado de complejidad.

### **Robots intérpretes accionados a distancia**

Los robots intérpretes accionados a distancia los maneja por control remoto un operario oculto. Sus movimientos pueden parecer reactivos para las personas que interactúan con ellos, porque el operario, en función de lo que haga el público, envía órdenes al robot para simular conductas reactivas. En las exposiciones o en los parques de atracciones, por ejemplo, se utilizan robots intérpretes humanoides controlados a distancia.

### **Manejo, construcción, programación y control de robots**

Al ser humano le divierte y agrada mucho manejar, construir, programar y controlar robots. Es más, podemos observar lo que hace el robot que estamos manejando. Una sencilla muestra es el *UFO catcher*, máquina de juegos con forma de animal de peluche que se encuentra en centros recreativos. En esta categoría también se incluye la construcción y programación de robots. Un conocido ejemplo de ello son las competiciones entre robots, como Micro-mouse, RoboCup (fútbol robótico, Kitano *et al.*, 1998) y Robo-One (lucha libre entre robots, véase Robo-One), al igual que

Lego-Mindstorms o I-Blocks. Dado que la construcción y programación de robots puede estimular la creatividad infantil, estas iniciativas suelen denominarse de *edutenimiento*, ya que combinan el entretenimiento con la educación (Druin y Hender, 2000; Lund, 2004).

### **Robots autónomos interactivos**

Los robots autónomos interactivos se relacionan con los seres humanos en el mundo físico. Utilizan comunicación verbal y no verbal, dependiendo de las funciones de los robots. A diferencia de los robots de las demás categorías, las interacciones entre los humanos y estos robots son generalmente personales. Por ejemplo, el perro robot de Sony, AIBO, diseñado con fines de entretenimiento, tiene un aspecto mecánico y llama la atención de la gente utilizando la comunicación no verbal (Fujita, 2004). El robot de comunicaciones ifbot es capaz de mantener una conversación utilizando expresiones faciales y un gran número de situaciones de conversación preparadas (véase ifbot). El terminal de información amistoso con el ser humano PaPeRo puede controlar los electrodomésticos y obtener información de Internet mediante comandos de voz, e incluso entretener a la gente bailando y jugando (véase PaPeRo). También pertenecen a esta categoría los robots guías de museos y exposiciones (Bischoff y Graefe, 2004), así como los creados para instituciones mentales que se describen en este artículo.

Dentro del campo del bienestar y de la terapia cognitiva, Shibata *et al.* han estudiado y creado un robot para instituciones psiquiátricas con el fin de producir efectos mentales, como placer y relajación, adoptando el papel de robot personal (véase Shibata, 1996-2009). Proponen también la *roboterapia*, que utiliza los robots con fines terapéuticos y para realizar actividades en sustitución de los animales. La roboterapia se dirige a aquellas personas ingresadas en centros de carácter médico y social en los que no se permite la entrada de animales. Así pues, se ha creado un robot para instituciones psiquiátricas en forma de foca llamado Paro (figura 2), que se emplea

en varios países para su uso especialmente en hospitales pediátricos y residencias de ancianos como roboterapia. Investigaciones recientes han revelado que la roboterapia produce los mismos efectos sobre las personas que el tratamiento con animales y en particular se considera un nuevo método para responder a las necesidades cognitivas de las personas mayores (incluidos los pacientes con demencia).

## ROBOT TERAPÉUTICO

### *Requisitos funcionales*

En la roboterapia es importante reavivar en las personas los conocimientos y las experiencias vividas con los animales mediante la interacción con los robots y despertar los mismos sentimientos que cuando se relacionan con ellos. Así pues, los robots deben tener formas, sensaciones táctiles, conductas autónomas y respuestas que imiten a las de los animales.

Por otra parte, los dispositivos se utilizan no solo en hogares, sino también en hospitales y residencias de ancianos. Se espera que muchas personas que han perdido su fuerza física y su capacidad de recuperación a consecuencia de la edad y de las enfermedades interactúen con los

robots. Por tanto, los robots deberían gozar de rápida aceptación por parte de las personas, además de ser inofensivos e higiénicos. Un aspecto que preocupa en relación con estos robots es la posibilidad de que las personas interactúen físicamente con ellos tocándolos y abrazándolos, lo cual podría causar lesiones. Asimismo, podrían transmitir gérmenes a las personas con sistemas inmunitarios deteriorados, como los pacientes con leucemia de los hospitales. Además, algunas personas pasan en los centros sanitarios solo unas horas cada vez para recibir tratamiento diurno y ambulatorio, pero otras pueden permanecer ingresadas durante años (como en el caso de las residencias y de los ingresos hospitalarios de larga duración). Así pues, los robots tienen que mantener una interacción a largo plazo con las personas en su vida cotidiana.

Si lo desean, estos robots los pueden utilizar médicos, enfermeros, terapeutas, cuidadores y voluntarios solo durante cierto tiempo. Igualmente, los usuarios pueden jugar con ellos en cualquier momento, de manera que es importante que estén diseñados de forma que cualquiera los pueda manejar sin necesidad de poseer conocimientos especializados.

Figura 2. Paro, el robot foca



### *El robot para instituciones psiquiátricas Paro*

Los robots para instituciones psiquiátricas no están diseñados para realizar trabajos físicos o servicios para las personas (véase Shibata, 1996-2009). Su función consiste en producir efectos mentales, como placer y relajación, adoptando el papel de robots personales. Estos robots actúan de forma independiente con determinados propósitos y motivos, al tiempo que reciben estimulación del entorno, como sucede con los organismos vivos. Las acciones que realizan durante su interacción con las personas se pueden interpretar como si los robots tuvieran corazón y sentimientos.

Los robots para instituciones psiquiátricas pueden estimular los distintos sentidos humanos mediante la interacción física. Así pues, la principal característica de estos robots es la comunicación no verbal. Se llevó a cabo un experimento básico de psicología sobre la interpretación subjetiva y la evaluación de la conducta de robots después de interactuar con ellos. Este estudio puso de manifiesto la importancia que tiene estimular adecuadamente los sentidos humanos y establecer asociaciones. Se investigaron y crearon sistemas de sensores visuales, auditivos y táctiles para los robots, así como un sensor táctil flexible y plano que lo recubriera por completo para mejorar el contacto corporal entre este y las personas (Shibata, 2004). Dicho sensor es capaz de detectar la posición y la fuerza con la que las personas tocan el robot y al mismo tiempo es blando al tacto.

Las formas de los animales robóticos se pueden clasificar en tres categorías:

1. Animales conocidos (perro, gato)
2. Animales poco conocidos (por ejemplo, foca)
3. Animales o personajes imaginarios

Se elaboraron prototipos de perro, gato y foca. El robot funciona utilizando los tres elementos de sus estados internos, la información procedente de sus sensores y su propio ritmo diurno (mañana, tarde y noche) para realizar diversas actividades durante su interacción con las personas.

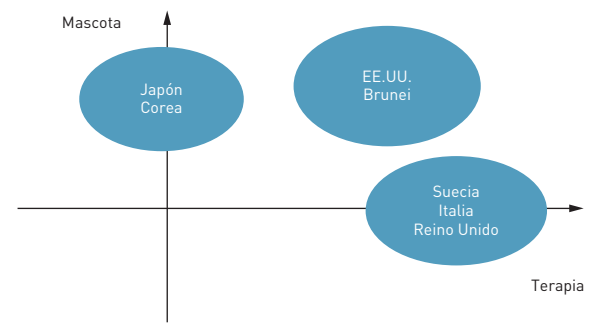
Se llevaron a cabo evaluaciones subjetivas del gato y de la foca robot mediante un cuestionario (Shibata *et al.*, 1999; Shibata y Tanie, 2000). Ambos robots obtuvieron elevadas puntuaciones. Sin embargo, los sujetos se quejaban de que el gato era blando y de que sus reacciones eran distintas de las que conocían de los gatos reales. Por otra parte, la mayoría de las personas no poseen muchos conocimientos sobre las focas y por tanto no podían comparar al robot foca con sus conocimientos sobre este animal; de ahí que el robot foca se evaluara más positivamente tras la interacción. Estos resultados revelaron que había más personas que aceptaban al robot si tenía la forma de un animal poco conocido.

Se realizaron estudios transculturales sobre la evaluación subjetiva del robot foca en siete países distintos: Japón, Reino Unido, Suecia, Italia, Corea, Brunei y Estados Unidos (Shibata *et al.*, 2002; Shibata *et al.*, 2009). Para ello, se recabaron los datos de unos dos mil encuestados. La evaluación subjetiva mostró puntuaciones elevadas en general y reveló que el robot foca podía gozar de amplia aceptación a pesar de las diferencias culturales y religiosas. Sin embargo, a juzgar por los resultados del análisis del principal componente, había dos clases de expectativas en torno a Paro: una como mascota y otra como terapia (figura 3). En los países asiáticos (Japón y Corea) las personas deseaban que Paro fuera una mascota, pero no con fines terapéuticos. Por el contrario, en los países europeos (Reino Unido, Suecia e Italia), se consideraba a Paro más útil como terapia que como mascota. Por su parte, en Estados Unidos y en Brunei parecía adecuado para ambos fines. Esto puede deberse a los diferentes tipos de relación que existen en cada país entre las personas y las mascotas y a las actitudes hacia los robots en general. En Asia las mascotas gozan de popularidad, pero están consideradas como inferiores a los seres humanos. Además, la terapia con animales está poco difundida y no se confía mucho en ella. Por otra parte, en los países occidentales, se quiere a las mascotas y se las considera al mismo nivel o incluso superiores

a las personas. A todo esto se añade que allí la terapia con animales es muy conocida y está extendida en la práctica. Sin embargo, los robots se consideran como algo peligroso o incluso nocivo, además de que algunas personas temen que les vayan a quitar su puesto de trabajo.

El robot foca para instituciones psiquiátricas Paro ha sido diseñado para utilizarse tanto como mascota como con fines terapéuticos. Aunque Paro está cubierto de peluche blanco o dorado claro (figura 2), su interior alberga dispositivos de alta tecnología (figura 4). Dispone de sensores táctiles repartidos por toda su superficie, situados entre el rígido esqueleto interior y la piel, para conseguir un tacto suave y natural, así como para poder medir el contacto humano con Paro. Su tamaño y su peso (aproximadamente de 2,7 kg) se asemejan a los de un bebé humano. Paro posee cuatro sentidos: vista (sensor de luz), oído (cálculo de la dirección de la que proviene el sonido y reconocimiento del habla), equilibrio y tacto. Cuenta además con un sensor de temperatura

Figura 3. Expectativas sobre Paro según los resultados obtenidos con los cuestionarios en siete países



para mantenerlo a una temperatura corporal constante templada. Sus piezas móviles permiten realizar movimientos vertical y horizontal del cuello, movimientos de la aleta hacia adelante y hacia atrás, así como movimientos independientes para cada párpado, aspecto importante si se quieren conseguir expresiones faciales.

Para poder obtener una puntuación elevada en la interacción subjetiva con las personas, Paro

Figura 4. Sensores, accionadores, sistemas de control distribuido e inteligencia artificial en el robot Paro

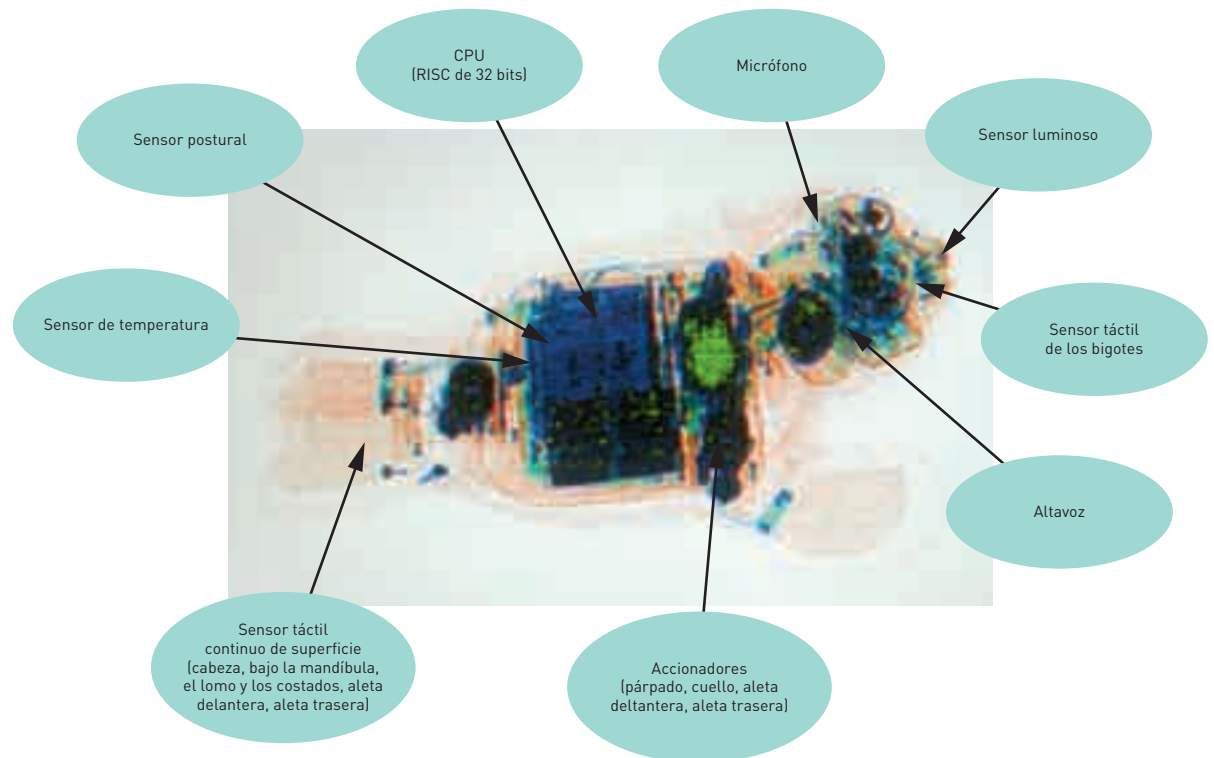
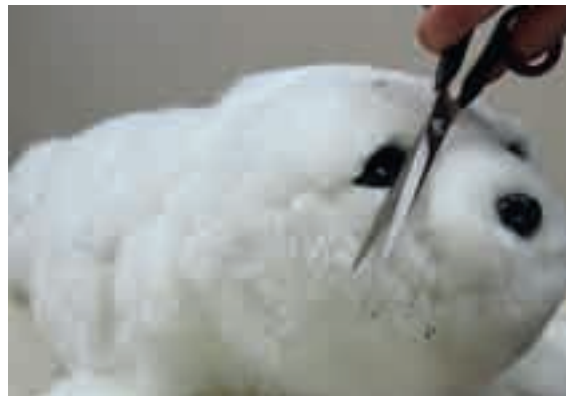




Figura 5. Proceso de fabricación manual



(a) Recorte del peluche



(b) Cosido de las pestañas

se ha diseñado funcionalmente para ser suave y dar sensación de calidez. Todas las unidades están recubiertas de peluche y tienen las pestañas cosidas a mano para lograr un producto de alta calidad (figura 5). Por otra parte, el tejido de peluche utilizado es antibacteriano y resistente a la suciedad, además de que no se desprende. El circuito interno dispone de un protector electromagnético para evitar interferencias en los marcapasos cardíacos. La prueba de tensión no disruptiva, el ensayo de caída, la prueba de 100.000 caricias y una prueba clínica a largo plazo realizada durante siete años confirman que Paro es muy seguro y duradero. Está diseñado para ser suficientemente sencillo como para que lo pueda manejar cualquiera. Dispone solo de un interruptor de encendido y apagado y el cargador tiene forma de chupete. Por lo que respecta a su inteligencia artificial, las funciones de aprendizaje de

su nombre y de sus comportamientos permiten a los usuarios establecer poco a poco una relación con él, lo cual evita que pierdan interés y les anima a mostrar su afecto hacia Paro. Para imitar los movimientos y el aspecto de los bebés de foca rayada se han realizado estudios ecológicos y se han muestreado e incorporado al robot sonidos reales de bebés foca.

### **Roboterapia**

Este robot foca se utiliza para administrar roboterapia en hospitales y residencias de numerosos países, como Japón, Suecia, Dinamarca, Italia y Estados Unidos. La roboterapia consiste en el uso de robots para la realización de programas terapéuticos diseñados por médicos, enfermeros y trabajadores sociales, así como para actividades asistidas que permiten a los pacientes interactuar con robots sin necesidad

de un objetivo terapéutico concreto. Estas actividades no dependen de voluntarios, sino que las supervisa el personal del centro. La roboterapia se emplea sobre todo en centros médicos como hospitales y clínicas, mientras que las actividades con robots se llevan a cabo en instituciones de carácter social, tales como residencias de ancianos (figura 6).

### **Roboterapia para personas mayores**

Un ejemplo de roboterapia es el uso que se ha dado a Paro para ayudar a ancianos en centros de día (Shibata *et al.*, 2001; Saito *et al.*, 2002; Wada *et al.*, 2004). Los efectos de los robots foca sobre las personas mayores se han investigado evaluando su estado de ánimo mediante escalas faciales (Lorish y Maisiak, 1986) y cuestionarios. Los cambios en sus reacciones al estrés se midieron a través de los niveles hormonales de sulfato de 17-oxoesteroides (17-KS-S) y de 17-hidroxicorticosteroides (17-OHCS) en orina (Selye, 1970; Nishikaze *et al.*, 1995). También se investigó el estrés del personal de la residencia mediante cuestionarios como la escala de desgaste profesional (Pines, 1981). El centro de día utilizó robots foca durante cinco semanas y los sentimientos de los ancianos mejoraron gracias a su interacción con los robots. Las muestras de orina obtenidas revelaron que también había aumentado su capacidad para superar el estrés. Asimismo, el nivel de estrés del personal descendió porque los

ancianos necesitaban menos supervisión mientras interactuaban con los robots.

En agosto de 2003 comenzó un experimento a largo plazo en una institución sanitaria (Wada *et al.*, 2004), en el cual alrededor de 10 personas interactuaron con Paro durante una hora dos veces por semana. Uno o dos cuidadores organizaban la interacción con Paro. Para investigar los efectos de Paro se utilizaron una escala facial y escalas geriátricas de depresión (Yesavage, 1988). Los resultados mostraron que los sentimientos de los ancianos habían mejorado a lo largo del año y que también se había reducido el grado de depresión de los participantes. Los cuidadores comentaron que la interacción con Paro había conseguido que los ancianos se rieran y fueran más activos. Sus expresiones faciales cambiaron, se suavizaron y se iluminaron. En el día en que realizaban la actividad estaban deseosos de interactuar con Paro, e incluso ocupaban sus asientos antes de empezar la sesión. Algunas personas que generalmente se quedaban en sus habitaciones salían y se sumaban a la actividad de buen grado. Asimismo, Paro animaba a la gente a comunicarse entre sí y con sus cuidadores, al convertirse en un tema común de conversación. Todo ello mejoró el ambiente general. Estos ancianos todavía disfrutaban jugando con Paro.

En otro caso se introdujo a Paro en la zona pública de un centro de convalecencia, una especie de centro comunitario para ancianos y se

Figura 6. Interacciones entre personas mayores y Paro



mantuvo encendido durante más de nueve horas cada día para que los investigadores estudiaran los efectos que producía la interacción libre con él (Wada y Shibata, 2007). Para examinar los efectos psicológicos y sociales se entrevistó a cada sujeto y se analizó su red social. Asimismo, se grabaron en vídeo las actividades de los residentes en las zonas públicas y se midieron sus niveles de 17-KS-S y de 17-OHCS en orina. Los resultados indicaron que la interacción con Paro incrementó sus relaciones sociales. Por otra parte, los análisis de orina mostraron que las reacciones de los órganos vitales de los sujetos al estrés mejoraron después de interactuar con Paro.

### **Efectos en los pacientes con demencia**

La demencia constituye un grave problema en el cuidado de las personas mayores. Según Alzheimer's Disease International (ADI; organización internacional para la enfermedad de Alzheimer), se calcula que unos 24,4 millones de personas sufren demencia en todo el mundo y esta cifra alcanzará los 82 millones de personas en 2040. Se trata de un trastorno neurológico incapacitante y progresivo que se produce como consecuencia de muy diversas enfermedades. Su causa más común es la enfermedad de Alzheimer, que afecta aproximadamente a la mitad de las personas con demencia. Otras causas posibles son ciertas alteraciones vasculares, la demencia con cuerpos de Lewy y muchas otras enfermedades (véase ADI, 1999). Los trastornos psiquiátricos y conductuales, como los cambios de personalidad, las alucinaciones, las ideas paranoides, las agresiones, el vagabundeo y la incontinencia son rasgos característicos habituales en la demencia y constituyen el principal motivo por el cual estas personas requieren asistencia a largo plazo (Garrity *et al.*, 1989). La administración de donepezilo, el ejercicio físico y el control de la dieta tratan de ralentizar el avance de la demencia (Andrade y Radhakrishnan, 2009). Sin embargo, por desgracia, no existe hasta el momento ninguna cura definitiva para la demencia. Los últimos datos indican que

el arte, la música y el aprendizaje, actividades que estimulan las emociones y el cerebro de los pacientes, pueden conseguir que avance más despacio una vez ha comenzado (Kimura *et al.*, 2002; Brotons y Koger, 2000; Kawashima, 2002). No obstante, todos estos tratamientos son aún susceptibles de mejora.

Por lo que respecta a la interacción entre Paro y los pacientes con demencia en las residencias de personas mayores, se han observado mejoras conductuales en diversos casos. Por ejemplo, un paciente que se quejaba constantemente consiguió relajarse y empezó a hablar con el terapeuta (Marti *et al.*, 2006). Después de jugar con Paro, otra paciente que a menudo intentaba regresar a su casa dejó de hacerlo: sus síntomas de vagabundeo habían mejorado.

En una clínica de neurocirugía se investigaron los efectos fisiológicos de la roboterapia en pacientes con demencia (Wada *et al.*, 2008). Con este fin, se utilizó el Método de diagnóstico para la disfunción neuronal (DIMENSION, por su acrónimo en inglés), en el que se obtiene un EEG de cada paciente antes y después de 20 minutos de roboterapia (Musha *et al.*, 2002). Igualmente, se sometió a los sujetos a un cuestionario para conocer la impresión que les había causado Paro. Los resultados mostraron que la interacción con este robot mejoró la actividad de las neuronas corticales en el 50% de 14 sujetos válidos, fenómeno que se dio especialmente en los pacientes a los que les había gustado mucho Paro.

El coste que supone atender a un paciente con demencia a través del sistema de seguridad social asciende en Japón a unos 40.000 dólares USA al año y la esperanza de vida de estas personas está en torno a los ocho años. En Dinamarca este coste es de alrededor del doble. Esto representa una enorme carga para los municipios que ofrecen seguros de asistencia a largo plazo. Se necesitan urgentemente métodos útiles y prácticos para prevenir la demencia. Paro se lanzó al mercado en 2005 y su precio ronda los 4.600 euros. Sin embargo, sus costes de explotación se reducen prácticamente a la recarga

de la batería, ya que está diseñado para durar más de diez años y Paro se puede utilizar incluso sin necesidad de que intervenga un terapeuta debidamente cualificado, aunque en la Unión Europea es necesario asistir a un seminario de un día de duración para poder manejarlo. Diversos municipios japoneses han percibido la utilidad de Paro y se han mostrado a favor de su uso. Por ejemplo, la ciudad de Nanto en Toyama (Japón) ha adquirido ocho unidades para sus centros de día y la población de Tsukuba, en Ibaraki, ofrece subvenciones para la adquisición de Paro.

Por su parte, un centro para personas con demencia de Copenhague (Dinamarca) ha investigado los efectos de la roboterapia sobre estos pacientes en el marco del proyecto nacional *Be-Safe*. Se introdujeron doce unidades de Paro en diez lugares diferentes. Los resultados obtenidos durante este ensayo clínico de siete meses de duración indican que Paro influyó positivamente en los pacientes. A raíz de estos hallazgos, el gobierno danés decidió introducir 1.000 unidades de Paro en casi todas las instituciones para ancianos de Dinamarca. Hasta el momento, en 2010 más de 200 personas con licencia han estado utilizando Paro en más de un centenar de instituciones. Otros países europeos, como Noruega, los Países Bajos y Alemania, han adoptado el mismo sistema y han implantado el uso de Paro bajo el control de personas debidamente tituladas.

### **Otras investigaciones**

Algunas iniciativas han intentado administrar también roboterapia (Libin y Libin, 2004; Kanamori *et al.*, 2002; Tamura *et al.*, 2004) mediante el uso de robots comercializados con formas de animales, como AIBO y NeCoRo (véase NeCoRo). Por ejemplo, Libin introdujo NeCoRo en una residencia de ancianos y observó las interacciones de los pacientes (Libin y Libin, 2004). Igualmente, Kanamori *et al.* (2002), examinaron los efectos de AIBO en los ancianos ingresados en una residencia; a través de la medición de las hormonas presentes en la saliva, encontraron que el estrés descendía después de interactuar durante una

hora con AIBO y que disminuía el grado de soledad después de 20 sesiones a lo largo de siete semanas. Tamura *et al.* compararon los resultados obtenidos tras la exposición de pacientes a AIBO y a un perro de juguete (Tamura *et al.*, 2004). Observaron que AIBO no fomentaba mucho la interacción y que requería más intervención por parte de un terapeuta ocupacional.

Dado que no están diseñados con fines terapéuticos, estos robots de uso comercial se rompen con facilidad durante la interacción con las personas, por lo que resulta difícil utilizarlos a largo plazo.

### **CONCLUSIÓN**

Se han creado diversos robots que están entrando en nuestras vidas como productos comerciales. Cada robot está diseñado con un fin específico. Paro, el robot foca para instituciones psiquiátricas cuyo objetivo consiste en enriquecer la vida cotidiana y en mejorar las condiciones mentales de los pacientes como una «innovación para la vida», está diseñado para mantener una interacción a largo plazo con las personas y beneficiarles desde el punto de vista psicológico, fisiológico y social.

La roboterapia, esto es, el tratamiento mental mediante el uso de robots con forma de animales, constituye un terreno emergente. Los resultados de los experimentos exploratorios indican que Paro posee un gran potencial para proporcionar ayuda mental a las personas mayores. Sin embargo, será necesario investigar con más sujetos y con un grupo de control para confirmar científicamente sus efectos. Está previsto realizar más investigaciones con este fin en el futuro.

Por lo que respecta a la dimensión ética, los experimentos antes mencionados en los que se ha utilizado Paro se han llevado a cabo bajo la supervisión del comité de ética de cada organización. Solo han participado aquellas personas que deseaban recibir roboterapia o cuya participación ha sido autorizada por los familiares. Por otra parte, a algunas personas tal vez les preocupe que los ancianos pasen mucho tiempo

solos mientras el cuidador los deja interactuar con Paro; sin embargo, sucede lo contrario. Paro puede ser un mediador social entre ellos al convertirse en un tema común de conversación y de este modo animarles a comunicarse entre sí (figura 7). En la actualidad, la práctica de la roboterapia se deja en manos de los cuidadores y sus efectos dependen de ellos. Para desarrollar el potencial de Paro será preciso seguir investigando sobre cómo utilizarlo eficazmente.

Ya se han vendido en todo el mundo alrededor de 1.700 unidades de Paro (unas 1.500 en Japón, 120 en Dinamarca y un centenar más en otros países). Paro goza de gran aceptación y se ha observado que sus efectos psicológicos son similares en todos los países. No obstante, al comienzo de su uso existen algunas diferencias culturales en cuanto a la aceptación de Paro. Los europeos tienden a apreciar los efectos de la interacción con Paro y lo admiten como método terapéutico, dado que el uso de la terapia con animales está muy extendido entre centros hospitalarios y residencias de personas mayores. Por consiguiente, todas las unidades de Paro que existen en Europa se hallan en instituciones. Sin embargo, en los países asiáticos la terapia con animales no goza de la misma aceptación, aunque muchas personas hayan adoptado mascotas recientemente. En Japón, casi el 70% de los usuarios de Paro son particulares y le ven más como a un compañero que como a un recurso terapéutico. Por su parte, en Estados Unidos tienden a considerarle tanto como un instrumento con fines terapéuticos como un elemento de compañía (Shibata *et al.*, 2009), a pesar de que la Food and Drug Administration (FDA; organismo para el control de alimentos y medicamentos) estadounidense clasificó a Paro como «dispositivo médico» en 2009. Así pues, es importante introducir Paro de una manera adecuada en función de las diferencias culturales.

En la sociedad se está extendiendo el uso de la roboterapia dentro de los centros médicos y sociales. No obstante, será necesario seguir investigando para incorporar la roboterapia a gran escala en nuestras sociedades.

**Figura 7.** Paro como mediador social entre el anciano y el cuidador en una residencia asistida en Dinamarca



## BIBLIOGRAFÍA

- ADI FACTSHEET (1999), Alzheimer's Disease International: «The prevalence of dementia»; 3.
- ADI FACTSHEET (1999), Alzheimer's Disease International: «Psychiatric and Behavioural Disturbances in Dementia»; 7.
- ANDRADE, C., y R. RADHAKRISHNAN (2009), «The Prevention and Treatment of Cognitive Decline and Dementia: An Overview of Recent Research on Experimental Treatments», *Indian J Psychiatry* 51(1), pp. 12-25.
- BANKS MARIAN, R., y William A. BANKS (2002), «The Effects of Animal-Assisted Therapy on Loneliness in an Elderly Population in Long-Term Care Facilities», *J Gerontol A: Biol Sci Med Sci* 57, pp. 428-432.
- BAUN, M., N. BERGSTROM, N. LANGSTON y L. THOMA (1984), «Physiological Effects of Human/Companion Animal Bonding», *Nurs Res* 33(3), pp. 126-129.
- BISCHOFF, R., y V. GRAEFE (2004), «HERMES – a Versatile Personal Robotic Assistant», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1759-1779.
- BROTONS M., y S. KÖGER (2000), «The Impact of Music Therapy on Language Functioning in Dementia», *J Music Ther* 37(3), pp. 183-195.
- DAIES, B., y M. KNAPP (eds.) (1981), *Old People's Homes and the Production of Welfare*. Londres: Routledge & Kegan Paul PLC.
- DELTA SOCIETY (1991), «Animal-Assisted "Therapy and Crack Babies: a New Frontier"», *Newsletter* 1(2).
- DELTA SOCIETY (1996), *Standards of Practice for Animal-Assisted Activities and Therapy*.
- DRUIN, A., y J. HENDLER (eds.) (2000), *Robots for Kids; Exploring New Technologies for Learning*, San Francisco: Morgan Kaufmann.
- FICK, K. M. (1993), «The influence of an animal on social interactions of nursing home residents in a group setting», *Am J Occupat Ther* 47(6), pp. 529-534.
- FINE, A. H. (2006), *Handbook on Animal Assisted Therapy: Theoretical Foundations and Guidelines for Practice*, 2ª edición, Academic Press.
- FRIEDMANN, E., A. KATCHER, J. LYNCH y S. THOMAS (1980), «Animal Companions and One-year Survival of Patients after Discharge from a Coronary Care Unit», *Public Health Rep* 95(4), pp. 307-312.
- FRIITZ, C. L., *et al.* (1995), «Association with companion animals and the expression of noncognitive symptoms in Alzheimer's patients», *J Nerv Ment Dis* 183(7), pp. 459-463.
- FUJITA, M. (2004), «On Activating Human Communications With Pet-Type Robot AIBO», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1804-1813.
- GAMMONLEY, J., y J. YATES (1991), «Pet Projects Animal Assisted Therapy in Nursing Homes», *J Gerontol Nurs* 17(1), pp. 12-15.

- GARRITY, T., L. STALLONES, M. MARX y T. JOHNSON (1989), «Pet Ownership And Attachment As Supportive Factors In The Health Of The Elderly», *Anthrozoos* 3(1), pp. 35-44.
- HAL, <http://www.cyberdyne.jp>.
- HALADAY, J. (1989), «Animal Assisted Therapy for PWAs – Bringing a Sense of Connection», *AIDS Patient Care*, pp. 38-39.
- HART, L., B. HART, B. BERGIN (1987), «Socializing Effects of Service Dogs for People with Disabilities», *Anthrozoos* 1(1), pp. 41-44.
- HIRAI, K. (1998), «Humanoid Robot and Its Applications», *Actas IARP Int Conf Humanoid and Human Friend Robot 1*, pp. 1-4.
- IFBOT. <http://www.business-designco.jp>.
- JObA, <http://panasonic.jp/fitness>.
- KALE, M. (1992), «Kids & Animals», *Inter Actions* 10(3), pp. 17-21.
- KANAMORI, M., M. SUZUKI y M. TANAKA (2007), «Maintenance and Improvement of Quality of Life among Elderly Patients Using a Pet-Type Robot», *Nippon Ronen Igakkai Zasshi* 39(2), pp. 214-218.
- KAWASHIMA, R. (2002), «[Cognitive rehabilitation for Alzheimer disease-the learning therapy]», *Rinsho Shinkeigaku* 45(11), pp. 864-866.
- KIMURA, S., K. KANEKO, K. NISHIDA, K. SEKINE, T. MUSA y M. OH (2002), «[Effectiveness of the Creative Art Therapy by Using the Diagnosis Method of Neuronal Dysfunction (DIMENSION)]», Informe del Kansei Fukushi Res Cent 3, pp. 195-200.
- KITANO, H., et al. (1998), «The Robocup '97 Synthetic Agents Challenge», en *RoboCup-97: Robot Soccer World Cup I*, Springer, pp. 62-73.
- KUROKI, Y., T. ISHIDA, J. YAMAGUCHI, M. FUJITA y T. DOI (2002), «A Small Biped Entertainment Robot. J. Robot», *Mechatron* 14(1), pp. 7-11.
- LAGO, D., M. DELANEY, M. MILLER y C. GRILL (1989), «Companion Animals, Attitudes Toward Pets, and Health Outcomes Among the Elderly: A Long-Term Follow-up», *Anthrozoos* 3(1), pp. 25-34.
- LIBIN, A., y LIBIN, E. (2004), «Person-Robot Interactions From the Robopsychologists' Point of View: The Robotic Psychology and Robototherapy Approach», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1789-1803.
- LORISH, C. D., y R. MAISIAK (1986), «The Face Scale: A Brief, Nonverbal Method for Assessing Patient Mood», *Arthritis and Rheumatism* 29(7), pp. 906-909.
- LUND, H. (2004), «Modern Artificial Intelligence for Human-Robot Interaction», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1821-1838.
- MARTI, P., M. BACIGALUPO, L. GIUSTI, C. MENNECOZZI y T. SHIBATA (2006), «Socially Assistive Robotics in the Treatment of Behavioural and Psychological Symptoms of Dementia», *Actas Int Conf BioRob*, pp. 483-488.
- MARTI, P., V. PALMA, A. POLLINI, A. RULLO y T. SHIBATA (2005) «My Gym Robot», *Actas Symp Robot Companions*, pp. 64-73.
- MATSUMOTO, O., K. KOMORIYA, T. HATASE y H. NISHIMURA (2006), «Autonomous Traveling Control of the "TAO Aicle" Intelligent Wheelchair», *Actas IEEE/RSJ Int Conf IROS*, pp. 4322-4327.
- MUSA, T., T. ASADA, F. YAMASHITA, T. KINOSHITA, Z. CHEN, H. MATSUDA et al. (2002), «A New EEG Method for Estimating Cortical Neuronal Impairment That Is Sensitive to Early Stage Alzheimer's Disease», *Neurophysiol Clin*, 113, pp. 1052-1058.
- NeCoRo. <http://www.necorocom/home.html>, en prensa.
- NISHIKAZE, O., et al. (1995) «Distortion of Adaptation (Wear & Tear and Repair & Recovery)-Urine 17- KS-Sulfates and Psychosocial Atresin», *Humans-Job Stress Res* 3, pp. 55-64.
- PaPeRo. <http://www.incxnecojp/robot/robotcenter.html>.
- PINES (1981), «The Burnout measure», artículo presentado en la Conferencia Nacional sobre el desgaste profesional en los servicios humanos. Filadelfia, noviembre.
- RICHESON, N. E. (2003), «Effects of animal-assisted therapy on agitated behaviors and social interactions of older adults with dementia», *Am J Alzheim Dis Other Dement* 18(6), pp. 353-358.
- ROBO-ONE. <http://www.robo-one.com>.
- SAITO, T., T. SHIBATA, K. WADA y K. TANIE (2002), «Examination of Change of Stress Reaction by Urinary Tests of Elderly before and after Introduction of Mental Commit Robot to an Elderly Institution», *Actas Int Symp AROB* 1, pp. 316-319.
- SELYE, H. (1970), «Stress and aging», *Journal of American Geriatric Society* 18, pp. 669-676.
- SHIBATA, T. (2004), «An Overview of Human Interactive Robots for Psychological Enrichment», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1749-1758.
- SHIBATA, T. (2004), «Ubiquitous Surface Tactile Sensor», *TEXCRA*, p. 56.
- SHIBATA, T., K. INOUE y R. IRIE (1996), «Emotional Robot for Intelligent System – Artificial Emotional Creature Project», *Actas IEEE RO-MAN*, pp. 466-471.
- SHIBATA, T., y R. IRIE (1997), «Artificial Emotional Creature for Human-Robot Interaction – A New Direction for Intelligent System», *Actas IEEE/ASME Int Conf AIM* 47.
- SHIBATA, T., T. MITSUI, K. WADA y K. TANIE (2002), «Subjective Evaluation of Seal Robot: Paro – Tabulation and Analysis of Questionnaire Results», *J Robot Mechatron* 14(1), pp. 13-19.
- SHIBATA, T., T. MITSUI, K. WADA, A. TOUDA, T. KUMASAKA, K. TAGAMI et al. (2001), «Mental Commit Robot and its Application to Therapy of Children», *Actas IEEE/ASME Int Conf AIM*, pp. 1053-1058.
- SHIBATA, T., y K. TANIE (2000), «Influence of A-Priori Knowledge in Subjective Interpretation and Evaluation by Short-Term Interaction with Mental Commit Robot», *Actas IEEE/RSJ Int Conf IROS* 1, pp. 169-174.
- SHIBATA, T., T. TASHIMA y K. TANIE (1999), «Subjective Interpretation of Emotional Behavior through Physical Interaction between Human and Robot», *Actas IEEE Int Conf SMC*, pp. 1024-1029.
- SHIBATA, T., K. WADA, Y. IKEDA y S. SABANOVIC (2009), «Cross-cultural Studies on Subjective Evaluation of Seal Robot», *Advanced Robotics*, en prensa.
- SHIBATA, T., K. WADA, T. SAITO y K. TANIE (2001), «Robot Assisted Activity for Senior People at Day Service Center», *Actas Int Conf ITM*, pp. 71-76.
- TAMURA, T., S. YONEMITSU, A. ITOH, D. OIKAWA, A. KAWAKAMI, Y. HIGASHI et al. (2004), «Is an Entertainment Robot Useful in the Care of Elderly People With Severe Dementia?», *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2004 59A(1), pp. 83-85.
- WADA, K., y T. SHIBATA (2007), «Living with Seal Robots – Its Socio-psychological and Physiological Influences on the Elderly in a Care House», *IEEE Trans Robot* 23(5), pp. 972-980.
- WADA, K., T. SHIBATA, T. MUSA y S. KIMURA (2008), «Robot Therapy for Elders Affected by Dementia», *IEEE Eng Med Biol Mag* 27(4), pp. 53-60.
- WADA, K., T. SHIBATA, T. SAITO, K. SAKAMOTO y K. TANIE (2005), «Psychological and Social Effects of One Year Robot Assisted Activity on Elderly People at a Health Service Facility for the Aged», *Proc IEEE ICRA*, pp. 2796-2801.
- WADA, K., T. SHIBATA, T. SAITO y K. TANIE (2004), «Effects of Robot Assisted Activity for Elderly People and Nurses at a Day Service Center», *Actas IEEE* 92(11), pp. 1780-1788.
- WADA, K., T. SHIBATA, T. SAITO y K. TANIE (2004), «Psychological and Social Effects in Long-Term Experiment of Robot Assisted Activity to Elderly People at a Health Service Facility for the Aged», *Actas IEEE/RSJ Int Conf IROS*, pp. 3068-3073.
- WPA/PTD Educational Program on Depressive Disorders «Depressive Disorders in Older Persons», Unidad 3 del curso formativo <http://www.wpanet.org/education/ed-program-guidelines.html>
- YESAVAGE, J. A. (1988), «Geriatric Depression Scale», *J Psychopharmacology Bulletin* 24(4), pp. 709-711.