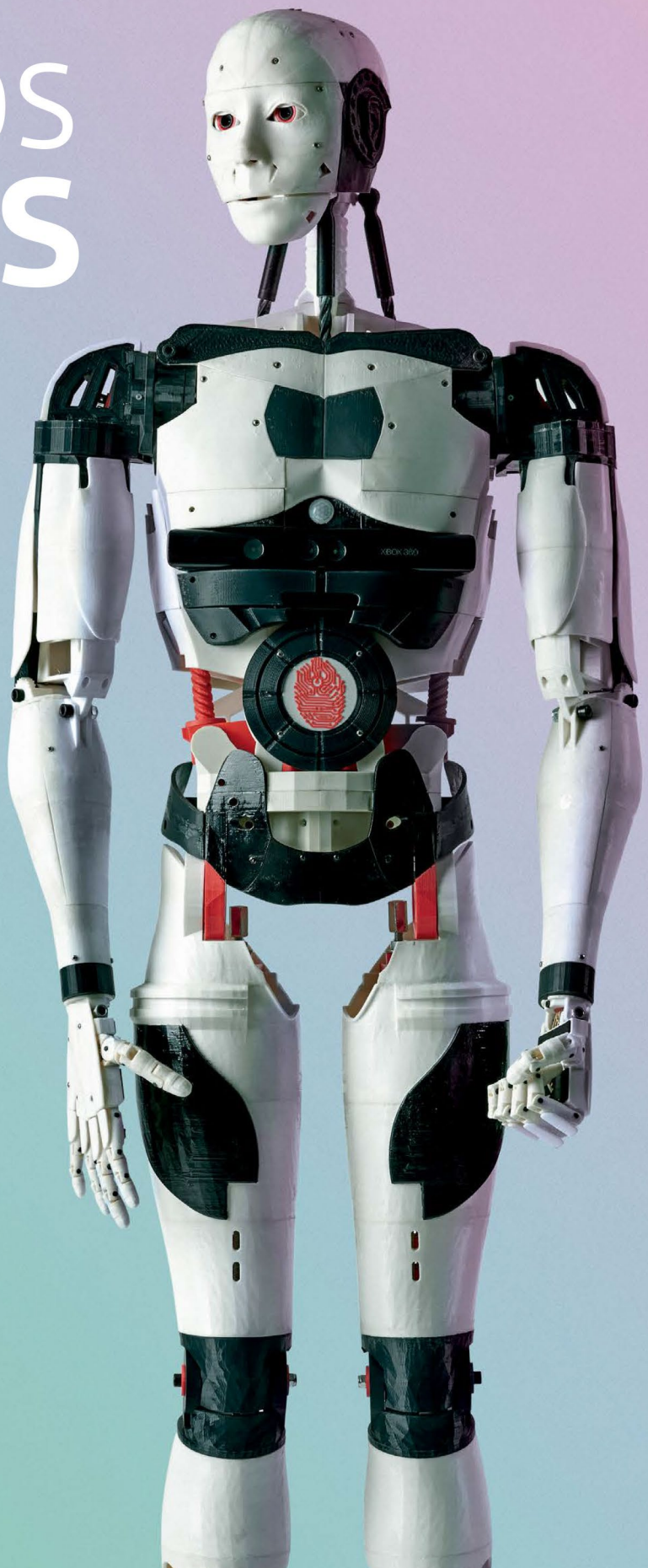
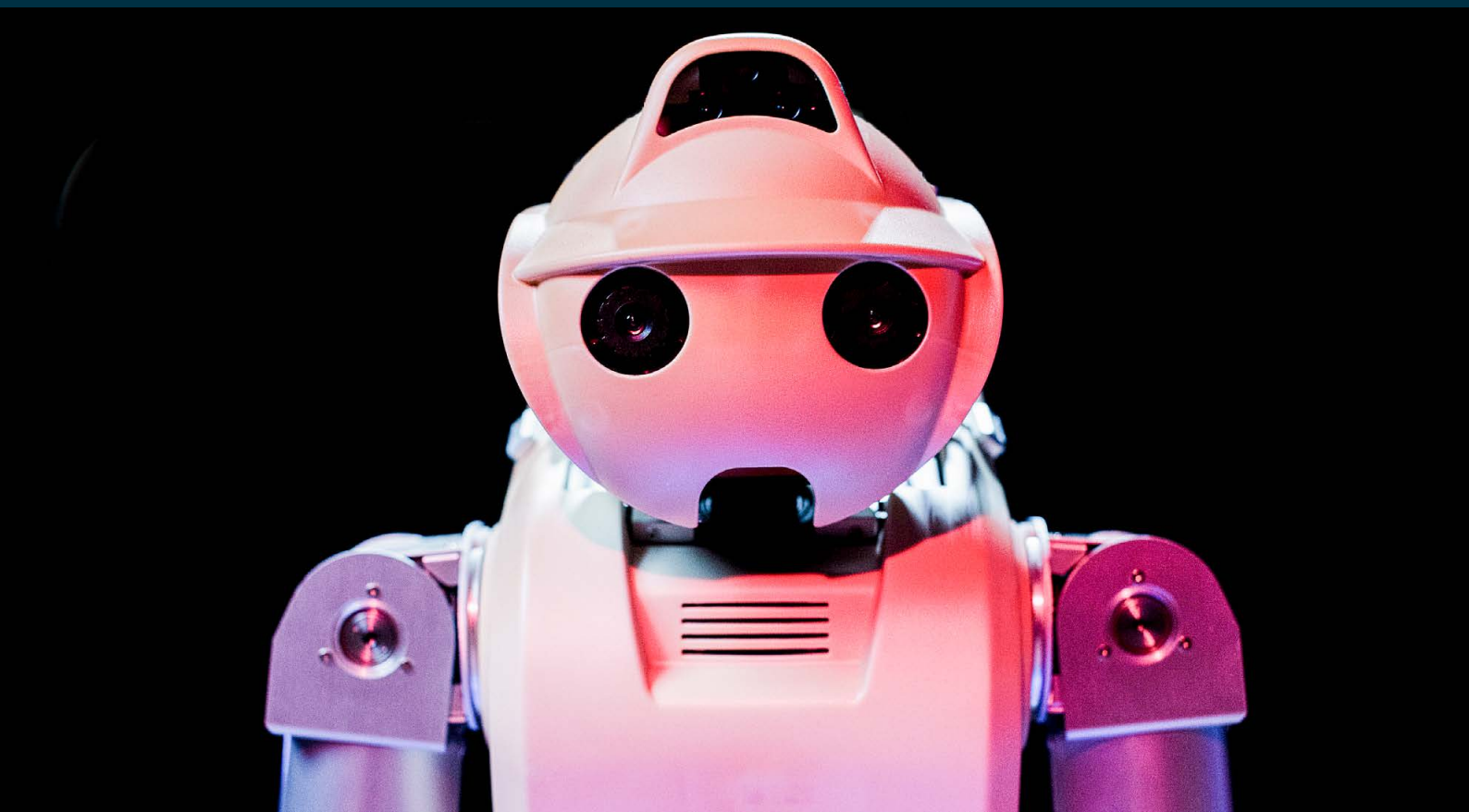
Fundación Telefónica Movistar

NOSOTROS ROBOTS



Guía Práctica

Comparte este ebook:



Guía Práctica: NOSOTROS, ROBOTS

Contenido

01. ANTES DE VENIR

02. LA EXPOSICIÓN

03. ANTEPASADOS

04. CONÓCENOS

05. EMOCIONES

06. SOÑANDO ROBOTS

07. A TU SERVICIO

08. SELECCIÓN DE PIEZAS

8.1. El caballero de Leonardo Da Vinci

8.2. Pepper

8.3. Robot Lilliput

8.4. Terminator T-800

8.5. Paro

09. ENTREVISTA AL COMISARIO

10. ACTIVIDADES

11. OTROS RECURSOS

01. ANTES DE VENIR

Esta guía está dirigida a todas las personas interesadas en profundizar y conocer un poco más la exposición *Nosotros, Robots.*

Con este documento hemos planteado diversas cuestiones, seleccionado algunas piezas y proponemos actividades para poder realizar antes o después de tu visita, por lo que se convierte en una herramienta didáctica tanto para familias, jóvenes, docentes o público general.

Antes de entrar en la exposición te invitamos a reflexionar acerca de las siguientes cuestiones y esperamos que, tras la visita, puedas completar esta información:

- ¿Qué es un robot? ¿Cuántos tipos hay?
- ¿Puede un robot expresar emociones o solo aparentar empatía?
- ¿En el futuro los seres humanos se enamorarán de robots?
- ¿Cuántos robots me hacen la vida más sencilla en mi día a día? Y en el futuro, ¿con cuántos tendré que interactuar?

Ahora vamos a adentrarnos en la exposición y disfrutar de nuestras reflexiones de manera mucho más visual y didáctica.

02. LA EXPOSICIÓN

Ya estamos aquí. Primero habitamos vuestros sueños y, ahora, somos parte de vuestra realidad. Podéis encontrarnos en vuestros empleos, en la sanidad, en las finanzas, en las guerras, en vuestros hogares e, incluso, afectando vuestras emociones. La especie humana deberá aprender a vivir y relacionarse con nosotros, ya que no nos marcharemos a ninguna parte. Ha llegado la robolución. La era de nosotros, los robots.

Con esta exposición, Fundación Telefónica se aventura en uno de los campos más revolucionarios y candentes de nuestra época: la robótica. *Nosotros, Robots* se organiza en torno a la comprensión de un fenómeno presente y, sobre todo, futuro que transformará nuestra vida de una manera integral. No solo nos liberarán de difíciles y peligrosas tareas, sino que posiblemente superarán nuestras capacidades físicas y de procesamiento mental. De pronto, nos enfrentaremos a dilemas morales que surgirán de nuestra convivencia con seres artificiales, a los que habrá que garantizar unos derechos y acotar unos límites. Y, con los robots humanoides, la especia humana por fin contará con un semejante en el que mirarse y con el que medirse, aunque sus entrañas estén compuestas por engranajes y procesadores.

InMoov de Gaël Langevin, 2012

Primero, es necesario establecer una pequeña genealogía del robot y sus antepasados, desde las primeras menciones en la Antigüedad y la Edad Media, pasando por los autómatas del siglo XVIII y llegando al nacimiento del robot moderno en el siglo XX. Tras ello, se abordará el concepto de robot, así como sus partes y tipologías, haciendo especial hincapié en las máquinas humanoides. Esto nos llevará a tratar el tema de la vinculación emocional tanto de los robots a los humanos, mediante motores emocionales que simulan la empatía, como al contrario, una relación que cambia según la edad y la cultura. Por supuesto, será parada obligatoria hacer un recuento de las múltiples formas en las que hemos soñado a los robots en la literatura, el cine, la televisión, la música y el arte, y cómo estas manifestaciones culturales han moldeado nuestra forma de entender estas máquinas. Terminaremos haciendo un repaso a lo que está por llegar: aquellos aspectos de nuestra vida que se transformarán mediante la acción robótica y nos asomaremos a cuestiones tan apasionantes como la hibridación entre los humanos y los robots en la forma de ciborgs.

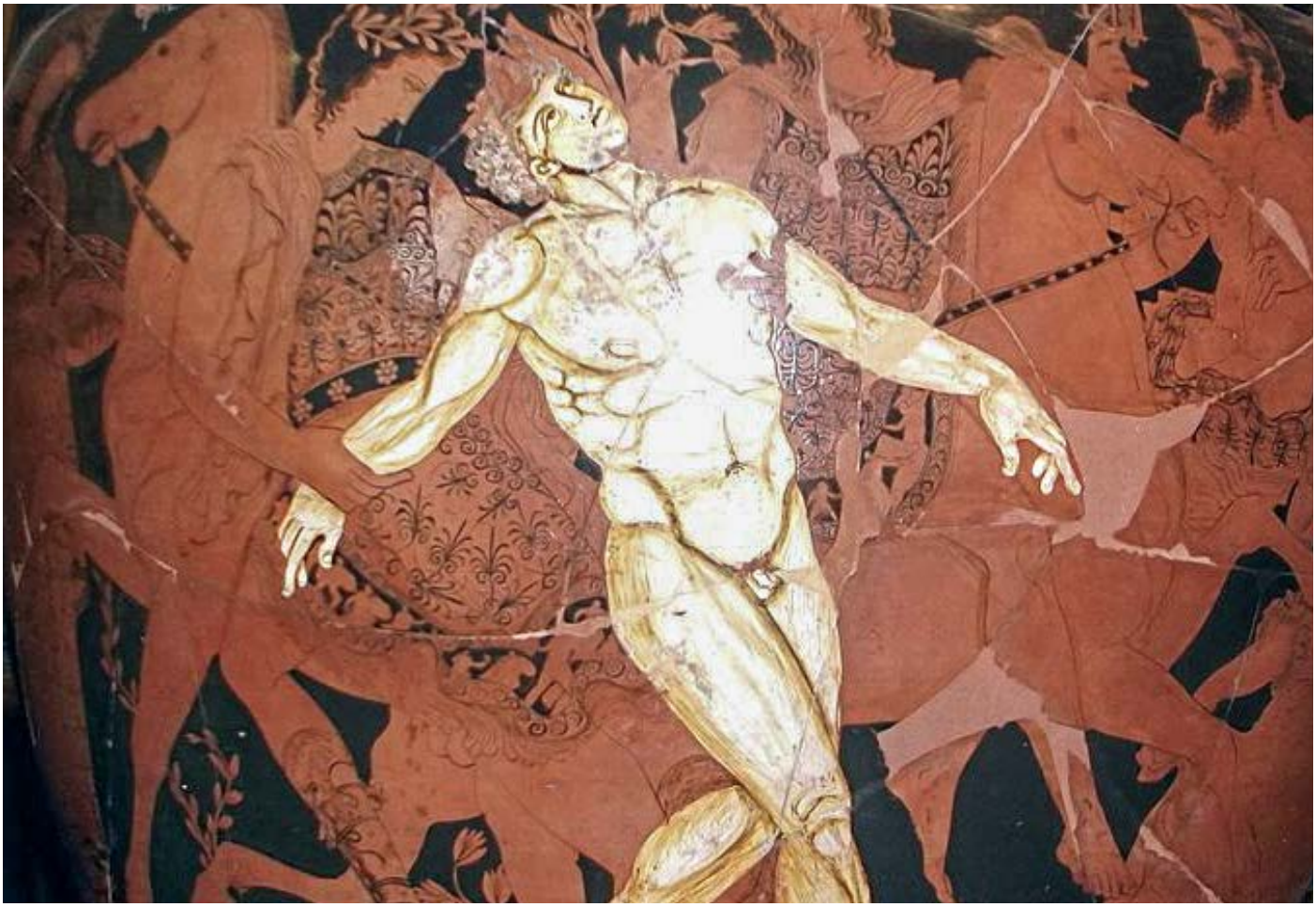
Esta guía práctica incluye una entrevista al comisario de la exposición, el escritor, politólogo y periodista Andrés Ortega, junto con una propuesta de actividades para complementar la exposición *Nosotros, Robots*, así como una lista de recursos para ampliar los contenidos tratados.

Topo II de Androbot, 1983

03. ANTEPASADOS

Es un hecho, hoy en día, que los robots están en todas partes. Inundan nuestra vida allá donde quiera que miremos. Nos pasamos gran parte del día interactuando con ellos para hacer nuestra vida más sencilla y es difícil imaginar un mundo sin ellos. Sin embargo, los robots no han existido siempre. Algunos de los antepasados de los robots se encuentran en la literatura. En la mitología griega, Talos es un gigante de bronce con una única vena por la que corría plomo líquido. Algunas versiones dicen que fue creado por Hefestos, dios del fuego y la metalurgia, aunque otras afirman que fue regalado por Zeus a Europa. En cualquier caso, Talos era el encargado de proteger Creta y se dedicaba a dar un total de tres vueltas diarias a la isla, en busca de posibles invasores, enemigos o extranjeros a los que calcinaba solo con abrazarles. Hefestos también construyo una serie de ayudantes mujeres a las que le dio la capacidad del habla, la fuerza y la destreza.

También en la época medieval, en algunas versiones de la famosa historia de amor de Tristán e Isolda, Tristán manda construir una réplica dorada de su amada, que no solo se parece a ella físicamente, sino que también se mueve y parece respirar. O, incluso, en la historia de Lancelot, el fiel caballero del rey Arturo tiene que luchar contra unos guardianes hechos de bronce a la entrada de un castillo encantado. Lamentablemente, la imaginación siempre ha ido por delante del progreso tecnológico, pero el ser humano no se ha podido resistir a construir aquello que proyectaban sus sueños. Aunque el término "robot" no lo encontramos hasta bien entrado el siglo XX, podemos encontrar una genealogía de todos esos artilugios y mecanismos que nos han llevado hasta la concepción actual de robot.



La Muerte de Talos. a.400 a.C. (Detalle) Forza Ruvo94

3.1. Máquinas en la antigüedad

Autómata sirviendo vino. Ilustración de *El libro del conocimiento de dispositivos mecánicos ingeniosos* (1206).

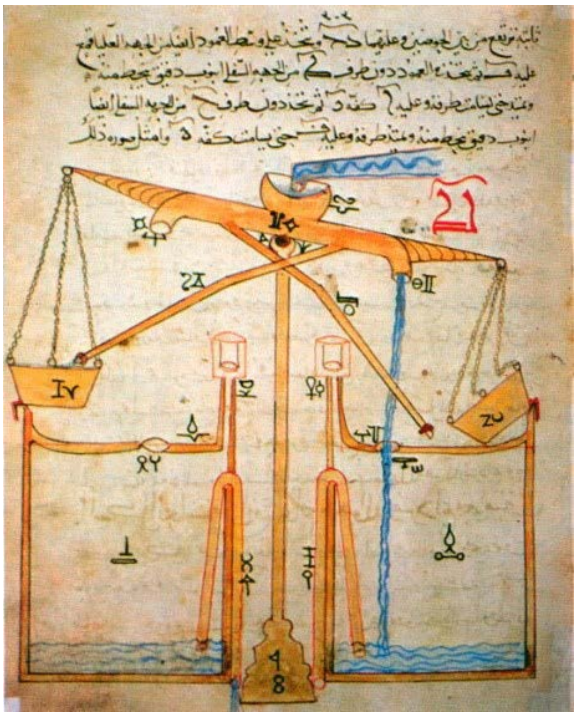


Diagrama de la flauta "perpetua" impulsada hidráulicamente. (1206).

La cultura asiática, especialmente China y Japón, ha contado con una gran tradición de autómatas que se mantiene hasta día de hoy. Tenemos referencias, ya en el siglo V a. C., de la construcción en China de una urraca voladora de madera y bambú y de un caballo de madera capaz de dar saltos. También en la Grecia Antigua, en el siglo IV, conocemos el nombre de un ingeniero, Arquitas de Tarento, que construyó un autómata en forma de paloma que funcionaba gracias a un surtidor de agua o vapor y simulaba el vuelo.

En el siglo III a. C., en Egipto, la Escuela de Alejandría formaba a ingenieros para diseñar y construir complicadas figuras que se movían a través de mecanismos hidráulicos. Estos autómatas estaban hechos para ilustrar los principios mecánicos de la hidráulica, pero también para impresionar a los espectadores. Estos objetos, que Incluían figuras humanas y animales fantásticos, muchas veces eran incorporados a las ceremonias de los faraones de la dinastía Ptolemaica, como por ejemplo trompetistas mecánicos que se colocaban a ambos lados de la avenida principal durante las procesiones de los faraones.

Muchos de los textos que conservamos en latín, inglés y francés son diarios de viaje de aventureros que se atrevían a viajar a lugares de dominación árabe, Grecia o, incluso, China. Estos documentos describen seres mecánicos antropomorfos y zoomorfos, y hacen especial énfasis a la dificultad de distinguir aquellos artificiales de los naturales. Probablemente, la confusión fuese parte del juego. Por ejemplo, entre los siglos IX y X se describen pájaros decorados con plumas que pían y cantan igual que los de verdad en los palacios de Samarra, Bagdad y Constantinopla.

En 1206, Ismail Al-Jazari, matemático e ingeniero kurdo en la corte de Damasco escribe *El libro del conocimiento de dispositivos mecánicos ingeniosos.* Este libro describe un centenar de mecanismos y autómatas, y cómo emplearlos. Aparecen en él sirvientes que dispensan vino, fuentes programables y autómatas musicales. Entre sus obras más interesantes, destaca una flauta que es impulsada de forma hidráulica para sonar sin parar y así entretener a los huéspedes durante las fiestas del rey.

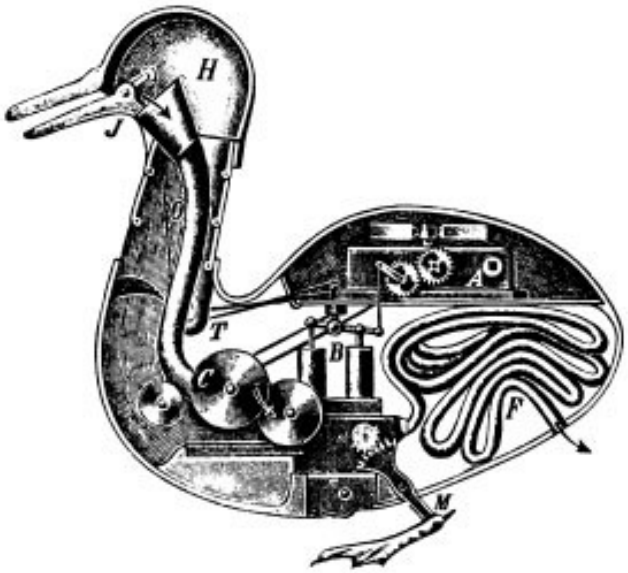
3.2. Engranajes y mecanismos de relojería: los autómatas

Autómata que sirve el té. Karakuri. s. XVIII

A comienzos del s. XIV en Europa, el movimiento constante y ordenado de los astros en el firmamento inspiró a los artesanos para hacer máquinas que pudieran indicar el tiempo. Estos aparatos con mecanismos de relojería ayudaron a definir la posición del ser humano en el esquema general de las cosas y le dieron orden a la vida de las personas. Muchos empezaron a hacer conexiones entre el movimiento del cielo y los movimientos del cuerpo humano, lo que llevó a pensar en el ser humano como una pieza mecánica compleja. Anatomistas y artistas empezaron a describir el cuerpo humano usando términos mecánicos. Imaginaron así el cuerpo como una máquina compleja, un ente unificado hecho de pequeñas partes que trabajan conjuntamente.

No es de extrañar que muchos de los primeros autómatas con mecanismos de relojería se creasen para complementar relojes, como el de la Piazza di San Marco en Venecia, donde unas figuras antropomorfas golpean la campana cada hora. O también, la Torre del Reloj de Berna, Suiza, conocida como Zytgloggeturm, donde cada vez que dan las en punto el mecanismo se activa y diferentes personajes mueven la cabeza o los brazos.

Pronto empezaron a aparecer figuras independientes que se movían realizando una acción concreta. Un caso muy paradigmático es del *Hombre de Palo*, un autómata de madera de cuya historia es difícil separar la leyenda de la realidad y que tiene dedicada una calle en la ciudad de Toledo. Fue construido por Juanelo Turriano, un ingeniero italo-español que vivió en el s. XVI. Se trataba de un sirviente autómata que recorría las calles pidiendo limosna para su dueño haciendo una reverencia cuando la conseguía. De la misma época y lugar, aunque se desconoce si también diseñado por Turriano, se conserva el *Monje autómata*. Representa un franciscano que mueve la boca en acto de rezar, a la vez que se golpea el pecho. Se creó en 1560 por orden del rey Felipe II tras la inesperada recuperación de su hijo de una contusión en la cabeza. El autómata fue hecho como agradecimiento por la sanación de su hijo. Se conservan un total de tres ejemplares en museos de Estados Unidos, Alemania y Hungría. También envuelto en un halo de misterio se encuentra el caballero autómata que diseñó a finales del siglo XV el sabio renacentista Leonardo da Vinci. Supuestamente pensado para crear un ejército de autómatas que impresionara a los enemigos de su patrón, no se sabe si llegó a ser construido.



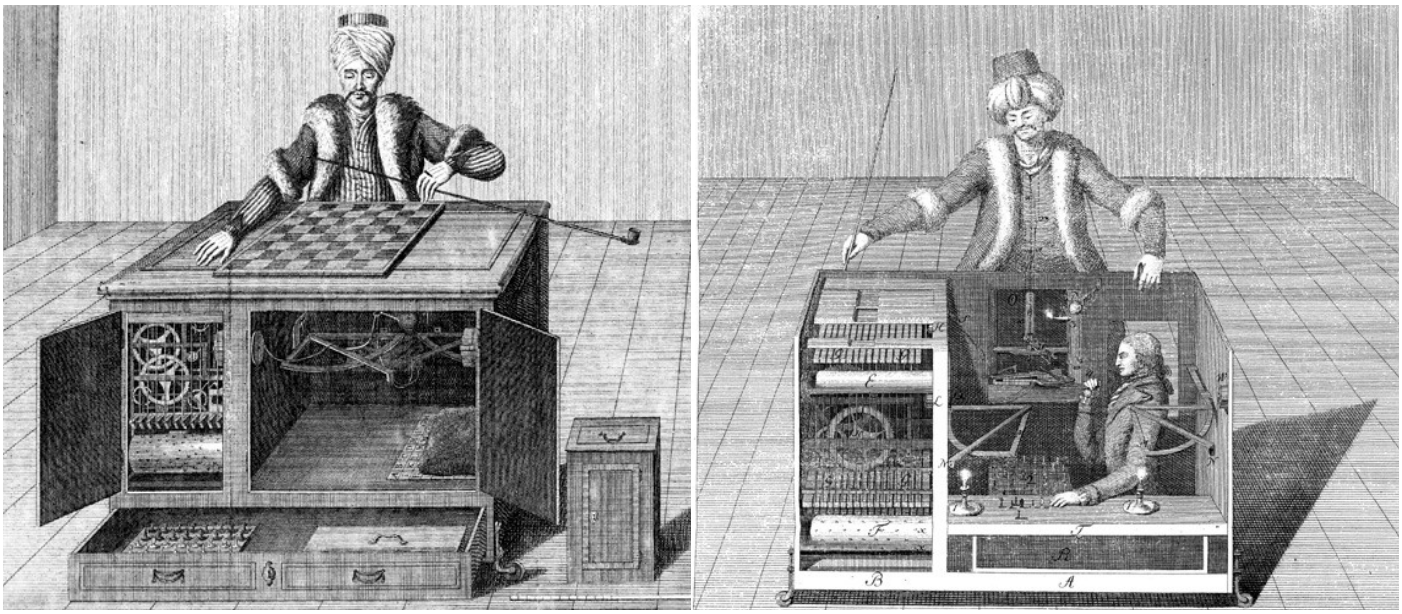
Pato con aparato digestivo

El siglo XVIII fue uno de los más relevantes en el desarrollo de autómatas, donde se consiguieron perfeccionar con el objetivo principal de impresionar y sorprender a los espectadores. Jacques de Vaucanson, relojero e inventor francés, fue uno de los que promovió este auge. Se interesó por los principios biológicos básicos, tales como la circulación, la digestión o la respiración para idear autómatas que parecían estar vivos. Entre sus creaciones encontramos *El Flautista*, un autómata que, como indica su nombre, tocaba la flauta. Para ello Vaucanson había creado un aparato respiratorio por donde expulsar el aire, una boca con labios que se posicionaban en la boquilla de la flauta, e, incluso, una lengua.

La creación más famosa de Vaucanson es el *Pato con aparato digestivo*, una reproducción en metal del animal que podía ingerir granos, digerirlos y excretarlos posteriormente. Estos son solo algunos ejemplos de autómatas, aunque existen multitud de referencias. Todos ellos carecían de la capacidad de programación y de ejecución de otro tipo de movimientos, y por eso no se consideran robots.

SABÍAS QUE...

El Turco fue un famoso autómata que jugaba al ajedrez y supuestamente era invencible. Lo creó, en 1769, Wolfgang von Kempelen, un inventor y ajedrecista húngaro. Estaba formado por un autómata vestido con ropajes árabes frente a una mesa con una puerta en la parte delantera que se abría y dejaba ver el supuesto mecanismo de funcionamiento. Sin embargo, fue uno de los mayores fraudes de su tiempo, ya que la realidad era que un operador se introducía dentro del autómata para jugar las partidas. Fue destruido por un gran incendio en 1845, pero impulsó la creación de autómatas jugadores de ajedrez casi hasta nuestros días.



El Turco (1769)

3.3. El s.XX y los primeros Robots

En el siglo XX se puede fechar el verdadero inicio de la robótica, puesto que es entonces cuando se pueden crear mecanismos autómatas programables. En la Exposición Universal de Nueva York de 1939 se presentó al primer robot humanoide, *Elektro*, un "hombre-motor". Tenía piel de aluminio, una altura de dos metros y ciento veinte kilos de peso y gracias a células fotoeléctricas podía ver y distinguir colores como el verde y el rojo. También se movía dando pasos y levantando los brazos, y contaba con habilidades tan curiosas como contar con los dedos, cantar, pronunciar hasta setecientas palabras, fumar e hinchar globos. Todo esto lo consiguió su padre, el ingeniero Joseph Barnett, mediante un mecanismo de cables, válvulas de vacío, motores y poleas muy avanzado para la época. Al año siguiente, *Elektro* repetiría junto a su mascota, un perro robótico llamado *Sparko.*

Los primeros robots autónomos realmente capaces de moverse sin ningún tipo de intervención humana fueron *Elmer y Elsie*, creados en 1948 y que recordaban a unas tortugas por su lento movimiento y una especie de caparazón. El nombre oficial que les dio su diseñador, el neurofisiólogo americano W. Grey Walter, fue *maquina speculatrix*, y poseían vista, tacto y un sistema nervioso gracias al cual podían esquivar obstáculos y desplazarse libremente por el suelo. Tan solo se detenían cuando notaban que su batería estaba a punto de agotarse, momento en el que regresaban a sus madrigueras. Los primeros robots industriales, sin embargo, fueron una creación del inventor estadounidense George Devol, quien fundó la primera empresa robótica de la historia, *Unimation*. Creó el primer brazo robótico programable, el *Unimate*, que patentó en 1954 pero no se instaló hasta 1961 en la cadena de montaje de General Motors en Ewing, Nueva Jersey. La máquina podía transportar piezas fundidas en molde hasta la cadena de montaje y soldarlas sobre el chasis del vehículo.

El robot *Elektro* en la New York World Fair, 1939

Entre 1969 y 1971, Charles Rosen y su equipo en el International Stanford Research Institute construyeron dos versiones de un robot móvil llamado *Shakey* ("Tembloroso"), por su forma espasmódica de moverse. Diseñado para esquivar obstáculos tomando sus propias decisiones, se considera el primer robot con inteligencia artificial de la historia, si bien la enormidad de cálculos que necesitaba y la lentitud de sus movimientos lo sitúan muy lejos de nuestros actuales robots. También fue determinante la contribución de la NASA dadas sus necesidades de enviar vehículos no tripulados a la Luna y, más recientemente, a Marte.

Hasta este momento, los robots habían estado prácticamente confinados a las fábricas y a los laboratorios de investigación. Sin embargo, en la década de 1980 irrumpieron en el mundo del consumo y desde entonces no lo han abandonado, alimentando una industria que generará para el 2020, según el informe *Robot Revolution* del Bank of America Merrill Lynch, un negocio global de ciento cuarenta y tres mil millones de euros.

R.U.R. Karel Capek (1920)

04. CONÓCENOS

4.1. “Robota”

Esta palabra de origen checo es la que dará lugar a robot. ¿Pero qué significa *robota*? Literalmente, “labor forzada” o servidumbre, derivado del término esclavo en las lenguas eslavas.

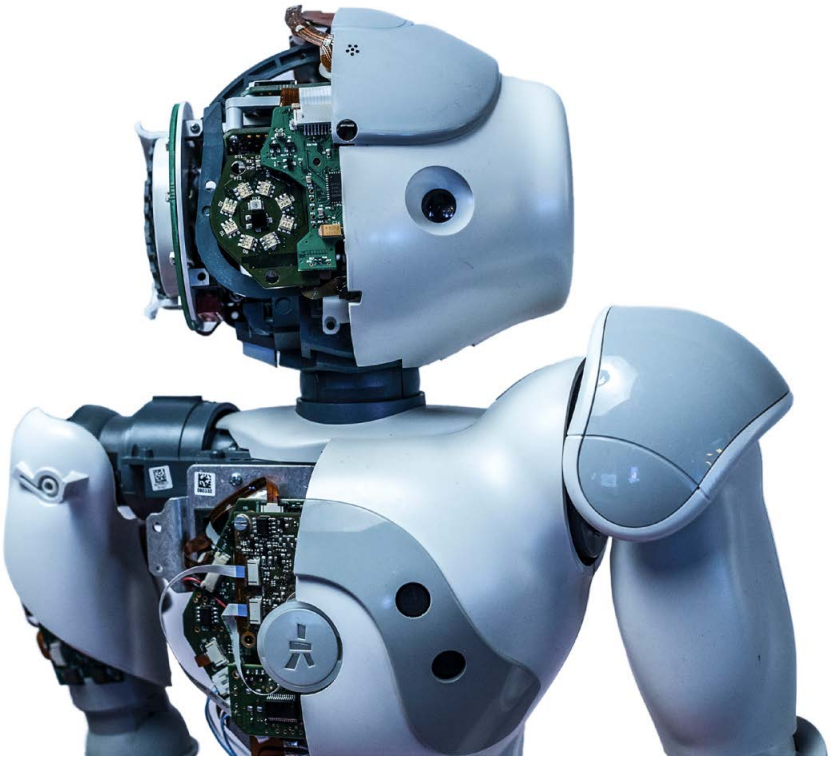
En el año 1920 el escritor checo Karel Čapek estrenó en Praga su obra de teatro R.U.R. (Robots Universales Rossum) y en ella utiliza el concepto que le sugiere su hermano Josef, “robot”, para nombrar a unos seres que aparecían en su obra y que se encargaban de hacer todo el trabajo duro y desagradable que no querían hacer los humanos. Estos seres creados en una fábrica tenían el don de poder pensar por sí mismos y esto acabará haciendo que se rebelen contra la humanidad y la destruyan.

R.U.R. Karel Capek (1920)

4.2. ¿Qué entendemos hoy en día por Robot.

Entre ingenieros, sociólogos o filósofos no existe un acuerdo general para dar respuesta a esta pregunta. El Ejército de Tierra de Estados Unidos los describió en el año 2009 como "un aparato fabricado por los seres humanos capaz de detectar, comprender e interactuar con su entorno". Para realizar esta interacción, el robot ha de incorporar un programa informático o software capaz de tomar ciertas decisiones, pudiendo llegar a ser éste lo que conocemos como Inteligencia Artificial o IA. Podremos hablar en estos términos siempre y cuando entendamos al robot como un contenedor del programa, es decir, el robot como la carcasa o parte física.

Esta definición nos deja un abanico muy amplio que comprende desde las máquinas de aspecto humanoide, hasta los brazos mecánicos utilizados en la industria pasando por aparatos de uso doméstico como aspiradoras. No podemos olvidar que algunos robots pueden realizar tareas por sí mismos, pero otros necesitan tener siempre a una persona que les de las órdenes.



Nao Robocup Edition de Aldebaran, 2008

Las diversas partes que componen un robot pueden abrumar al no iniciado y, por ello, es necesario dividir sus componentes en cuatro grandes grupos. Por un lado, encontramos los sensores, que ayudan al robot a reconocer el entorno. Pueden ser cámaras para ver, micrófonos para escuchar, o aparatos que le permitan acceder a sentidos impensables para un ser humano como el sónar o la mente colmena. Por otro, está la máquina propiamente dicha, la parte física que interactúa con el mundo. Ésta consta de "efectores" que realizan el trabajo (a la manera de músculos y articulaciones) y "actuadores" que la ayudan a desplazarse. Esto no sería posible sin el programa, el elemento que se encarga de la toma de decisiones y órdenes. Algo así como el cerebro en los seres humanos. Por último, es indispensable contar con una fuente de energía. Al igual que los seres biológicos necesitan alimento para poder sobrevivir, los robots necesitan energía, que a día de hoy es proporcionada por la electricidad.

4.3. Cómo clasificar a los robots

Es muy complicado clasificar a los robots, ya que son creaciones recientes y los avances tecnológicos que se les incorporan avanzan a un ritmo vertiginoso. Cada vez que un nuevo robot es creado para cumplir una función que hasta entonces no podía, se podría hablar de una nueva clasificación. Por ejemplo, podemos organizarlos según el objetivo de su uso en la sociedad como robots industriales o de servicio, pero también en función de su autonomía, de su entorno de trabajo, movilidad, tamaño o forma.

Robot Aéreo

Los robots industriales, como ya hemos visto, comenzaron siendo brazos articulados que se utilizaban en entornos de fabricación industrial. Dentro de esta categoría también podemos encontrar a los denominados "cobots". Estos son robots diseñados no para sustituir a los seres humanos, si no para trabajar "codo con codo". Esta colaboración, requiere que los cobots lleven equipados sensores capaces de detectar a sus compañeros humanos en el entorno de trabajo. Una vez localizado, si el humano se acerca demasiado solo existe una opción para el cobot: detenerse. Incorporar a una "criatura artificial móvil" en un entorno de trabajo humano implica que ésta entienda cuáles son las zonas de seguridad para asegurar una correcta simbiosis robot-humana.

Los robots de servicios pueden ser profesionales o de uso personal, siendo su forma diferente en función de la labor que van a realizar. En la medicina, la robótica es una herramienta utilizada de una manera apta para compensar las deficiencias y limitaciones que tiene el ser humano al llevar a cabo cirugías, estudios o tratamientos médicos. El uso de la cirugía robótica está cada vez está más extendido, ya que esta tecnología le permite al cirujano realizar la intervención de una forma más precisa y segura pudiendo tener control e interaccionar a distancia.

Por supuesto, en el ámbito doméstico contamos con multitud de robots que se encargan de mantener nuestros suelos limpios, por no hablar de los mal llamados robots de cocina. Dentro de esta categoría podríamos incluir los utilizados como juguetes, más relacionados con el entretenimiento. Dado el auge de proyectos de robótica educativa para el hogar y en centros educativos, así como la investigación llevada a cabo en numerosas universidades, podemos hablar de un nuevo ámbito dentro de la educación.

Teletanque Soviético. (1944)

Otro tipo de robot es aquel creado con fines militares, tanto como arma como para realizar tareas de búsqueda y rescate de personas. Una de las labores de los robots militares es la de asistir y dar apoyo, por ejemplo, desactivando bombas, transportando suministros o localizando y reconociendo el terreno desde el aire. Sin embargo, ya desde la II Guerra Mundial la humanidad ha diseñado robots autónomos, que los críticos llaman "asesinos", como los teletanques soviéticos que dirigían operadores por radiocontrol o los vehículos a control remoto de demolición alemanes de 1944, utilizados en la batalla de Normandía. Incorporar una bomba o una metralleta a una máquina la convierte en una LAW (Lethal Autonomous Weapons), pero estos "soldados artificiales" plantean muchas cuestiones éticas y morales que nuestra sociedad aún no ha resuelto.

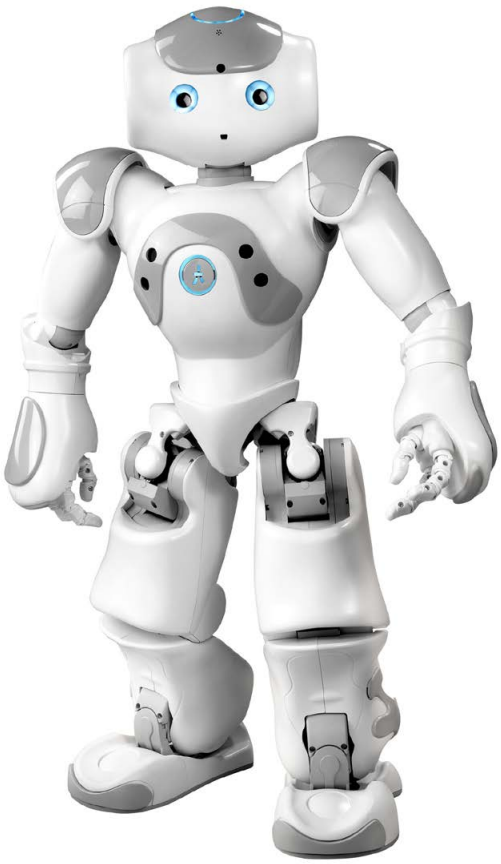
Otra manera de clasificar a los robots es en función de su forma. La forma atiende al medio por el que se van a desplazar, por ejemplo, los robots aéreos como los drones, cada vez más de moda, son capaces de mantener un nivel de vuelo controlado y sostenido sin tener que cargar con el peso de un piloto. También podemos encontrar robots marinos o submarinos, cuyos sensores son completamente diferentes a los aéreos o terrestres, ya que en este medio la visibilidad dependerá de la calidad del agua y la profundidad, y serán necesarias herramientas como el sónar, o el GPS para poder orientarse en alta mar. Para el medio terrestre se han creado máquinas con ruedas que comúnmente podemos ver transportando mercancías o personas, pero que requieren entornos con superficies planas o regulares para poder desplazarse. Para suplir este problema, existen robots orugas o con cadenas que pueden moverse por terrenos irregulares, pero estos pierden eficiencia a la hora de realizar giros. Una de las mejores opciones para adaptarse a todo tipo de terrenos son los robots con patas o zoomórficos, cuyo diseño está basado en la morfología de animales terrestres como las arañas. En este caso, podríamos hablar de robots animaloides.

Sony Aibo DASA. Foto de Sven Volkens

4.4. ¿Por qué creamos Robots con forma humanoide?

Cualquier robot que recuerde en su forma a un ser humano se denomina humanoide. Crear máquinas cuya morfología se parezca a la nuestra es una tarea realmente compleja y sus avances se han desarrollado muy lentamente en el campo de la robótica. Debemos ser conscientes que la humanidad lleva miles de años adaptándose al mundo, y los robots ni siquiera siglos. Algo tan sencillo como pisar en una superficie irregular no supone ningún problema para los humanos: tenemos sensores de equilibrio en el oído y sensores de presión en la planta del pie que nos permiten detectar la estabilidad del suelo por el que nos desplazamos. Un robot, sin embargo, lo tiene mucho más complicado. Los grandes avances tecnológicos están haciendo posible que los robots aprendan y tengan una mayor autonomía y control, aunque su movilidad sigue sin ser eficiente.

Entonces, ¿para qué crearlos? La respuesta está en nuestro entorno. La humanidad lleva transformando el planeta durante miles de años, y esta transformación se realiza a escala humana. Si queremos que los robots nos ayuden en nuestro día a día y que interactúen con nuestro mundo, han de tener forma humanoide o poder adaptarse a ella, porque todo lo que nos rodea ha sido diseñado para la escala humana. Por tanto, abrir una puerta, subir un escalón, o coger algo de una estantería, acciones cotidianas que no nos suponen ningún esfuerzo, pero que para un robot hoy son una gran hazaña, son los primeros problemas que debemos resolver antes de incorporarlos a nuestra vida.



Nao. (2004)

SABÍAS QUÉ

Según algunos expertos, en marzo de 2011, cuando el terremoto y el tsunami arrasaron Japón y la central nuclear de Fukushima Daiichi fue dañada, uno de los países más avanzados en la robótica como lo es Japón, intentó enviar robots para frenar los daños e impedir que seres humanos pusieran sus vidas en peligro. Si simplemente se hubiesen girado unas válvulas, pulsado algunos interruptores y conectado mangueras, se podría haber prevenido gran parte del accidente.

Pero cuando los robots llegaron, éstos no eran efectivos para tales tareas.

4.5. Cómo clasificar los robots antropomórficos

Kodomoroid, androide niña. Foto de Coralie Mercier. (2014)

Dentro de este ámbito podemos diferenciar a las máquinas humanoides según su parecido físico a un sexo u otro. Si se parece a un hombre, estaríamos hablando de un **androide,** y si se asemeja a una mujer, **ginoide,** aunque en la práctica androide se usa para los dos casos. Esta terminología plantea un problema, ya que los robots no cuentan con funciones reproductoras y, por lo tanto, carecen de sexo. Sin embargo, algunas empresas han fabricado robots humanoides con una clara intención de género, como Toshiba cuando presentó en 2015 a *ChihiraAico*, que no solo era físicamente parecida a una mujer, sino que además llevaba un vestido rosa. El profesor japonés Hiroshi Ishighuro, ha llegado a crear varios robots que son réplicas de él mismo y de otras personas reales, en cuyo caso estaríamos hablando de un **geminoide.**

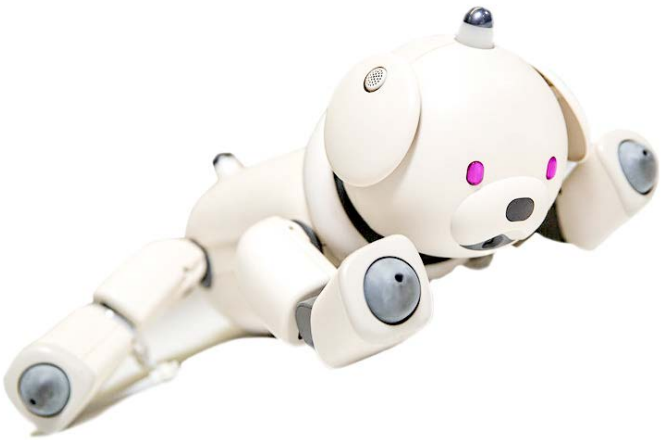
Los seres humanos proyectamos nuestros propios estereotipos en los robots y olvidamos que no son como nosotros, sino una especie artificial. En palabras de la investigadora Concha Monje: "A los robots hay que concebirlos como un ser sin identidad de género". En los últimos años, la gran mayoría de robots diseñados para interactuar directamente con los seres humanos han sido creados como máquinas asexuales e infantiles, como es el caso de *Pepper* o *Telenoid*, concebido como un robot totalmente neutro en sus rasgos físicos.

05. EMOCIONES

Robots y emociones son dos conceptos que no hace tanto tiempo creíamos impensables o asimilábamos a un futuro de ciencia ficción. La unión de ambos eleva cuestiones como la posibilidad de sentir de un ser artificial, de expresar emociones legibles para un ser humano y de percibir las nuestras, así como aprender de todo ello para mejorar su comportamiento. En este aspecto, es indispensable el desarrollo, aplicado a los robots, de la inteligencia artificial, que cada día está más cerca de reducir los problemas de interacción entre máquinas y humanos. Esto, sin embargo, plantea aún otra pregunta: ¿podremos distinguir la inteligencia de un robot de la de un humano? Alan Turing creó la prueba de fuego de la inteligencia artificial, un test capaz de determinar, en teoría, si lo que hay al otro lado del comportamiento inteligente que demuestran una serie de preguntas y respuestas son máquinas o humanos. Sin embargo, esto solo evalúa la programación y no su aspecto físico.

Cuando nos referimos a emociones del robot al humano, hablamos de inteligencia artificial unida, en este caso, a su carcasa física. Actualmente estos sistemas de programación empiezan a permitir que la máquina haga un diagnóstico de los sentimientos humanos para, posteriormente, procesar una respuesta que consideraríamos empática en otro semejante. Por ejemplo, tras haber realizado un registro de voces o gestos del humano en cuestión, el robot sería capaz de captar cuando está triste o nervioso, entre otro tipo de emociones y, según su programación, actuaría dando consuelo, transmitiendo tranquilidad o diciendo unas palabras de ánimo. Esta lectura empática está indisolublemente ligada al desarrollo y avance de la inteligencia artificial en los robots. De hecho, ya hay algoritmos que pueden identificar las emociones de personas o grupos en las redes sociales y, recientemente, Apple ha comprado la *startup* Emotient, que está dedicada a detectar emociones a partir de expresiones faciales. Junto con esto también avanzan a buen ritmo los sensores de toque físico o de identificación de las voces, de las que los robots aprenden constantemente. Además, se piensa que, en el futuro, cuanto más oral sea la interacción con las máquinas, más natural nos parecerá a los humanos. Algunos ejemplos de estos robots con reconocimiento facial o de estados de ánimo son *QTaro* (1997) o el más reciente *Aibo* de Sony (2018).

InMoov de Gaël Langevin, 2012



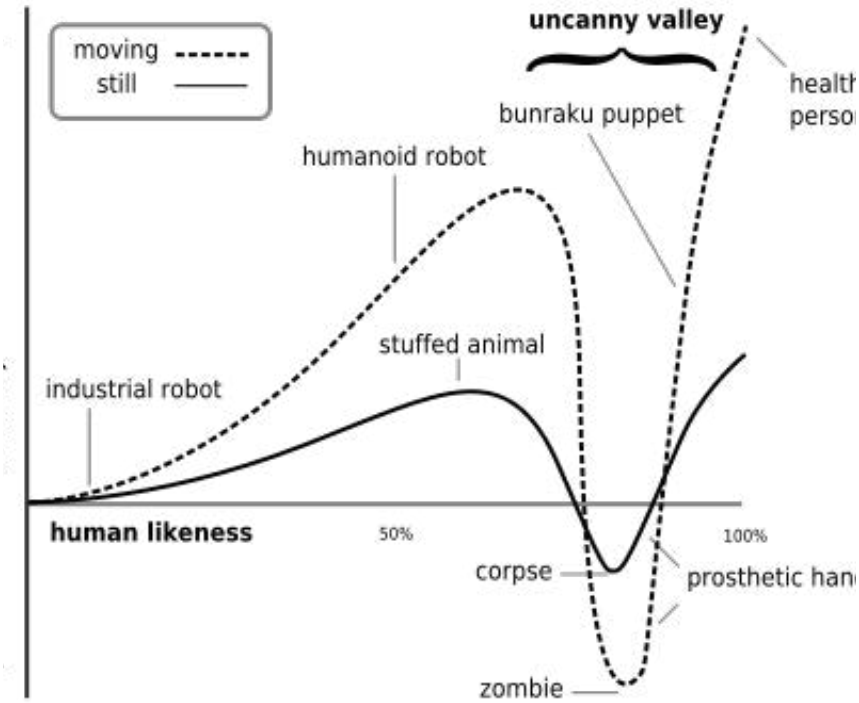
Entertainment Robot AIBO, 2006. Foto de Ars Electronica

Para poder hablar de emociones de los humanos hacia los robots es necesario familiarizarse antes con un concepto: el **valle inquietante**. En 1970, el profesor Masahiro Mori ideó este término (*uncanny valley en inglés*), que deriva de la inclinación en la curva resultante de una gráfica que mide la satisfacción de los humanos hacia aquellas creaciones artificiales con aspecto humanoide, sean robots o animaciones en 3D. Lo "inquietante" es un préstamo tomado del psicoanálisis, en concreto del ensayo de Freud *Das Unheimliche* (1919), que traducido sería "Lo extraño o lo siniestro de lo familiar". Según las conclusiones de Mori, cuando los seres humanos percibimos a otro ente con una forma que recuerda a nuestra propia fisionomía, mostramos una gradual respuesta positiva hasta que, llegado el momento en el que el parecido es demasiado realista pero sin llegar a ser del todo humano, la curva de satisfacción cae repentinamente y experimentamos un profundo rechazo. Ese "valle", según el profesor, se produce porque de pronto nos vemos enfrentados a la idea de un cuerpo sin vida y, por lo tanto, a nuestro miedo a la muerte o, por otro lado, nos vacía de alma y nos hace parecer meros cuerpos vacíos. Incluso, podríamos temer una suplantación de nuestra identidad y nuestra especia. Es por ello que Mori recomendaba a los ingenieros que construyeran robots que, aunque con apariencia humanoide, dejaran bien clara su naturaleza sintética.

SABÍAS QUÉ

Uno de los motivos del rechazo humano a los robots humanoides es el miedo a la suplantación en el puesto de trabajo, unido a la revolución tecnológica que conllevaría. Los estudios demuestran que a medida que la máquina se perfecciona físicamente, los humanos creen que podrán cumplir sus funciones en el trabajo mejor que ellos o sin tanto margen de error inesperado. Estas preocupaciones han estado presentes en nosotros desde el ludismo de la Revolución Industrial.

En una entrevista reciente la matemática y especialista en robótica e IA, Carme Torras, afirmaba que "los robots deben ser antropomórficos solo en la medida de lo necesario para las tareas que deban realizar, pero no hace falta ponerles una cara de persona que pueda inducir a engaño, sobre todo a menores o a alguien de edad avanzada, que les lleve a pensar "es un ser vivo que se preocupa por mí; ya no necesito a otras personas". Los robots deben captar las emociones humanas para dar respuestas adecuadas, pero no deben demostrar emociones que induzcan al engaño, que la persona piense que le quiere y sustituye a otras personas".



Gráfica representativa de la curva del *Valle Inquietante*

En el caso de los niños, los vaivenes del valle inquietante cambian significativamente. Todos aquellos nacidos en esta época ya tecnológica, denominados "nativos digitales", presentan de primera mano una actitud mucho más abierta y positiva hacia los robots. Esto se debe, por supuesto, a crecer rodeados por éstos, pero, sobre todo, a la multitud de seres artificiales con los que interactúan en sus juegos, bien sean físicos como en el campo de los videojuegos. Los niños forjan su empatía durante esta época y mediante el juego, por lo que no es de extrañar que acepten como algo más natural la interacción con seres artificiales.

En 1954 apareció el primer robot comercializado como juguete en Estados Unidos, *Robert el Robot*, que después vería su familia crecer con compañeros como el robot *Emilio* o el *Robosapien*. Además de cambiar la percepción de los robots de lo negativo a lo positivo, la relación establecida con ellos se asemejaba a la de un amigo. Por supuesto, la ciencia ficción también ha contribuido a este fenómeno y, en el caso de los más pequeños, películas como *Cortocircuito* (1986), *WALL-E* (2008) o *Big Hero 6* (2014) muestran robots que, en lugar de infundir miedo, se presentan como adorables compañeros.

Telenoid . (2015) Foto de Franklin Heijnen

También cambia la percepción de los robots dependiendo de la cultura. Se considera que los japoneses son los que mejor se adaptan a las nuevas tecnologías frente a la mayor resistencia que tradicionalmente han presentado los occidentales, en concreto los europeos, aunque la tendencia ya está cambiando. Esto se debe, entre otros factores, a los medios de masas de las décadas de 1950 y 1960, que inundaron a los japoneses con animes, mangas y películas protagonizadas por robots de aspecto humanoide o animaloide que eran compañeros y ayudantes de los seres humanos. Este es el caso de *Mazinger Z* o, posteriormente, Doraemon. En occidente, sin embargo, los robots eran o bien enemigos o planteaban hondos problemas existenciales. Tampoco se puede olvidar el papel de la religión. El sintoísmo, predominante en Japón junto con el budismo, otorga cualidades anímicas a muchas cosas y se preocupa por las corrientes vitales presentes en todo. Este aspecto, estudiado a fondo por la antropóloga estadounidense Jennifer Robertson, hace que la sociedad nipona esté mentalmente preparada para otorgar "vida" a un robot y tratarlo como tal.

Robosapien, 2010. Foto de Jiuguang Wang

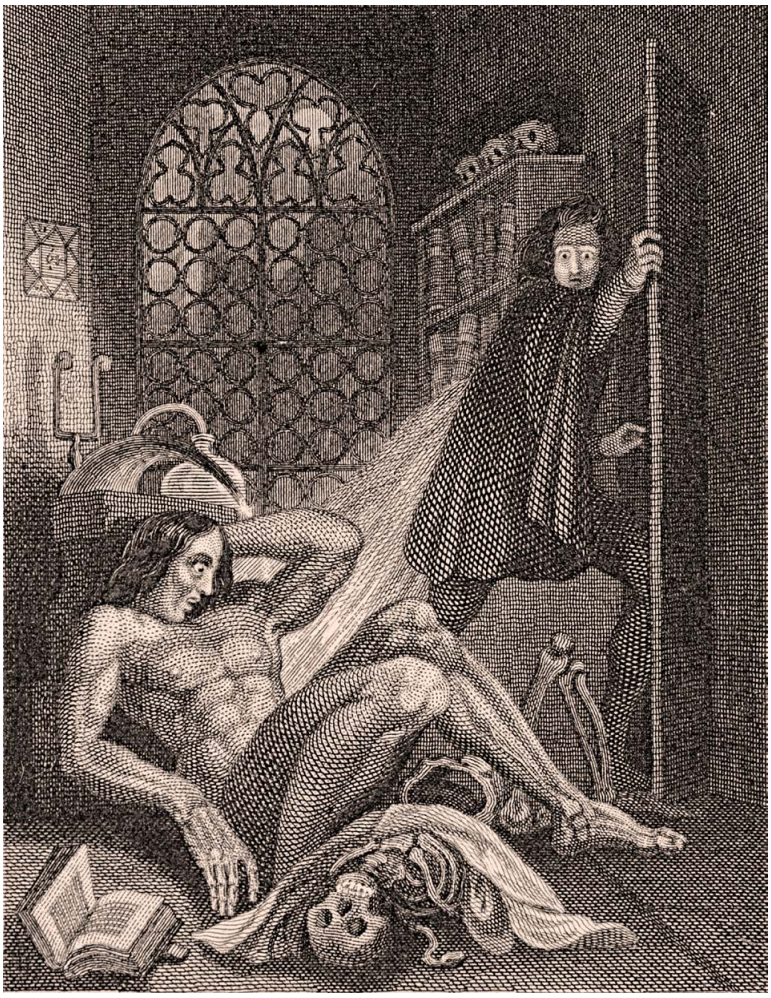
En cualquier caso, las respuestas emocionales que los humanos experimentamos frente a un robot, sobre todo de forma humanoide, también tienen que ver con nuestra propia biología, ya que hemos evolucionado para interactuar con nuestros semejantes. Y, sin embargo, la psicóloga del MIT, Sherry Turkle, menciona que "preferimos relacionarnos con máquinas que con personas y animales reales". Ante esta dicotomía, el auge de los robots humanoides cobra todo su sentido. Aunque, claro está, aún se planteen cuestiones peliagudas, como el hecho de que ya existan robots fabricados para mantener relaciones sexuales, una práctica que todavía en occidente genera sorpresa y se encuentra poco normalizada.

Geminoid HI-4 Hiroshi Ishiguro. Foto de Florian Voggeneder

06. SOÑANDO ROBOTS

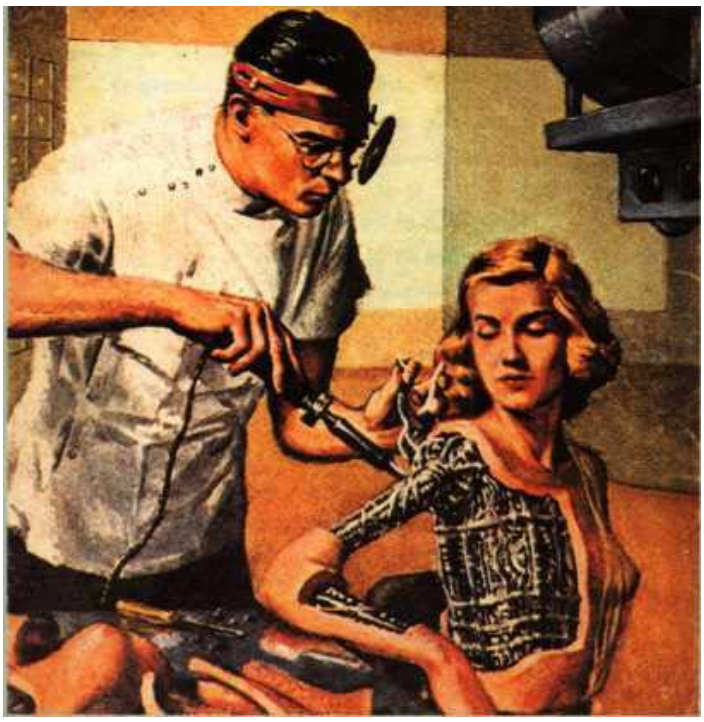
6.1. Literatura

Los robots han estado ligados al mundo de la ficción desde la propia aparición de ese concepto, tal y como hemos visto, con la obra de teatro *R.U.R.* de Čapek, allá en 1920. Sin embargo, la literatura ya había abordado qué ocurriría con la interacción entre el ser humano y las máquinas animadas, en este caso autómatas, en el siglo XIX con el auge del Romanticismo y la novela gótica. La obra más influyente será, por supuesto, *Frankenstein o el moderno Prometeo* (1818) de Mary Shelley. Aunque la criatura protagonista del relato no es una "máquina" en el sentido estricto del término, la autora abordó de manera magistral la idea del ser humano que quiere imitar a los dioses y crear un ser de manera artificial, hazaña cuyo resultado será, como todos conocemos, trágico. Tampoco tendrían un buen final las historias nacidas de la pluma de E.T.A. Hoffmann, del cual destaca *El hombre de arena* (1817), o la novela de Auguste de Villiers de L'Isle, *La Eva futura* (1886). En ellas encontramos autómatas ginoides que muestran la misoginia de la época al pretender la búsqueda de una mujer perfecta y plegada a la voluntad del hombre.



Frontispicio de la edición revisada de 1831 del Frankenstein de Mary Shelley

Es curioso constatar que todos estos temas continúan presentes en nuestra época, y se cuelan en la actualidad en la ciencia ficción. Este género nace a finales del siglo XIX, sobre todo gracias a las novelas de Julio Verne y H.G. Wells. Sin embargo, el triunfo popular de la ciencia ficción vendrá en las primeras décadas del siglo XX de la mano de revistas como *Modern Electrics, Amazing Stories y Science Wonder Stories* y publicaciones baratas de papel de pulpa reciclado (*las pulp*). En ellas nace la "época dorada" del género, con autores como Isaac Asimov. El escritor, de origen ruso, es el responsable de que los robots dejasen de verse como asesinos y fuente de desgracias, sacudiéndose de este modo de lo que él llamaba el "complejo de Frankestein". Sus primeros relatos protagonizados por seres mecánicos fueron agrupados en la antología *Yo, Robot* (1950), y en ellos encontramos las famosas Tres Leyes de la Robótica, que más adelante se analizarán, y gracias a las cuales se supone que los robots no desarrollan una malsana obsesión por acabar con la humanidad, pero en su ficción, sí comienzan a desarrollar consciencia, a tomar decisiones e, incluso, a experimentar emociones. En este sentido, quizás su relato más influyente es *El hombre bicentenario* (1976), que sería adaptado a la gran pantalla veinte años después.



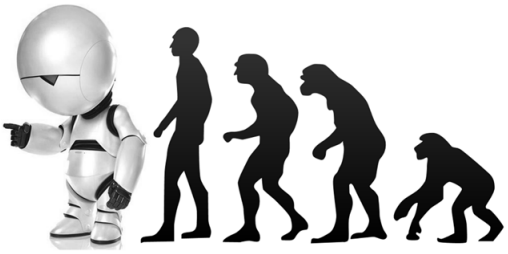
Ed Emshwiller, Mujer Androide, (Revista Galaxy, septiembre de 1945).

Los años sesenta, con la Guerra de Vietnam como telón de fondo, trajeron una nota de pesimismo existencial e introspección psicológica a la ciencia ficción. El ejemplo más paradigmático es el de Philip K. Dick y su *¿Sueñan los androides con ovejas eléctricas?* (1968), germen de la película de culto *Blade Runner* (1982). El libro nos presenta un mundo distópico y arrasado, en el que los androides *Nexus 6* se construyen como esclavos, "cosas" sin empatía por los humanos ni pensamientos existenciales que deben ser eliminados al fugarse. El único que se plantea dudas acerca de estos seres artificiales es Rick Deckard, quien cada vez se cuestiona más si los seres humanos pueden perder toda la capacidad de emocionarse y sentir, convirtiéndose así en una especie de androides como aquellos a los que persiguen. De este modo, el autor anticipa un futuro posthumano en el que los límites que diferencian al hombre de la máquina se acaban difuminando.

La década de 1970 nos dejó a uno de los robots más carismáticos de la historia de la ciencia ficción. *Marvin*, el androide paranoide, uno de los protagonistas de la novela de Douglas Adams *Guía del autoestopista galáctico* (1979), es posiblemente uno de los robots más deprimidos de la historia y, sin embargo, divertidos para el lector. El uso de este personaje es una buena muestra de lo compleja que se había vuelto la percepción de los seres artificiales en el imaginario popular. Los robots nunca han dejado de poblar las páginas de la ciencia ficción a pesar de que, a partir de los ochenta, hayan sido sus hermanos hechos de celuloide los que hayan cobrado todo el protagonismo.

SABÍAS QUÉ

En Las metamorfosis de Ovidio se nos cuenta la historia de Pigmalión, un escultor enamorado de su obra, una estatua femenina llamada Galatea a la que la diosa Afrodita dotó de vida para sorpresa y regocijo del artista. Este misógino mito recorre toda la cultura occidental y se ha asentado firmemente en el imaginario de la ciencia ficción y la robótica en incontables historias en las que un científico decide crear a la perfecta (y artificial) mujer. La ficción se convirtió en realidad cuando el profesor Hiroshi Ishiguro creó lo que según él es "la más bella e inteligente" robot del mundo, Erica, a la que se puede ver retratada por la fotógrafa finlandesa Maija Tammi.



Taymaz Valley, Evolution (Marvin), 2011. (CC by 2.0)

6.2. Cine y Televisión

El honor de contar con el primer robot de la historia del cine tal y como luego sería imaginado se lo debemos otorgar a Harry Houdini, el famoso mago y no tan buen actor. En su serial *The Master Mystery* (1919) el escapista era un agente secreto que debía acabar, entre otras cosas, con un malvado y enorme robot llamado *Q* o *El Automatón* que, sin embargo, ocultaba a un hombre en su interior. El primer robot realmente famoso e influyente del séptimo arte sería la *María Futura* o *Maschinenmensch* (expresión alemana que significa, literalmente, "máquina-persona") de *Metrópolis* (1927), película capital de Fritz Lang. Este doble de la María de carne y hueso no hacía sino repetir los estereotipos de ginoides perversas de la literatura, y su legado recorre toda la cultura popular. En las dos décadas siguientes, el triunfo de seriales como los de *Flash Gordon* pusieron de moda este tipo de robots villanos y malvados. En esta línea, la obra más recordada sería *Ultimátum a la Tierra* (1951), que junto con un mensaje antinuclear en plena Guerra Fría nos presentó a *Gort*, un gigantesco robot guardaespaldas de los visitantes extraterrestres que podía freír lo que se le antojase usando el rayo láser de su visor.

Réplica de 2016 del robot María diseñado por Walter Schulze-Mittendorff para Metrópolis (Jeremy Tarling, CC BY-SA 2.0)

Más amables serían los robots de *El mago de Oz* (1939) y *Planeta prohibido* (1956). *El Hombre de Hojalata*, aunque nacido humano, acabó reemplazando todas sus partes humanas por otras mecánicas, convirtiéndose en un ciborg y, de paso, en uno de los compañeros de aventuras de Dorothy. Por otro lado, *Robby el Robot*, contradiciendo lo que pudiera haber parecido en el cartel de la película (inmortalizado por el artista pop británico Richard Hamilton) era un simpático ayudante doméstico que se convirtió en toda una estrella de masas. Tenía sentido del humor, podía cocinar, limpiar y realizar tareas pesadas, hablaba casi doscientas lenguas y era incapaz de hacer daño a un ser humano a pesar de su gran fuerza. Una versión femenina y con todavía más personalidad del robot doméstico llegaría en los años sesenta en la figura de *Robotina* (*Rosie* en su versión original), la sirvienta robótica de la serie animada *Los Supersónicos.*

En la década de 1970 los robots tomaron por asalto la televisión y el cine, y desde entonces no han dejado de jugar un papel protagonista en la cultura popular. Si en la pequeña pantalla teníamos a los enemigos robot de *Battlestar Galactica* o al androide Data de *Star Trek*, en la grande hacían su debut unos androides que se rebelaban en el parque de atracciones de *Westworld* (1973), que ahora viven una segunda juventud en forma de serie, y los también rebeldes robots de la saga *Star Wars*, *R2-D2* y *C-3PO*, que servían de alivio cómico entre tanta aventura espacial y líos de parentesco.

R2-D2, uno de los robots de la saga Star Wars

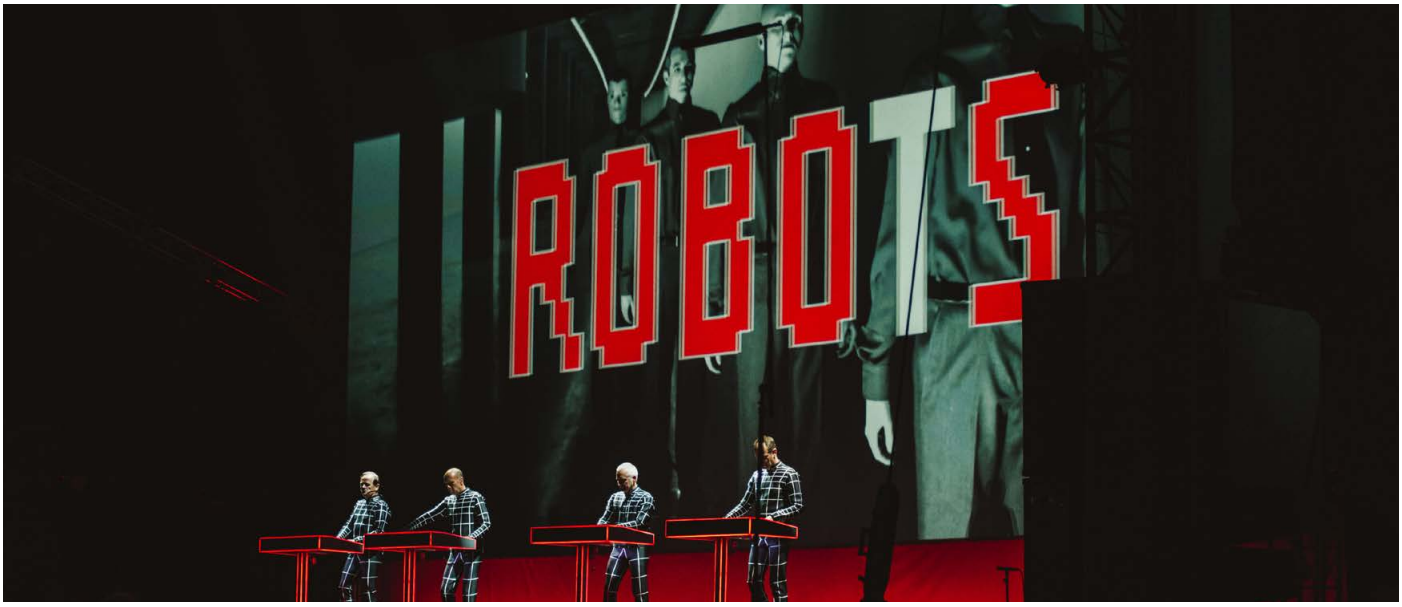
En los ochenta llegaron los *Transformers* en forma animada, aunque ahora sean parte de una franquicia cinematográfica multimillonaria, y, por supuesto, uno de los iconos de la acción y la ciencia ficción ochenteros: *Terminator*. Aparecido por primera vez en 1984, el robot encarnado por Arnold Schwarzenegger pasó de ser un asesino viajero del tiempo a un protector de la humanidad tras previa reprogramación. La población de robots de los ochenta no dejaría de crecer: los replicantes preocupados por su fecha de caducidad en *Blade Runner* (1982), el pequeño androide protagonista de *D.A.R.Y.L.* (1985) o el ciborg policía de la Detroit futurista imaginada por Paul Verhoeven en *RoboCop* (1987).

En las siguientes dos décadas se exploraron los mismos personajes en varias secuelas, algunas de dudosa calidad, y nació uno de los robots más carismáticos de la historia de la televisión: *Bender* de *Futurama*. Mientras, el robot adorable reaparecía bajo la forma de *Eduardo Manostijeras* (1990), el heroico robot homónimo de *El gigante de hierro* (1999), el edulcorado niño de *A.I. Inteligencia Artificial* (2001), el modelo terapéutico reconvertido en inocente ladrón de *Un amigo para Frank* (2005) o el blandito y achuchable *Baymax* de *Big Hero 6* (2014). Sin embargo, quien verdaderamente nos robó el corazón fue una pequeña unidad compactadora de basura, *WALL-E* (2008). El estudio Pixar hacía de las suyas planteándonos la cuestión de un ser artificial que desarrolla empatía y consciencia de sus decisiones, mientras los seres humanos se vuelven cada vez más y más robotizados.

La vía de la autoconsciencia robótica, en acción real (y muchos efectos especiales) sería explorada también por Alex Proyas en *Yo, Robot (*2004), película inspirada por los relatos de Asimov. En los últimos años, la ciencia ficción cinematográfica ha vivido un resurgir tanto de público, con entregas blockbuster, como de autor, con propuestas más modestas en su presupuesto, pero mucho más cargadas en lo cerebral. Del segundo tipo destacan las historias de *Chappie* (2015), un robot policial reprogramado para sentir y aprender, y la mucho más siniestra *Ex Machina* (2015) de Alex Garland, en la que la ginoide *Ava* atrapa al incauto protagonista humano en un perverso juego en el que nada es lo que parece. El ejemplo más reciente, con unos medios de producción más generosos, pero sin intención de ser complaciente con el gran público, es la esperada y tardía secuela *Blade Runner 2049* (2017), llegada de manos de Denis Villeneuve, que ahonda en las preocupaciones filosóficas en torno a la identidad de los androides y, por extensión, de la de los seres humanos.

6.3. Música

Aunque en un principio no pueda parecer la conexión más obvia, lo cierto es que los robots han influenciado al mundo de la música más de lo que se podría pensar. El primer ejemplo relevante es el de la banda alemana *Kraftwerk*, cuyo sonido y estética prefiguraba mucho de la posterior oleada del género electrónico. Jugaron con las relaciones entre humanos y tecnología durante toda su carrera, como en su profético *Computer World* (1981) o el tema *We Are the Robots* (1977). Es imposible hablar de *Kraftwerk* sin mencionar a *Devo*, que podrían ser sus bizarros hermanos estadounidenses, pero con su propia idiosincrasia. No estaban tan interesados en el binomio hombre-máquina, si bien es cierto que utilizaron la metáfora del ciborg en canciones como *Mechanical Man* (1978) y *Smart Patrol/Mr. DNA* (1974) para ilustrar sus teorías en torno a la involución de la humanidad. En sus primeros años artísticos, Gary Numan también estaba fuertemente vinculado al concepto del robot. Su álbum *Replicas* (1979) con *Tubeway Army*, era una obra conceptual sobre un futuro al estilo de *Blade Runner* donde los "Machmen", androides con piel humana clonada, controlan a la población humana. Con su sencillo *Are Friends Electric* (1979), la banda consiguió un éxito austero y melancólico contando una historia distópica y paranoide.



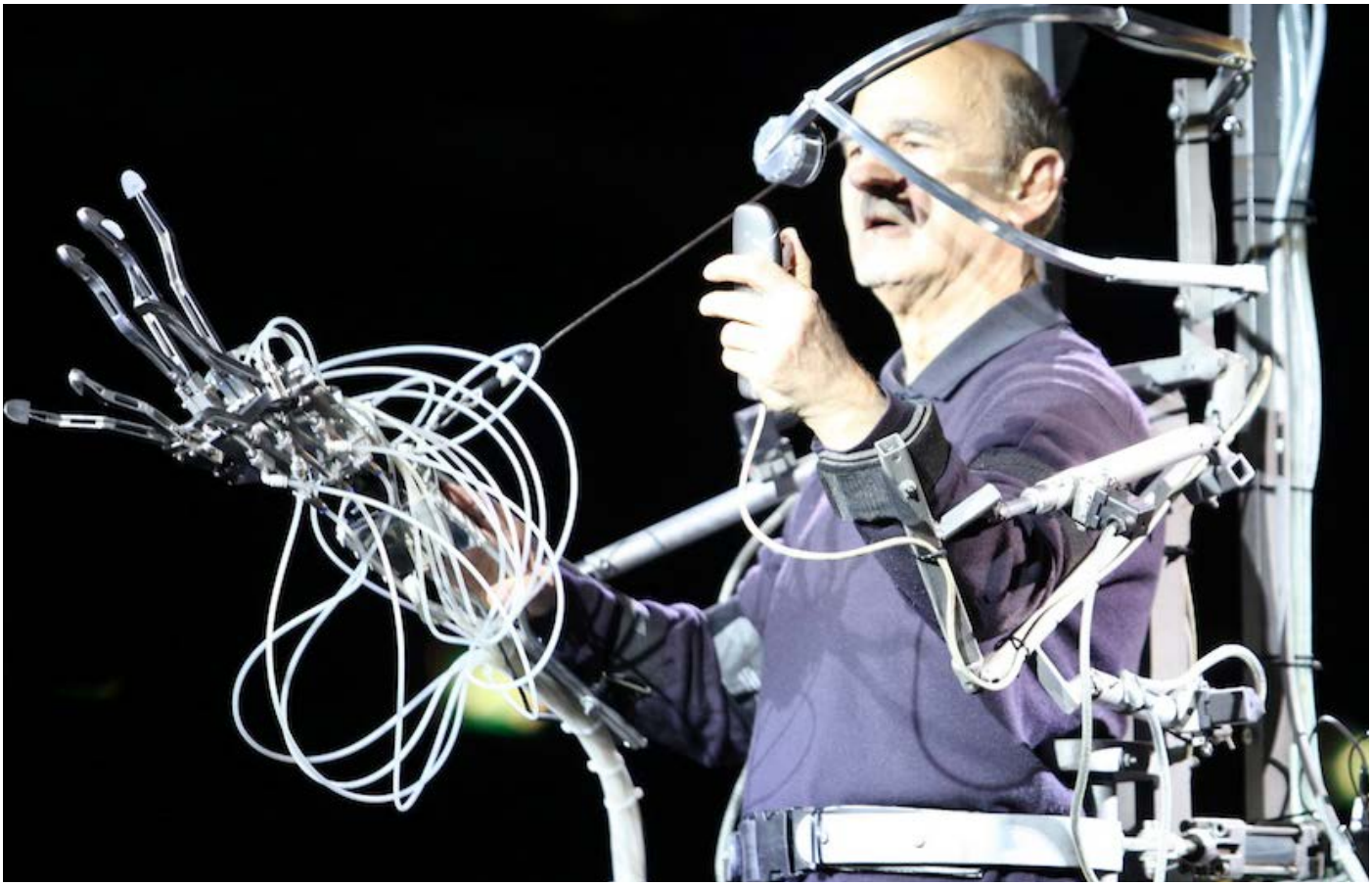
Kraftwerk actuando en el festival Positivus (Tõnu Tunnel, CC BY-SA 3.0)

En el caso de la islandesa Björk, aunque no habla específicamente sobre robots en ninguna de sus canciones, no se puede ignorar la relevancia de su premiado videoclip *All is Full of Love* (1999), dirigido por el afamado realizador Chris Cunningham, donde vemos cómo se fabrican dos robots que luego van a pasar un buen rato juntos. Curiosamente, el vídeo generó cierta controversia por supuestamente mostrar una escena de lesbianismo a pesar de que los robots son, en esencia, máquinas sin género y asexuadas. Otros artistas consagrados también han aprovechado de manera puntual del robot por su potente estética, como es el caso de portadas como la paródica *Goodnight Vienna* (1974) de Ringo Starr, el inquietante gigante metálico de *News of the World* (1977) de *Queen* o la sensual Marilyn robótica de *Just push play* (2001) de *Aerosmith*. El dúo francés *Daft Punk* ha construido toda su imagen escénica en torno al robot venido del espacio y, como no podía ser de otro modo, en Japón contamos con una buena cantidad de músicos y música influenciados por lo tecnológico y robótico, entre los cuales se pueden incluir el compositor Isao Tomita, la banda *Yellow Magic Orchestra* o el trío *Perfume*. En el terreno patrio hay que mencionar a *Fangoria* y su reciente álbum *Canciones para robots románticos* (2016), en el que, bajo la habitual producción y estética pasadas de vuelta, se hace una revisión kitsch y muy discotequera de aquellas relaciones hombre-máquina que ya abordó *Kraftwerk*.

6.4. Arte

El arte siempre ha estado fundamentalmente unido a la tecnología. Los nuevos materiales y técnicas han permitido constantemente a los artistas innovar y crear nuevos tipos de obras. Desde la irrupción de la informática y la programación han explorado los límites creativos de los últimos avances tecnológicos, formulando de este modo preguntas en torno a la interacción entre hombre y máquina y la creatividad de un robot o el papel del artista (y, por extensión, del ser humano) en una sociedad mecánica. Desde las vanguardias y su fascinación por la máquina y el hombre alienado por la sociedad industrial, la figura del robot ha poblado lienzos futuristas, dadaístas y surrealistas, aunque el arte robótico, propiamente dicho, es solo aquel en el que se emplea algún tipo de robótica o tecnología automatizada. Esto abre las puertas a una gran variedad de técnicas y configuraciones como las criaturas electrónicas, la integración entre lo orgánico y lo robótico o las piezas que trabajan con la idea de la telepresencia. En la actualidad, uno de los tipos más reconocibles es la instalación robótica interactiva, en la que es fundamental el contacto del visitante con la obra, que responde mediante sensores y un programa que controla las partes mecánicas a la interacción humana.

El origen de estas prácticas artísticas robóticas se puede situar en los años sesenta, gracias a pioneros como Nam June Paik y su escultura-*robot K-456* (1964) o Tom Shannon y su estructura robótica unida a una planta viva *Squat* (1966). Posteriormente, Stelarc aplicó la robótica y los avances tecnológicos a su propio cuerpo, al que dotó en los ochenta de un tercer brazo robótico y, posteriormente, de todo un exoesqueleto mecánico, activado telemáticamente. En la actualidad, el arte robótico está más que vigente, provocando la publicación constante de libros y la aparición de certámenes y exposiciones como los premios VIDA (1999-2014) o la reciente gran muestra *Artistes et Robots* (2018) en el Grand Palais de París.

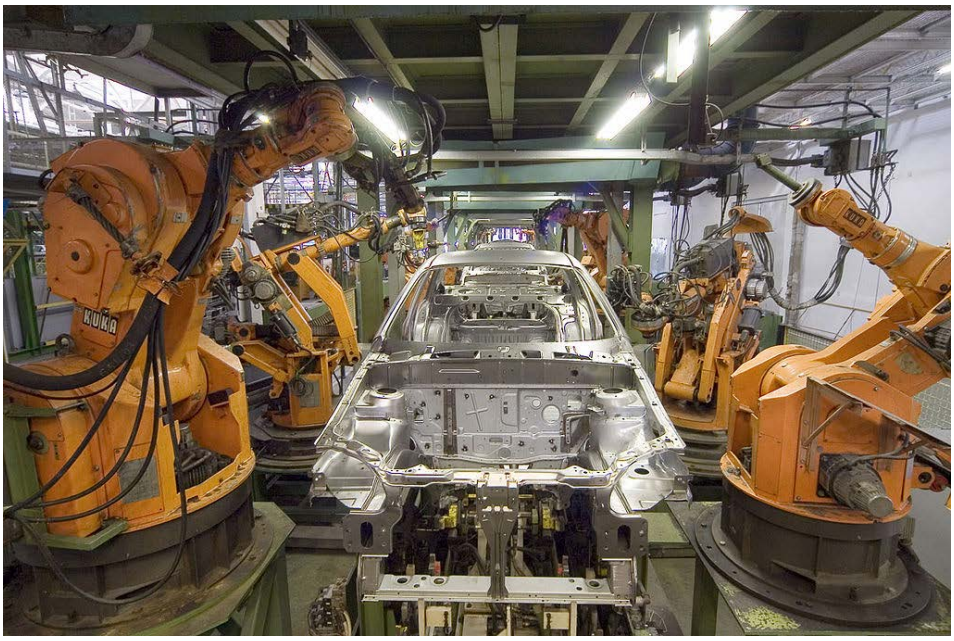


Stelarc presentando uno de sus exoesqueletos en 2013 (Cea, CC BY 2.0)

07. A TU SERVICIO

La robótica ha experimentado un auge vertiginoso en los últimos años y todo indica a que esto es solo la punta del iceberg. El presente anuncia ya importantes cambios que transformarán nuestra vida cotidiana, el trabajo e, incluso, la propia naturaleza del ser humano. En el día a día interactuamos constantemente con la tecnología, ya sea sacando dinero de un cajero automático, buscando información en el teléfono móvil, cocinando en casa e, incluso, cuando se nos implanta un marcapasos. Los robots forman parte de este desarrollo tecnológico que alcanza la fabricación industrial, el transporte, las comunicaciones y la medicina, ahorrándonos de este modo una cantidad ingente de esfuerzo físico y tiempo, con una precisión infinita en las tareas.

7.1. Robots Industriales



Robot industrial construyendo un coche

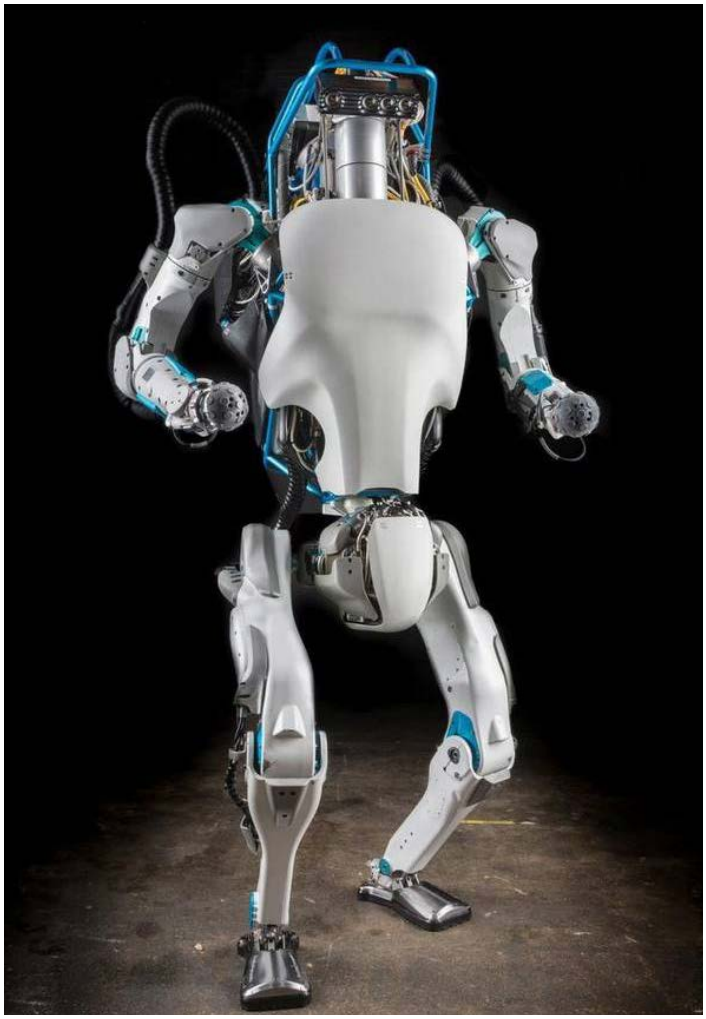
De entre los robots industriales, los de las plantas de la industria automovilística van a la cabeza en investigación, innovación y efectividad debido al poder que ésta tiene en el mercado y a sus requerimientos concretos. Los robots pueden hacer este trabajo más eficientemente que los seres humanos debido a su precisión, que les permite por ejemplo perforar siempre en el mismo lugar o apretar siempre los tornillos con la misma cantidad de fuerza, sin importar las horas que trabajen. El más común sigue siendo el brazo multi articulado o brazo robótico.

Los robots de fabricación son también muy importantes en la industria electrónica, ya que se necesita un control muy preciso para armar un microchip. Los robots industriales están diseñados para hacer exactamente lo mismo, en un ambiente controlado, una y otra vez. Para enseñar a un robot cómo hacer su trabajo, el programador guía el brazo a través de los movimientos utilizando un controlador de mano. El robot almacena la secuencia exacta de los movimientos en su memoria, y lo hace una y otra vez cada vez que una nueva unidad viene por la línea de montaje.

Otros usos de robots industriales son los utilizados en sectores como la industria alimenticia con la agricultura, pesca y manipulación de alimentos en hostelería, la industria forestal y la de servicios de mensajería para automatizar la logística. En este último campo la gran empresa de mensajería, Amazon, invierte una gran cantidad de recursos en su plan de desarrollo tecnológico I+D para avanzar en robótica y agilizar los protocolos de sus enormes almacenes.

7.2. Robots asistenciales

Los robots de asistencia son aquellos diseñados para actuar en desastres naturales como terremotos y tsunamis, operaciones de rescate y donde los humanos no llegan, como el fondo del mar o el espacio. *Method 2* es el primer robot bípedo tripulado, construido para ser utilizado en zonas peligrosas en las que el ser humano no puede moverse con facilidad. Mide casi cuatro metros y pesa cerca de una tonelada. Tiene un amplio compartimento en su pecho para albergar al piloto. Esta propuesta, que lleva en desarrollo desde el año 2014, destaca por la gran movilidad de sus manos mecánicas al disponer de dedos y movimientos naturales para el ser humano. *Atlas* posiblemente sea uno de robots humanoides más avanzados. Lo desarrolla la empresa Boston Dynamics para el Departamento de Defensa de Estados Unidos. Es un robot con gran capacidad de acción y percepción, capaz de moverse con creciente agilidad y evitar obstáculos a través de una variedad de terrenos y entornos. Está diseñado para búsqueda y rescate y tiene manos articuladas.



Atlas Boston dynamics. Foto de David Carrero Romero

En el ámbito de la investigación científica y, en concreto, en la investigación de volcanes y en la exploración espacial, se suelen utilizar robots animaloides con un sistema de locomoción que imita a los animales. Hasta el momento, éstos han resultado ser los más estables en cuanto al equilibrio en el desplazamiento en zonas abruptas. Sin embargo, el robot humanoide bípedo *Valkyrie R5* ha sido construido para mantenerse con firmeza sobre suelos irregulares gracias a su programación. Su diseño es completamente electrónico, adecuado para operar con temperaturas extremas y en ambientes hostiles. Cuenta con brazos y piernas totalmente articulados, consiguiendo así caminar de forma estable sobre superficies difíciles. Con un metro noventa de altura y ciento veinticinco kilogramos de peso, su funcionamiento se apoya en una batería de una hora de autonomía. La NASA tiene como objetivo llevar una de estas unidades al planeta Marte para hacer más fácil y operativa la investigación sobre suelo marciano.

SABÍAS QUÉ

En los Juegos Olímpicos de Invierno de 2018, Corea del Sur apostó por la tecnología con el uso de ochenta y cinco robots para ayudar a atletas, cumplir servicios de limpieza del aeropuerto, dar información traducida en varios idiomas a turistas e, incluso, esquiar y bailar. HUBO, un robot humanoide diseñado para salvar vidas. condujo un automóvil en el relevo de la antorcha, que luego pasó a su creador, el Profesor Oh Jun-ho, quien entregó a su vez la llama a FX-2, un robot humanoide pilotado por un estudiante adolescente.

7.3. Robots médicos

Son tres los avances principales que han permitido utilizar robots en medicina: la cirugía a control remoto, la cirugía de invasiva mínima y la cirugía sin intervención humana. Entre las diferentes ventajas de la cirugía robotizada se encuentran su precisión, su miniaturización, incisiones menores, pérdidas sanguíneas reducidas, reducción de dolor y tiempo de recuperación menor. Esos robots pueden trabajar donde no caben las manos humanas, y, por ejemplo, intervenir el corazón de un paciente entrando entre las costillas.

El sistema quirúrgico *Da Vinci* es un sistema desarrollado por Intuitive Surgical que consiste en un robot quirúrgico diseñado para posibilitar cirugías complejas con invasiones mínimas en el cuerpo humano. Se usa especialmente para operaciones de próstata, reparaciones de válvulas cardíacas y procedimientos quirúrgicos ginecológicos. Es una plataforma del tipo "maestro-esclavo", diseñada para hacer más precisa y asequible la cirugía laparoscópica. En la actualidad, existen más de dos mil trescientos robots quirúrgicos Da Vinci en el mundo. Otro robot, *STAR* (Smart Tissue Autonomous Robot), es capaz de operar sin que lo dirija un médico, tomando sus propias decisiones. Aunque de momento ensaya sus suturas en cerdos, podría llegar a revolucionar la medicina del futuro. Incluso, se está comenzando a investigar la posibilidad de fabricar micro robots que, a modo de cápsulas, sean ingeridos por el paciente y se desplacen por su interior, analizando el cuerpo humano e, incluso, reparándolo.

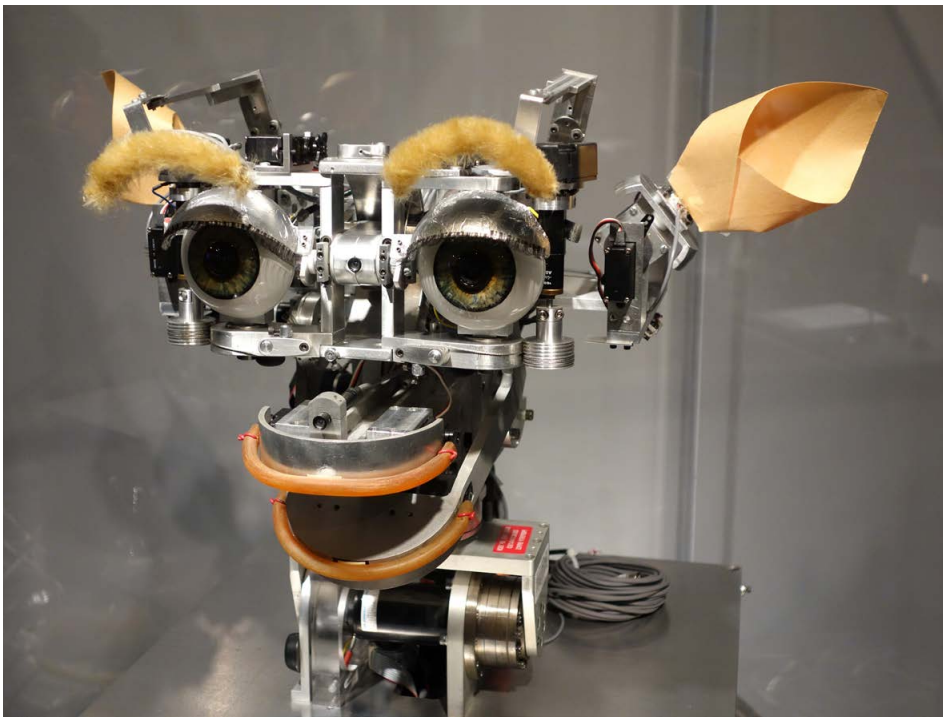
Los robots a menudo se han basado en estructuras antropomórficas para estudiarlos y entenderlos de una forma semejante a nosotros. Todo ello hace que sea más sencillo replicarlo en el campo de la rehabilitación de forma relativamente sencilla para construir prótesis y ortopedias. Estos robots son capaces de trabajar acoplados a diferentes partes del cuerpo del ser humano y realizar tareas de ayuda para mejorar capacidades del ser humano que necesiten ayuda.

Antonio M. de Lacy

Los exoesqueletos son buen ejemplo de este tipo de máquinas capaces de ayudar a las personas a volver a caminar o a agarrar objetos. *HAL* es un esqueleto asistencial híbrido, un traje-exoesqueleto desarrollado por la Universidad japonesa de Tsukuba y la empresa robótica *Cyberdyne*. Ha sido diseñado para apoyar y ampliar las capacidades físicas de sus usuarios, en particular las personas con discapacidades físicas. Esta cuestión ha llevado a los especialistas a pensar en una potencial conversión de nuestra especie en ciborgs, que repararán, modificarán y ampliarán su cuerpo orgánico mediante implantes robóticos.

7.4. Robots terapéuticos

Con el envejecimiento del Primer Mundo, la sociedad se ha dado cuenta de la necesidad de los futuros ciudadanos de un servicio de cuidados para personas mayores. Japón es el país que muestra más interés en desarrollar esto a través de robots y, desde hace tiempo, las empresas de robótica investigan para ayudar al ser humano a mantener una cierta calidad de vida para la población más longeva. Así, los tradicionales robots industriales se adaptan para dar servicio a las necesidades más básicas del ser humano siendo imprescindible la interacción y comunicación robot- humano.



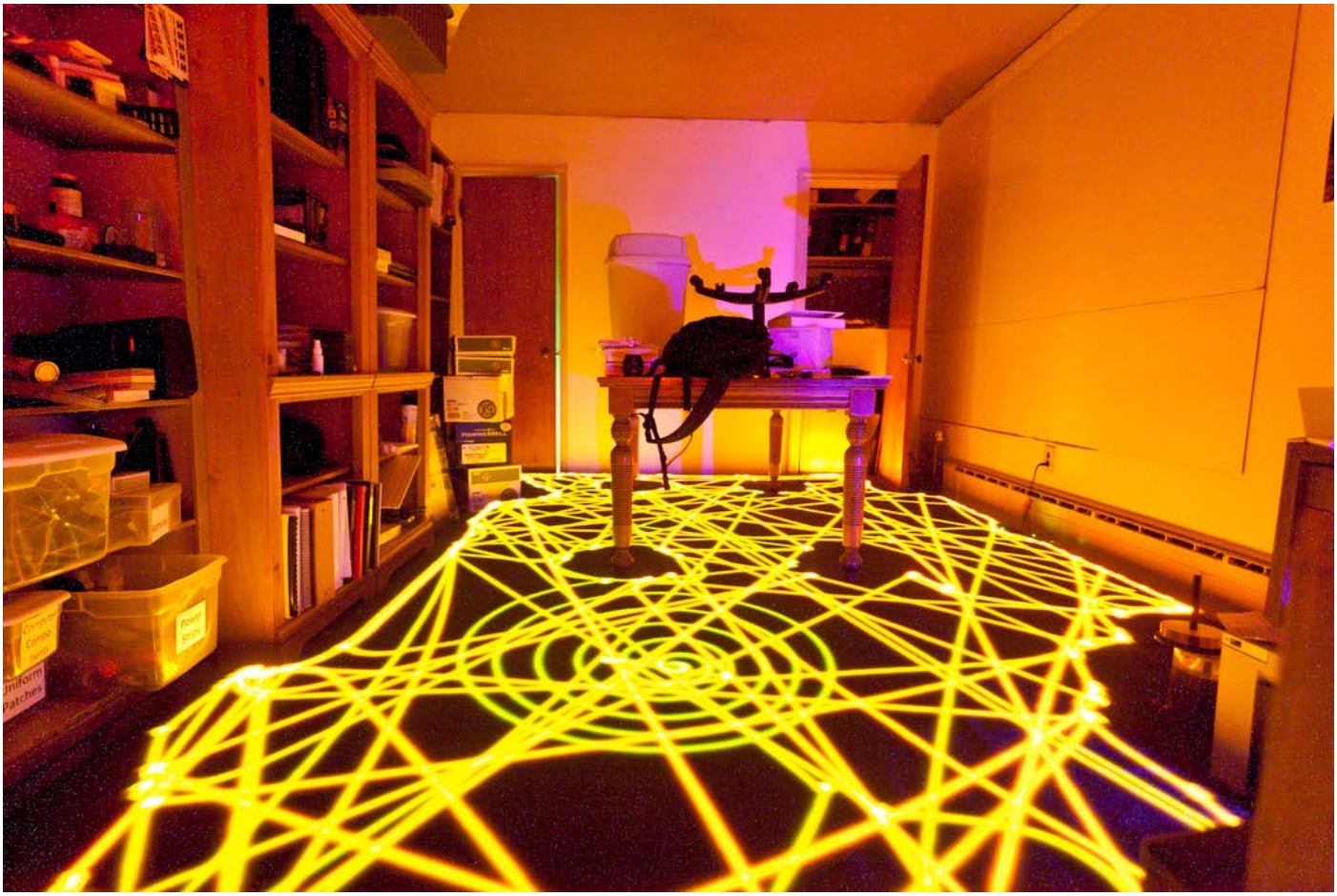
Kismet, 2013

Se ha producido un auge de mascotas sociales capaces de expresar emociones. Ya en los años 90, la ingeniera Cynthia Breazeal del Medialab del MIT diseñó el robot *Kismet*, que únicamente poseía una cabeza. Fue un experimento en informática afectiva, un robot que podía reconocer y simular emociones cambiando la inclinación de sus orejas, la posición de su mirada y la curvatura de la boca. A *Paro* se le ha considerado como "el robot más terapéutico del mundo". Este robot bebé foca de peluche fue creado en 1993 por Takanori Shibata, director de investigación del Instituto Nacional de Ciencia y Tecnología Industrial Avanzada de Japón. El robot se diseñó para tratar a personas mayores con Alzheimer, enfermos con necesidades de cuidados paliativos, personas con discapacidad y niños hospitalizados o con problemas de autismo. Dispone de cinco sensores que lo ayudan a responder cuando es acariciado o cuando se lo llama por su nombre. Se utiliza como terapia neurológica sustitutiva de psicofármacos y también como compañía.

Otra mascota semejante es el ya mencionado perrito *Aibo* de Sony, que originalmente no nació como mascota sino como robot de laboratorio. El modelo más actual cambia su personalidad según va aprendiendo de su experiencia y del conocimiento adquirido por otros robots compartiéndolo en la nube, lo que implica que no hay dos unidades iguales. *Huggable*, ("Abrazable") es un osito de peluche desarrollado por el MIT que interactúa, habla y ríe tranquilizando a los niños hospitalizados.

7.5. Robots domésticos

Los robots domésticos se han empezado a hacer comunes en casas y ciudades inteligentes, unidos al concepto IoT (Internet de las cosas, del inglés Internet Of Things). La interconexión digital de los objetos cotidianos con internet acelera el rápido crecimiento de la domótica, el conjunto de tecnologías aplicadas al control y la automatización inteligente de la vivienda. Lo que comenzó con la eclosión de aspiradoras robóticas, como la *Roomba*, poco a poco va pareciéndose más a la ciencia ficción gracias a robots especializados en cumplir una tarea específica en el hogar, que en la actualidad incluye limpiar piscinas, canalones o vigilancia, pero que en el futuro puede sumar cocinar, ser nuestros entrenadores personales o hacernos compañía.

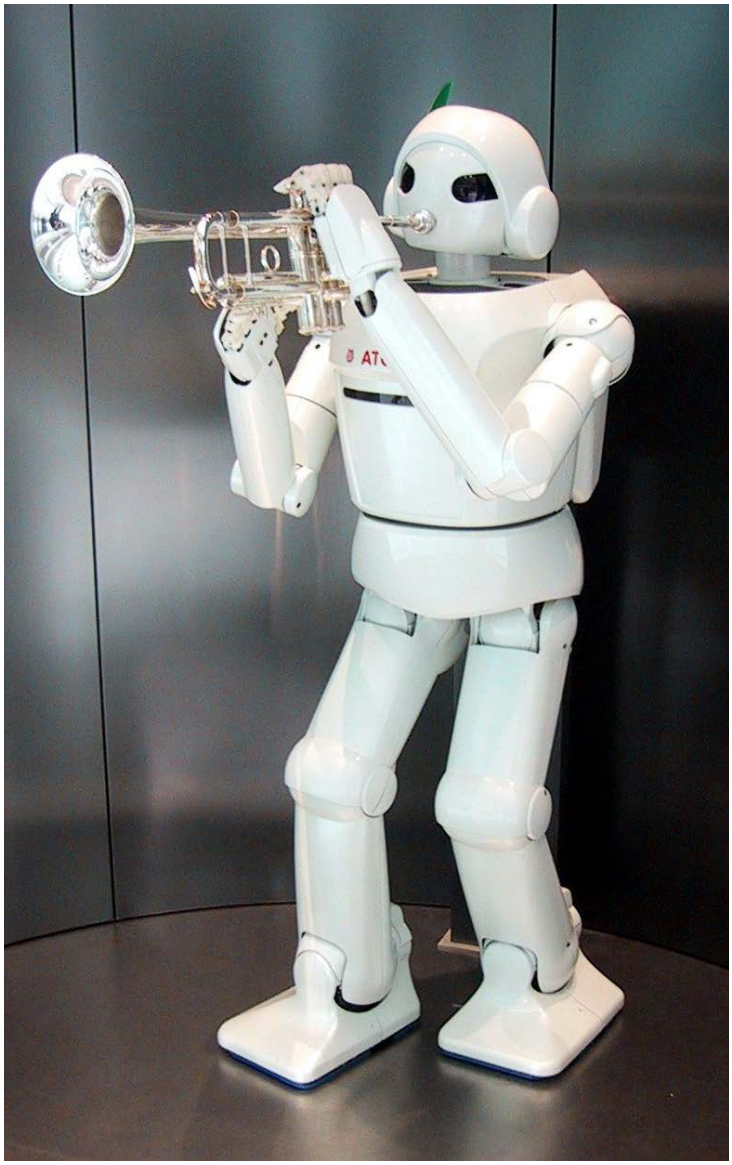


Roomba tracks. Foto de Terry Robinson

7.6. Robots educativos

La robótica educativa o robótica pedagógica permite idear, diseñar y construir robots para incentivar a los estudiantes en el estudio de las STEM. La principal área de trabajo en la que ésta se enmarca es el apoyo en la enseñanza de primaria y secundaria de niños y adolescentes, tanto en el ámbito escolar como fuera de él. La robótica educativa con adultos se implementa en la en formación profesional, en proyectos de investigación en el ámbito universitario, en la robótica aplicada a las personas con capacidades diversas, como facilitador del desarrollo de los procesos cognitivo, y también se utiliza para reflexionar sobre la propia disciplina y sus aplicaciones. Hay múltiples materiales para trabajar a distintos niveles. En etapa escolar la robótica educativa se suele trabajar a través de kits de fabricación con piezas modulares tipo Lego, mientras que los adultos suelen trabajar prototipado con placas de hardware libre como Arduino, Raspberry y otros componentes similares.

Cuando se trata de investigación en robótica muchas universidades trabajan con los prototipos más avanzados como *Geminoid Hi-1*, un proyecto de investigación dirigido por el profesor japonés Hiroshi Ishiguro que explora la interacción entre robots humanoides y los seres humanos y evalúa teorías sobre percepción, comunicación y el conocimiento. El robot se controla remotamente, a través de Internet, con un sistema de captura de movimientos que le permite hacer movimientos naturales y que estos sean reproducidos por el robot de forma precisa.



Toyota Robot. Foto de Chris 73

7.7. Ética y robótica

Autómata. Posible Luis Renaur 1890. Dado mágico

¿Quién asume la responsabilidad de una máquina cuando esta produce efectos indeseados? ¿Llegará el día en que los robots desarrollen otras máquinas y seamos incapaces de comprender su funcionamiento o manera de pensar? ¿Podemos perder el control sobre los robots? Para poder dar respuesta a estas preguntas, debemos anticiparnos al futuro y comenzar a marcar los límites. Ya en el año 1942 Isaac Asimov enunció tres leyes fundamentales que la robótica debería seguir:

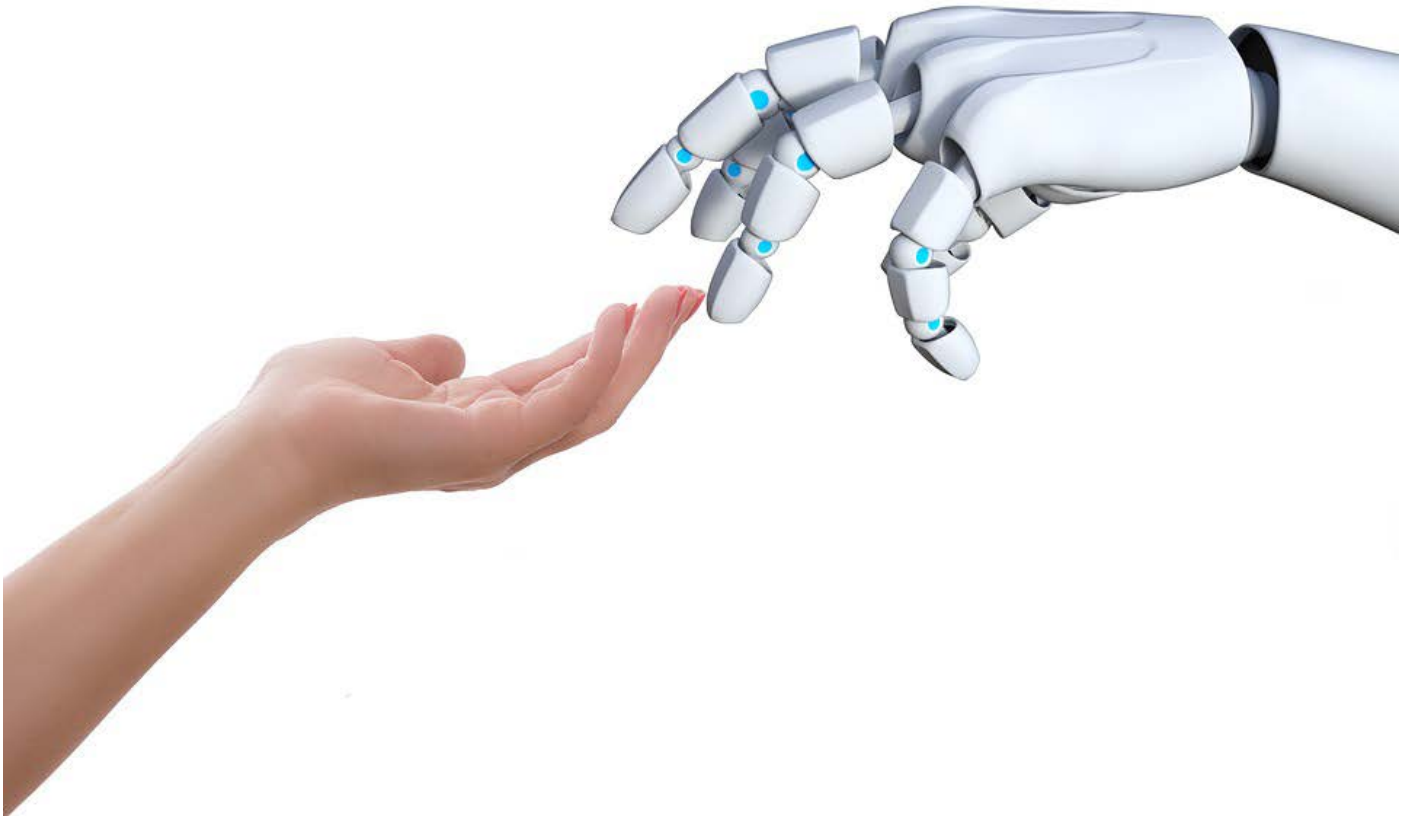
1. Un robot no hará daño a un ser humano o, por inacción, permitirá que un ser humano sufra daño.

2. Un robot debe obedecer las órdenes dadas por los seres humanos excepto si estas órdenes entrasen en conflicto con la 1ª ley.

3. Un robot debe proteger su propia existencia en la medida en que esta protección no entre en conflicto con la 1ª o la 2ª ley.

Más tarde, Asimov se dio cuenta de que era necesario añadir una cuarta ley que fuese la primera de todas:

0. Un robot no puede hacer daño a la Humanidad o, por inacción, permitir que la Humanidad sufra daño.



Han pasado décadas desde entonces, y la comisión de Asuntos Jurídicos del Parlamento Europeo tomó cartas en el asunto para, en el año 2016, emitir un documento en el que proponía una serie de leyes para proteger a la humanidad y controlar el crecimiento de los robots. Sobre todo, en uno de los campos donde parece que están teniendo un efecto mayor y más inmediato: la sustitución de robots por seres humanos en los puestos de trabajo. Entre sus puntos se encuentran:

1. Proteger a los seres humanos de los daños causados por robots. Una norma que parece sencilla pero que se vuelve tremendamente complicada cuando la aplicamos a los coches autónomos. Por ejemplo, se pueden presentar dos dilemas. En uno, un coche autónomo con un pasajero llega a un cruce, en ese instante otro coche con cinco pasajeros se salta el semáforo y se interpone en el camino del primero. ¿Qué debería hacer el coche autónomo? ¿Seguir recto y matar a las 5 personas? ¿O girar y colisionar contra un muro acabando con la vida de su pasajero? En el otro, dos coches autónomos con un pasajero cada uno, circulan cerca de un precipicio mientras llueve. Uno de ellos resbala y se dirige al borde. ¿Qué debería hacer el coche autónomo? ¿Seguir recto y caer por el precipicio o desviarse, lo que empujaría al otro coche al vacío?

2. Respetar el rechazo a la atención por parte de un robot. Si una persona se siente incomoda con la presencia del robot puede negarse a ser atendido por uno.

3. Proteger la libertad humana frente a los robots. Las máquinas podrían llegar a imponer comportamientos a las personas.

4. Proteger a la humanidad contra las violaciones de la privacidad cometidas por un robot. La cantidad de sensores con los que recogen información los robots podría llegar a poner en peligro nuestra intimidad.

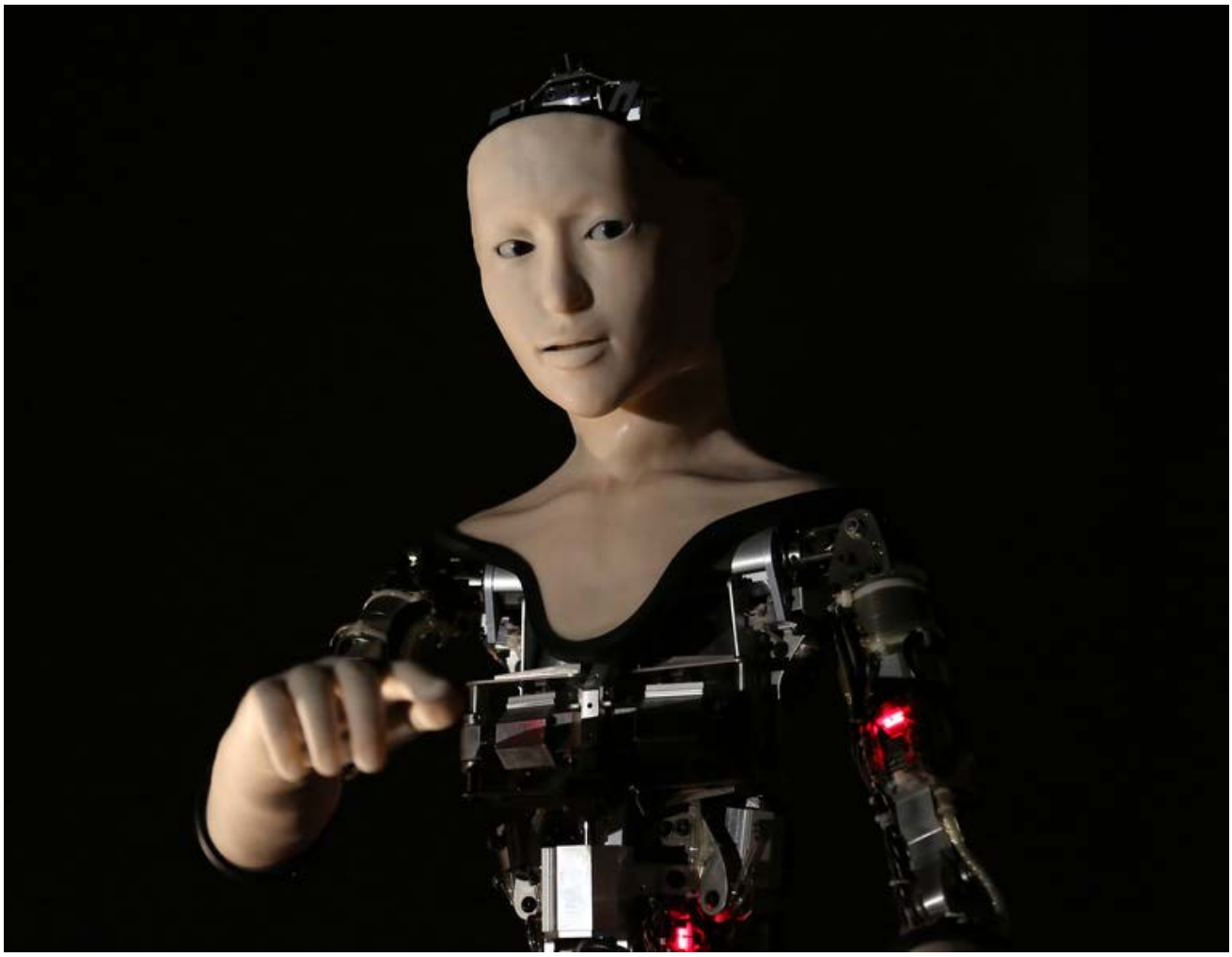
5. Gestionar de manera ética los datos personales procesados por robots. Con toda la información que podrían recopilar, podríamos llegar a perder el control sobre como la utilizan y con qué fines.

6. Proteger a la humanidad de ser manipulados por robots. Siempre que un robot simule emociones, existe el riesgo de que una persona sienta lo mismo y genere un vínculo. Es decir, no enamorarnos de una máquina.

7. Evitar la disolución de los vínculos sociales, principalmente en el ámbito de la salud y el cuidado de las personas mayores. No es lo mismo que un robot atienda y ayude a un anciano acompañándolo que abandonemos la interacción y cuidado cediéndola por completo a los robots y aislando socialmente a los atendidos.

8. Igualdad de acceso al progreso en la robótica. Que no solo tengan acceso a los robots las grandes compañías.

9. Restringir el acceso humano a las nuevas tecnologías. Esta ley no busca contradecir a la anterior, sino que lo que se pretende que evitar la aparición de ciborgs sin control. La creación de híbridos humano-máquina mejorados y con sus capacidades ampliadas sin restricciones, obligaría al resto de la humanidad a mejorar o desaparecer.



ALTER, robot creado por Kohei Ogawa, Itsuki Doi, Takashi Ikegami and Hiroshi Ishiguro. Foto de Justine Emard

08. SELECCIÓN DE PIEZAS

8.1. El Caballero de Leonardo Da Vinci

Ser un hombre del Renacimiento implicaba interesarse y poseer amplios conocimientos diversos tanto en arte, como en ciencia como en humanidades. El primero en venir a la mente, sin duda, es Leonardo da Vinci, que fue pintor, anatomista, arquitecto, paleontólogo, artista, botánico, científico, escritor, filósofo, ingeniero, inventor, músico, poeta y urbanista. Y, por si fuera poco, diseñó (que sepamos) tres autómatas que se han convertido en leyendas a medio camino entre la realidad y la ficción, como el resto de la vida del italiano.

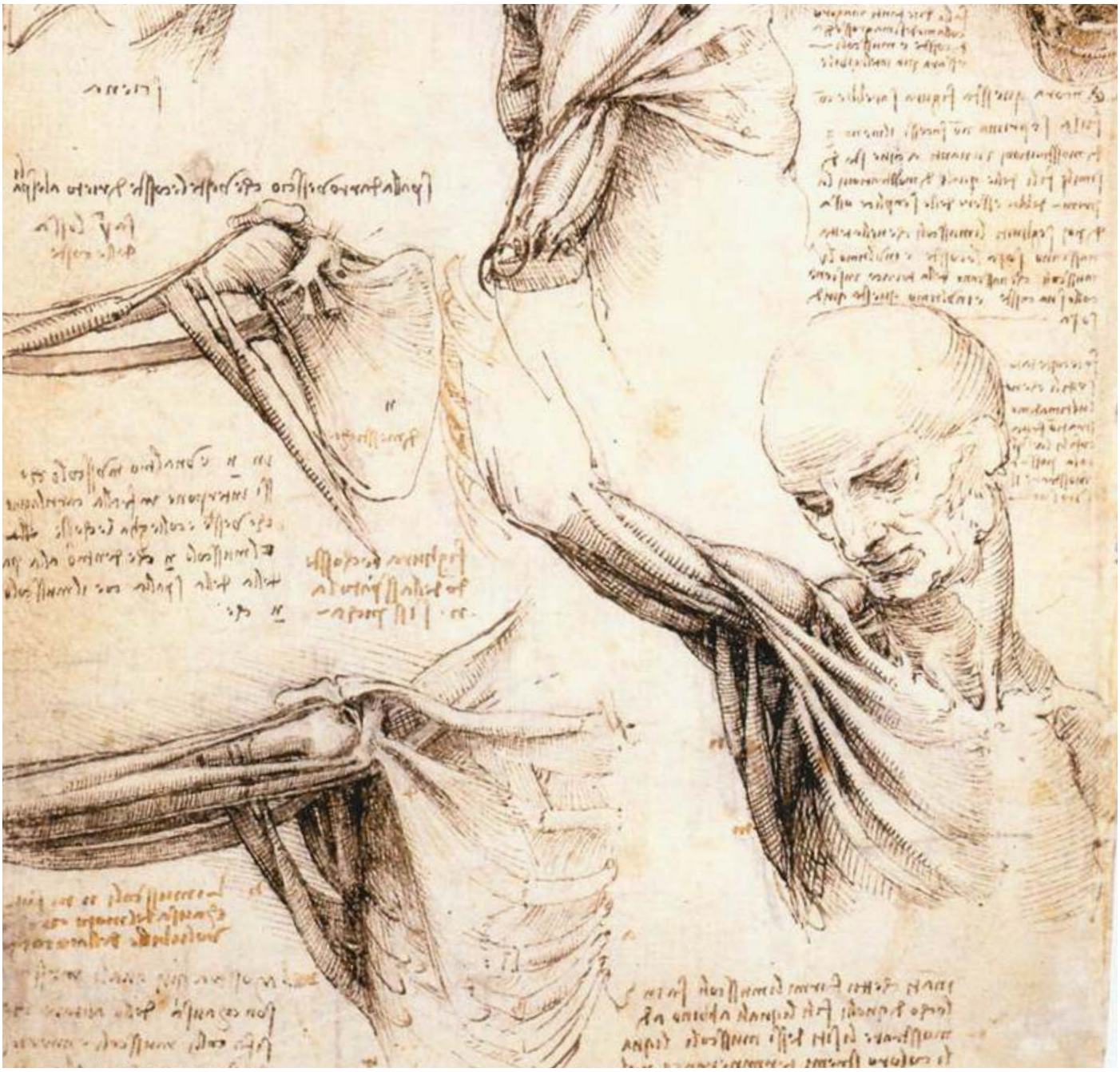
No se sabe si los llegó a construir y, de hecho, no hemos conocido de la existencia de estos ingenios mecánicos hasta mediados del siglo pasado, cuando los manuscritos con los diseños fueron descubiertos y sacados a la luz, como es el caso del famoso Códice Madrid, que se custodia en la Biblioteca Nacional y que puede consultarse completo en una versión digitalizada, o el Códice Atlántico que se encuentra en la Biblioteca Ambrosiana de Milán. Cuando por fin se reunieron todos los esbozos y dibujos esparcidos, se comprobó que los diseños eran funcionales y se hicieron construcciones modernas de los mismos.

Robot soldado de Leonardo Da Vinci, c. 1495

Leonardo da Vinci comenzó a diseñar alas y piernas artificiales a raíz de sus estudios en torno al vuelo de las aves y la anatomía humana. Hacia 1495 comenzó con el diseño de un autómata que tenía las proporciones humanas ya ensayadas en el Hombre de Vitruvio y la apariencia de un caballero medieval con armadura ítalo-germana. Su estructura era muy compleja, ya que disponía de diversos grados de movilidad en sus articulaciones y dos sistemas independientes para mover la parte inferior, más sencilla, y la superior del cuerpo, mucho más compleja al abarcar brazos, espalda, manos y cuello. Todo estaba controlado por cables, ruedas y mecanismos que reproducían tendones y músculos humanos.

Se piensa que su objetivo era ampliar las defensas humanas en la eventualidad de un ataque al castillo. O, al menos, hacerlo de manera visual. Si se construía un gran número y se disponían entre los guardias de carne y hueso, programando movimientos sincrónicos y articulados daría la sensación al enemigo de hallarse ante una horda defensiva de considerable número.

Aunque ingenioso, no se tiene constancia de que alguna vez se llegaran a usar. Aparte de este, se sabe por la biografía de da Vinci, escrita por Lomazzo, que creó un león mecánico para el rey Francisco I de Francia. Éste podía desplazarse por el suelo y abrir su pecho para mostrar una cavidad en la que almacenaba lirios blancos, emblema dentro del escudo de armas del monarca.



Leonardo da Vinci. *Estudios anatómicos del hombro*, 1510. (Detalle)

8.2. Pepper

Mide menos de un metro y medio, apenas llega a los treinta kilos, en lugar de piernas posee tres ruedas omnidireccionales y en sus expresivos ojos se esconden sensores de profundidad que complementan las dos cámaras de alta definición y los cuatro micrófonos repartidos por su cabeza pelona. Y, orquestando todo, Pepper cuenta con un software que, a modo de motor emocional, le permite leer las emociones humanas, aprender de ellas, e interactuar con nosotros en consecuencia. Desde su presentación en 2014, el simpático robot se ha convertido en una pequeña estrella y el nuevo hito en el campo de las relaciones entre hombre y máquina.

El origen de este robot está en la empresa francesa *Aldebaran Robotics*, que fue adquirida por la japonesa *Softbank Mobile* en 2013. Antes de esto, el grupo había presentado al mundo en la RoboCup de 2008 a *NAO*, un robot humanoide desarrollado entre 2005 y 2007. Su gran libertad de movimientos le permitió ganarse a los asistentes de la Expo de Shanghai con una coreografía grupal al ritmo del bolero de Ravel en el Pabellón de Francia. Cuando en 2011 llegó su hermano pequeño, *NAO Next Gen*, la empresa liberó el código fuente que permitía controlar al robot, permitiendo así que cualquier diseñador pudiera aportar al proyecto.

Con la llegada de *Pepper*, la principal revolución fue ese motor emocional que permite al robot estudiar los gestos y rostros de las personas con las que interactúa para, de este modo, tomar decisiones que contribuyan al bienestar de su interlocutor humano. Además, su funcionamiento se basa en la conexión en nube, lo que implica que el aprendizaje de un *Pepper* puede ser compartido y aprendido por el resto de sus hermanos en todo el mundo. La habilidad de este ser artificial para leer emociones se apoya en sus sensores, cámaras y motores para hablar más alto, suspirar, relajarse al reconocer el rostro de una persona con la que ya ha interactuado, alegrarse cuando se le dicen cosas buenas, e incluso asustarse si las luces se apagan de pronto. Por si acaso, cuenta con una tablet de diez pulgadas que permite facilitar algunos de sus procesos de comunicación con el usuario o mostrarnos planos, fotografías, etc.

De momento, *Pepper* cumple sobre todo funciones de recepción y atención al cliente, intentando que la experiencia sea agradable y haga feliz al usuario. Además, su uso en centros educativos permite enseñar programación e investigar en torno a las relaciones hombre-máquina. Sus creadores han abierto el proceso de desarrollo de sus aplicaciones, con la esperanza de que la imaginación de desarrolladores en todo el mundo encuentre nuevas aplicaciones para el robot.

Cuando salió a la venta online, en 2015, las primeras mil unidades se agotaron en tan solo un minuto. Al principio, las redes sociales vieron la proliferación de vídeos en los que los japoneses se acercaban a *Pepper* en diversos establecimientos comerciales para interactuar y sacarse fotos. Sin embargo, la novedad pareció decaer y los analistas tecnológicos se han preguntado por el futuro de este tipo de robots, sobre todo ahora que se están imponiendo los asistentes por voz basados en la inteligencia artificial. Al contrario de estos, expertos como Kate Darling, especialista en interacción humano-máquina en el MIT, subraya que los robots humanoides tienden a ser tratados como humanos, a pesar de que nadie considera, aún, que *Pepper* pueda realmente simpatizar, sentirse triste o ser gracioso. Todo esto eleva cuestiones en torno a el respeto y los modales ante una máquina, el desarrollo emocional de los niños en contacto con robots y, en general, los mecanismos de empatía del ser humano que deberán seguir investigándose.

Pepper the Robot

8.3. Robot Lilliput

Antes de que Star Wars se convirtieran en una sensación de masas y miles de niños suplicaran a sus padres por sus figuritas, un pequeño muñeco venido de Japón allanó el camino de la obsesión por los robots. El primer juguete robot, diseñado a mediados de los años treinta, fue *Lilliput*, un artefacto nipón hecho de hojalata que se convirtió en un éxito de ventas tanto en Oriente como en Occidente.

A pesar de un nombre tan amigable, inspirado por el país de gente pequeña de Los viajes de Gulliver, este robot estaba modelado a imagen y semejanza de sus hermanos occidentales, terribles y antagónicos. Contaba con dientes afilados en unas fauces rojizas, ojos mecánicos siniestros, manos como pinzas plateadas y, en la litografía de su caja, se le veía lanzando un peligroso chorro de humo y agitando los brazos. *Lilliput* era, pues, un robot destructivo, y sin duda cientos de niños pasaron las horas imaginando que derribaban con él edificios de la ciudad o descarrilaban trenes de juguete. De hecho, se le podía hacer andar dándole cuerda para que sus característicos pies hexagonales se movieran uno tras otro.

Aunque ahora encontrar un original es una tarea ardua, existen multitud de reproducciones de *Lilliput* e, incluso, un libro infantil por el autor Stefan Czernecki. En éste, el robot busca un lugar en el que jugar después de sufrir las burlas de otros robots malos, pareciendo así más un niño que un monstruo. Esta idea de utilizar los robots y la tecnología como una metáfora del juego y la exploración, con una vertiente más positiva, llegaría algo después de la época en la que el robot japonés fue comercializado.

Tras la guerra, los juguetes hechos de planchas de hojalata se convirtieron en una popular exportación del Japón ocupado por los estadounidenses, y *Lilliput* fue seguido por una buena cantidad de sucesores. El más importante de ellos fue *Robert the Robot*, un producto de Ideal Toy Company. Era un trozo de plástico de treinta y cinco centímetros de altura que podía pronunciar un par de frases, iluminar sus ojos, moverse con un control remoto que venía unido a él y agarrar objetos con sus brazos mecánicos.

Robert merece una mención especial por ser el primer juguete robot de plástico fabricado en Estados Unidos y el primer juguete robótico en convertirse en una sensación para el público estadounidense. Se convirtió en el protagonista de canciones infantiles, disfrutó de un cameo hollywoodiense y en seguida fue imitado por las jugueteras rivales. También fue un precedente de la eclosión de robots industriales que vendría años después, capturando de este modo la imaginación de la gente mucho antes de que esta entendiera realmente lo que un robot podía hacer.

Además de inaugurar la era del plástico y contar con funcione novedosas como hablar, iluminarse y moverse, *Robert* poseía una estética única que le diferenciaba del resto. Fue un juguete que consiguió, por vez primera, que los estadounidenses vieran los robots no ya con recelo, sino con entregada fascinación.

El robot *Lilliput* en su caja original

8.4. Terminator T-800

En 1984, James Cameron estrenó *Terminator*, la exitosa producción que ha dado lugar a una icónica franquicia mediática que incluye hasta el momento cuatro películas, una serie de televisión, varios videojuegos e innumerable cantidad de productos promocionales. La historia de la saga es de sobra conocida y ha pasado a formar parte de la cultura popular, con sus correspondientes parodias y versiones. En el futuro, las máquinas se han rebelado contra los seres humanos y han destruido el planeta con bombas nucleares. Los pocos humanos que han logrado sobrevivir se han unido para formar una resistencia contra esta nueva especie dotada de inteligencia artificial. Una de estas máquinas, un T-800, modelo 101, es enviado a través del tiempo, desde 2029 a 1984, para acabar con Sarah Connor, madre de John, líder de la resistencia humana en el futuro, y cambiar así la línea del tiempo.

La imagen de *Terminator*, encarnado de manera legendaria por Arnold Schwarzenegger, es intimidante. Se trata de un androide que en apariencia es humano, con un musculoso y voluminoso cuerpo que posee una fuerza y resistencia descomunales. A pesar de que su esqueleto es completamente metálico (una aleación de titanio-tungsteno), como se revela en la escena en la que aparece de entre las llamas de un camión, su recubrimiento está hecho de tejido humano vivo. Como el soldado Kyle Reese le cuenta a Sarah Connor, esto le sirve para poder infiltrarse entre los humanos y acabar con ellos sin ser descubierto: es un "organismo cibernético".

El T-800 ha sido programado con la única misión de asesinar a Sarah Connor. Es un androide carente de sentimientos o emociones, es decir, una perfecta máquina de matar. No posee voluntad de decidir, simplemente obedece. En la película vemos que bajo su apariencia humana se esconde un lenguaje articulado de rígida voz humana y una visión muy desarrollada gracias a una cámara subjetiva con visores infrarrojos, indicadores de movimiento y temperatura. A la manera de los autómatas del siglo XVIII, cuando las llaman consumen el tejido vivo, se muestra como su esqueleto es sumamente sofisticado, imitando en metal los huesos y articulaciones humanos.

La figura de *Terminator* y el argumento de la película simbolizan la tecnofobia, el miedo a los avances tecnológicos. De hecho, la cinta se regodea en esta visión negativa de la tecnología: armas, cámaras de seguridad, dispositivos susceptibles de ser controlados en los hogares, etc. La película plantea la idea de que en el futuro podemos perder el control sobre las máquinas. En su estreno, Estados Unidos seguía inmerso en la Guerra Fría y el presidente Reagan acababa de lanzar la Iniciativa de Defensa Estratégica, también conocida como *el programa Star Wars*, que pretendía proteger a la nación de un ataque nuclear utilizando láseres espaciales. Aunque jamás se llegase a materializar, fue la última de una larga serie de innovaciones tecnológicas pensadas para mantener a la población a salvo pero que, probablemente, les haría sentir más inseguros. El terror de la aniquilación nuclear aparece explícitamente representado en el futuro que corre la humanidad cuando una máquina decide que lo mejor es exterminar a nuestra especie. Esta máquina, *Skynet*, había sido desarrollada como una herramienta de defensa, pero se volvió en contra de sus creadores. La advertencia es clara: las máquinas acabarán controlándonos a nosotros, y estaremos rodeados de ellas.

T - 800

8.5. Paro

Que su aspecto no te confunda, el interior de esta foca de peluche es un esqueleto tecnológico con sensores de temperatura, tacto, luz, audio y posición. Comercializado en España bajo el nombre de *Nuka* por la empresa de robótica social Adele Robots, su nombre real es *Paro* (Personal Robot). Esta pieza es la octava generación de un diseño de Takanori Shibata que comenzó a desarrollarse en Japón en 1993 en el Intelligent System Reserch Institute. Cuando su diseñador viajaba por el noreste de Canadá, vio en un campo de hielo un grupo de focas de Groenlandia o focas arpa. Shibata quedó fascinado por las crías de esta criatura y grabó incluso sus llantos y llamadas para utilizarlas en el robot que estaba diseñando. Había encontrado la solución perfecta al dilema de si preferimos a un perro o a un gato.

Paro Robot. Foto de Theron Trowbridgeb

Abajo: Paro Robot. Foto de opacity

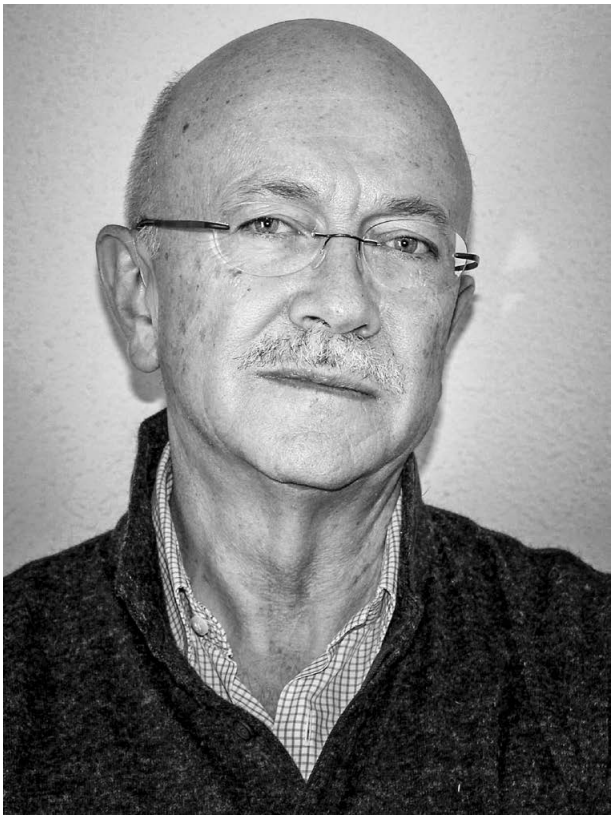
En el año 2009, *Paro* recibió la calificación de dispositivo médico de clase 2 por los Estados Unidos y desde entonces no ha parado de crecer su uso con fines terapéuticos en todo el mundo. Sus tres micrófonos, sus doces sensores táctiles bajo la piel (más sus bigotes, que también son sensibles al tacto) y el delicado sistema de motores silenciosos lo convierten en una máquina diseñada para dar y recibir afecto. Es capaz de responder a las caricias abriendo y cerrando los ojos y moviendo la cola y, por el contrario, si recibe un golpe, aprenderá que la última acción realizada no es correcta y no la repetirá. Además, este robot es capaz de recordar rostros y busca de manera activa tener un contacto visual con la persona que lo está utilizando, emitir sonidos y aprender algunas palabras como por ejemplo su nombre.

Muchas clínicas lo buscan para sustituir a los animales de las terapias afectivas con mascotas, ya que *Paro* no necesita alimentarse, está programado para estar activo por el día e inactivo por la noche, los cuidados de limpieza son menores, y, lo más importante, no muere. Detrás de este robot hay equipos de psicólogos, médicos y terapeutas que estudian las emociones que necesitan los pacientes.

No se debe olvidar que esta capacidad de emoción y afecto no es real, está previamente programada. Sin embargo, es un buen sistema para estimular el cerebro humano sin el uso de psicotrópicos en terapias contra la depresión o la demencia senil. A pesar de ello, robots como *Paro* siguen planteando cuestiones morales de difícil resolución, tales como el abandono humano de sus semejantes, que relegan el cuidado de los más débiles a robots. Por otro lado, este tipo de máquinas afectivas podrían aliviar la sensación de soledad sufrida por personas con dificultades para relacionarse socialmente, pero de nuevo estaríamos planteando dudas sobre el tipo de sociedad que generaría un creciente desapego con nuestros semejantes.

Paro Robot. Foto de Amber Case

09. ENTREVISTA AL COMISARIO



Andrés Ortega

1. ¿De dónde procede tu interés por los robots?

De la consideración de que son parte esencial de la revolución, la Cuarta Revolución Industrial, que estamos viviendo, que está cambiando nuestras vidas y nuestras sociedades, con nuevas posibilidades y nuevos retos.

2. ¿Qué has querido transmitir al público a la hora de comisariar esta exposición?

Cuatro ideas centrales. La primera es que justamente en estos años estamos viviendo una explosión de la robótica, tanto industrial como de servicios. La segunda es que estas máquinas son un sueño del ser humano desde hace siglos y están muy presentes en la cultura, pero es a partir de los años cincuenta del siglo pasado cuando realmente despegan. Ya empiezan a formar parte del "nosotros". La tercera, que los robots no sólo van a permitir, están permitiendo hacer cosas que resultaban duras para el humano, también hacer otras a las que no llegábamos, por muy pequeñas o muy grandes, que requieren lentitud o velocidad. Finalmente, que la sociedad debe organizarse para esta *robolución*, sobre todo para el periodo de transición en el que ya estamos inmersos.

3. ¿Está La sociedad española está preparada para la *Robolución*?

Ninguna sociedad lo está, aunque la sociedad española los contempla con una mirada generalmente positiva, con cierto temor en materia de empleo. La cuestión no es estar preparados, sino prepararse ahora que estamos inmersos en ella, lo que requiere adaptaciones de todo tipo, incluidas las educativas.

4. Si tuvieras que elegir un aspecto positivo y otro negativo de nuestra convivencia con los robots, ¿cuáles serían?

El aspecto más positivo ya lo he citado: liberarnos de tareas arduas y permitirnos hacer cosas que los humanos no llegaríamos a hacer sin su ayuda. El aspecto potencialmente más negativo es que asuman tareas que hacen muchos millones de personas, pues los nuevos empleos que se creen serán para gente con otra formación.

5. Por último ¿Cuál es tu Robot favorito de la exposición?

El humanoide del Departamento de Robótica de la Universidad Carlos III. Porque, aunque estropeado (ahora tienen otro) nos enseña muy bien lo que es un robot y los esfuerzos de investigación que se hacen en este país al respecto, que a menudo se desconocen.

10. ACTIVIDADES

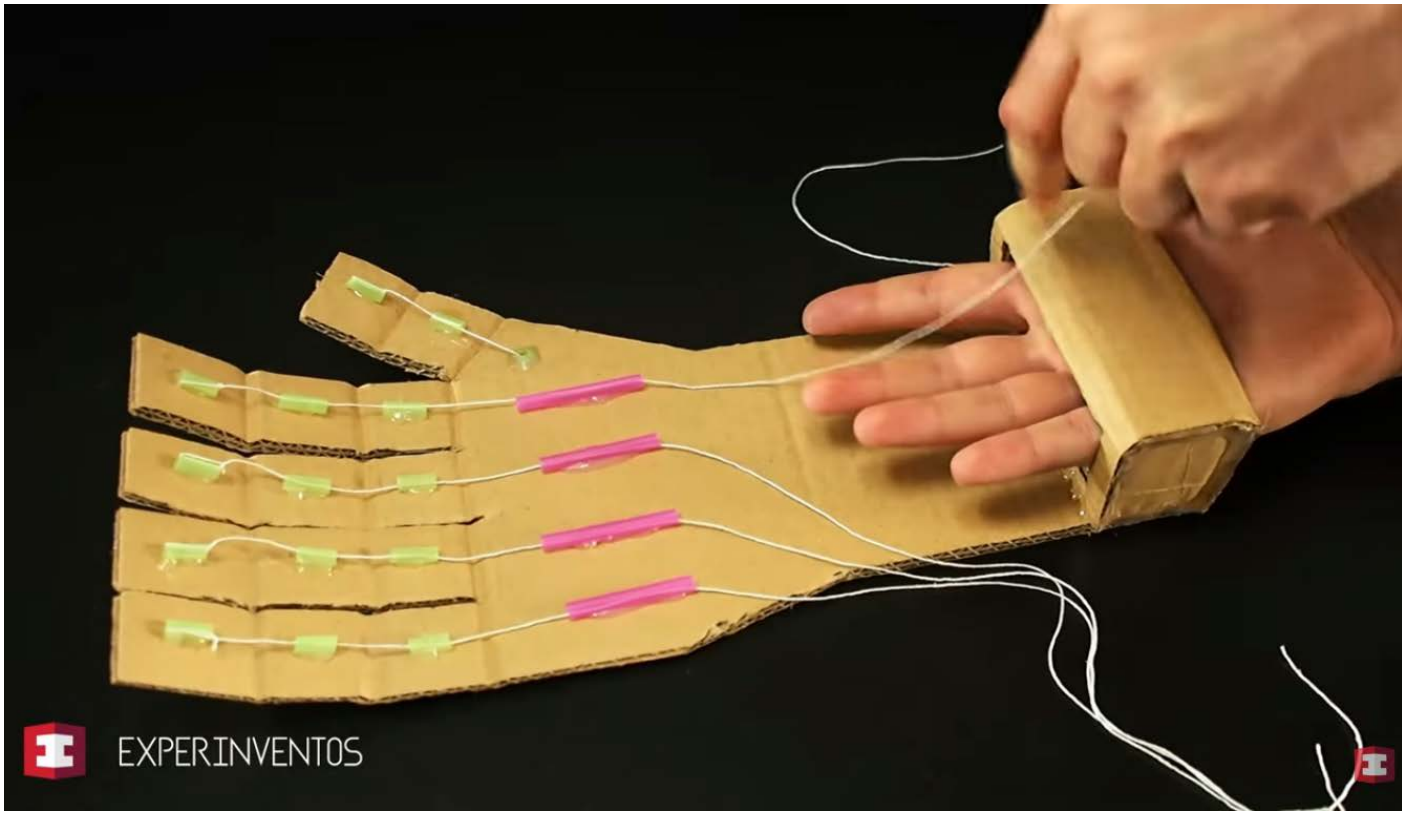
10.1. Niños

Mi Mano Robótica

Como introducción no sólo a la robótica sino a las propias bases de la ingeniería que subyacen detrás de la compleja fabricación de un androide, os proponemos una actividad para hacer con los pequeños de la casa: una mano robótica analógica que permita ejecutar funciones propias de esta parte del cuerpo humano. Ayudándonos de materiales sencillos como cartón, pegamento termofusible, pajitas y cuerda junto con herramientas como un cúter, unas tijeras, regla y lápiz, podremos acercarnos al funcionamiento de la propia naturaleza de nuestra mano.

Con el cartón como base dibujaremos la silueta con líneas rectas de nuestro brazo, incluyendo la mano. A continuación, doblaremos el cartón por todas las articulaciones. Para emular los tendones usaremos la cuerda y las pajitas, de manera que cortaremos estas últimas en trozos. Necesitamos catorce de unos dos centímetros de longitud y cuatro de siete centímetros. Pegaremos estas pajitas a la parte frontal de la mano de cartón y pasaremos una cuerda por cada trocito de pajita de cada dedo. Para poder accionar la mano será necesario realizar un nudo con una lazada al final de cada una de las 5 cuerdas.

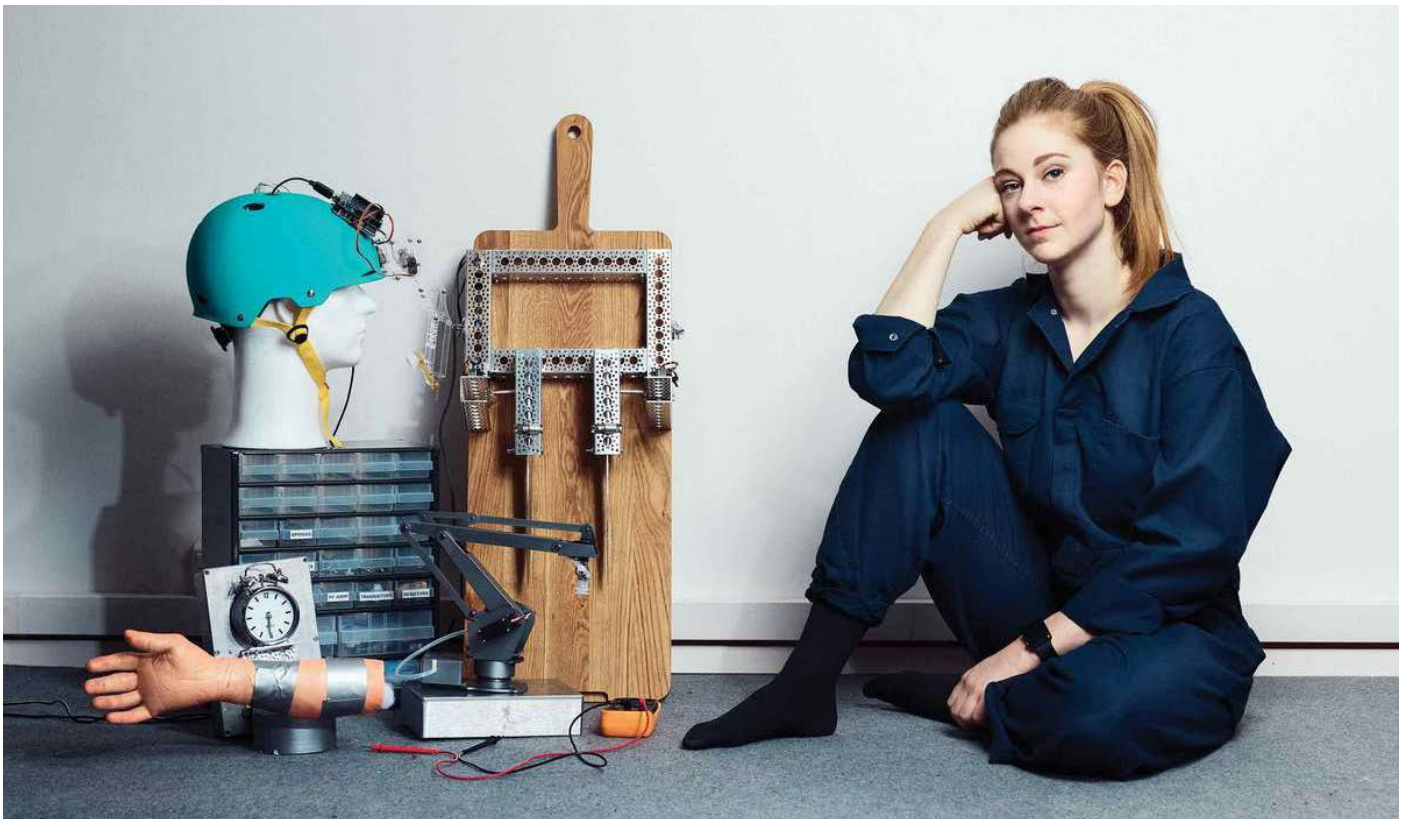
Si tienes dudas, puedes consultar este tutorial (https://www.youtube.com/watch?v=ybFy-zyLYco) en vídeo.



10.2. Jóvenes

Robots Inútiles

Los robots solucionan problemas de nuestro día a día y nos hacen la vida más fácil. Damos por hecho que un robot que no funciona para el cometido para el que fue creado es un robot inútil, ¿verdad? No es así como opina Simone Giertz, a la cual llaman *the queen of the shitty robots* (o la reina de los robots estúpidos). Giertz crea robots inútiles, explicando cómo los ha creado y cómo funcionan en su canal de YouTube. Ha creado robots que sirven de despertador con una mano que da guantazos, un dron que corta el pelo, un brazo robótico que sirve los cereales y la leche, un robot que te suena los mocos o un casco que lava los dientes. De esta forma, Giertz mezcla el humor con su propio aprendizaje autodidacta de la tecnología.



Simon Giertz. La reina de los robots estúpidos.

Pero ¿tiene sentido crear cosas inútiles?

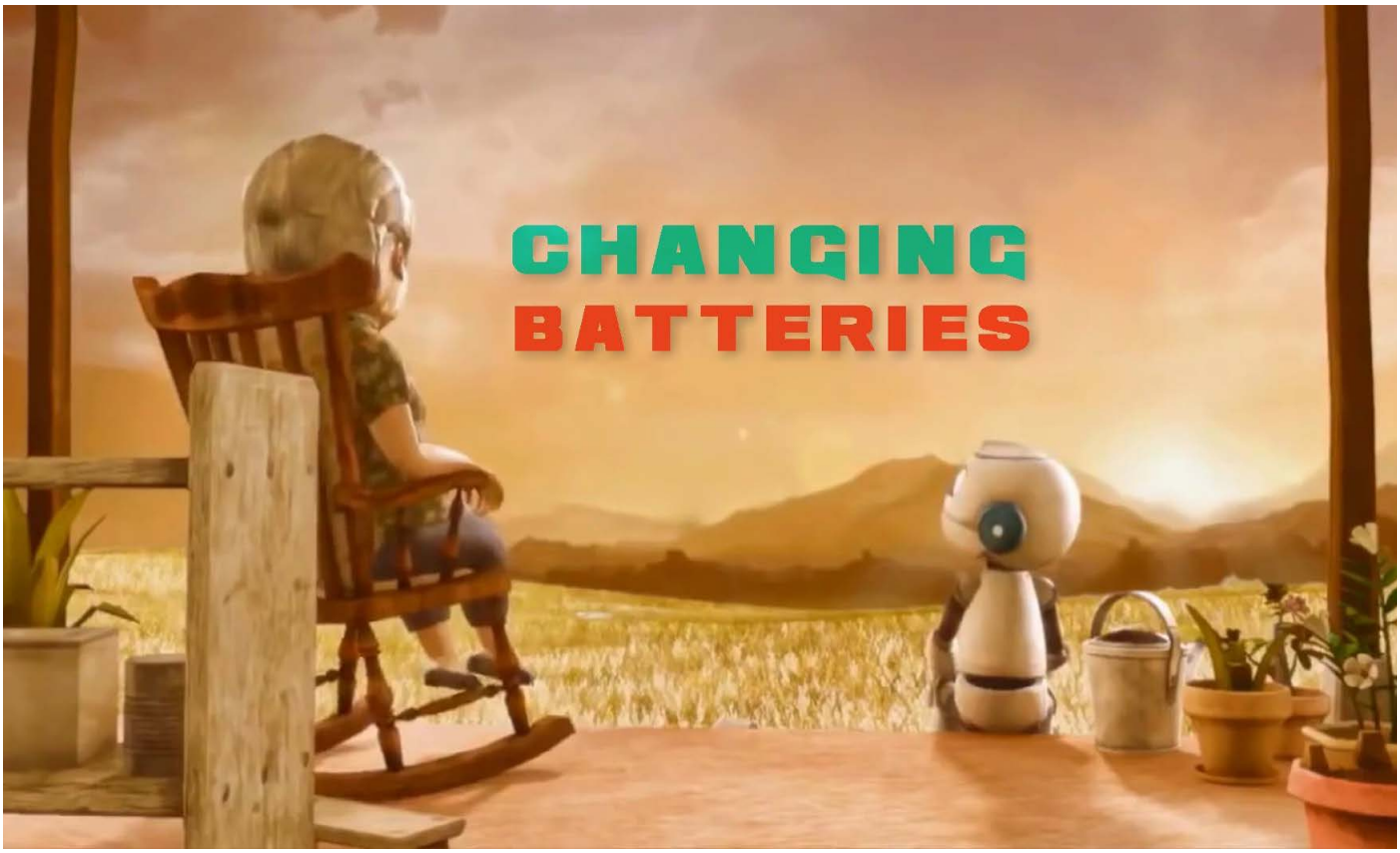
Simone desarrolla esa cuestión en una charla TED (https://www.ted.com/talks/simone_giertz_why_you_should_make_useless_things?language=es#t-189955), donde además muestra algunas de sus invenciones.

Para esta actividad te invitamos a que, inspirándote en la reina de los robots estúpidos, puedas imaginar tus propios robots para resolver problemas de tu día a día. ¿Qué tareas tienes que hacer todos los días que te resultan aburridas o monótonas? ¿Cómo resolverías con la tecnología? Puedes utilizar objetos que tengas por casa. No hay nada que temer pues no importa que no funcionen perfectamente.

10.3. Adultos

Cambio de Pilas

El ámbito de los robots terapéuticos y asistenciales son sin duda uno de los que más crecimiento puede experimentar en los próximos años. Por el momento, existen varias formas de acercarse a este ámbito. En la exposición podemos ver robots tan diversos como *Paro*, un pequeño bebé foca utilizado como robot terapéutico. Este robot reduce los síntomas de estrés de las personas hospitalizadas, enfermos de Alzheimer, personas con necesidad de cuidados paliativos, etc., y puede, en algunos casos, evitar la medicación con psicofármacos. Te invitamos a ver este cortometraje de animación del estudio Sunny Side Up (https://www.youtube.com/watch?v=IVjrIq2UM-0) en el que podemos intuir un posible futuro de la tecnología robótica al servicio de los mayores.



Fotograma del corto de animación *Changin Batteries*.

En *Changing Batteries* (Cambio de pilas en español), observamos la relación de una anciana con un robot que no sólo es asistencial (realiza la totalidad de las tareas del hogar, de manera que la mujer no tenga que ocuparse de ello), sino que también le sirve de acompañamiento, puesto que el propio robot parece tener sentimientos e interacciones propias de un ser humano. Es importante reflexionar sobre ello. ¿Crees que la tecnología que existe actualmente sería capaz de hacer a las personas mayores menos dependientes? ¿Consideras que es buena idea hacer que robots acompañen a personas mayores que viven solas? ¿Crees que el hecho de que imiten tener una personalidad humana puede ser positivo o negativo para ellos? ¿Deberían ser los robots asistenciales un derecho para todos, o solo un capricho para quien pueda tenerlos? Por último, intenta imaginar un robot que pueda ayudar a alguna persona mayor que conozcas o que creas que pueda servir para mejorar la vida de las personas dependientes en un futuro, y plantéate estas cuestiones.

10.4. Familias

Programadores y Robots

¡Ha llegado el momento de programar un robot! No os asustéis, no es tan difícil como parece. Os proponemos imaginar que vais a programar un robot con forma humanoide que acaba de llegar a vuestra casa. Este robot puede comprender el lenguaje humano (no necesita complicados lenguajes de programación en C, o Java), pero necesita que le den órdenes muy poco a poco. Esto quiere decir que si, por ejemplo, quieres que se mueva hasta el final del salón, no puedes decir "anda hasta el final del salón". Necesitas decirle cada paso que tiene que dar. Así la solución sería: "mueve el pie y la pierna derecha hacia adelante", "mueve el pie y la pierna izquierda hacia adelante", "repite los dos pasos anteriores cuatro veces", etc. Tampoco puede entender "coge el bote verde", sino que igualmente necesitas detallarle cada uno de los movimientos que tiene que hacer hasta coger el bote.

Cada miembro de la familia deberá escribir en un papel de 5 a 10 órdenes (es más divertido cuantas más órdenes haya). Cuando hayáis terminado, elegid a uno de vosotros como el robot de la familia. Esa persona tendrá que interpretar las órdenes. Otro de vosotros será el programador o programadora. Éste cogerá uno de los papeles con órdenes al azar y se las recitará al robot, que tendrá que intentar seguir las órdenes a rajatabla. ¿Qué ocurre? ¿Os es posible realizar todas las órdenes tal cual como vienen escritas? ¿Crees que ha habido algún fallo de lenguaje? Reflexionad juntos sobre cuál puede ser el problema de comprensión entre robot y programador e intentad mejorar el código poco a poco hasta que el robot no tenga ningún problema. Podéis ir cambiando los roles de programador y de robot.

Finalmente, cuando ya comprendáis bien de qué se trata esto de programar, podemos ponernos a jugar de manera mucho más aleatoria. Para ello, recortad cada una de las frases que habéis escrito por separado. Haced bolitas y metedlas todas juntas en un recipiente. Mezcladlas bien y ¡sacad 10 al azar! El robot tendrá que intentar seguir las órdenes, pero es probable que sean confusas y contradictorias. ¡Tendréis que apañároslas! Lo que es seguro es que será muy divertido.

11. OTROS RECURSOS

Bibliografía

García Armada, E. (2015) *Robots ¿Qué sabemos de?.de?* Catarata: Madrid.

Ichbiah, D. (2005). *Robots: Genèse d'un peuple artificial.* Minerva: Francia.

Iglesias García, R. (2016). *Arte y robótica. La tecnología como experimentación estética.* Casimiro: Madrid.

Leal Martín, S. (2017). *No te vas a morir. Impacto de la robótica y la inteligencia artifical sobre nuestra vida personal y profesional.* Círculo Rojo: Almería.

Ortega, A. (2014) *La imparable marcha de los robots.* Alianza Editorial: Madrid.

Russel, B. (2017). *Robots. The 500-year quest to make machines human.* Scala Arts & Heritage Publishers: Londres.

Taddei, M. (2010). *Los robots de Leonardo.* Susaeta: Madrid.

Documentales

Autómatas y relojería: https://www.youtube.com/watch?v=bRG_O5Ofpgo&t=1087s

Brazo robótico. George Devol: https://www.youtube.com/watch?v=atiXtu63T6M

Construyendo al Robot del Futuro: https://www.youtube.com/watch?v=XhQUe0l1xzY

Evolución robótica: https://www.youtube.com/watch?v=zo1tNHbSij8

Living machines. The rising of the robot: https://www.youtube.com/watch?v=4Tj7d0viLpc

Rise of the robots: https://www.youtube.com/watch?v=BZVekI8B-NU

Technology is replacing jobs: https://www.youtube.com/watch?v=opdc8hQN0ew

Webs

Amazon Robotics: https://www.amazonrobotics.com/#/

Google Robotics: https://ai.google/research/teams/brain/robotics/

Robótica educativa: https://robotical.io/

Wiki de robótica: http://wiki.robotica.webs.upv.es/

Cine

A.I. Inteligencia artificial. Steven Spielberg (2001)

Blade Runner 2049. Denis Villeneuve (2017)

Blade Runner. Ridley Scott (1982)

Eva. Kike Maíllo (2011)

Ex Machina. Alex Garland (2015)

Ghost in the Shell. Mamoru Oshii (1995)

Metrópolis. Fritz Lang (1927)

Planeta prohibido. Fred. M. Wilcox (1956)

Star Wars: Episodio IV. Una nueva esperanza. George Lucas (1977)

Terminator. James Cameron (1984)

Últimatum a la Tierra. Robert Wise (1951)

Un amigo para Frank. Jake Schreier (2012)

WALL-E. Andrew Stanton (2008)

Yo, Robot. Alex Proyas (2004)

Coordinación
Alicia Carabias Álvaro
Textos
Cristina de la Casa Rodríguez
Diego Fraile Gómez
Silvia Sainz Rabanal
Mónica Montoya
Andrés Escribano Palomino
Rocío Santisteban Bruno
Diseño y Maquetación
Pablo Mateos Toro

Fundación Telefónica Movistar

NOSOTROS ROBOTS

Guía Práctica