

# Jornadas de Automática

## Generación de comportamientos basados en el Tamagotchi para el robot social Mini

Sara Carrasco-Martínez\*, Marcos Maroto-Gómez, Sofía Álvarez-Arias, Fernando Alonso-Martín, Álvaro Castro-González, Miguel Á. Salichs

*Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática, Universidad Carlos III de Madrid. Avenida de la Universidad, 30, 28911 Leganés, España.*

**To cite this article:** Carrasco-Martínez, S., Maroto-Gómez, M., Álvarez-Arias, S., Alonso-Martín, F., Castro-González, Á., Salichs, M.Á., 2024. Behaviour generation based on the Tamagotchi game for Mini social robot. *Jornadas de Automática*, 45. <https://doi.org/10.17979/ja-cea.2024.45.10862>

### Resumen

El uso de robots sociales para tareas de asistencia y entretenimiento está aumentando en los últimos años. Sin embargo, todavía no poseen las capacidades necesarias para proporcionar una experiencia diaria duradera que hagan que la inversión necesaria merezca la pena. Este artículo presenta un sistema de generación de comportamientos bioinspirados para aumentar el uso del robot Mini utilizando procesos que pretenden aumentar el número interacciones con sus usuarios. El sistema propuesto tiene como inspiración el juego del Tamagotchi y la logoterapia, haciendo que el robot se comporte como un avatar del que el usuario debe cuidar. El sistema modela la alimentación, hidratación, higiene, afecto, entretenimiento, energía, interacción social y salud del robot generando una evolución temporal a largo plazo similar a la humana con el fin de que el robot muestre un comportamiento natural reconocible por el usuario. Este comportamiento incorpora estrategias psicológicas y de enganche como la alta frecuencia de acciones para fomentar el uso del robot y enganchar al usuario. Los resultados del artículo muestran la evolución de todos los procesos y cómo el usuario debe cuidar del robot para que mantenga un nivel adecuado de bienestar.

**Palabras clave:** Robots sociales autónomos, Etología en robótica, Robots inteligentes, Interacción multimodal, Diseño y automatización para el usuario.

### Behaviour generation based on the Tamagotchi game for Mini social robot

#### Abstract

Social robots for assistance and entertainment tasks have been increasing in recent years. However, they must still possess the necessary capabilities to provide a lasting daily experience to make the investment worthwhile. This paper presents a system for generating bio-inspired behaviours to increase the use of the Mini robot modelling processes that aim to increase user engagement. The proposed system is inspired by the Tamagotchi game and Logotherapy, making the robot behave like an avatar that the user must take care of. The system models the feeding, hydration, hygiene, affection, entertainment, energy, social interaction and health of the robot, generating a long-term evolution similar to the human one to make the robot show a natural behaviour recognizable by the user. This behaviour incorporates psychological and engagement strategies, such as a high frequency of actions to encourage proper use. The paper's results show the evolution of all processes and how the user must care for the robot to maintain adequate well-being.

**Keywords:** Autonomous robotic systems, Ethology in robotics, Intelligent robots, Multimodal interaction, Design and automation for the user.

## 1. Introducción

La robótica social se centra en el diseño, construcción y aplicación de robots para interactuar con las personas en situaciones sociales y emocionales. A diferencia de los robots industriales tradicionales, que están diseñados para realizar tareas repetitivas y predecibles en entornos controlados, los robots sociales tienen como objetivo interactuar de manera natural con los usuarios. Han emergido como una tecnología prometedora para mejorar la interacción entre humanos y máquinas en una variedad de entornos, como por ejemplo, en el cuidado de personas mayores o en educación. Especialmente en el ámbito del cuidado de la salud, los robots sociales como nuestro robot Mini (Salichs and et al, 2020) están siendo diseñados para ofrecer apoyo y compañía a personas de avanzada edad con deterioro cognitivo.

Uno de los mayores retos para la robótica social es conseguir que los robots sean útiles y que los usuarios puedan confiar en ellos para usarlos de manera recurrente en su vida diaria. Es decir, generar hábitos de uso para que sean herramientas útiles en nuestro día a día, bien sea para realizar tareas, entretenerse, informarse o simplemente para conectar socialmente con sus familiares y amigos. El robot social Mini inicialmente ofrecía una gama de funciones centradas en tareas específicas como juegos y actividades de estimulación con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas mayores. Sin embargo, su interacción podría parecer monótona o predecible, limitando su efectividad como herramienta de apoyo emocional, estimulación y compañía a largo plazo.

Uno de los desafíos clave en el diseño de robots es mantener el interés y la participación del usuario a largo plazo. A menudo, los desarrolladores se han centrado en otros horizontes como la toma de decisiones, la interacción humano-robot o la expresividad. Sin embargo, en comparación con otras tecnologías como las redes sociales, los dispositivos móviles o los anuncios, los desarrolladores en robótica social no tienen en cuenta qué factores psicológicos afectan directamente al usuario. Por ello, es importante diseñar y desarrollar robots sociales que sean atractivos y útiles y que fomenten una conexión emocional y una relación de confianza. Existen muchas técnicas psicológicas que, si se aplican correctamente, pueden mejorar la interacción entre humanos y robots, aumentando así la probabilidad de que los usuarios quieran utilizarlos.

En este contexto, este artículo expande los desarrollos realizados en estudios anteriores con el robot social Mini donde se implementa un *Tamagotchi*, es decir, se compara al robot con una mascota que tiene diferentes necesidades. El modo Tamagotchi permite a los usuarios cuidar e interactuar con el robot Mini. Esta dinámica de juego puede motivar a las personas mayores a interactuar con el robot de manera regular, proporcionando así más oportunidades para la estimulación cognitiva, el entretenimiento y la conexión emocional con el robot. La principal aportación de este artículo es la implementación de diferentes modelos bioinspirados basados en dinámicas hormonales del cuerpo humano frente a la variación lineal de las necesidades implementadas en los estudios anteriores.

Estudios previos (Carrasco-Martínez and et al., 2023a) que incluían las necesidades lineales mostraron que los usuarios que utilizaron el robot en modo Tamagotchi estuvieron más tiempo interactuando que aquellos usuarios que simplemente

realizaban distintas actividades con el robot. Por ello, pretendemos implementar diferentes modelos bioinspirados para que la interacción con el robot sea más natural y los cuidados que el usuario tiene que realizar no sean lineales y por tanto, predecibles.

Este artículo continúa en la sección 2 presentando los antecedentes de este trabajo. La sección 3 describe el robot social Mini, plataforma que utilizamos para implementar el desarrollo. La sección 4 explica la metodología utilizada y la sección 5 el modelo bioinspirado para generar comportamientos naturales. La sección 6 muestra un caso de uso de la evolución del sistema. Por último, la sección 7 muestra las conclusiones.

## 2. Antecedentes

La robótica social puede aportar numerosos beneficios a la sociedad (Maroto-Gómez and et al, 2023; Broekens et al., 2009). Sin embargo, no se encuentra aún lo suficiente desarrollada como para proporcionar una experiencia de usuario a largo plazo, sin aportar soluciones de asistencia y entretenimiento continuo que hagan que este tipo de robots merezcan la pena para el día a día.

Recientemente, algunos autores han tratado de integrar sistemas de entretenimiento que permitan a los robots sociales enganchar al usuario en su uso y mejorar sus capacidades. En esta línea de investigación, Lytridis and et al (2019) presentan una revisión de robots que han sido utilizados en los últimos 10 años como plataformas de entretenimiento en educación especial. Los autores destacan la baja duración de las actividades de entretenimiento, no pudiendo entretener a los usuarios más allá de pocos minutos. Además, concluyen que las actividades propuestas están predefinidas y los robots no presentan un comportamiento autónomo que les permita cambiar dinámica y coherentemente entre distintas actividades. A estas mismas conclusiones llegan Maroto-Gómez and et al (2023) en su análisis de las capacidades de robots sociales en educación. Según los autores, la gran mayoría de robots únicamente proporcionan entretenimiento en sesiones de corta duración con actividades predefinidas y este hecho resulta una limitación importante.

Dentro de las actividades de entretenimiento realizadas por robots sociales, destacan principalmente aquellas relacionadas con la música (Taheri et al., 2021), el baile (Javed and Park, 2022) y como cuenta cuentos para niños (Silva et al., 2023). Además, en un nivel más de investigación y menos de aplicación, algunos autores han tratado de desarrollar robots mascota para mejorar la experiencia del usuario utilizando estrategias de estimulación afectiva como plataformas de entretenimiento (Díaz-Boladeras, 2023). Entre los métodos propuestos, destaca la aproximación de crear un vínculo humano-robot para tratar de mejorar tratando de generar comportamientos animales. Sin embargo, estos robots no han sido evaluados en interacciones a largo plazo.

Los trabajos anteriores ponen de manifiesto que las vertientes más adoptadas han sido la utilización de robots sociales en entretenimiento musical y como mascotas. Estos estudios muestran que, a corto plazo, los resultados presentados visualizan el gran potencial de estos sistemas, pero también las grandes limitaciones que presentan. Este artículo pretende abordar estos problemas proponiendo un sistema bioinspirado

de generación de comportamientos autónomo para robots sociales utilizando estrategias de dispositivos de éxito como el *Tamagotchi* para aumentar el uso del robot y el entretenimiento de los usuarios.

### 3. Robot social Mini

El robot social Mini (Salichs and et al, 2020), desarrollado en la Universidad Carlos III de Madrid, es un robot de sobremesa diseñado para mejorar la calidad de vida de las personas mayores con deterioro cognitivo. Su diseño amigable y su amplio repertorio de actividades de ocio y estimulación física, cognitiva y afectiva buscan entretener y ayudar a mantener activas las capacidades de sus usuarios.

Mini tiene cinco grados de libertad que le permiten mover sus brazos, cuello, tronco y cabeza. Es capaz de interactuar verbalmente con el usuario gracias a dos altavoces y un micrófono. Además, puede realizar diferentes expresiones con la combinación de luces LED de sus mejillas, corazón y orejas y las pantallas que simulan sus ojos animados. Es capaz de detectar el entorno con una cámara de profundidad 3D RGB. Una *tablet* le permite reproducir menús, juegos y actividades como fotos o vídeos y cuenta con tarjetas detectadas por un lector RFID que representan diferentes objetos como comida.

Los robots sociales actuales no son capaces de mostrar grandes capacidades y enganchar a sus usuario de forma continua. Es por ello que Mini intenta captar la atención del usuario y generar una alta vinculación aplicando diferentes estrategias psicológicas. Estas estrategias están basadas en los videojuegos, las redes sociales o los anuncios y se aplican sobre los comportamientos y actividades del robot para intentar generar una alta vinculación con el usuario. En el robot social Mini se encuentran desarrolladas: las *recompensas variables*, el *coleccionismo*, el uso de *estímulos supernormales*, la *alta frecuencia de acciones*, la *ilusión de control* y la *logoterapia*. El artículo Alonso-Martin et al. (2022) se describe las estrategias comentadas y se muestran ejemplos de implementación, por ejemplo, Mini premia de manera aleatoria (*recompensa variable*) al usuario con diferentes objetos (tarjetas RFID) que se coleccionan (*coleccionismo*) o eventos, que normalmente se consiguen realizando acciones (*alta frecuencia de acciones*) de manera correcta. Estas actividades las puede seleccionar el robot o el usuario (*ilusión de control*) y contienen diferentes niveles. En los primeros niveles la actividad suele ser más sencilla para generar un atractivo en el usuario (*suerte del principiante*). En la siguiente sección se describe la *logoterapia*, estrategia más importante de este trabajo, y su combinación con las demás. La *logoterapia* trata de que el usuario se sienta útil realizando una actividad o durante la interacción. Nosotros tratamos de involucrar al usuario en la interacción haciéndole creer que es capaz de cuidar a Mini como a una mascota.

### 4. Logoterapia: creando alta vinculación con Mini

Nuestros estudios anteriores (Carrasco-Martínez and et al., 2023a,b) tenían como objetivo mantener al usuario involucrado el mayor tiempo posible y generar una alta vinculación entre el usuario y el robot. Para ello, se aplican diversas estrategias psicológicas que aparecen en diversos ámbitos de la

sociedad. Una de las estrategias más importantes para la aceptación de una nueva tecnología en las personas mayores es la capacidad de hacerles sentirse útiles. Esta estrategia se denomina *logoterapia*, concepto desarrollado por Frankl (2012) que se centra en la búsqueda del significado vital ante un vacío existencial. En otras palabras, las personas siempre pueden dar un sentido a la vida independientemente de las circunstancias en las que se encuentran; esta búsqueda de significado constituye la principal motivación vital.

Las personas, a medida que se van haciendo más mayores, van perdiendo destrezas motoras y reducen ciertas habilidades o actividades que solían realizar hasta entonces. Esto es debido a que las condiciones físicas y de salud varían con el tiempo, reduciéndose nuestra capacidad física, mental y la posibilidad de adaptarse a las nuevas tecnologías (Salech et al., 2012). Esto puede provocar una exclusión en nuestra vida social, dando lugar a conductas de aislamiento o depresión. El robot social Mini, con todas sus actividades y funciones, intenta mantener al usuario activo, entretenido e integrado en las nuevas tecnologías (Carrasco-Martínez and et al, 2022).

En los estudios anteriores (Carrasco-Martínez and et al., 2023a,b), Mini se presenta como una mascota, siendo el papel fundamental del usuario satisfacer las necesidades que el robot demanda en cada momento. Este concepto tiene como origen el *Tamagotchi*, juguete popular de los años 90 que se basa en cuidar de una mascota virtual (Ronderos, 2000). Esta semejanza puede tener un carácter positivo en aspectos psicológicos y físicos de las personas mayores, ya que fomenta su participación en actividades generando un sentimiento de utilidad (Gómez et al., 2007). Algunos estudios han concretado que la compañía de los animales beneficia el estado de salud de sus cuidadores (Roldán-Martín and Romero-Serrano, 2022; Moretti et al., 2011). La principal ventaja de aplicar un sistema equivalente en robótica es que el robot actúa como una mascota real a la que se puede dar cuidados como caricias o distintos objetos físicos sin las limitaciones de los animales reales.

Mini, al actuar como una mascota, posee diferentes procesos que el usuario tiene que mantener en niveles adecuados: alimentación, hidratación, energía, higiene, salud, afecto, diversión y social. Este trabajo presenta la novedad de agregar el proceso de hidratación y reemplazar la felicidad por afecto, diversión/entretenimiento y necesidad social. De esta forma, se amplía el número de acciones que el usuario debe realizar para cuidar del robot y se aumenta el periodo con el que estos procesos surgen.

- **Alimentación:** determina el apetito del robot durante la interacción. El objetivo es que el usuario se sienta útil alimentando ficticiamente al robot. La alimentación se realiza con diferentes objetos que el usuario debe proporcionar para reducir el hambre. Cada tipo de alimento reduce el hambre en diferentes cantidades.
- **Hidratación:** determina la sed del robot. Para reducirla, el usuario debe dar bebidas para devolver este proceso a la normalidad.
- **Energía:** corresponde a la cantidad de ganas que tiene Mini de realizar actividades con el usuario. Realizar actividades reduce la energía, regulando así la actividad

Hormona	Fase	Proceso	Déficit	Acción
Grelina	12	Alimentación	Hambre	Comer
Angiotensina	8	Hidratación	Sed	Beber
Orexina	20	Energía	Cansancio	Descansar
Ninguna	-	Higiene	Suciedad	Lavarse
Ninguna	-	Salud	Enfermedad	Tomar pastilla
Arginina vasopresina	0	Afecto	Soledad	Recibir caricia
Dopamina	8	Diversión	Aburrimiento	Jugar
Oxitocina	10	Social	Necesidad social	Hablar

Tabla 1: Relación entre las hormonas, los procesos, déficit y acciones en el robot.

del robot.

- **Higiene:** capacidad de aseo que el usuario debe cuidar. Se reduce con el tiempo y con diferentes objetos como el chocolate. Esta variable lleva asociada diferentes objetos como cepillo o jabón.
- **Salud:** simula el estado de bienestar del robot, reduciéndose poco a poco con el tiempo. Para mejorar la salud, se le debe proporcionar al robot la medicina.
- **Afecto:** Para satisfacer esta necesidad, el usuario puede realizar acciones como acariciar o jugar con el robot. Las diferentes interacciones afectivas tendrán distintos impactos en la reducción de esta necesidad.
- **Diversión:** refleja la necesidad del robot de entretenimiento. El usuario puede realizar diversas actividades lúdicas con el robot, como juegos o ejercicios interactivos. El robot posee un amplio repertorio de juegos que se intercambian para no aburrir al usuario.
- **Social:** representa el deseo del robot de interactuar socialmente. Para satisfacer esta necesidad, el usuario puede realizar actividades como hablar con el robot o compartir tiempo juntos.

Los objetos se consiguen gracias a la interacción con el robot social Mini. Los objetos se proporcionan de manera aleatoria al completar una actividad y están relacionados con el cuidado de Mini para cubrir las diferentes necesidades del robot. Por ejemplo, podemos encontrar objetos que representan comida como manzanas, pizzas o brócoli, jabones para higiene y pastillas o vitaminas para la salud. Mini es capaz de detectar estos objetos y reaccionar dependiendo del nivel de necesidad.

Hasta ahora, los procesos evolucionaban linealmente de 1 a 100 unidades a lo largo de la interacción con el robot. Las necesidades varían a lo largo de la interacción según las actividades que el usuario realiza. Estas disminuyen al realizar alguna actividad de entretenimiento o al pasar tiempo con el robot y aumentan cuando el usuario le proporciona el cuidado necesario. Además, en nuestros estudios previos (Carrasco-Martínez and et al., 2023a,b), el nivel de evolución se adapta al tiempo de interacción con los usuarios (interacción corta). Por ello, las necesidades del robot aparecen con más frecuencia durante la interacción. La ecuación 1 representa cómo evolucionan

las variables de estado del robot entre dos instantes de tiempo,

$$y(t + 1) = y(t) + \Delta a + \Delta o, \quad (1)$$

donde  $y(t)$  es el valor actual de la variable.  $\Delta a$  corresponde a la variación lineal de la variable debido a la actividad que el robot realiza, y  $\Delta o$  es la variación lineal de la variable por la exposición a objetos. Esta idea es poco atractiva debido a que la evolución de los procesos puede llegar a ser intuitiva para los usuarios. Por ello, se propone una evolución de manera bioinspirada para que las necesidades del robot varíen siguiendo los diferentes procesos que existen en los seres vivos.

## 5. Comportamiento bioinspirado

Una de las principales aportaciones de esta investigación consiste en utilizar modelos biológicos para representar los procesos del robot de forma más natural, adaptándose a los procesos que mostramos los humanos para que los usuarios encuentren al robot más semejante a ellos. Además, el modelo propuesto permite obtener procesos con una evolución diaria creando una sensación de tener un robot mascota real, además de fomentar comportamientos a largo plazo en el robot.

Las variables mencionadas en la sección anterior están relacionadas una a una con hormonas (salvo la higiene y la salud que decaen linealmente), como se muestra en la tabla 1. Estas hormonas siguen una evolución periódica diaria, según la ecuación 2. Esta variación periódica, conocida como ritmo circadiano (Roenneberg and Merrow, 2016), varía de 0 a 1, determinando la tasa de secreción  $s$  de cada hormona considerada. Cada hormona tiene un pico de secreción que ocurre en momentos del día  $f$  distinto (por ejemplo, la dopamina, hormona del entretenimiento, tiene su pico por la tarde) y una tasa de variación aleatoria  $r$  comprendida entre 0.01 y 0.05 para dotar de aleatoriedad a la evolución.

$$s(t) = 0,2 \cdot \cos\left(2\pi \cdot \left(\frac{t-f}{24}\right)\right) + r \quad (2)$$

Cada uno de los procesos varía entre 0 y 100 unidades. La variación de cada uno de ellos depende de la secreción de la hormona que tiene asociada, produciendo desequilibrios en los procesos del robot. Por ejemplo, la grelina, hormona asociada a la alimentación, tiene su pico en las horas centrales del día, provocando la sensación de hambre. Esta filosofía se expresa mediante la ecuación 3, donde el valor de cada proceso

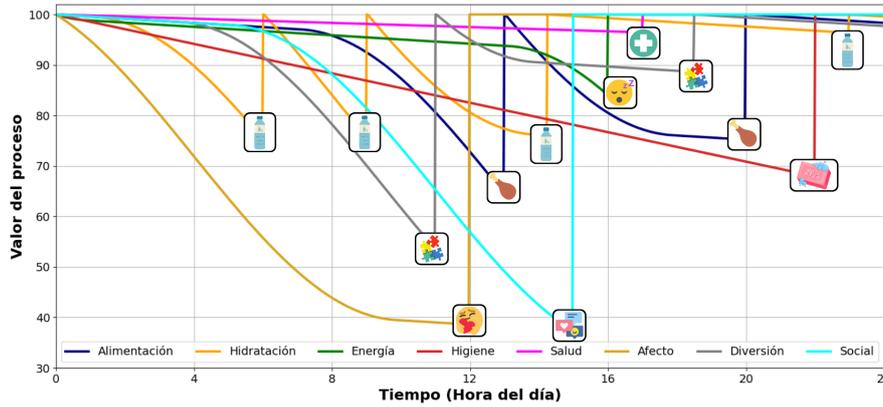


Figura 1: Dinámica de los procesos bioinspirados generados en el robot y las acciones que realiza el usuario para cuidar a Mini.

$p$  en el instante de tiempo  $t$  depende del valor del proceso en el instante anterior  $t - 1$  y del nivel de secreción de la hormona asociada  $s(t)$ . Cada proceso modelado sigue una dinámica distinta de 100 a 0, que se ve afectada por el nivel de secreción de su hormona.

$$p(t) = p(t - 1) - s(t) \quad (3)$$

Cuando un proceso se desvía de su valor ideal, situado en 100 unidades, surge un déficit que el usuario debe reducir. Por ejemplo, el déficit asociado a la hidratación es la sed, mientras que el déficit del entretenimiento es el aburrimiento. Cuanto más grande es el déficit, más grande es la necesidad de que el usuario actúe y ayude al robot a mejorar el proceso que se encuentra en mal estado. El robot cuenta con motivaciones que impulsan y definen su comportamiento en cada instante de tiempo. Las motivaciones dependen de los déficit internos.

Cada proceso tiene tres motivaciones asociadas, vinculadas al nivel de su déficit. Si el déficit es alto y no se detecta la acción u objeto que lo reduce, la motivación será pedir al usuario lo que necesita. Por ejemplo, si el robot no detecta agua pero tiene sed, la motivación será *pedir bebida* verbalmente al usuario con una frase del tipo “¿Puedes darme algo de beber? por favor”. Sin embargo, si el usuario ofrece al robot un objeto o realiza un acción que reduzca algún déficit pueden suceder dos cosas. Si el déficit es alto, el robot lo acepta y lo consume, realizando una expresión del tipo “Gracias por darme chocolate”. Por lo contrario, si el déficit es bajo, el robot no aceptará la acción del usuario agradeciéndole el gesto con una expresión del tipo “Muchas gracias, pero ahora mismo no tengo mucho hambre”. De esta forma, evitamos que el usuario esté todo el rato dando objetos al robot. Y que las necesidades sólo se reduzcan cuando exista un déficit.

En cada instante de tiempo, la motivación con el nivel más alto define el comportamiento del robot. Un comportamiento solo se activa si su motivación correspondiente está por encima de 20 puntos, valor definido como límite para evitar que el robot no esté todo el rato realizando acciones. Tras realizar un comportamiento de petición de acción al usuario, debe pasar un tiempo aleatorio de entre 10 y 20 minutos para que el robot lo pueda volver a repetir. Si no hay ninguna motivación activa, el robot estará en reposo.

En cualquier momento de la interacción, el usuario puede realizar acciones sobre el robot para interactuar con él. Las

acciones que el usuario puede realizar son: dar objeto de comida, dar objeto de bebida, dar objeto de higiene, dar objeto de medicación y acariciar al robot. Si el robot acepta estas acciones porque necesita el objeto que le da el usuario, el déficit asociado al proceso será restablecido y volverá a su valor ideal de 100 unidades. El usuario puede realizar además dos acciones bajo petición del robot: jugar y hablar. En ambas, el robot iniciará proactivamente distintas actividades que, tras finalizar satisfactoriamente, reducirán los déficit de aburrimiento y necesidad social respectivamente a sus valores ideales. Las relaciones y valores establecidos en el modelo se basan en un análisis de los juegos *online* como *POU* y *My Tamagotchi Forever* y estudios de neurociencia.

## 6. Caso de uso

La figura 1 muestra la evolución de los procesos generados en el robot durante 24 horas y las acciones que realiza un usuario para corregir las necesidades que presenta el robot y cuidar de él. El usuario es capaz de visualizar en todo momento en la *tablet* del robot el estado de todos los procesos, como se muestra en la figura 2a. Cuando uno de los procesos se desvía de su valor ideal aparece un déficit, llevando al robot a pedir al usuario que le ayude proporcionándole el cuidado adecuado. Para guiar al usuario, la *tablet* muestra una imagen con la acción que debe realizar el usuario, como muestra la Figura 2b. Cuando el usuario proporciona el cuidado adecuado, el robot muestra en la pantalla (ver Figura 2c) cuántos objetos le quedan disponibles implementando la estrategia de coleccionismo. Si el usuario no proporciona ningún cuidado, el robot seguirá insistiendo cada cierto tiempo. Además, si el usuario proporciona un cuidado que no es necesario en ese momento, el robot no lo aceptará pero le agradecerá el gesto. La figura 1 pone de manifiesto las dinámicas bioinspiradas modeladas y presentadas en la sección 5. Pese a que se muestran casos de todos los procesos, se van a analizar tres de ellos: la alimentación, hidratación y afecto.

La gráfica muestra como la alimentación (azul) disminuye drásticamente a mediodía y antes de medianoche, consecuencia del ritmo que presenta la grelina, hormona relacionada con el hambre. En este caso, el usuario alimenta al robot sobre las 13 y las 20 horas, restaurando este proceso a su valor ideal de 100 unidades. Un caso parecido sucede con la hidratación (na-



Figura 2: Imágenes mostradas al usuario para guiarlo en el cuidado del robot.

ranja). Este proceso presenta una evolución más rápida debido al ritmo de la angiotensina, el cual sucede en horas tempranas de la mañana. Debido a la alta secreción de esta hormona durante el día, el robot pedirá al usuario bebida de forma más frecuente. En el caso mostrado, el usuario da agua a las 6, 9, 14 y 23 horas, hidratando al robot de forma continua. Por último, el afecto (dorado) muestra la dependencia del robot de los cuidados del usuario. Este proceso depende de la arginina vasopresina, la cual tiene su pico al despertarnos. Por lo tanto, el robot necesita que el usuario le acaricie por la mañana, y así se lo expresará repetidamente. Sin embargo, el usuario no presta atención a este proceso hasta las 12 del mediodía, haciendo que su valor caiga muy por debajo del valor ideal.

## 7. Conclusiones

El desarrollo de robots sociales cada vez está ganando más protagonismo en nuestra sociedad. Sin embargo, estos sistemas aún no disponen de comportamientos lo suficientemente diversos y eficaces como para proporcionar una asistencia y entretenimiento a largo plazo. Este artículo trata de abordar esta problemática utilizando estrategias psicológicas y de engagement para conseguir una alta vinculación con el robot. Como piedra angular, utilizamos la metodología de *logoterapia* y el juego del *Tamagotchi* para generar un comportamiento bioinspirado en el robot social Mini. Los próximos pasos de esta aproximación es comprobar con usuarios reales si la propuesta consigue el efecto deseado en los usuarios, fomentando el uso del robot y creando un vínculo con el usuario.

## Agradecimientos

Estos resultados han sido financiados por los proyectos PID2021-123941OA-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por ERDF A way of making Europe; TED2021-132079B-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR; Mejora del nivel de madurez tecnológica del robot Mini (MeNiR) financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033. 13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR; Robot social portable con alto grado de vinculación (PoSoRo) PID2022-140345OB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y ERDF A way of making Europe.

## Referencias

Alonso-Martin, F., Carrasco-Martínez, S., Gamboa-Montero, J. J., Fernández-Rodicio, E., Salichs, M. A., 2022. Introducing psychology strategies to in-

- crease engagement on social robots. In: International Conference on Social Robotics. Springer, pp. 378–387.
- Broekens, J., Heerink, M., Rosendal, H., et al., 2009. Assistive social robots in elderly care: a review. *Gerontechnology* 8 (2), 94–103.
- Carrasco-Martínez, S., et al., 9 2022. Arteterapia: una estrategia para incrementar el vínculo en la robótica social. In: XLIII Jornadas de Automática: libro de actas: 7, 8 y 9 de septiembre de 2022, Logroño (La Rioja). Servicio de Publicaciones da UDC, pp. 646–653.
- Carrasco-Martínez, S., et al., 02 2023a. Aplicación de estrategias psicológicas y sociales para incrementar el vínculo en interacción humano-robot. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial* 20 (2), 199–212.
- Carrasco-Martínez, S., et al., 6 2023b. «ilusión de control» una estrategia para favorecer la creación del vínculo entre los usuarios y el robot social mini. In: Jornadas de Robótica y Bioingeniería: libro de actas: Universidad Politécnica de Madrid, Escuela de Ingeniería, 14, 15 y 16 de junio de 2023, Madrid. pp. 123–133.
- Díaz-Boladeras, M., 2023. Bond formation with pet-robots: An integrative approach. *Current Psychology* 42 (4), 2591–2608.
- Frankl, V., 2012. *The will to meaning. Foundations and applications of logotherapy*, heder Edition. Plume.
- Gómez, L. F., Atehortua, C. G., Orozco, S. C., 2007. La influencia de las mascotas en la vida humana. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20 (3), 377–386.
- Javed, H., Park, C. H., 2022. Promoting social engagement with a multi-role dancing robot for in-home autism care. *Frontiers in Robotics and AI* 9, 880691.
- Lytridis, C., et al., 2019. Social robots as cyber-physical actors in entertainment and education. In: 2019 International Conference on Software, Telecommunications and Computer Networks (SoftCOM). IEEE, pp. 1–6.
- Maroto-Gómez, M., et al., 2023. A systematic literature review of decision-making and control systems for autonomous and social robots. *International Journal of Social Robotics* 15 (5), 745–789.
- Moretti, F., Ronchi, D. D., Bernabei, V., Marchetti, L., Ferrari, B., Forlani, C., Negretti, F., Sacchetti, C., Atti, A. R., 6 2011. Pet therapy in elderly patients with mental illness. *Psychogeriatrics* 11, 125–129.
- Roenneberg, T., Merrow, M., 2016. The circadian clock and human health. *Current biology* 26 (10), R432–R443.
- Roldán-Martín, V., Romero-Serrano, R., 00 2022. Intervención asistida con animales en personas ancianas institucionalizadas. *Gerokomos* 33, 99 – 103.
- Ronderos, N., 2000. Tamagotchi, la mascota virtual: la globalización y la sociedad de la simulación a través de una tecnología del ocio. *Antropologías transeúntes*.
- Salech, M. F., Jara, L. R., Michea, A. L., 1 2012. Cambios fisiológicos asociados al envejecimiento. *Revista Médica Clínica Las Condes* 23, 19–29.
- Salichs, M. A., et al., 2020. Mini: a new social robot for the elderly. *International Journal of Social Robotics* 12, 1231–1249.
- Silva, V., Pereira, A. P., Soares, F., Leão, C. P., Jurdi, A., Sena Esteves, J., Hertzberg, J., 2023. Social stories for promoting social communication with children with autism spectrum disorder using a humanoid robot: Step-by-step study. *Technology, Knowledge and Learning*, 1–22.
- Taheri, A., Shariati, A., Heidari, R., Shahab, M., Alemi, M., Meghdari, A., 2021. Impacts of using a social robot to teach music to children with low-functioning autism. *Paladyn, Journal of Behavioral Robotics* 12 (1), 256–275.