



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

**LAS MÁQUINAS TOMAN EL CONTROL**



**REFERENCIA: 6MMG52**

La sociedad digital



## sociedad

Genes saltarines que marcan la personalidad

# Las máquinas toman el control

Los científicos debaten si hay que poner fronteras a la creación de vida artificial ● La inteligencia sintética ocupa cada vez más espacios cotidianos

JAVIER SAMPEDRO

Si la madurez de una tecnología es proporcional a las suspicacias que levanta, la inteligencia artificial sólo va 35 años por detrás de la ingeniería genética. La élite de la biología mundial se reunió en 1975 en Asilomar, en la bahía californiana de Monterey, para acordar un estándar de seguridad en el entonces incipiente sector del diseño de genes y organismos vivos. Casi 35 años después, la crema de la inteligencia artificial, un sector de las ciencias de la computación particularmente dinámico, ha creído necesario repetir aquella conferencia histórica. Y no es casual que haya sido otra vez en Asilomar.

Los científicos de la computación acaban de discutir la necesidad de poner límites a la investigación en inteligencia artificial y robótica. Algunos están preocupados porque puedan conducir a la pérdida de control humano sobre las máquinas. Algunas son de guerra, como los *predator drones*, o *zánganos predadores*, unas avionetas autónomas que sobrevuelan y atacan por su cuenta; otras abren puertas y buscan enchufes para recargarse a sí mismas, hacen experimentos científicos, formulan hipótesis o rastrean un territorio como las abejas. Y para qué hablar de los virus informáticos: eso sí que es puro Asilomar.

La conferencia tuvo lugar el pasado 25 de febrero, fue organizada por la Asociación para el Avance de la Inteligencia Artificial (<http://www.aaai.org/AITopics/pmwiki/pmwiki.php/AITopics/Ethics>), y sus actas se publicarán en los próximos meses ([http://research.microsoft.com/en-us/um/people/horvitz/AAAI\\_Presidential\\_Panel\\_2008-2009.htm](http://research.microsoft.com/en-us/um/people/horvitz/AAAI_Presidential_Panel_2008-2009.htm)). Su contenido ha trascendido ahora por un artículo del especialista John Markoff en *The New York Times*.

“Los científicos apuntaron a tecnologías muy diversas”, escribe Markoff en el diario neoyorkino, “como los sistemas médicos experimentales que simulan empatía al interactuar con los pacientes, o los virus y gusanos informáticos que se hacen resistentes al exterminio, y por tanto han alcanzado lo que podría llamarse la *fase cucaracha* [así llamada por-

que se supone que esos insectos sobrevivirían incluso a un holocausto nuclear] de la inteligencia artificial”. Markoff es uno de los mejores escritores del mundo sobre ciencias de la computación.

También se discutió en la conferencia sobre la posibilidad de que el avance de la inteligencia artificial transforme de modo drástico el mercado laboral. Los robots ya no sólo se encargan de tareas rutinarias, como las cadenas de montaje, sino también de quehaceres intelectuales —o que al menos se han visto así hasta ahora—, como la experimentación genética.

Los científicos descartaron riesgos como el *Big Brother* de George Orwell, la superinteligencia centralizada capaz de domar a la raza humana. Parecen pensar que 1984 es un futuro pasado de moda. Tampoco creen que la inteligencia, con o sin *súper*, pueda emerger espontáneamente de una red como Internet. “Pero sí coincidieron en que los robots que pueden matar de forma autónoma están ya aquí o lo estarán pronto”, escribe Markoff.

Otro punto de discusión fueron los *robots de compañía*, como los que está desarrollando la científica española Lola Cañamero en la Universidad de Hertfordshire. Los especialistas no dudan de que estos robots puedan adaptarse a vivir entre personas. Lo que se preguntan es si es adecuado “forzar” a las personas a adaptarse a vivir entre ellos.

Los ordenadores ya igualan a los grandes maestros de ajedrez, pero las tareas que los humanos hacemos sin esfuerzo consciente —como aprovechar un pequeño tropiezo con la alfombra para sentarnos en el único hueco libre del sofá— han resultado hasta ahora imposibles de programar.

La próxima generación de robots no se dedicará a hacer la guerra, sino a acompañar a los solitarios, cuidar a los mayores, entretener a los niños y echar una mano en casa. Y ello implica una avanzada ciencia de la computación que sepa leer e interpretar las emociones humanas, y que permita al robot ir aprendiendo a convivir con las rarezas de su maestro.

El proyecto europeo más avanzado en este sector es Feelix



Growing, financiado con 2,5 millones de euros por el programa de robótica avanzada de la Comisión Europea. En él, 25 expertos en robótica, psicólogos y neurocientíficos de seis países colaboran para desarrollar robots “que interactúen con los humanos en su entorno cotidiano y de una forma fértil, flexible y autónoma”. Sus primeras tareas serán la compañía, la dispensación de cuidados, el entretenimiento y la monitorización de pacientes. Éste es el proyecto que dirige Cañamero.

“Para que los robots puedan vivir con la gente, tienen que crecer con los humanos y aprender a interpretar sus emociones”, ha explicado Cañamero. “Esto implica varias estrategias que investigamos en paralelo, como equipar a los robots con el equivalente de un sistema de placer y dolor que priorice sus estímulos, permitirles aprender comportamientos sociales, como la distancia que deben guardar a cada persona”.

La pena, la felicidad, el asco, el miedo, el amor, el odio y la sorpresa no sólo son universales en

Los expertos repiten la discusión sobre genética de hace 35 años

Los robots no sólo harán la guerra, acompañarán a los seres humanos

las culturas humanas, sino que hunden sus raíces en el pasado remoto de la especie. Sus signos externos son numerosos y reconocibles entre culturas. Y por tanto también lo pueden ser para un robot.

Los humanos expresamos muchas emociones con unos signos externos universales e inconscientes. De forma apropiada en estas fechas, fue Darwin quien propuso que gestos como “encogerse de hombros en señal de impotencia, o alzar las manos abier-

tas en signo de asombro” son producto de la evolución, en su libro de 1872 *La expresión de las emociones en el hombre y los animales*. Este libro es menos conocido que *El origen de las especies*, pero probablemente es el fundamento de las modernas ciencias cognitivas. La psicología experimental contemporánea ha dado la razón a Darwin por goleada.

Una máquina que pueda interpretar las emociones humanas también podrá simularlas. ¿O la palabra es sentirlas? Según el test de Turing, tendremos que considerar inteligente a un ordenador cuando lo parezca. ¿No deberemos también considerarle *sensible* cuando lo parezca?

“Es posible que los robots lleguen a aprobar una especie de *test de Turing emocional*, pero lo harán con trampas, no porque sientan emociones reales”, afirma Cañamero. “La tendencia en el campo, de hecho, es a pensar que tampoco el otro *test de Turing*, el original, será una prueba válida de la inteligencia de un ordenador”.





deportes

El Athletic se juega su supervivencia europea



revista de verano

La mítica ‘Ben-Hur’, en versión teatral



revista de verano

El budismo reconquista Mongolia



El científico Hiroshi Ishiguro posa con un robot creado con su propia imagen. / EPA

de ajedrez y de matemáticas. La cuestión abierta es hasta qué punto eso mismo se puede extender a otros campos del conocimiento”. La postura de King recuerda al ya mencionado *test de Turing*, que propone que un ordenador deberá ser considerado inteligente cuando logre engañar a un humano para hacerle creer (en una prueba a ciegas) que también él es un ser humano. Ése hubiera sido probablemente el caso de Gari Kaspárov si no hubiera sabido que estaba jugando contra el ordenador Deep Blue. ¿No estará pensando King en construir un robot periodista? “No, pero sí estoy interesado en un robot crítico de arte”. Eso ya no suena tan bien. Los robots actuales no sólo incorporan dispositivos avanzados de visión, oído y tacto, sino que también pueden seguir un rastro olfativo, una tarea que había resultado especialmente difícil de programar hasta hace poco: las pistas olfativas del mundo real no forman trayectorias continuas, sino que el viento las fragmenta, las esparce y las desordena. Pero el problema ha sido resuelto por un algoritmo de Massimo Vergas-

Científicos británicos han creado un androide capaz de pensar

Pronto estarán listos aviones que decidan si matan por su cuenta

sola, del Instituto Pasteur en París, y Boris Schraiman, de la Universidad de California en Santa Barbara. Se llama *infotaxis*. Vergassola y Shraiman niegan haber plagiado a los insectos —su algoritmo es más bien el resultado de una reflexión sobre cualquier sistema de rastreo real o virtual—, pero el caso es que las trayectorias de su rastreador artificial recuerdan mucho a una polilla buscando pareja. Las polillas buscan pareja siguiendo el rastro de las feromonas. La palabra robot viene del checo *robota*, que significa trabajo. Desde que Tesibio de Alejandría inventó una clepsidra automática en el siglo III antes de Cristo, eludiendo así la penalidad de tener que dar la vuelta al reloj de arena cada diez minutos, la robótica ha avanzado con paso firme para liberar a la humanidad de las servidumbres que le impone su existencia terrenal. Los científicos no quieren renunciar a la inteligencia artificial. Sólo intentan que ella misma no se convierta en una nueva servidumbre.

Isaac Asimov imaginó en sus novelas tres leyes que deberían estamparse en los circuitos de cualquier robot: no pegar a los humanos, obedecerles salvo conflicto con lo anterior y autoprotegerse salvo conflicto con todo lo anterior. ¿Hay algo de esto en la robótica de la vida real? “Las dos primeras no tienen mucho sentido con los prototipos actuales”, responde la científica. “Hay filósofos, sin embargo, que ya se plantean cuestiones de este tipo. Y sí que hay algo de la tercera ley; un robot debe autoprotegerse para funcionar de forma autónoma”. El término *ciencia-ficción* se queda francamente corto en algunos casos. Ross King y Stephen Oliver, de las universidades británicas de Gales y Manchester, han inventado un robot que promete liberar al *Homo sapiens* del más desagradecido de todos sus trabajos forzados: el de pensar. El autómata de King y Oliver formula hipótesis, diseña experimentos para evaluarlas, los hace sin demora, interpreta los resulta-

Una máquina que pueda interpretar las emociones podrá simularlas

Los virus informáticos se acercan al punto de ser indestructibles

dos, ajusta sus teorías de acuerdo a ellos y repite el ciclo. La eficacia del robot es similar a la del mejor de nueve licenciados humanos en biología y ciencias de la computación que han hecho la misma investigación en paralelo. Y, por mucha electricidad que gaste, ni roza la cuantía escandalosa de las becas de investigación predoctorales. Las levaduras sintetizan tres compuestos esenciales (aminoácidos) mediante una red de 25 reacciones químicas interconectadas,

cada una catalizada por una proteína. Cada proteína está codificada por un gen, y cada gen se puede inactivar mediante una mutación. Una levadura mutante es incapaz de multiplicarse en un medio de cultivo, a menos que se le facilite el producto de la reacción química que le falta (o de una reacción posterior). King y Oliver suministraron al robot los reactivos, las 25 levaduras mutantes y unos conocimientos básicos sobre el metabolismo de ese organismo, y le pidieron que descubriera la función de los 25 genes. Y así lo hizo el robot, en efecto. Los dos científicos afirman que su intención no es condenar al paro a los científicos, sino liberarlos de ciertas tareas intelectuales para que puedan concentrarse en “los avances creativos de alto nivel”. Suena bien. “Si un robot puede hacer algo que sería considerado creativo en caso de haberlo hecho un humano, yo consideraría creativo al robot”, ha explicado King. “Creo que los ordenadores ya han resuelto creativamente problemas

La amenaza de un futuro autómatas

Desde predicciones ya superadas a posibilidades cada vez más reales, la relación del ser humano con las máquinas está marcada por temores y promesas. ▶ **‘Gran hermano’.** En 1949, George Orwell publicó *1984*. En la novela, una súperinteligencia (el *Big Brother*) lo controla todo. La pesadilla no se ha cumplido más que parcialmente. ▶ **Internet.** La Red ha demostrado su capacidad para resolver problemas. Lo siguiente será que se retroalimente, aprenda de los errores y tome decisiones, creando una especie de gran conciencia mundial. ▶ **Armas autónomas.** Ya hay aviones sin piloto. Pero la decisión de qué hacer la toman las personas. ¿Y si ellos mismos deciden por su cuenta que un convoy o un campamento es un enemigo y debe ser atacado? Es lo que hacen los *predator drones* (zánganos predadores). ▶ **Cibermédicos.** Diagnosticar no es sólo usar cifras. ¿Quién confía sus miedos y dolores a una máquina? Hace falta que los programas muestren empatía, animen a los pacientes a abrirse a ellos. En ello se está trabajando. ▶ **Virus informáticos.** Todavía pueden destruirse. ¿Qué pasaría si adquieran propiedades para regenerarse o sobrevivir al ataque más eficaz? Que no serían *gusanos*, sino *cucarachas*, capaces de resistir un ataque nuclear. ▶ **Trabajadores.** Cada vez hay más funciones laborales que pueden hacer las máquinas. Menos decidir. ▶ **Ayuda doméstica.** Es el siguiente paso: robots que hagan compañía a mayores y niños, los cuiden y ayuden con las tareas de la casa. ▶ **Investigadores.** Máquinas que hacen experimentos, revisan los resultados y replantean las fórmulas iniciales. Bastaría con darles una idea y los materiales para trabajar. Ya se están ensayando. No se cansan y no se equivocan. Aunque tampoco tienen intuiciones.



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDOS UNIVERSITÁRIOS



Agencia Española  
de Cooperación  
Internacional  
para el Desarrollo

**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

## Ficha de catalogación

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                    |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| <b>Título:</b>               | Las máquinas toman el control                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                    |
| <b>Autor:</b>                | Javier Sampedro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                    |
| <b>Fuente:</b>               | <i>El País</i> (España)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                    |
| <b>Resumen:</b>              | Desde que Tesibio de Alejandría inventó una clepsidra automática hace ventitrés siglos, se ha avanzado mucho en el campo de la robótica y la inteligencia artificial. Tanto, que algunos elementos de los relatos de ciencia ficción del pasado empiezan a ser realidad hoy. ¿Pueden ser inteligentes los robots? ¿Pueden sentir emociones? ¿Hay límites en las posibilidades de la inteligencia artificial? Estas son algunas de las preguntas que se hacen los expertos. Y no son fáciles sus respuestas. |                                                    |
| <b>Fecha de publicación:</b> | 06/08/09                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                    |
| <b>Formato</b>               | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Noticia                                            |
|                              | <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Reportaje                                          |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Entrevista                                         |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Artículo de opinión                                |
| <b>Contenedor:</b>           | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1. Los retos de la salud y la alimentación         |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2. Los desafíos ambientales                        |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3. Las nuevas fronteras de la materia y la energía |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 4. La conquista del espacio                        |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5. El hábitat humano                               |
|                              | <input checked="" type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6. La sociedad digital                             |
|                              | <input type="checkbox"/>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 7. Otros temas de cultura científica               |
| <b>Referencia:</b>           | 6MMG52                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                    |





**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

**Propuesta didáctica**  
**Actividades para el alumnado**

1. Señala cuáles de las siguientes afirmaciones son verdaderas y cuáles falsas teniendo en cuenta lo que se dice en el texto sobre los límites de la inteligencia artificial:

|                                                                                                                                                                                                          |   |   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|
| 1. Los científicos de la computación aún no han discutido sobre la conveniencia de poner límites a la investigación sobre inteligencia artificial y robótica.                                            | V | F |
| 2. La inteligencia artificial ya habría llegado a un nivel de autonomía equivalente a la llamada “fase cucaracha” (se supone que sobrevivirían a un holocausto nuclear).                                 | V | F |
| 3. El avance de la inteligencia artificial tendrá efectos indiscutiblemente positivos en el mercado laboral.                                                                                             | V | F |
| 4. A la vista del desarrollo de la inteligencia artificial, los científicos creen que estamos cerca de que se haga real la pesadilla del <i>Gran Hermano</i> que Orwell planteó en su famosa novela.     | V | F |
| 5. Los robots de compañía están bastante desarrollados y pueden ser bastante útiles, pero no está claro que ese tipo de relaciones sea adecuada para las personas.                                       | V | F |
| 6. Es lógicamente imposible que un robot pueda interpretar correctamente una emoción humana.                                                                                                             | V | F |
| 7. Asimov imaginó en sus novelas que los robots deberían seguir tres leyes: en primer lugar, autoprotección; en segundo lugar, obedecer a los humanos y, sólo en tercer lugar, no agredir a los humanos. | V | F |
| 8. Algunos robots ya puede hacer algunas partes del trabajo de los científicos.                                                                                                                          | V | F |
| 9. El test de Turing supone que una persona deberá ser considerada inteligente cuando logre engañar a un ordenador.                                                                                      | V | F |
| 10. En nuestra vida cotidiana no existen dispositivos diseñados para actuar como robots.                                                                                                                 | V | F |

2. Busca información sobre los siguientes conceptos: algoritmo, robot e inteligencia artificial.

3. En el texto se alude a un libro de Darwin menos conocido que *El origen de las especies*. Se trata de *La expresión de las emociones en los animales y en el hombre*. Averigua de qué trata esa obra y qué relación puede tener con el contenido de este reportaje.

4. La rebelión de los robots y su dominio sobre los seres humanos es un tema recurrente en muchas novelas y películas de ciencia-ficción. Elige una de ellas y haz una pequeña investigación sobre su contenido que incluya los siguientes aspectos:

- a) Referencia (autor, título, fecha...)
- b) Resumen de la historia.
- c) Características de los robots o artefactos inteligentes que aparecen en la historia.
- d) Imagen (positiva o negativa) de la inteligencia artificial que sugiere esa historia
- e) Verosimilitud de diferentes aspectos de la historia.

5. Te atreves a escribir un pequeño cuento de ciencia-ficción. Ya sabes que deben aparecer robots...

6. ¿Cómo podría definirse la inteligencia? ¿Hay diferencias insalvables entre la inteligencia artificial y la inteligencia humana? ¿Cuáles serían?

7. A continuación se incluye una lista de diez actividades típicamente humanas. ¿Crees que sería posible que algunas de ellas las llegaran a hacer los robots? ¿Crees que sería deseable que llegaran a hacerlas?. En la tabla siguiente responde a esas preguntas para cada una de las diez actividades humanas y comenta tus opiniones sobre esas respuestas.

|                            | ¿Lo harán los robots? |    | ¿Sería deseable? |    | Comentarios |
|----------------------------|-----------------------|----|------------------|----|-------------|
|                            | Sí                    | No | Sí               | No |             |
| Manejar automóviles        |                       |    |                  |    |             |
| Enamorarse                 |                       |    |                  |    |             |
| Educar a los niños         |                       |    |                  |    |             |
| Mentir                     |                       |    |                  |    |             |
| Trabajar                   |                       |    |                  |    |             |
| Diseñar robots             |                       |    |                  |    |             |
| Tomar decisiones políticas |                       |    |                  |    |             |
| Matar                      |                       |    |                  |    |             |
| Ayudar a los partos        |                       |    |                  |    |             |
| Escribir en los periódicos |                       |    |                  |    |             |



CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITARIOS  
CENTRO DE ALTOS  
ESTUDIOS UNIVERSITÁRIOS



**Proyecto Iberoamericano de Divulgación Científica**  
Comunidad de Educadores Iberoamericanos para la Cultura Científica

**Propuesta didáctica**  
**Sugerencias para el profesorado**

- De entre las actividades propuestas conviene elegir cuáles se adaptan mejor al grupo y a sus intereses. En todo caso, antes de proponer la realización de las actividades se recomienda una lectura atenta del texto.

- La actividad 1 facilita el análisis del contenido del texto. Su revisión permitirá aclararlo y resolver posibles dudas. La actividad 2 se centra en algunos conceptos relacionados con el texto sobre los que se sugiere analizar su significado. En la actividad 3 se propone buscar información sobre el contenido del libro de Darwin citado en el reportaje y analizar su relación con lo tratado en ese artículo. La actividad 4 plantea una revisión de algún relato, literario o cinematográfico, de ciencia-ficción analizando algunos aspectos relacionados con el contenido del reportaje. En la actividad 5 la sugerencia es crear un pequeño cuento de ciencia ficción en el que intervengan robots. La actividad 6 propone una aproximación al concepto de inteligencia y a las diferencias entre la artificial y la humana. Por último, la actividad 7 tiene un carácter más abierto y sugiere evaluar si diez acciones o conductas humanas podrían o deberían llegar a ser también propias de los robots. Aunque el espacio para el comentario es breve en la tabla, puede ser oportuno recomendar que se desarrollen más las reflexiones en los casos en que les parezca conveniente.

- Aunque las actividades propuestas están redactadas para ser realizadas individualmente, varias de ellas son especialmente propicias para ser desarrolladas en equipo o incluso en debate abierto con toda la clase. Es especialmente interesante, en este sentido, compartir y discutir las opiniones de las actividades 6 y 7.

- Podría ser oportuno registrar algunas de los comentarios y las respuestas que aparecen en el aula en torno a las actividades 6 y 7, así como los relatos de la actividad 5. Tales apreciaciones pueden ser útiles para entender las percepciones que los jóvenes tienen de la inteligencia artificial y sus límites, aunque también podrían servir de base para alguna actividad complementaria en el centro (exposición, jornadas temáticas...) relacionada con la inteligencia artificial y/o la ciencia ficción.