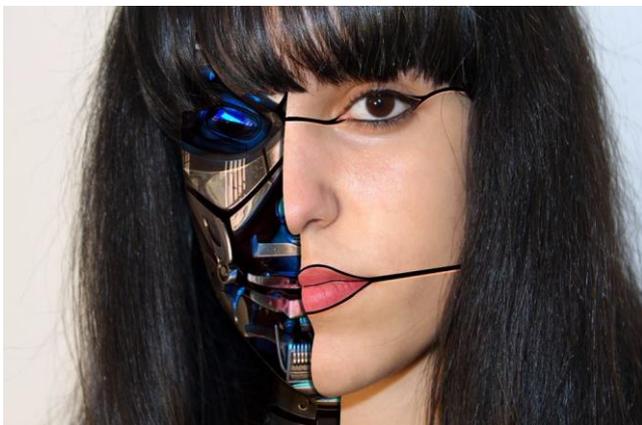


Robótica educativa y juguetrónica: fronteras inmediatas para la innovación educativa en España. Anotaciones para el IV Congreso e-innova ucm.

Tomás Andrés Tripero (Director del proyecto E-Innova UCM)



Hace ya tiempo, desde que John **Dewey** (1916) contemplara la necesidad psicopedagógica de la adaptación flexible y democrática a las circunstancias cambiantes de los tiempos, la psicología educativa y las artes didácticas se han venido caracterizando por tratar de

reconstruir el proceso educativo por los caminos de la adaptación al progreso humanístico, tecnológico y científico.

Dewey había definido ya a la educación, desde su propia perspectiva pragmática y funcionalista, como “*la adquisición de aquellos hábitos que permiten el ajuste de la persona con su entorno*”.

En la misma medida, desde **E-Innova ucm**, creemos que la educación debe adaptarse a las exigencias y realidades de lo que en la actualidad hay de proyección de futuro. Pero, como sostuvo - en su momento - Gaston **Mialaret**, la educación no debe contentarse con aceptar, simplemente, un futuro previsible; debe también participar activamente en la propia creación de ese futuro con personalidad propia.

Ciertamente la **juguetrónica** surge como una novedad tanto lúdica como comercial pero - por su propia naturaleza - se nos presenta, además, como un mecanismo psicopedagógico imprescindible; ya que su dinámica esencial puede llegar a ser la misma que la del propio recurso didáctico.

Hemos visto ya en este contexto como el **Robot Nao** más allá de ser un juguete se puede convertir en uno de los mejores recursos educativos para niños con discapacidad. Específicamente en los diferentes casos de autismo.

Por, otra parte, hay cada vez un mayor número de juguetes teledirigidos por radio-control – como los drones - que, siendo en sí mismos, complejos computadores, utilizan en su diseño la **electrónica digital y la automática**.

Todos ellos cumplen, de diferentes y atractivas formas, su misión psicopedagógica, enseñan a los niños a interactuar con recursos avanzados en un mundo que progresa hacia la cada vez mayor presencia de objetos automáticos complejos.

Sorprende pensar que la extraordinaria sofisticación tecnológica del juguete robótico responde a la lógica más sencilla que existe: la **lógica binaria** (*de Orden 0 o de Proposiciones*).

Una lógica que, por otra parte, responde - tal y como hemos tenido ocasión de comprobar en mis investigaciones - a las características genuinas del propio pensamiento infantil.



Yo y mi equipo nos sorprendimos al comprobar que incluso los niños de la **Escuela Infantil** respondían de modo intuitivo y espontáneo a la misma **lógica binaria** que la **cibernética**, lo cual podría facilitar un sencillo y rápido proceso de acercamiento educativo a **formas tecnológicamente avanzadas de**

conocimiento desde sus primeros y elementales pasos de aprendizaje.

Sería necesario que se posibilitaran entonces, desde la etapa preescolar, los medios apropiados para la formación inicial de una inteligencia específica vinculada al disfrute de la juguetería cibernética.

Desde los tres años de edad el niño puede comprender relaciones tales como *delante-detrás, dentro-fuera, redondo-cuadrado* o *grande-pequeño*, pero se desconcierta si le hablamos de *entre, en medio* o *mediano*, debido a que **su lógica es absolutamente decidible y binaria**.

De este modo, y a través de programas psicopedagógicos adecuados, podríamos **iniciarles** desde edades tempranas en la **comprensión del concepto cibernético de control**, que es precisamente una de las ideas más trascendentales de la cibernética actual y de la juguetrónica, ya que trabajamos con *0* y *1*. No hay nada más evidente e intuitivo que la experiencia de percibir si por un circuito pasa o no pasa corriente, o la idea de grifo abierto-cerrado.

Pero es de esta manera cómo podemos ir construyendo las **bases cognitivas** para acceder a la **comprensión**, sólo aparentemente compleja, de la **dinámica lógica binaria** de los **circuitos integrados**, independientemente de su número o de su tamaño (*nano circuiterías*), cuya acción conjunta permite el funcionamiento de la **robótica lúdica** o de cualquier otro mecanismo cibernético.

Si iniciamos así el proceso, podremos - ya en la **Edad Escolar** - hacer posible la **comprensión del uso de la electrónica digital** que, en la utilización de *circuitos integrados de bajo nivel*, hace posible la construcción lúdica de **artefactos de radio-control** o de **robots**.

Recuérdese, para los más iniciados, que en un único *chip* es posible introducir un enorme número de **funciones lógicas booleanas** (*0's* y *1's*) y analógicas (que permiten realizar numerosas operaciones matemáticas)

En el fondo un **juguete tecnológico**, como *prototipo didáctico*, es sencillo y barato de construir, en el taller de tecnología e incluso en la ludoteca escolar, ya que sus componentes electrónicos simples (resistencias, condensadores, bobinas, diodos, transistores, células fotoeléctricas...) pueden encontrarse con relativa facilidad a un precio muy económico.

En la aventura práctica del descubrimiento, propia de la *industriosidad* que, según E. H. **Erikson** (*Childhood and society*, 1950), caracteriza a la Edad Escolar, la **tecnología lúdica** se ofrece como un recurso versátil, ya que permite diseñar y construir muchas cosas con pocos elementos.

Pero los beneficios más significativos de la **juguetrónica** son de índole epistemológico-genética, ya que nos posibilita una estructuración mental cognitiva en un constante proceso evolutivo de simplificación de lo aparentemente complicado.

Como afirmaba A. **Einstein** “*el fin de la ciencia es, de un lado, la comprensión más completa posible de la conexión entre las experiencias sensibles en su totalidad y, de otro, la consecución de tal fin con el uso de un mínimo de conceptos primarios y relaciones*”.

La **electrónica digital y automática**, en su aplicación a la **juguetrónica** y la **robótica lúdica**, poseen, pues, esa **capacidad psicopedagógica innovadora** que permite *reducir a esquemas funcionales o a agrupaciones sintéticas, los conocimientos de la realidad tecnológica actual en su proyección de futuro*, de tal manera que, en una **eficaz estrategia de aprendizaje**, los escolares podrán estructurarlos, ordenarlos, explicarlos y aplicarlos de manera motivadora y gratificante.

Pero más allá de lo puramente lúdico y educativo la robótica puede cumplir también una importante función en Educación Especial.

Autismo y Robótica: Nao el amigo de los autistas.



El gran pequeño **androide Nao**, con una altura de 58 cm, WIFI, un procesador de 1,6 Ghz, nació en 2004 en el seno de la compañía francesa **Aldebaran Robotics**.

El nuevo Nao.

Ahora han creado un nuevo robot, el **Nao Next Gen**, que no ha cambiado mucho de aspecto en relación a su hermano de 2004, pero que presenta un nuevo y avanzado cerebro inteligente de operaciones lógicas que funciona gracias a un procesador **Intel Atom a 1.6GHz**. Incorpora, además, dos innovadoras cámaras de alta definición que prometen un mejor reconocimiento de objetos y rostros amigos, incluso en situaciones de escasa luz.

Nao se encuentra pues capacitado para reconocer las facciones humanas, interpretar el entorno, desplazarse inteligentemente, hablar - hasta ocho idiomas- cantar, responder órdenes, caminar de un modo más perfeccionado y coger y trasladar objetos asequibles

a su tamaño. Listo para ayudar a quien lo necesite se pondrá a la venta en las próximas navidades.

Tú también puedes mejorar a Nao.

Dado que se encuentra abierto a cuantas propuestas le permitan desarrollar novedosas e innovadoras aplicaciones, **E-Innova Robótica** anima a nuestros **investigadores en software, Inteligencia Artificial, Educación Especial, Teoría de Sistemas o biomateriales**, entre otras disciplinas, a que se pongan en contacto con nosotros para coordinar ideas e iniciativas en este sentido.

Un androide especialmente útil para autistas.

Pero el pequeño **Nao** nos interesa, especialmente, porque ha sido destinado a la investigación para el **tratamiento del autismo** y tenemos el convencimiento de que la investigación robótica va a tener, a partir de ahora, un papel relevante en **terapias de recuperación aplicadas a la Educación Especial** en particular y a la discapacidad en general.

Nao es muy útil para los autistas quizá porque éstos, con dificultades para establecer relaciones empáticas, requieren de ambientes muy estructurados, estables y pautados y los movimientos robotizados, al ser siempre programados y predecibles contribuyen a la estabilidad mental y al modelado de su conducta.

Los **androides antropomorfos** ayudan, en definitiva, a mejorar los aspectos más significativos del espectro autista tales como el deterioro de la comunicación, de las relaciones sociales y de la flexibilidad cognitiva. Los robots humanoides ayudan a los niños con autismo sirviéndoles de auténticos mediadores sociales tanto en el desarrollo de los aspectos lúdicos como de aprendizaje (sin error, por modelado), ya que les proporciona una situación ambiental más predecible y sin el inconveniente de la presión y preocupación que obstaculiza generalmente la comunicación con las personas.

Los pequeños humanoides, como **Nao**, pueden ser utilizados tanto en el establecimiento de pautas en juegos colaborativos como de intercambio de roles. Los experimentos realizados en esta línea ofrecen resultados positivos tanto en el desarrollo de experiencias táctiles como en dinámicas sociales de *role-playing* que facilitan el acercamiento a otros niños en situaciones de juego. Los robots nos han sugerido que

cuanto más se asemeje a lo natural el contexto de adquisición de habilidades de interacción de carácter interpersonal, más fácil será la transferencia de éstas a la vida real de los niños.

También los robots humanoides son capaces de facilitar y estimular procesos cognitivos (razonamiento, comprensión, memoria) y perceptivos en niños con serias dificultades de aprendizaje. De estos temas trataremos más adelante, pero sería muy bueno que nuestra universidad creara un equipo interdisciplinar para desarrollar este tipo de proyectos avanzados. Lo intentaremos.

La Unión europea, por ejemplo, está desarrollando el **proyecto IROMEC** (*Interactive Robotic Social Mediators as Companions*) que tiene como objeto servir de apoyo terapéutico y pedagógico para niños autistas pero también para niños con otros tipos de discapacidad, con parálisis cerebral, por ejemplo.

Biorrobótica y psicología: Aurora. La era de los humanoides preparados para interpretar la mente y las emociones.

El **cerebro humano** es nuestro gran desconocido. El verdadero “*alíen*” que se aloja en



nuestra cabeza. Pero los próximos años van a ser, sin lugar a dudas, el momento en el que se va a poder llegar a **interpretar los códigos de funcionamiento de la actividad bioeléctrica neuronal**. El modo en el que las neuronas procesan, comprenden y transmiten la información para hacer posible el complejo mecanismo de la mente, la conciencia y la vida. La “*máquina enigma*” que es actualmente el encéfalo humano está pues a punto de ser decodificada con resultados

increíbles para el futuro inmediato de la humanidad.

Ya disponemos de sensores, cada vez más innovadores, que pueden interpretar los mecanismos neurobiológicos de la actividad mental, de modelos de funcionamiento neuronal realizados a partir de visualización y estimulación del cerebro “in vivo”.

Desde aquí queremos crear un **equipo de voluntarios complutense del proyecto Einnova.net, en colaboración con gentes de la politécnica dedicados a la ingeniería robótica**, compuesto por informáticos, físicos especialistas en Teoría de Sistema, biólogos, expertos en Neurociencia Cognitiva, psicólogos especializados en Teoría de la Mente, expertos en lógica matemática y en diseños de circuitos lógicos, diseñadores 3D, gentes de Bellas Artes y de economía aplicada a la producción industrial de máquinas para construir *Aurora*.

Aurora sería la **robot antropomorfa** prototipo de un nuevo amanecer para la ciencia en el que la interacción socio-emocional humanos-humanoides comience a ser posible.

El “*Proyecto Aurora*” de *einnova*, es el de llegar a diseñar **una ginoide preparada y concebida para anticiparse de manera espontánea y natural a los sentimientos y a las acciones de las personas con las que podría interactuar**, pensemos en niños, autistas o personas dependientes o enfermos.

El único **principio ético** que ha de guiar este proyecto es que **Aurora jamás ha de ser utilizada para ejercer ningún tipo de daño a ningún ser humano**. Estaría pues absolutamente **desprovista de emociones negativas, de cólera, odio o deseos destructivos**.

«*Mittler zwischen Hirn und Hand muss das Herz sein*» (“*Mediando entre el cerebro y la mano debe de estar siempre el corazón*”) Así se dice en la extraordinaria película **Metrópolis**, de 1927, dirigida por Fritz **Lang**. Protagonizada por una robot llamada *María*.

Estaríamos hablando de máquinas automáticas capacitadas para responder con iniciativa y de ser competentes para predecir y evaluar una situación, ofreciendo la respuesta más inteligente, pero también la más positiva desde el punto de vista afectivo, para cada caso.

Hasta el momento los robots sólo son capaces de responder a órdenes muy básicas para las que han sido previamente programados.

Sabemos que hay neuronas, especialmente las neuronas espejo, que son capaces de aprender mediante observación de modelos, esto es, neuronas especializadas en el aprendizaje por repetición, o resonancia, de lo que el modelo hace (*modelling*). Se trataría de simular, en el campo abierto de la *bioinformática*, un **cerebro humanoide con una Gestalt neuronal capaz de reproducir los modos de comportamiento aprendidos con seres humanos en la escuela robótica**. En principio no parecería excesivamente difícil llevar este tipo de comportamiento cognitivo a los mecanismos antropomorfos.

La bella Aurora aprendería, en su **particular colegio robótico**, a partir de esa capacidad de observación, estímulo y respuesta que es el mecanismo propio del aprendizaje humano.

Ella tendría la ventaja de no confundirse y de ofrecer siempre la respuesta correcta, porque no se encuentra diseñada para ni para el error ni para el enfado.

La lógica de Aurora será siempre “*decidible*” ya que exigirá siempre, lejos de la ambigüedad y de la *indecibilidad*, planteamientos claros y lógicos para los que se tendrá siempre disponible una respuesta adecuada.

La era de las réplicas cerebrales se ha inaugurado y con ello la posibilidad de controlar mentalmente cualquier tipo de dispositivo electrónico, de vivir y grabar nuestros recuerdos y emociones tal y como se desarrollaron, con absoluta sensación de realidad, escribir y comunicarnos mentalmente, o grabar en video nuestros sueños y pesadillas.

Freud se ha perdido esta época, aunque quizá soñara con ella, nosotros no la tendríamos que perder.

Cualquiera que desee incorporarse voluntariamente a este proyecto puede contactar con nosotros a través de nuestro proyecto: “*E-innova ucm*” o mediante el correo:

tomandre@ucm.es

Modelo de la imagen Patricia Morato