

Artículo

## Desarrollo de la empatía a través de la Inteligencia Artificial Socioemocional

María Isabel Gómez-León 

Universidad Internacional de La Rioja, España

### INFORMACIÓN

Recibido: Marzo 27, 2022

Aceptado: Junio 6, 2022

#### Palabras clave

Empatía  
Interacción social  
Robótica  
Educación emocional  
Intervención educativa

### RESUMEN

Se prevé que en un futuro próximo los robots estarán cada vez más involucrados en roles sociales, sin embargo, comprender cómo los estudiantes aprenden habilidades empáticas, y cómo la tecnología puede respaldar este proceso, es un área importante pero poco investigada. Este trabajo analiza los factores que contribuyen al desarrollo de la empatía desde la infancia temprana y las variables de la empatía robótica que podrían ayudar a favorecer este aprendizaje. Se ha encontrado que la inteligencia artificial socioemocional (IAS) ya ha logrado implementar con éxito algunos de los mecanismos humanos de la empatía que están presentes durante los primeros años de vida. El estado actual de la investigación en IAS está lejos de lograr una capacidad empática completa, pero puede aportar herramientas útiles para fomentar habilidades empáticas desde la infancia.

### Development of empathy through Socioemotional Artificial Intelligence

#### ABSTRACT

It is expected that in the near future robots will be increasingly involved in social roles, however, understanding how students learn empathic skills, and how technology can support this process, is an important but under-researched area in artificial intelligence. This paper analyzes the factors that contribute to the development of empathy from early childhood and the variables of robotic empathy that could help promote this learning. It has been found that social emotional artificial intelligence (SEAI) has already successfully implemented some of the human mechanisms of empathy that are present during the first years of life. The current state of SEAI research is far from achieving full empathic capacity, but it can provide useful tools to promote empathic skills, the basis of social cooperation and ethical and prosocial behavior, from childhood.

#### Keywords:

Empathy  
Social interaction  
Robotics  
Emotional education  
Educational intervention

## Introducción

La investigación ha mostrado que la empatía puede promover la motivación y el comportamiento prosocial de los estudiantes y, como consecuencia, el bienestar físico y emocional, lo que supone un factor de protección y promoción social (Bisquerra & Alzina, 2017).

A medida que avanza la comprensión sobre los mecanismos de la conducta empática avanza el desarrollo de una tecnología capaz de influir significativamente en el comportamiento, la convivencia, y las expectativas de un mundo que aspira a la sostenibilidad y la justicia social. En la actualidad, gran parte del interés científico se centra en reproducir e introducir la empatía humana en los sistemas informáticos gracias, entre otras cosas, a la inteligencia artificial. La inteligencia artificial socioemocional (IAS) es la aplicación de ciertas características socioemocionales humanas a la inteligencia artificial, ya sea a una entidad física, o a un sistema de avatar, pero más particularmente a robots.

Los robots socioemocionales pueden tener diferentes formas o funciones, pero comparten ciertas características en común (Woo et al., 2021): reconocen la presencia de humanos, pueden involucrarlos en una interacción social, expresan su propio ‘estado emocional’ e interpretan el de sus interlocutores. Al mismo tiempo, deben ser capaces de comunicarse de forma natural, similar a la humana, lo que debe incluir también el lenguaje no verbal, como la comunicación mediante gestos, posturas, expresiones faciales o cualquier otra forma intuitiva.

Comprender cómo los niños aprenden las habilidades empáticas, y cómo la tecnología puede respaldar este proceso, es un área importante pero poco investigada hasta el momento. Dado que se prevé que los robots emplearán cada vez más roles sociales en la sociedad y compartirán los entornos con nosotros en el futuro (Schiff, 2021), es esencial comprender cómo diseñarlos para que puedan fomentar interacciones sociales gratificantes a largo plazo mediante la activación de esquemas sociales, comportamientos y emociones relevantes que, además, supongan un beneficio para la educación socioemocional de los niños con los que interactúa.

El objetivo de este trabajo es analizar las posibilidades que ofrecen los recursos de IAS para ser utilizados como instrumentos de intervención educativa en el desarrollo de la empatía desde la infancia temprana. Para ello se estudian las características de los robots sociales que han mostrado tener efecto en alguna de las variables relacionadas con la empatía en niños. Se discuten los resultados analizando los tipos de diseño de tecnologías robóticas que apoyarían y ayudarían a entrenar los distintos subcomponentes de las habilidades empáticas en cada etapa del desarrollo normotípico.

### Dimensión evolutiva de la empatía

Sentir empatía por la persona necesitada es la fuente de motivación altruista mejor documentada. Frans de Waal (2012), describió el modelo de la muñeca rusa para demostrar las diferentes formas de empatía entre los animales y los seres humanos. Este modelo se compone de tres muñecas encajadas que representan niveles de complejidad de empatía creciente:

- La primera muñeca contiene comportamientos primitivos o biológicos presentes en los animales, ya sea el mimetismo motor (es decir, la imitación de un comportamiento

observado) o el contagio emocional (es decir, compartir un estado emocional).

- La segunda muñeca contiene comportamientos más complejos observados en ciertos tipos de animales, ya sea la coordinación hacia un objetivo común o la preocupación simpática (es decir, el consuelo), donde se evalúa la situación y las razones de las emociones ajenas.
- La tercera es la más característica de los seres humanos, es decir, la etapa más avanzada de la empatía. Se compone de la toma de perspectiva (ayuda dirigida) y de la imitación verdadera, que no debe confundirse con el mimetismo motor que remite más bien a una característica biológica que se produce automáticamente en muchas especies, como el reflejo de bostezar cuando se ve a alguien bostezar. La verdadera imitación se refiere a comprender lo que el otro hace y a reconocer que lo que hace es lo que debe de hacer por el bien de todos (de Waal & Preston, 2017). Está relacionada con las conductas prosociales que involucran los intereses o el bienestar de la sociedad en su conjunto (p. ej., cooperación, ayuda, reciprocidad, acciones reparadoras).

De acuerdo con la posición neuroconstructivista, el desarrollo de la empatía surge de cambios contextuales dinámicos en las estructuras neuronales que conducen a representaciones conceptuales en múltiples regiones del cerebro. Como tal, estas representaciones no solo dependen del contexto neuronal sino también del contexto físico (de Waal & Preston, 2017). Por lo tanto, como cualidad innata, el nivel de empatía es maleable y puede verse influenciado por las intervenciones educativas.

La influencia de las intervenciones educativas realizadas a través de la IAS en la competencia socioemocional de los niños se puede ejercer a través de estrategias similares a las utilizadas en la interacción niño- educador: el modelado, la instrucción y la contingencia. Así, los niños están expuestos a las emociones en función de que los educadores/robots muestren o no sus emociones, expliquen o no sus estados emocionales y reaccionen o no a las emociones ajenas. Desde tal perspectiva, se debe considerar que el principio de la educación emocional se basa en la idea de una co-construcción entre la integración del niño de nuevas habilidades emocionales y el ajuste de los educadores (Gómez-León, 2020).

### Imitación y contagio emocional en IAS

Se cree que los niños nacen con la capacidad de ‘sentir’ el sufrimiento de los demás (Geangu et al., 2010). Esta capacidad se manifiesta a través de mecanismos como el contagio emocional y el mimetismo motor (percepción-acción) que se produce cuando el niño observa las emociones corporales del otro y activa automáticamente sus propias representaciones neuronales y corporales. Estos mecanismos se refieren a la primera muñeca del modelo de Frans de Waal (2012) y son la base de otros procesos empáticos más complejos.

La operacionalización en IAS del mimetismo motor y el contagio emocional se realiza con diseños de Robots Social Tipo I centrados en el aspecto externo de las expresiones emocionales. Como ventaja principal es que este tipo de recursos permiten aprender la emoción practicándola.

En la *tabla 1* se resumen las dimensiones más relevantes, en una escala de 0 a 5, sobre los robots sociales que han mostrado tener

Tabla 1.

Función y dimensiones de robots sociales relacionados con la mímica motora y el contagio emocional.

Robot	Función empática	F.	M.	N.S.	A.	I.
Qrio (Tanaka et al., 2007)	Reconoce voces y rostros, recuerda a las personas, y comunica emociones, verbal y no-verbalmente.	4	5	3	3	3
Robovie (Kahn et al., 2012; Kanda et al., 2007)	Buena capacidad de expresión emocional a través del movimiento, comunicación verbal.	4	5	3	3	3
Probo (Goris et al., 2011)	Expresa atención y emociones a través de la mirada y expresiones faciales.	2	5	3	3	3
Keepon (Kozima et al., 2009)	Diseñado para una interacción emocional simple, natural y no verbal a través del tacto.	2	0	0	3	3
Pleo-innvo lab (Causo et al., 2016)	Reconocimiento emocional a través de patrones visuales, sonidos, olores y temperatura.	3	5	0	2	3
Flobi (Nitsch & Popp, 2014)	Detecta y expresa emociones humanas de una manera simplista y caricaturesca para que puedan ser fácilmente percibidas.	5	0	0	2	3
Haptic creature (Yohanan, & MacLean, 2012)	Percepción táctil y comunicación emocional a través de su respiración, la fuerza de su ronroneo y la rigidez de sus oídos.	3	0	0	3	3

Nota. Dimensiones propuestas por Bartneck & Forlizzi (2004). F.: forma; M.: modalidad, N.S.: normas sociales; A.: autonomía; I.: interactividad

efecto en alguna de las variables relacionadas con el mecanismo percepción-acción: forma (desde abstracto a antropomórfico), modalidad (o canales de comunicación), normas sociales, autonomía e interactividad.

### Comunicación no-verbal y empatía en IAS

En la psicología del desarrollo, la paternidad intuitiva se considera un andamiaje en el cual los niños desarrollan empatía cuando los cuidadores imitan o exageran las expresiones faciales emocionales del niño. El niño entonces descubre la relación entre la emoción experimentada y la expresión facial del cuidador, aprendiendo a asociarlas. Por lo tanto, cuando se habla del desarrollo de la empatía en educación infantil uno de los objetivos es ayudar al niño a identificar sus emociones, a expresarlas y a entender las emociones ajenas, de manera que puedan establecer una relación más saludable con los demás y consigo mismo. Se considera que este proceso de diferenciación se desarrolla desde el contagio emocional hasta la empatía emocional.

Watanabe et al. (2007) modelaron la paternidad humana intuitiva utilizando un robot que asociaba las expresiones faciales imitadas o exageradas de un cuidador con el estado interno del robot para aprender una respuesta empática. Los robots sociales pueden tener memorias episódicas con emociones asociadas y usarlas para ‘sentir’ la situación actual. Se trata de un proceso de dos pasos: (1) el robot imita las expresiones empáticas del niño (p. ej., expresión facial, voz y postura); (2) esta imitación da como resultado una retroalimentación aferente en el niño que produce un efecto paralelo congruente. Por ejemplo, el robot imita la sonrisa del niño y, como consecuencia, el niño percibe su propio estado emocional. Así, el niño es al mismo tiempo actor de la expresión emocional y observador del efecto que produce. En esta situación, el niño distingue gradualmente el significado de estas acciones emocionales y su atención puede centrarse en los efectos de sus propias emociones y en las de los otros. Aquí, al igual que en un contexto natural de aprendizaje, se co-construye el clima emocional entre los dos agentes (robot y niño), lo que le ofrece la posibilidad de experimentar con estrategias de regulación emocional inter e intrapersonal.

Este tipo de comunicación no verbal no solo permite una mayor comprensión del lenguaje verbal, sino que también ‘humaniza’ al

robot permitiendo una mayor empatía (Park & Whang, 2022). Flobi sería un ejemplo de robot adecuado para enseñar reconocimiento de emociones por su capacidad de detectar expresiones faciales y comunicarlas utilizando gestos simples y exagerados (Goris et al., 2011).

### Comunicación verbal y empatía en IAS

A esta edad otro de los objetivos es que los niños sean capaces de verbalizar cómo se sienten cuando estén contentos, tristes, enfadados o tengan miedo. Resultados recientes sugieren que las habilidades lingüísticas de los niños pueden desempeñar un papel tanto directo como indirecto en sus respuestas y comportamientos empáticos. En concreto, una habilidad lingüística más avanzada en niños de 14 a 36 meses aumenta la comprensión de las emociones y predice una mayor preocupación y un menor desprecio por los demás, incluso después de controlar las habilidades cognitivas, y en niños de 2 a 4 años aumenta la preocupación empática y la acción prosocial (Stevens & Taber, 2021).

La IAS también es un buen recurso para entrenar la conciencia subjetiva del niño como un producto de la socialización ligada al lenguaje (Stevens & Taber, 2021). Los estados afectivos reflejados en la conducta expresiva, son percibidos, interpretados y comentados por el robot a través de una imitación vinculada y contingente con la expresión facial del niño y acompañada de un comentario verbal sobre la emoción: ‘hoy estás contento, ¿verdad?’, ‘te noto triste’. El robot con el reconocimiento del estado emocional, la imitación de la expresión y la etiqueta verbal sensibiliza al niño a las señales emocionales y le proporciona los nexos necesarios en la toma de conciencia entre respuestas emocionales y estados subjetivos.

Para incrementar el compromiso afectivo y el intercambio emocional durante la interacción se requiere la adaptación emocional del robot al niño, por ejemplo, se espera que las demostraciones de expresiones emocionales sean ostentosas y explícitas, o que, si participa en tareas de aprendizaje, el lenguaje vaya acompañado de modulaciones de entonaciones emocionales positivas y otras manifestaciones no verbales de empatía. El robot Probo podría ser eficiente en este tipo de entrenamiento, por su óptima interacción entre expresión facial y comunicación verbal (Goris et al., 2011).

### **Factores críticos en la implementación del contagio emocional**

Se ha encontrado que los avatares que encarnan la apariencia facial o las expresiones faciales habituales del niño pueden ayudar a que el niño represente con precisión su identidad y a relacionarse con su avatar (Park et al., 2021). Estos resultados concuerdan con los hallados por de Waal y Preston (2017) sobre el mimetismo motor y el contagio emocional durante la ontogenia. Ser capaz de reconocer el propio rostro es uno de los prerrequisitos críticos de la autoconciencia y la autoidentidad que adquirirá a los dos años y que se correlaciona con el comportamiento empático y altruista.

Sin embargo, según la teoría del Valle Inquietante de Masahiro Mori et al. (2012), la afinidad de una persona por un robot aumenta a medida que sus características se vuelven más parecidas a los humanos, pero solo hasta cierto punto, la respuesta puede pasar repentinamente de la empatía a la repugnancia ante representaciones demasiado realistas, pero siempre imperfectas, de la representación humana, lo que provoca inquietud y rechazo en el niño (Feng et al., 2018). Los niños parecen mostrar esta mayor preferencia por representaciones más esquemáticas, que muy realistas, de los humanos ya desde los 12 meses (Lewkowicz & Ghazanfar, 2012).

Un estudio mostró que entre los 5 y 7 años los niños tienen una alta preferencia por diseños simplificados, con rasgos faciales exagerados como Keepon (Kozima et al., 2009). A esta edad también parecen tener preferencia por los robots parecidos a animales como Pleo-innovolab (Causo et al., 2016), ya que son considerados como amigables. Sin embargo, a partir de los 7 años una buena opción serían Affetto (Ishihara et al., 2018) y Kaspar (Wood et al., 2013), por su gran parecido a un niño humano. Otros estudios han mostrado la influencia de la edad en la atribución de características mentales humanas, mientras que a los 5 años los niños tienden a antropomorfizar a los robots más que los mayores, independientemente de su aspecto, a partir de los 7 años atribuyen un mayor número de características mentales humanas si el robot presenta un aspecto más humano, como el robot Nao, que mecánico, como el robot Robovie (Manzi et al., 2020). A pesar de ello, un estudio halló que más de la mitad de los niños de 15 años creían que Robovie tenía estados mentales (p. ej., era inteligente y tenía sentimientos), era un ser social (p. ej., podría ser un amigo, ofrecer consuelo y confiarle secretos), y moralmente merecía un trato justo y no debía sufrir daños psicológicos, aunque estas conceptualizaciones ocurrieron en menor grado que los niños de 9 y 12 años (Kahn et al., 2012).

### **Limitaciones de la IAS para su implementación en la infancia temprana**

Una de las limitaciones actuales para su uso con la población infantil es que el reconocimiento de voz aún no es lo suficientemente robusto como para permitir que el robot entienda las expresiones habladas de los niños pequeños. Aunque estas deficiencias se pueden resolver mediante el uso de medios de entrada alternativos, como pantallas táctiles, esto impone una restricción considerable en el flujo natural de la interacción.

A veces las contingencias entre el comportamiento del robot y los niños (p. ej., que el robot mueva la mano frente a un niño) no son tan rápidas como los eventos sociales cuando se trata de niños pequeños (p. ej., cuando el robot hace el gesto con la mano el niño

ya no está). Para solucionarlo se pueden aplicar contingencias similares a un reflejo simple (p. ej., que el robot se ría inmediatamente después de que le toquen la cabeza) pero esto limita el comportamiento.

Otras mejoras hacen referencia a la necesidad de guiones dinámicos para adaptarse con flexibilidad al contexto social construido con el niño. Esto es particularmente útil para promover la atención conjunta, ya que la capacidad de ajustar la respuesta del robot y volver a involucrar rápidamente al niño en la tarea es esencial cuando el niño pierde la participación y la atención. En el entrenamiento de la atención conjunta, se podría recomendar un robot como Keepon (Kozima et al., 2009), ya que su sencillez podría ayudar a los niños a centrar la atención en determinados aspectos sociales claves que son necesarios para la habilidad que se está entrenando, al tiempo que limita estímulos que distraen o confunden. Además, el diseño de robots sociales debe considerar la necesidad de proporcionar diferentes señales sociales (es decir, señalar, orientar la mirada...).

Se ha mostrado que el comportamiento háptico en la relación robot - niños de 18 a 24 meses es un potente predictor de la calidad de la interacción y el vínculo afectivo. Los primeros estudios de robot tipo 1 se centraron en la interacción monomodal, como Haptic Creature (Yohanan & MacLean, 2012) que proporciona retroalimentación emocional del contacto táctil, pero actualmente cada vez hay un mayor número de robots multimodales. El reconocimiento multimodal es importante porque el robot reconoce señales redundantes para una mejor comprensión del estado afectivo y los pensamientos del niño, Probo (Goris et al., 2011) es un ejemplo de robot social multimodal.

### **Formas primarias de conductas empáticas y prosociales con un robot**

Una de las grandes limitaciones de estos robots es que se comportan de acuerdo con un conjunto de reglas preprogramadas, por lo que es difícil obtener una interacción altamente autónoma a largo plazo entre robots y niños (Woo et al., 2021).

El estudio de Tanaka et al. (2007) fue uno de los primeros en comprobar que, bajo ciertas condiciones, las formas primarias de las conductas prosociales pueden aparecer a través de la interacción niño-robot del mismo modo que lo hacen en interacción con sus compañeros. Para ello se introdujo al robot humanoide Qrio en un aula de niños de 18 a 24 meses durante más de 5 meses. Los resultados mostraron que, con el tiempo, en lugar de perder interés, los niños establecieron un vínculo y una socialización similar a la de un compañero humano: los abrazos que antes dirigían a otros objetos (oso de peluche o un robot inanimado, confortables y fáciles de manejar) fueron desplazados hacia el robot (a pesar de ser el menos abrazable); del mismo modo, solo dirigían conductas de cuidado, protección y ayuda al robot. Se halló que las variables más influyentes en la calidad de la interacción niño-robot eran: la autonomía del robot; el amplio repertorio de conductas; el grado en el que la conducta del robot era predecible; y la contingencia de sus respuestas.

Actualmente la IAS trata que el robot sea más autónomo a través de una cierta habilidad de aprendizaje para desarrollar nuevos comportamientos y expresiones según el modelo de bucle afectivo (McStay & Rosner, 2021). Estas técnicas avanzadas de aprendizaje utilizan sensores biométricos para descifrar y

responder individualmente a las respuestas emocionales de los niños mientras recopilan y analizan datos sensoriales, habitualmente visuales, auditivos y táctiles. Lo que permite aprender, adaptarse y responder a las necesidades y preferencias de un niño en particular, pero también tener su propio ‘estado de ánimo’.

Vircikova et al. (2015) probaron este modelo en el medio escolar. El robot utilizado, Nao, era capaz de percibir los estados emocionales a través de un sistema de reconocimiento emocional, pero además el bucle afectivo le permitía planificar sus respuestas y aprender expresiones emocionales a través de la experiencia. El objetivo del proyecto era que los alumnos de 5 a 7 años pudieran aprender nuevas palabras en inglés. Durante el experimento, el robot regulaba sus emociones analizando las reacciones emocionales de los niños. Por ejemplo, demostraba alegría si percibía que el niño estaba contento porque había recordado una palabra, pero si detectaba que el niño empezaba a aburrirse el robot dejaba de enseñar y entretenía al niño (por ejemplo, bailando). Dependiendo de la emoción anterior y del contexto el robot no solo adaptaba la expresión de la emoción, sino también el comportamiento. El estudio demostró que la adaptación de la respuesta a diversos entornos y la personalización de la interacción son dos características necesarias para el desarrollo de una relación a largo plazo. Resultados semejantes se han hallado con el robot interactivo Robovie en una escuela primaria donde los niños podían interactuar con él durante el recreo (Kanda et al., 2007).

### Empatía emocional y toma de perspectiva de Nivel 1 en IAS

La empatía emocional podría ser una extensión del contagio emocional con más capacidades en términos de autoconciencia y autoconocimiento del otro, está relacionada con el desarrollo temprano de la toma de perspectiva y se puede observar en niños de 24 meses. Los niños están en el Nivel 1 de la toma de perspectiva cuando entienden que el contenido de lo que ven puede diferir de lo que otro ve en la misma situación. Esta etapa se refiere a la segunda muñeca del modelo de Frans de Waal (2012).

En IAS este comportamiento, más complejo que el del Robot Social Tipo I, lo explican mediante el aprendizaje por condicionamiento clásico. En este caso el robot asocia señales neutras del niño o del contexto en el que se producen las interacciones empáticas (estímulo neutro, p.ej. el canto de un pájaro) con las señales emocionales del niño (estímulo incondicionado, p.ej. sonrisa) y el estado afectivo asociado (respuesta incondicionada, p.ej. alegría). Una vez condicionado, el único estímulo condicionado

(canto del pájaro) es suficiente para que el robot presente una respuesta condicionada (alegría). Por lo tanto, se espera que un Robot Social Tipo II asocie determinadas situaciones o acontecimientos con determinadas emociones, sin embargo, al igual que ocurre en los niños menores de 4 años, esta comprensión de las emociones ajenas está limitada por la experiencia.

Un ejemplo de robot que muestran este tipo de comportamiento empático es Pepper, el cual combina conocimiento, percepción y capacidad de predecir las acciones y consecuencias de los demás. Para ello analiza las habilidades del niño no solo desde el estado actual sino también desde un conjunto de diferentes estados que el niño podría alcanzar (Pandey et al., 2013). Implica un comportamiento proactivo y la evaluación de una situación desde diferentes perspectivas (Buyukgoz et al., 2021), aunque siempre lo hace desde su experiencia.

En la tabla 2 se describen las dimensiones de los robots sociales que han mostrado tener efecto en alguna de las variables relacionadas con la empatía emocional.

### Empatía cognitiva y toma de perspectiva de Nivel 2 en IAS

A partir de los 4 años el niño aprenderá que el efecto de un acontecimiento no depende de la situación concreta, sino de la evaluación de la persona. Se puede decir que cuando los niños entienden que ellos y otra persona pueden ver la misma cosa simultáneamente desde diferentes perspectivas han alcanzado el Nivel 2 de toma de perspectiva. Este nivel está relacionado con la mentalización. La toma de perspectiva se considera el proceso cognitivo más avanzado entre los procesos de empatía, corresponde a la tercera muñeca del modelo de Frans de Waal (2012) y sería el paso final de un robot social empático: Robot Social Tipo III.

En los procesos descritos hasta ahora la emoción del robot coincidía, o era congruente, con la del niño, en esta etapa el robot debe imaginar la perspectiva del niño y suprimir la propia. A partir de los 4-5 años el tipo de habilidades sociales que favorece la empatía supone la comprensión de las convenciones sociales e implica un ajuste emocional y cognitivo no sólo con la otra persona, sino con la otra persona dentro de un contexto (Grosse et al., 2020). En esta etapa el robot debe proyectar una situación imaginaria junto al estado que ha generado el niño en él para imitar la toma de perspectiva. Por ejemplo, el robot percibe una expresión de cansancio en el niño. Puede considerar varias razones, entre ellas: ‘como es la época de exámenes es posible que haya dormido

**Tabla 2.**

*Función y dimensiones de robots sociales relacionados con la empatía emocional.*

Robot	Función empática	F.	M.	N.S.	A.	I.
Nao (Manzi et al., 2020; Vircikova et al., 2015)	Autónomo y personalizable, motiva la participación de los estudiantes.	4	5	3	3	3
Pepper (Buyukgoz et al., 2021; Pandey et al., 2013)	Exhibe lenguaje corporal. Analiza desde distintas perspectivas y presenta comportamientos proactivos.	4	5	3	5	3
Affetto (Ishihara et al., 2018)	Influye a través de sus expresiones faciales en la calidad de las interacciones con su cuidador	5	5	3	5	5
iCat (Castellano et al., 2017)	Proporciona retroalimentación afectiva por medio de expresiones faciales y verbales.	3	5	3	3	5
Jibo (Ali et al., 2021)	Autónomo y personalizable, reconocimiento emocional facial.	2	5	0	0	3
Kaspar (Wood et al., 2013)	Reacciones emocionales a través de un teclado inalámbrico o activando los sensores táctiles del robot.	5	5	3	3	3

*Nota.* Dimensiones propuestas por Bartneck & Forlizzi (2004). F.: forma; M.: modalidad, N.S.: normas sociales; A.: autonomía; I.: interactividad

poco', lo que puede hacer que diga: 'dormir bien es importante para retener lo aprendido'. Tal respuesta requiere una construcción virtual de la situación del niño y los estados emocionales asociados con él desde esa perspectiva.

Ser socialmente habilidoso significa ser capaz de evaluar correctamente los problemas de un contexto socioemocional para producir una situación socialmente esperada en relación con el análisis realizado desde el punto de vista del otro o desde el propio interés. De esta manera, se puede contribuir de manera fundamental a la comprensión de las emociones propias y ajenas. Un interesante estudio muestra que el tipo de estrategias utilizadas por los niños de 8 y 10 años cuando un robot viola las normas sociales depende de la capacidad que tienen para adoptar el punto de vista del robot (Serholt, et al., 2020).

En esta etapa de desarrollo la relevancia del uso de la IAS es que el niño pueda desarrollar medios pragmáticos de regulación emocional intra e interpersonal. En este sentido el robot debería poder sentir y tener un resultado empático dependiendo de los factores de modulación, pudiendo decidir calibrar la fuerza de su respuesta empática o incluso no expresarla. Sin embargo, la investigación con este tipo de robots es aún escasa (Banisetty et al., 2021; Tejwani et al., 2022).

### Conclusiones

Gran parte del trabajo existente de IAS podría usarse para apoyar el aprendizaje de habilidades empáticas en la educación, pero existe un número muy reducido de investigaciones que haya explorado esta área.

El objetivo de este estudio no era mostrar un modelo integrado que reproduzca la empatía interpersonal humana, mucho más compleja, sino encontrar un modelo selectivo y organizador de los componentes que influyen en el proceso de la empatía humano y que pueda ayudar a entrenarlos. Dependiendo de las tareas, los modelos que simulan capacidades empáticas sofisticadas podrían ser un obstáculo para la adquisición de características más simples en edades tempranas. Por lo que, según la edad del niño, y la fase de empatía en la que se encuentre, los factores críticos a considerar en el diseño de un robot empático pueden variar.

El mecanismo percepción-acción es un mecanismo relativamente sencillo que está presente durante los primeros meses de vida y que ya se ha implementado con éxito en IAS. No toda la empatía puede reducirse a este mecanismo, pero los niveles de empatía cognitivamente más elevados no podrían existir sin él, por lo que parece lógico comenzar trabajando desde las formas más básicas.

Actualmente, la mayoría de las investigaciones empáticas sobre robots sociales se están moviendo lentamente hacia los robots Tipo II, y se están comenzando a ver robots empáticos Tipo I en la industria. Se espera ver investigaciones sobre robots Tipo III, independientes de dominio y capaces de modular la respuesta empática, en un futuro próximo.

Esta revisión sirve para mostrar el estado actual de la IAS en la educación y proponer un uso que ayude a mejorar la calidad de vida presente y futura. Sin embargo, a medida que la programación robótica es más efectiva para simular interacciones sociales humanas reales, se requieren aspectos éticos y de seguridad importantes (McStay & Rosner, 2021). Es posible que el desarrollo de la empatía, base de las conductas colaborativas y prosociales, desde la infancia

temprana ayude a solventar algunas de las polémicas éticas y sociales que genera la implementación de la IAS en la sociedad.

### Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses.

### Referencias

- Ali, S., Park, H., & Breazeal, C. (2021). A social robot's influence on children's figural creativity during gameplay. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 28, 100234. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100234>
- Banisetty, S. B., Rajamohan, V., Vega, F., & Feil-Seifer, D. (2021). A deep learning approach to Multi-Context Socially-Aware Navigation. *30th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication (RO-MAN)*, 2021, pp. 23-30. <https://doi.org/10.1109/RO-MAN50785.2021.9515424>.
- Bartneck, C., & Forlizzi, J. (2004). A design-centred framework for social human-robot interaction. In *RO-MAN 2004 : 13th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, September 20-22, 2004, Kurashiki* (pp. 591-594). Institute of Electrical and Electronics Engineers. <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2004.1374827>
- Bisquerra, R., & Alzina, S. (2017). Psicología positiva, educación emocional y el Programa Aulas Felices. *Papeles del Psicólogo*, 38(1), 58-65. <https://doi.org/10.23923/pap.psicol2017.2822>
- Buyukgoz, S., Pandey, A. K., Chamoux, M., & Chetouani, M. (2021). Exploring behavioral creativity of a proactive robot. *Frontiers in Robotics and AI*, 8, 694177. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.694177>
- Castellano, G., Leite, I., & Paiva, A. (2017). Detecting perceived quality of interaction with a robot using contextual features. *Autonomous Robots*, 41, 1245-1261. <https://doi.org/10.1007/s10514-016-9592-y>
- Causo, A., Vo, G. T., Chen, I., & Yeo, S. H. (2016). Design of robots used as education companion and tutor. In *Robotics and mechatronics* (pp. 75-84). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-22368-1\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-22368-1_8)
- de Waal, F. B. (2012). The antiquity of empathy. *Science* (New York, N.Y.), 336(6083), 874-876. <https://doi.org/10.1126/science.1220999>
- de Waal, F., & Preston, S. D. (2017). Mammalian empathy: Behavioural manifestations and neural basis. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(8), 498-509. <https://doi.org/10.1038/nrn.2017.72>
- Feng, S., Wang, X., Wang, Q., Fang, J., Wu, Y., Yi, L., & Wei, K. (2018). The uncanny valley effect in typically developing children and its absence in children with autism spectrum disorders. *PLoS one*, 13(11), e0206343. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206343>
- Geangu, E., Benga, O., Stahl, D., & Striano, T. (2010). Contagious crying beyond the first days of life. *Infant Behavior & Development*, 33(3), 279-288. <https://doi.org/10.1016/j.infbeh.2010.03.004>
- Gómez-León, M. I. (2020). Desarrollo de la alta capacidad durante la infancia temprana. *Papeles del Psicólogo*, 41(2), 147-158. <https://doi.org/10.23923/pap.psicol2020.2930>
- Goris, K., Saldien, J., Vanderborght, B., & Lefeber, D. (2011). Mechanical Design of the huggable Robot Probo. *International Journal Humanoid Robotics*, 8, 481-511. <https://doi.org/10.1142/S0219843611002563>
- Grosse Wiesmann, C., Friederici, A. D., Singer, T., & Steinbeis, N. (2020). Two systems for thinking about others' thoughts in the developing brain. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 117(12), 6928-6935. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916725117>

- Ishihara, H., Wu, B., & Asada, M. (2018). Identification and evaluation of the face system of a child android robot Affetto for surface motion design. *Frontiers in Robotics and AI*, 5, 119. <https://doi.org/10.3389/frobt.2018.00119>
- Kahn, P. H., Jr, Kanda, T., Ishiguro, H., Freier, N. G., Severson, R. L., Gill, B. T., Ruckert, J. H., & Shen, S. (2012). “Robovie, you’ll have to go into the closet now”: Children’s social and moral relationships with a humanoid robot. *Developmental Psychology*, 48(2), 303–314. <https://doi.org/10.1037/a0027033>
- Kanda, T., Sato, R., Saiwaki, N., & Ishiguro, H. (2007). A two-month field trial in an elementary school for long-term human-robot interaction. *IEEE Transactions on Robotics*, 23(5), 962–971. <https://doi.org/10.1109/TRO.2007.904904>
- Kozima, H., Michalowski, M. P., & Nakagawa, C. (2009). Keep on. *International Journal of social robotics*, 1(1), 3-18. <https://doi.org/10.1007/s12369-008-0009-8>
- Lewkowicz, D. J., & Ghazanfar, A. A. (2012). The development of the uncanny valley in infants. *Developmental Psychobiology*, 54(2), 124–132. <https://doi.org/10.1002/dev.20583>
- Manzi, F., Peretti, G., Di Dio, C., Cangelosi, A., Itakura, S., Kanda, T., Ishiguro, H., Massaro, D., & Marchetti, A. (2020). A robot is not worth another: Exploring children’s mental state attribution to different humanoid robots. *Frontiers in Psychology*, 11, 2011. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.02011>
- McStay, A., & Rosner, G. (2021). Emotional artificial intelligence in children’s toys and devices: Ethics, governance and practical remedies. *Big Data & Society*. <https://doi.org/10.1177/2053951721994877>
- Mori, M., MacDorman, K. F., & Kageki, N. (2012). The uncanny valley. *IEEE Robotics and Automation Magazine*, 19(2), 98–100. <https://doi.org/10.1109/MRA.2012.2192811>
- Nitsch, V., & Popp, M. (2014). Emotions in robot psychology. *Biological Cybernetics*, 108(5), 621–629. <https://doi.org/10.1007/S00422-014-0594-6>
- Pandey, A. K., Ali, M., & Alami, R. (2013). Towards a task-aware proactive sociable robot based on multi-state perspective-taking. *International Journal of Social Robotics*, 5, 215-236. <https://doi.org/10.1007/s12369-013-0181-3>
- Park, S., & Whang, M. (2022). Empathy in human–robot interaction: Designing for social robots. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1889. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031889>
- Park, S., Kim, S. P., & Whang, M. (2021). Individual’s social perception of virtual avatars embodied with their habitual facial expressions and facial appearance. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(17), 5986. <https://doi.org/10.3390/s21175986>
- Schiff, D. (2021). Out of the laboratory and into the classroom: the future of artificial intelligence in education. *AI & society*, 36(1), 331-348. <https://doi.org/10.1007/s00146-020-01033-8>
- Serholt, S., Pareto, L., Ekström, S., & Ljungblad, S. (2020). Trouble and repair in child-robot interaction: A study of complex interactions with a robot Tutee in a primary school Classroom. *Frontiers in Robotics and AI*, 7, 46. <https://doi.org/10.3389/frobt.2020.00046>
- Stevens, F., & Taber, K. (2021). The neuroscience of empathy and compassion in pro-social behavior. *Neuropsychologia*, 159, 107925. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107925>
- Tanaka, F., Cicourel, A., & Movellan, J. R. (2007). Socialization between toddlers and robots at an early childhood education center. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(46), 17954–17958. <https://doi.org/10.1073/pnas.0707769104>
- Tejwani, R., Kuo, Y., Shu, T., Katz, B., & Barbu, A. (2022). Social interactions as recursive MDPs. *Proceedings of the 5th Conference on Robot Learning*, in *Proceedings of Machine Learning Research*, 164, 949-958. <https://proceedings.mlr.press/v164/tejwani22a.html>
- Vircikova, M., Magyar, G., & Sincak, P. (2015). The affective loop: A tool for autonomous and adaptive emotional human-robot interaction. In *Robot Intelligence Technology and Applications 3* (pp. 247-254). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-16841-8\\_23](https://doi.org/10.1007/978-3-319-16841-8_23)
- Watanabe, A., Ogino, M., Asada, M. (2007). Mapping facial expression to internal states based on intuitive parenting. *Journal of Robotics and Mechatronics*, 19(3), 315–323. <http://www.er.ams.eng.osaka-u.ac.jp/Paper/2007/Watanabe07b.pdf>
- Woo, H., LeTendre, G. K., Pham-Shouse, T., & Xiong, Y. (2021). The use of social robots in classrooms: A review of field-based studies. *Educational Research Review*, 33, 100388. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100388>
- Wood, L. J., Dautenhahn, K., Rainer, A., Robins, B., Lehmann, H., & Syrdal, D. S. (2013). Robot-mediated interviews-how effective is a humanoid robot as a tool for interviewing young children?. *PloS one*, 8(3), e59448. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0059448>
- Yohanan, S., MacLean, K. E. (2012). The role of affective touch in human-robot interaction: Human intent and expectations in touching the haptic creature. *International Journal of Social Robotics*, 4, 163–180. <https://doi.org/10.1007/s12369-011-0126-7>