

## La robótica ludoeducativa como una disciplina multidisciplinaria

### Ludoeducational robotics as a multidisciplinary discipline

*Manuel A. Ojeda-Misses<sup>a</sup>*

---

#### Abstract:

This article presents the theoretical and conceptual formulation of ludo-educational robotics from a multidisciplinary approach. The main contribution of this article is the definition of the concepts of robotics, robot and ludo-educational application through a deliberate balance between robotics, game sciences and didactics of languages and cultures. Also, a practical example developed for learning purposes is presented and the various aspects and contributions of the proposed discipline are discussed, seeking the contribution from each discipline problematizing the game. The practical case of a ludo-educational robot is used for the playful learning of parts of the body in French. Finally, the main characteristics of the definition and the robot presented are evoked to then discuss and mention future perspectives.

#### Keywords:

*Ludoeducational robot, multidisciplinary, robotics, language and culture teaching, game science.*

---

#### Resumen:

En este artículo se presenta la formulación teórica y conceptual de la robótica ludoeducativa desde un enfoque multidisciplinario. La principal contribución de este artículo es la definición de los conceptos de robótica, robot y aplicación ludoeducativa mediante un equilibrio deliberado entre la robótica, ciencias de juegos y didáctica de lenguas y culturas. Asimismo, se presenta un ejemplo práctico desarrollado con fines de aprendizaje y se discuten las diversas vertientes y los aportes de la disciplina propuesta buscando el aporte desde cada disciplina problematizando el juego. El caso práctico de un robot ludoeducativo es usado para el aprendizaje lúdico de partes del cuerpo en francés. Finalmente, se evocan las principales características de la definición y el robot presentado para luego discutir y mencionar perspectivas futuras.

#### Palabras Clave:

*Robot ludoeducativo, multidisciplinario, robótica, didáctica de lenguas y culturas, ciencias del juego.*

---

### 1. Introducción

La robótica es una de las áreas con mayor potencial de aplicación, e incluye desde nanorobots utilizados en tareas complejas en operaciones quirúrgicas hasta robots industriales, submarinos y naves espaciales. Los robots han permitido resolver problemas en múltiples áreas, tales como los procesos de fabricación y de automatización, y han tenido un impacto significativo en

sectores como la agricultura, la minería, el transporte, la exploración y la rehabilitación, entre otros.

En el ámbito específico de la robótica requiere del desarrollo de sistemas integrados mediante sensores capaces de medir las variables de interés –relativas al entorno, al usuario y/o al robot– así como actuadores capaces de poner en movimiento las extremidades, los eslabones o las ruedas del dispositivo, dando así lugar a robots guías (Ailon *et al.*, 2000), (Alexander *et al.*, 1989),

---

Manuel Alejandro Ojeda Misses, Tecnológico Nacional de México, <https://orcid.org/0000-0002-5916-5032>, Email: [manuel.o.m@huixquilucan.tecnm.mx](mailto:manuel.o.m@huixquilucan.tecnm.mx)

Fecha de recepción: 03/0/2022, Fecha de aceptación: 30/09/2022, Fecha de publicación: 05/11/2022



robots de apoyo a la rehabilitación y robots sociales (Hamdy, 1992), (Hatshimoto, 1998), robots con navegación y el mapeo simultáneo (Yu *et al.*, 2016), robots multiagentes (García *et al.*, 2010), robots educativos (Raibert *et al.*, 1983), (Rainer *et al.*, 2010) y robots lúdicos (Raine *et al.*, 2019), (Muir *et al.*, 1986), (Steels, 2012), (Faust *et al.*, 2006), (Ohashi *et al.*, 2014). En este artículo se presentan aquellos trabajos de investigación identificados durante la revisión de la literatura, según tres categorías: aquellos que exploran la articulación entre la robótica y el aprendizaje de lenguas, robótica y juego y, finalmente, juego y aprendizaje de lenguas.

### 1.1. Robótica y aprendizaje de lenguas

En cuanto a la robótica aplicada al aprendizaje de lenguas, se han encontrado trabajos de robótica educativa que permiten concebir, diseñar y desarrollar robots que apoyen el proceso de enseñanza/aprendizaje (Sykes, 2009), (Sykes, 2013).

En el ámbito específico de la didáctica de lenguas, se han diseñado algunos robots educativos tales como: el trabajo de Steels (Steels, 2001), (Steels, 2012), que combinan la inteligencia artificial y los juegos de lengua a través de secuencias de interacción verbal entre dos agentes situados en un entorno.

En realidad, la mayoría de las aplicaciones para el aprendizaje de lenguas con robots han sido concebidas para su implementación mediante el robot Nao (Ishida *et al.*, 2016), (Raessens, 2006). Nao ha sido ampliamente utilizado en diferentes disciplinas; ejemplo de ello es la propuesta de (Veloso *et al.*, 2012) donde ha sido empleado para un juego de fútbol sin la intervención del usuario.

Los robots ludoeducativos buscan aprovechar los recursos tecnológicos para brindar herramientas atractivas, interactivas y de fácil uso para el aprendizaje de lenguas. Por esta razón, se ha optado por una perspectiva crítica hacia lo que (Genvo, 2011), sugiere llamar ludicización antes que gamificación, integrando además los trabajos realizados por (Alvarez *et al.*, 2017), (Bouko *et al.*, 2016), y (Deterding *et al.*, 2014).

### 1.2. Robótica y juego

La robótica lúdica no está condicionada a la invención de juegos nuevos; de hecho, en muchos casos, sólo se hace uso de la tecnología para adaptar juegos ya existentes.

Dentro de los trabajos de investigación en la intersección entre robótica y juego destacan el robot diseñado para jugar gato contra un humano desarrollado por (Galán *et al.*, 2011). En este caso, los autores emplean una webcam para identificar las marcas "x" y "o" en un tablero de 3x3 mediante un brazo robótico. El juego de damas implementado por (Aliane *et al.*, 2011) mediante la intervención de un robot manipulador. Está integrado por

un control del robot, una comunicación con el controlador del robot y un subsistema de visión. Los robots móviles programados para jugar ajedrez chino, descritos en (Su *et al.*, 2009). Poseen una interfaz de comunicación gracias a la cual se procesan y se envían instrucciones que indican las posiciones deseadas según los requerimientos del juego

Estos ejemplos evidencian el resultado de un proceso de ludicización aplicado a la robótica (Qingtang *et al.*, 2015), (Rainer *et al.*, 2010). En ellos, se busca renovar juegos clásicos de estrategia mediante el uso de robots.

Por lo tanto, se anula en ocasiones la actitud lúdica nacida de la incertidumbre, tal como ocurre en el modelo de (Galán *et al.*, 2011) cuyo robot es infalible e incapaz de ser vencido en su juego.

En un nivel más profundo de interacción con el usuario destacan las propuestas siguientes, en (Faust *et al.*, 2006), se utilizan las tecnologías de diseño usuales en los juegos de video en un entorno dentro del cual los jugadores experimentan, cooperan y se enfrentan entre sí para resolver problemas y retos mediante equipos de robots móviles. En (Kose *et al.*, 2011), se usa el robot Nao como asistente para un juego basado en signos de lenguaje mediante el uso de la interacción y la imitación, dicho lenguaje está basado en gestos con las manos. En (Hansen *et al.*, 2012), (Hansen *et al.*, 2011) los autores presentan un robot destinado a la rehabilitación de personas de la tercera edad a partir la utilización de juegos de persecución. En este contexto, el robot es empleado para una actividad cuyo fin es lograr mantener la atención de los usuarios mediante expresiones. En (Negrete *et al.*, 2014) se usa un robot de servicio, llamado Justina, diseñado y programado para la navegación en un laboratorio, logrando la interacción del robot con el entorno. En cuanto a la asociación entre robótica y juegos, existen tres precedentes: la plataforma abierta diseñada por (Iturrate *et al.*, 2013), que permite controlar a distancia un robot móvil dentro de un laberinto mediante preguntas con fin pedagógico. La arquitectura orientada al servicio para juegos serios concebida por (Carvalho *et al.*, 2015) destinada al aprendizaje de la teoría de probabilidad utilizando un esquema de preguntas y respuestas. La propuesta de (Qingtang *et al.*, 2015), quienes diseñaron un juego en el cual es preciso controlar un avatar con movimientos del cuerpo mediante el uso de Kinect. En (Lim *et al.*, 2015), se presenta un robot educativo capaz de llevar a cabo emociones específicas durante diversas dinámicas.

### 1.3. Juego y aprendizaje de lenguas

En este contexto, la intersección entre didáctica de lenguas y ciencias del juego ha sido ampliamente estudiada por (Silva, 1999), (Silva, 2008), (Silva, 2013), (Sykes, 2009), (Sykes, 2013) al igual que la articulación entre juego, educación y tecnología (Freitas *et al.*, 2011),

(Galán *et al.*, 2011), (Gee, 2007), (Genvo, 2011), (Gardner *et al.*, 1979), (Kapp, 2012), (Squire, 2011), (Steinkuehler *et al.*, 2012), (Stevens *et al.*, 2009) o el sitio de las tecnologías en el aprendizaje de idiomas (Sockett, 2014), (Squire, 2011), pero sin una atención específica a la robótica. Por lo anterior, que resulta relevante abordar el problema desde una óptica pluridisciplinar que integra tanto la dimensión tecnológica desde la robótica como las consideraciones derivadas de los avances recientes de las ciencias del juego y de la DLC. Existen, desde luego, algunos trabajos de investigación enfocados a los juegos que sí estudian el impacto en el aprendizaje (Freed, 2002). Respecto al contacto entre el juego y el aprendizaje de lenguas, resulta de gran importancia el trabajo de (Yanes *et al.*, 2019), que realiza el análisis de una taxonomía basada en el uso de la gamificación y juegos serios para el aprendizaje del idioma inglés, presentando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. A propósito de las aplicaciones destinadas a la DLC mediante juegos, destacan los siguientes antecedentes: en (Wu *et al.*, 2017) desarrollan un juego interactivo para el aprendizaje de una segunda lengua. En (Kitichaiwat *et al.*, 2014) implementan un juego basado en los juegos de videos para el aprendizaje del idioma inglés mediante sonidos. Como puede apreciarse, en esta área destaca el inglés como lengua dominante y se omite la problematización del concepto de juego.

Pocos trabajos están enfocados a la didáctica y aún menos a la problematización de juego (Silva, 2013), (Silva, 1999), aspectos centrales en el desarrollo de un robot ludoeducativo. Lo anterior fundamenta la relevancia de presentar una metodología capaz de integrar de manera equilibrada la robótica móvil, el aprendizaje de lenguas y las ciencias del juego.

Dado que la robótica, la didáctica de lenguas y las ciencias del juego aparecen dispersos en diferentes modelos, sin que haya una disciplina que las integre, surge la motivación de proponer un marco teórico y conceptual pluridisciplinar del cual deriva una propuesta de la robótica ludoeducativa cuyo fin es brindar nuevos enfoques de aprendizaje problematizando al juego y hacer uso de los nuevos enfoques de aprendizaje.

## 2. Metodología

El principal contribución de este artículo consiste en formular la definición de robótica y robot ludoeducativo desde la combinación poco usual de la robótica móvil, la didáctica de lenguas y culturas y las ciencias del juego, desde la teoría y desde la práctica. Se presentan resultados mediante el uso de un robot ludoeducativo y una aplicación desarrollada durante el proyecto considerando que se busca orientar a la búsqueda de una solución novedosa de interacción humano/máquina funcional, de

fácil manejo y abierta a una personalización de mecanismos y contenidos, en función de contextos variados para el aprendizaje lúdico de idiomas.

Cabe destacar que, según los resultados de la exploración realizada, ninguno de los trabajos existentes combina plenamente la robótica, la didáctica de lenguas y las ciencias del juego. Se consideran los aportes más actuales de las tres disciplinas involucradas, con el fin de diseñar y desarrollar herramientas teóricas y prácticas pertinentes y eficaces considerando tres principales variables: la robótica móvil, el aprendizaje de lenguas y el juego como herramienta de apoyo a dicho aprendizaje.

Hasta hoy, como se ha presentado existen pocos estudios que problematizan adecuadamente la articulación multidisciplinaria entre la robótica, la didáctica de lenguas y las ciencias del juego. Los diversos trabajos previos suelen combinar sólo dos de las tres disciplinas consideradas, realizando estudios sobre robótica educativa, robótica lúdica y/o didáctica lúdica

Para definir la robótica ludoeducativa, es preciso partir de los tres elementos conceptuales que la componen: robótica, ludo- y educativa. La robótica (Asimov, 1950), (Spong *et al.*, 1989) es dada como la disciplina que estudia el diseño y construcción de máquinas capaces de desempeñar tareas realizadas por el ser humano o que requieren del uso de inteligencia. Por su parte, el prefijo ludo- remite al campo de lo lúdico (Real Academia Española, 2014), derivado etimológicamente del sustantivo latino ludus (juego); así designa, todo lo relativo a la metáfora de juego, trátese de materiales, estructuras, contextos y/o actitudes. Finalmente, "educativa" (Real Academia Española, 2014), remite a aquello que sirve para educar. Etimológicamente, la palabra proviene del latín educare (Castellano *et al.*, 1995), criar, formar, instruir en alguna actividad.

Así, la robótica ludoeducativa engloba los robots con fines educativos que recurren a aplicaciones lúdicas con fines de enseñanza y aprendizaje. Ahora bien, esta denominación no hace evidente un aspecto básico de la robótica ludoeducativa, a saber, la interacción. En efecto, los robots arriba mencionados requieren una interfaz humano-máquina basada en un modelo de interacción humano-robot (Dumas *et al.*, 2009), (Riberio *et al.*, 2016), (Admoni *et al.*, 2017), (Lasota *et al.*, 2017), (Siregar *et al.*, 2017), (Pérez *et al.*, 2021) capaz de procesar la información de su entorno, detectar al usuario y establecer movimientos específicos. Las interfaces (Lasota *et al.*, 2017), (Siregar *et al.*, 2017), (Pérez *et al.*, 2021) comúnmente están equipadas con cámaras, sensores y actuadores controlados por una computadora, un procesador, un microprocesador o un sistema que le permita ser programado.

Por ende, podemos reformular y completar la definición anterior para postular que la robótica ludoeducativa es

aquella rama de la robótica que busca aprovechar la interacción humano-máquina integrando consideraciones didácticas y lúdicas.

La robótica ludoeducativa es propuesta entonces como una disciplina nueva y específica, constituida a partir de la sinergia razonada de la robótica, la didáctica y las ciencias del juego para promover una interacción eficaz. Consta de diferentes subáreas, entre las cuales está aquella que está en el meollo de este trabajo: la robótica ludoeducativa aplicada a la enseñanza/aprendizaje de lenguas extranjeras.

La robótica ludoeducativa busca concebir, diseñar y desarrollar aplicaciones lúdicas que promuevan el aprendizaje mediante el diseño y construcción de robots capaces de desempeñar tareas específicas, mediante el uso de sistemas de control y la programación. Contribuye a complementar el proceso de aprendizaje/enseñanza gracias al uso de las tecnologías aplicadas en situaciones formales, semiformales o informales de aprendizaje, mediante la introducción de nuevas dinámicas y nuevas actitudes, recurriendo a y promoviendo el uso de la literacidad mediática multimodal (Lacelle *et al.*, 2017), (Lebrun *et al.*, 2017), (Müller, 2000) y de las competencias del siglo XXI (Ananiadou *et al.*, 2009), (Groupe Média TFO, 2017), (World Economic Forum, 2015), (World Economic Forum, 2015).

Durante la construcción del marco teórico y conceptual, se puso especial énfasis en el concepto de interacción, cuya importancia se ha subrayado también en la segunda definición de robótica ludoeducativa. Desde la robótica ludoeducativa según ha sido postulada aquí, la interacción ludoeducativa puede ser definida como un sistema de intercambio comunicativo bi o multidireccional: la interacción se da ya sea entre el usuario y el robot ludoeducativo, ya sea entre los usuarios entre sí, ya sea entre los usuarios y el robot, sin que una de estas opciones excluya a la(s) otra(s). Las partes que intervienen en la interacción se influyen mutuamente, en un intercambio de acciones basadas en la aplicación ludoeducativa, mediante el uso de la comunicación verbal y no verbal. Esta última comprende ademanes, gestos, movimientos, sonidos expresivos, símbolos, figuras, entre otros, siempre y cuando expresen algo (Thomières, 1985), (Titone, 1976). Físicamente, la interfaz puede estar integrada mediante botones, menús y/u otros elementos tangibles o no (Siregar *et al.*, 2017), (Pérez *et al.*, 2021).

En resumen, la robótica ludoeducativa busca como objetivo principal mejorar la calidad del aprendizaje mediante el uso activo de los robots como material lúdico, promoviendo nuevas experiencias basadas en una interacción comunicativo bi- o multidireccional propicia a la aplicación de nuevos enfoques de aprendizaje, tales como la literacidad mediática multimodal y las competencias del siglo XXI.

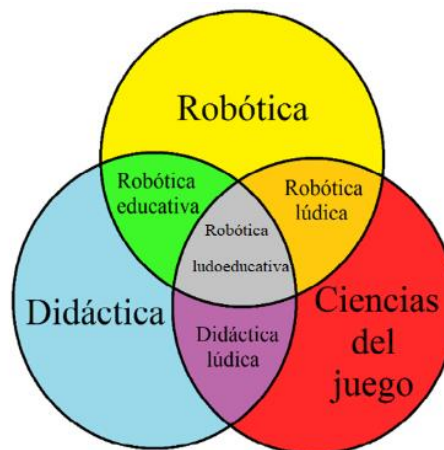


Figura 1: La intersección disciplinar de la robótica ludoeducativa.

En la Figura 1 se presenta un diagrama representativo de la sinergia de cada una de las disciplinas considerando en la intersección entre ellas a la robótica ludoeducativa. Es importante destacar que, contrariamente al diagrama aquí ilustrado, en los robots concebidos desde la robótica ludoeducativa no necesariamente deben aparecer representadas las tres disciplinas de manera proporcional. El grado de presencia de cada una dependerá del objetivo de las aplicaciones lúdicas, del tipo de interacción, del tipo de interfaz, de los elementos de literacidad mediática multimodal utilizados, del tipo de robot desarrollado, y por supuesto, del área disciplinar de aprendizaje en la cual será utilizado el robot y de la o las teorías del aprendizaje que sustenten el conjunto.

Definir el concepto de robótica ludoeducativa permite a su vez definir el concepto de robot ludoeducativo. Se propone aquí entender por robot ludoeducativo toda máquina programable destinada al desarrollo de aplicaciones lúdicas con fines de aprendizaje y constituida por una computadora, un procesador, un microprocesador y/o un microcontrolador, además de sensores, actuadores y/o cámaras, así como un sistema de control. Dicha máquina emplea una interfaz humano-máquina que permite una comunicación específica con el usuario y puede hacer uso de sonidos expresivos, símbolos, figuras, entre otros. Los robots ludoeducativos son capaces de percibir tanto las características del entorno como los movimientos realizados por el usuario.

El propósito de un robot ludoeducativo es promover un aprendizaje más efectivo, al tomar en consideración variables tales como el entorno de aprendizaje, la participación en grupo, la interacción frecuente, la retroalimentación y las conexiones con el contexto del mundo real (World Economic Forum, 2015), (World Economic Forum, 2015) mediante aplicaciones ludoeducativas.

Una aplicación ludoeducativa es dada como un programa o conjunto de programas informáticos respaldados por una estructura lúdica, con fines de aprendizaje. El sistema de reglas propio de cada aplicación ludoeducativa pone en marcha un cierto número de mecanismos y de principios precisos. La aplicación ludoeducativa tiene un contexto lúdico dado por un conjunto de elementos objetivos externos al juego. Finalmente, la aplicación ludoeducativa busca promover una actitud lúdica dada como la disposición de ánimo del jugador, vista como la convicción interna del jugador respecto al sentido de sus acciones con el juego.

Al combinar el juego con las herramientas tecnológicas, se busca que los estudiantes tengan la oportunidad de ampliar su experiencia gracias a un aumento en su motivación. Cuando su uso se da en una situación formal o semiformal, es posible lograr que el aula tradicional se convierta en un espacio renovado y atractivo, en donde tengan lugar actividades significativas, de carácter colaborativo y creativo, destinadas a afianzar el aprendizaje. En ellas, el significado es construido de tal manera que el individuo interactúa de forma significativa con el mundo que lo rodea. Esto implica dar la prioridad a las actividades grupales, de manera que exista una participación colaborativa.

Hasta fechas recientes, la enseñanza se había visto condicionada en gran parte por las herramientas educativas más usuales que se encontraban disponibles, tales como lápiz, papel y pizarrón. Las reflexiones sobre la educación del futuro destacan cómo los sistemas tecnológicos, adecuadamente configurados y utilizados, pueden resultar más poderosos, accesibles, motivantes y significativos.

Según los términos de la definición propuesta más arriba, un robot ludoeducativo, que tiene como fin promover el aprendizaje activo de una lengua a partir de la experiencia propia de cada usuario. Su diseño integral, basado en la robótica, la didáctica de lenguas y las ciencias del juego, favorece la interacción humano-máquina mediante el uso de aplicaciones que favorecen la comunicación verbal y no verbal, para el proceso de aprendizaje de idiomas en situaciones formales y semiformales.

Para asegurar una óptima integración de la robótica en el ámbito educativo, es necesario indagar las necesidades del personal encargado de los procesos de enseñanza. De acuerdo con las necesidades del prototipo robótico, éste debe contar con las siguientes características: una estructura mecánica; una programación fácil propicia al diseño de nuevas aplicaciones lúdicas para el aprendizaje; la posibilidad de desplazarse en aula de idiomas, mediatecas y/o centros educativos con el objetivo de realizar diferentes trayectorias específicas y juegos.

En cuanto a teorías del aprendizaje, un robot ludoeducativo está basado en los principios del cognoscitvismo, el

constructivismo y el interaccionismo. Del cognoscitvismo se retoma la idea según la cual el aprendizaje resulta de los procesos mentales internos del individuo, pues las acciones del ser humano no están determinadas por las propiedades de los fenómenos del medio ambiente, sino por la interpretación que el sujeto hace de ellas. Del constructivismo, se adoptan los postulados según los cuales el aprendizaje es dependiente de la cantidad y la calidad de las estructuras de organización en una persona, y el ambiente de aprendizaje puede tener múltiples efectos en la constitución de la realidad y del conocimiento. Finalmente, del interaccionismo (Da Silva *et al.*, 2005) se aprovecha la idea de no establecer relaciones de determinismo mecánico, sino de considerar al individuo como un sujeto activo: el entorno y la persona interactúan y se complementan mutuamente. Las tres teorías están centradas en un sujeto activo que construye su propio conocimiento, enfocándose en tareas que suelen tener relevancia y utilidad en el mundo real. Se vinculan así con la literacidad mediática multimodal y las competencias del siglo XXI (Groupe Média TFO, 2017), que también insisten en ese papel activo del sujeto de aprendizaje. En efecto, la literacidad mediática multimodal subraya la importancia de proveer a los aprendientes herramientas para la recepción, pero también para la interpretación y la creación de significado, vehiculado hoy según modos cada día más diversos y complejos, mientras que el desarrollo de las competencias del siglo XXI exige actividades significativas de aprendizaje basadas en el uso de tecnologías recientes para expandir la capacidad de crear, compartir, aprender y dominar el conocimiento (Rutveb *et al.*, 2005).

Con base en la propuesta de (Hilgard *et al.*, 1976), las preguntas hechas anteriormente sobre el aprendizaje, un robot ludoeducativo toma en cuenta la capacidad de aprender y las diferencias individuales. Parte de la idea de que las herramientas lúdicas para el aprendizaje pueden ayudar a motivar el aprendizaje, siempre y cuando se tenga presente la complejidad tanto del proceso de aprendizaje como de la metáfora lúdica: no todo lo que se llama juego produce los efectos esperados de un juego.

Un robot ludoeducativo busca brindar un material, unas estructuras y un contexto propicios para que sus usuarios aprendan de manera fácil, atractiva y duradera, mediante un aprendizaje significativo. Si bien los usuarios principales son aprendientes de idiomas en situaciones formales o semiformales, cualquier persona que lo desee puede utilizarlo para aprender. Así, el robot ludoeducativo será designado como un material de apoyo que pretende fortalecer en el aprendiente motivaciones intrínsecas y extrínsecas.

El tipo de aprendizaje promovido por un robot ludoeducativo es activo y cognitivo, gracias a actividades lúdicas que requieren una interacción bi y multidireccional, en lugar de una observación pasiva o una secuencia de

explicación-repetición, tal como ocurre con los usos identificados del robot Nao, inspirados en un enfoque conductista. En suma, se basa en dos principios educativos generales: el aprendizaje como un proceso activo y el aprendizaje completo, auténtico y real según (Piaget, 1979). Por lo tanto, desde el enfoque orientado a la acción en la enseñanza de lenguas (Instituto Cervantes, 2002), (Huizinga, 1990) incluye tanto el desarrollo de competencias propiamente lingüísticas como el desarrollo de competencias generales y de comunicación.

Por añadidura, un enfoque constructivista apoyado por el interaccionismo invita a considerar al profesor como un guía y mentor, otorgándole al alumno la libertad necesaria para explorar el ambiente tecnológico y construir su conocimiento, brindándole apoyo en caso de que tenga dudas o se enfrente a algún problema. Desde el enfoque del interaccionismo, la interacción de los estudiantes juega un papel muy importante, por supuesto, máxime que las tecnologías recientes han generalizado el uso de sensores capaces de medir diversas variables de interés, relativas tanto al entorno como al usuario y/o al robot.

Por su parte, las interfaces humano-máquina son capaces de procesar informaciones relativas al usuario, permitiendo una comunicación específica entre el usuario y la máquina (Escolano *et al.*, 2011), (Sirvent *et al.*, 2011). Entre los dispositivos destinados a medir las variables mencionadas y a controlar un robot móvil y sus acciones se encuentran los joysticks (Kruzic *et al.*, 2007), los dispositivos hápticos (Xiaolei *et al.*, 2017), las cámaras (Yangsheng *et al.*, 2005), (Yu *et al.*, 2016), los teléfonos inteligentes (Veenman *et al.*, 2001), (Zafar *et al.*, 2016), los relojes inteligentes (Villani *et al.*, 2017) por sólo citar los más comunes.

En cuanto a ciencias del juego, la teoría de las regiones metafóricas nos permite problematizar el concepto de juego y llevarlo a la práctica para el desarrollo de aplicaciones lúdicas. Estas cuatro regiones metafóricas son (Silva, 1999): el material lúdico, el contexto lúdico, la estructura y la actitud lúdicas.

El material lúdico se refiere a aquello con lo que se juega, hecho o no explícitamente para la actividad lúdica. Esta región de la metáfora considera los elementos que son parte del juego, es decir, se pueden tener algunos que son usados comúnmente en juegos, como dados, cartas, etc.; y, eventualmente, elementos que no fueron elaborados para jugar.

La estructura lúdica es definida como un sistema de reglas que rigen la actividad de juego. Estas reglas, propias de cada juego, ponen en marcha un cierto número de mecanismos y de principios precisos. Existen cuatro clases de reglas: las reglas específicas del juego, esenciales para su desarrollo; las disposiciones técnicas para jugar bien, aplicadas por los buenos jugadores; las reglas ligadas a la

estrategia individual; y aquellas asociadas la cultura lúdica, estrechamente relacionadas con la literacidad lúdica.

El contexto lúdico es comprendido como el conjunto de elementos objetivos externos al juego. Entre los factores que incluye están la determinación histórica, la determinación ideológica y las condiciones concretas materiales y espacio-temporales. Finalmente, la actitud lúdica es determinada como la disposición de ánimo del jugador, su convicción interna del jugador respecto al sentido de sus acciones.

Es importante considerar que el robot ludoeducativo es el principal dispositivo, elemento y/o herramienta que permitirá al aprendiente o a los aprendientes el uso de las aplicaciones lúdicas. La plataforma es pues el principal material lúdico, sin que ello implique la incompatibilidad con otros materiales. De hecho, todas las aplicaciones tendrán como material la lengua y el lenguaje. En efecto, como todo robot móvil, un robot ludoeducativo puede desempeñar tareas específicas y/o resolver problemas abiertos (Siegwart *et al.*, 2004) pues está diseñado para ser programado y su arquitectura permita desplazarse mediante estrategias de control en el aula.

(Silva *et al.*, 2017), (Silva *et al.*, 2016a), (Silva *et al.*, 2016b) subraya cómo, a pesar de su importancia, el material resulta a menudo insuficiente para transformar la percepción de una actividad y hacerla entrar dentro de la categoría de juego. Por más que el material sea atractivo y novedoso, debe ir acompañado por una estructura lúdica, es decir por un conjunto de reglas específicas.

En el caso de un robot ludoeducativo, la o las estructuras de juego están dadas por las reglas definidas para cada una de las aplicaciones ludoeducativas. Estas reglas definen las tareas y las acciones pertinentes del robot durante la interacción humano-máquina.

El desarrollo de aplicaciones ludoeducativas permite diseñar e implementar tanto juegos ya existentes—es decir, los juegos tradicionalmente entendidos como tales— como nuevas dinámicas diseñadas con fines lúdicos y eventualmente educativos. Es decir, algo que previamente no se consideraba como perteneciente al universo lúdico puede ser asociado a éste siempre y cuando se implementen reglas lúdicas de uso, como puede ocurrir con la robótica, concebida originalmente para tareas industriales.

En cuanto al contexto lúdico, éste resulta de la suma compleja de numerosos factores. Las determinaciones histórica e ideológica remiten al contexto histórico, cultural y social: las aplicaciones desarrolladas con un robot ludoeducativo son productos propios del siglo XXI, por lo que obedecen a una lógica propia de nuestra época, con sus prácticas, sus creencias y sus representaciones. Son asimismo productos que, si bien están destinados a un uso amplio, tienen origen geográficamente en un país, una ciudad, instituciones específicas: para bien y para mal, no

serán percibidos de la misma manera que si hubieran sido diseñados en otros lugares.

Respecto a las condiciones concretas materiales y espacio-temporales, un robot ludoeducativo ha sido diseñado para ser utilizado en espacios preferentemente cerrados, con iluminación uniforme. De no ser así, el robot puede ser reprogramado para adecuarse a un contexto específico. El robot permite aplicaciones individuales o grupales, de preferencia en grupos reducidos, y busca promover no sólo una interacción humano-máquina atractiva y fácil de aprender sino también la interacción entre usuarios.

Todos los elementos anteriormente citados tienen como objetivo fomentar la aparición de la actitud lúdica, de tal manera que los participantes, al estar convencidos de estar jugando, adopten hacia la actividad una disposición favorable, asociada con la implicación y la motivación. Así, se pretende que la introducción del robot en una clase de idiomas contribuya al proceso de aprendizaje, ayudando a incrementar el compromiso por aprender una segunda lengua a través de aplicaciones y dinámicas lúdicas específicas.

### 3. Aplicación ludoeducativa

La aplicación ludoeducativa presentada ha sido desarrollada en (Ojeda *et al.*, 2021) llamada *De la tête aux pieds*, donde se requirió el robot móvil sea capaz de llevar a cabo tareas y del uso de la interfaz interactiva, estableciendo la comunicación humano-máquina para realizar el envío y la recepción de datos, mientras que la ley de control permite al robot realizar los movimientos necesarios.

La aplicación ludoeducativa tiene como objetivo el aprendizaje dirigido o semiautónomo de ocho partes del cuerpo en el idioma francés, cuya meta lingüística la sensibilización, la conceptualización y/o la sistematización del vocabulario básico relativo a las partes del cuerpo humano, así como los elementos gramaticales y fonéticos correspondientes.

La Figura 2 muestra las partes del cuerpo humano incluidas hasta ahora en el repertorio. Esta primera dinámica brinda un acercamiento sonoro, visual y escrito al corpus de vocabulario. En efecto, la interfaz es capaz de enunciar el nombre de cada parte del cuerpo y, simultáneamente, muestra en pantalla la imagen correspondiente, acompañada del nombre en cuestión, siempre precedido del artículo definido (le, la o l') que, en los dos primeros casos, permite determinar el género de la palabra.



Figura 2: Partes del cuerpo en el idioma francés.

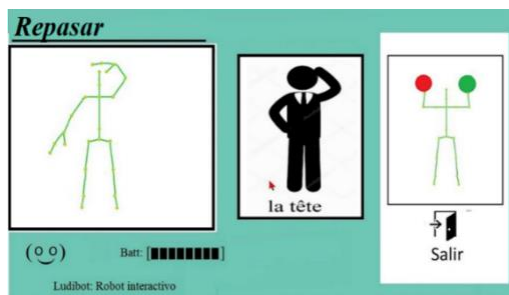


Figura 3: Interfaz con el estado "Repasar" del robot ludoeducativo.

El propósito es permitir al usuario iniciar con un proceso de aprendizaje intuitivo, mediante las palabras y tocando la parte del cuerpo correspondiente. De esta manera, el usuario descubre o repasa elementos léxicos (nombre de la parte del cuerpo), gramaticales (género de la palabra) y fonéticos (pronunciación).

La pantalla incluye tres secciones: a la izquierda aparece el título de la modalidad de juego, seguida por un recuadro con la representación del cuerpo del usuario. En el caso de la Figura 3, el jugador toca su propia cabeza, en respuesta al audio previamente emitido (la tête [latɛt]).

Considerando y evaluando las regiones metafóricas de (Silva, 1999): el material lúdico, el contexto lúdico, la estructura y la actitud lúdicas en este juego se considera que:

El material lúdico es el robot ludoeducativo, que es el principal elemento o herramienta diseñada y construida con lo que se juega, hecho o no explícitamente para la actividad lúdica.

La estructura lúdica es definida como un sistema de reglas que rigen la actividad de juego, es decir, cuando el usuario obtiene un acierto, el robot emite una señal sonora específica, muestra en pantalla un ícono de aplauso, y avanza una distancia preestablecida. En caso contrario, cuando el usuario se equivoca o tarda más de cinco segundos en dar su respuesta, el robot emite una señal sonora de error y no avanza.

El robot es capaz de emitir una señal sonora de fanfarria para felicitarlo. Para reiniciar el juego, el usuario debe emplear el estado "Salir". Ahora bien, si el usuario llega a acumular tres errores, se reproduce una señal sonora

distinta, que indica que el jugador ha perdido el juego. En tal caso, es necesario reiniciar el juego con el estado "Salir". A futuro, las distintas señales sonoras mencionadas serán sustituidas por mensajes vocales. La figura 4 muestra un usuario jugando *De la tête aux pieds*.

El contexto lúdico está enfocado en el conjunto de elementos objetivos externos al juego. Es decir, los jugadores tienen como objetivo aprender francés, por lo que, el robot ludoeducativo presentado sirve como una herramienta complementaria en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Finalmente, la actitud lúdica es determinada como la disposición de ánimo del jugador, es decir, mediante el robot ludoeducativo se busca incentivar y motivar a los aprendientes mediante la convicción interna y sea reflejado mediante sus acciones.

Se parte aquí del postulado según el cual los robots ludoeducativos tienen fines de aprendizaje y buscan propiciar una interacción multimodal a través de su interfaz humano-máquina, con el fin de establecer una comunicación específica con el usuario, con el fin de promover un aprendizaje más efectivo, al tomar en consideración variables tales como el entorno de aprendizaje, la participación en grupo, la interacción frecuente, la retroalimentación y las conexiones con el contexto del mundo real, en el caso particular, el robot está siguiendo al usuario en la aplicación las partes del cuerpo (ver Figura 4).

En suma, el carácter ludoeducativo del robot presentado depende de la manera en que se integran a su desarrollo las teorías del aprendizaje, incluyendo los enfoques de aprendizaje recientes, con énfasis en la motivación y la actitud, la interacción, las competencias por desarrollar y la literacidad mediática multimodal.

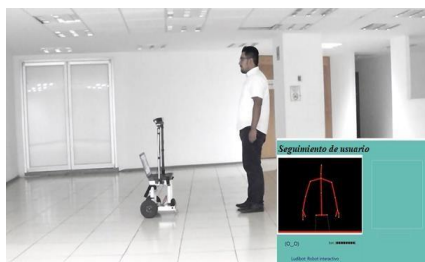


Figura 4. Usuario jugando *De la tête aux pieds*.

Se trata en efecto de favorecer la exploración, la resolución de problemas y la indagación mediante el uso de la interfaz, ya que el aprendizaje es entendido como un proceso cognitivo, constructivo e interactivo, durante el cual el usuario-aprendiente debe participar activamente en la construcción del conocimiento. La asociación de la tecnología a situaciones formales o semiformales de aprendizaje debe evitar caer en visiones conductistas hoy seriamente cuestionadas y apoyarse en los aportes más

recientes del cognoscitismo, el constructivismo y el interaccionismo, incluyendo además consideraciones en torno a la literacidad mediática multimodal y a las competencias del siglo XXI.

En efecto, mediante el uso del robot ludoeducativo se busca fomentar diferentes tipos de motivación, con especial énfasis en la motivación intrínseca, tanto a través de las representaciones favorables relativas a la robótica como a través del uso de un robot de apariencia atractiva. En efecto, los robots siguen siendo relativamente inusuales en el aula, y más aún los robots que permiten una interacción multimodal humano-máquina: su uso tiene altas probabilidades de aparecer como una propuesta didáctica innovadora, potencialmente llamativa para los usuarios. Cada uno de los subsistemas como: sistema mecánico, electrónico, robótico y de control (Ojeda-Misses, M., & Ordoñez-Moreno, J., 2022) que pueden incidir en la motivación de manera específica o simplemente el uso de un robot ludoeducativo en una clase de lenguas.

La motivación está ligada a la aplicación ludoeducativa de las partes del cuerpo, que busca propiciar la interacción, tanto la interacción humano-máquina como la interacción entre usuarios. La interacción es, de hecho, uno de los conceptos clave de nuestro marco teórico y conceptual, en la medida en que desempeña un papel crucial en las tres disciplinas consideradas y más aún en la intersección de tales disciplinas.

Las modalidades previstas de interacción humano-máquina deben ser amigables con el usuario, de tal manera que éste se concentre en la tarea por realizar y no en las dificultades ligadas al uso de la tecnología. Por ende, la interacción debe satisfacer las expectativas del usuario y seguir la lógica de las actividades de aprendizaje. Es recomendable que la interfaz promueva una interacción multimodal, gracias a la cual el robot lleva a cabo la adquisición y el reconocimiento de la información de su entorno y del cuerpo del aprendiente, promoviendo la comunicación verbal y no verbal. En efecto, la interacción multimodal fomenta el intercambio comunicativo bi- o multidireccional entre el usuario y el robot ludoeducativo, entre diversos usuarios y el robot e incluso usuarios entre sí, sin que ninguna de estas opciones excluya a la(s) otra(s). La interacción puede ser llevada a cabo mediante sensores, cámaras y/o cualquier otro dispositivo programado para llevar a cabo la adquisición de datos desde los sonidos y las imágenes predeterminados en la interfaz hasta los movimientos específicos dados por el usuario y el robot. Es necesario pues, mediante los programas y la programación adecuados, prever la adquisición y el reconocimiento de ademanes, de gestos y de movimientos. La interfaz puede estar integrada por dispositivos y menús, tangibles o no.

Gracias a las características mencionadas, se espera que el robot fomente el desarrollo de competencias



específicas. Dichas competencias pueden ser generales, discursivas o lingüísticas, con énfasis en las competencias del siglo XXI y en una amplia gama de literacidades. En efecto, los robots con fines de aprendizaje tienen como propósito apoyar el desarrollo de distintas habilidades (lógico-matemáticas, visuales y espaciales, emocionales; generales, comunicativas, sociales y de investigación), incrementar la capacidad de atención, memoria y concentración; fomentar la diversificación de los modos de organización (trabajo individual y en equipo), la exploración y/o el autoaprendizaje, entre otros.

Mediante la integración dada por el robot, se busca asimismo fomentar el desarrollo de competencias generales y comunicativas. En lo que atañe a las competencias generales, se articula así el conocimiento declarativo (saber) con las destrezas y las habilidades (saber hacer), la competencia existencial (saber ser) y la capacidad de aprender (saber aprender), dados mediante el uso y manejo del robot. En cuanto a las competencias comunicativas, son usualmente requeridas para la realización de las intenciones comunicativas requeridas por la tarea, e incluyen tanto las competencias lingüísticas y las discursivas como las pragmáticas e incluso las sociolingüísticas.

En cuanto a la noción de literacidad, las decisiones en torno al robot ludoeducativo integran elementos susceptibles de contribuir al desarrollo por parte del usuario del pensamiento crítico, la intuición, la creatividad, la comunicación y la colaboración. Para ello, el usuario debe echar mano de la curiosidad, la iniciativa y la adaptabilidad y poner a la obra diversas literacidades, entre ellas la científica, mediante el uso autónomo o semidirigido de las tecnologías de la información. La literacidad mediática multimodal puede ser promovida mediante el uso de diversos dispositivos que propician la comunicación verbal y no verbal, articulando diversos modos.

Hemos expuesto hasta ahora aquellos elementos que pueden favorecer el carácter educativo de un robot. En el caso de un robot ludoeducativo, los elementos didácticos deben articularse con elementos lúdicos.

Desde las ciencias del juego, cabe destacar que el material lúdico requerido por el robot ludoeducativo es usado como un elemento activo. Hecho o no explícitamente para la actividad lúdica, adquiere su interés lúdico y educativo en función de las reglas según las cuales se usa, del contexto en el que se usa y, sobre todo, de la actitud que logra generar en el usuario. En efecto, la actitud lúdica, entendida como la disposición de ánimo del jugador respecto de sus acciones, es la que da sentido de juego lúdico: ya no se trata de una denominación impuesta desde fuera, a partir de un material, una estructura o un contexto, sino de una convicción íntima del actor del juego.

Por ende, el enfoque constructivista, cognoscitivista e interaccionista debe verse apuntalado por un contexto propicio a un aprendizaje activo, donde el material lúdico es utilizado para dinámicas específicas, apuntaladas por la presencia de una estructura lúdica capaz de cautivar y mantener la atención durante el proceso de aprendizaje. Debidamente planeado, el juego puede introducir una dinámica de emulación y competencia, relacionada con la motivación extrínseca. Se genera entonces una disposición de ánimo peculiar. El aprendiente no se limita a recibir y emitir un input, sino que analiza, interpreta y evalúa la información recibida a través de acciones multimodales.

Así, un robot ludoeducativo puede ser considerado como parte central más no exclusiva del material lúdico, ya que puede ir acompañado por otros elementos de juego, entre ellos las palabras y el cuerpo. Asimismo, se intenta que las estrategias de control brinden al robot la posibilidad de moverse en un entorno dinámico y en disciplinas donde comúnmente no son usados los robots, como es el caso de la didáctica de lenguas y culturas.

#### **4. Conclusiones**

El proceso de investigación y desarrollo que respalda este artículo ha permitido estudiar la pertinencia de un acercamiento pluridisciplinar desde la robótica, la DLC y culturas y las ciencias del juego. Es posible considerar que la contribución presentada en este artículo se ha puesto a disposición de aprendientes de idiomas, docentes e investigadores herramientas teóricas y prácticas concebidas a partir de la robótica, que complementen y faciliten el aprendizaje de lenguas mediante el uso de la tecnología.

En una época marcada por la complejidad, con retos constantemente renovados, se decidió además no adoptar posturas unidisciplinarias en el área de la didáctica. Se consideró más productivo adoptar un enfoque multidisciplinario y multicultural, para no dar prioridad a un idioma sobre otros, pues se trata de aprovechar el potencial de un enfoque que reconoce la pluralidad.

Se dio especial énfasis a la participación del aprendiente en la construcción del conocimiento, desde un enfoque integral favorable a una interacción humano-máquina atractiva, significativa y eficaz. Dicha interacción ocurre en el marco de un proceso de enseñanza/aprendizaje de idiomas en situaciones formales y semiformales, desde una óptica que no parece haber sido estudiada aún en otros trabajos de investigación dentro de ninguna de las áreas disciplinares consideradas.

Las aplicaciones lúdicas desarrolladas con el objetivo de promover el aprendizaje consideran variables como el entorno de aprendizaje, la participación en grupo, la

interacción frecuente, la retroalimentación y las conexiones con el contexto del mundo real. De tal manera, es posible lograr apostar por transformar el aula tradicional en un espacio dinámico y atractivo, en donde tienen lugar actividades significativas, de carácter colaborativo y creativo. En ellas, el significado debe ser construido de tal manera que el individuo interactúe tanto con el robot como con sus pares, recurriendo a la literacidad mediática multimodal y a un amplio rango de competencias.

## Referencias

- [1] Admoni, H. & Scassellati, B. (2017). Social Eye Gaze in Human-Robot Interaction: A Review, *Journal of HRI*, vol. 6, no. 1, pp. 25-63.
- [2] Ailon, A., Lozano, R. & Gil, M. I. (2000). Iterative Regulation of an Electrically Driven Flexible-Joint Robot with Model Uncertainty, *IEEE Trans. Robot. Automat.*, vol. 16, pp. 863-870.
- [3] Alexander, J. C. & Maddocks, J. H. (1989). On the Kinematics of Wheeled Mobile Robots, *International Journal Robotics Res.*, vol. 8, pp. 15-27.
- [4] Aliane, N. & Bemposta, S. (2011). A Checkers Playing Robot: A Didactic Project, *IEEE Latin America Transactions*, vol. 9, núm. 5, pp. 821-826.
- [5] Alvarez, J. & Chaumette, P. (2017). Présentation d'un modèle dédié à l'évaluation d'activités ludopédagogiques et retours d'expériences, *Jeux et langues dans l'enseignement supérieur*, vol. 36, núm. 2.
- [6] Ananiadou, K. & Claro, M. (2009). 21st Century Skills and Competences for New Millennium Learners in OECD Countries, *OECD Education Working Papers*, núm. 41.
- [7] Asimov, I. (1950). *I, Robot*, Gnome Press, New York.
- [8] Bouko, C. & Alvarez, J. (2016). Serious Gaming, Serious Modding, a Serious Diverting: Are you Serious?, *Mapping the Digital: Cultures and Territories of Play*, Joyce, L., Quinn, B. (eds). Inter-Disciplinary Press, Oxford.
- [9] Carvalho, M., Bellotti, F., Berta, R., De Gloria, A., Gazzarata, G., Hu, J. & Kickmeier-Rust, M. (2015). A Case Study on Service-Oriented Architecture for Serious Games, *Entertainment Computing*, vol. 6, pp. 1-10.
- [10] Castellano, L. A. & Mársico, C. T. (1995). *Diccionario etimológico de términos usuales en la praxis docente*, Altamira, Buenos Aires.
- [11] Da Silva, G. C. & Signoret D., A. (2005). Temas sobre la adquisición de una segunda lengua, Trillas, México.
- [12] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. & Nacke, L. (2014). Du game design au gamefulness: définir la gamification, *Sciences du jeu*, núm. 2.
- [13] Dumas, B., Lalanne, D. & Oviatt, S. (2009). Multimodal interfaces: A survey of principles, models and frameworks, In *Human Machine Interaction*, Berlin, pp. 3-26.
- [14] Escolano, C. & Minguez, J. (2011). Sistema de teleoperación multi-robot basado en interfaz cerebro-computador, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, vol. 8, núm. 2, pp. 16-23.
- [15] Faust, J., Simon, C. & Smart, D. (2006). A Video Game-Based Mobile Robot Simulation Environment, *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 3749-3754.
- [16] Freed, B. (2002). *La educación. Autocrítica de Paulo Freire-Ivan Illich*, Galerna-Búsqueda de Ayllú, Buenos Aires.
- [17] Freitas, S. & Maharg, P. (2011). *Digital Games and Learning*, Continuum, Nueva York.
- [18] Galán, J., Robles, L. & Moreno, H. (2011). La robótica aplicada a la lúdica, *Tecnura*, vol. 15, núm. 30, pp. 52-63.
- [19] García, C., Saltarén, R., López, J. & Aracil, R. (2010). Desarrollo de una interfaz de usuario para el sistema robótico multiagente SMART, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, vol. 7, núm. 4, pp. 7-27.
- [20] Gardner, R. C., Clément, R., Smythe, P. C. & Smythe, C. L. (1979). *Attitude and Motivation Test Battery. Revisal Manual*, University of Western Ontario, London (Ontario).
- [21] Gee, J. P. (2007). *What Video Games Have to Teach Us about Learning and Literacy*, Palgrave Macmillan, Nueva York.
- [22] Groupe Média TFO. (2017). *Une urgence pour le monde de l'éducation: s'adapter à la révolution numérique*, Groupe Média TFO, Ottawa.
- [23] Hamdy, A. & Badreddin, E. (1992). Dynamic Modeling of a Wheeled Mobile Robot for Identification, Navigation and Control, *Modeling and Control of Technol. Syst.*, pp. 119-128.
- [24] Hashimoto, S. (1998). *Humanoid Robots in Waseda University Hadalay-2 and WABIAN*, IARP First International Workshop on Humanoid and Human Friendly Robotics, Tsukuba.
- [25] Hansen, T., Bak, T. & Risager, C. (2012). An Adaptive Game Algorithm for an Autonomous, Mobile Robot - A Real World Study with Elderly Users, *International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pp. 125-130.
- [26] Hansen, T., Rasmussen, M. & Bak T. (2012). Field Study of a Physical Game for Older Adults Based on an Autonomous Mobile Robot, *International Conference on Collaboration Technologies and Systems*, vol. 3, pp. 125-130.
- [27] Hilgard, E. & Bower, G. (1976). *Teorías del aprendizaje*, Trillas, México.
- [28] Huizinga, J. (1990). *Homo ludens*, Alianza, Madrid.
- [29] Instituto Cervantes. (2002). *Marco común europeo de referencia para las lenguas*, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, Madrid.
- [30] Ishida M., Khalifa A., Kato, T. & Yakamoto, S. (2016). Features of Learner Corpus Collected with Joining-in Type Robot Assisted Language Learning System, *Conference of the Oriental Chapter of International Committee for Coordination and Standardization of Speech Databases and Assessment Technique*, pp. 128-131.
- [31] Iturrate, I., Martín, G., García-Zubia, J., Angulo, I., Dziabenko, O., Orduña, P., Alves, G. & Fidalgo, A. (2013). A Mobile Robot Platform for Open Learning Based on Serious Games and Remote Laboratories, *1st International Conference of the Portuguese Society for Engineering Education*, pp. 1-7.
- [32] Kapp, K. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction*, Pfeiffer, San Francisco.
- [33] Kitichaiwat P., Thongsuk, M. & Ngamsuriyaraj, S. (2014). Melody Touch: A Game for Learning English from Songs, *IEEE International Student Project Conference*, pp. 13-16.
- [34] Kose, H., Yorganci, R. & Itauma, I. (2011). Humanoid Robot Assisted Interactive Sign Language Tutoring Game, *Proc. International Conference on Robotics and Biomimetics*, Phuket, pp. 2247-2248.
- [35] Kruzic, S., Music, J. & Stancic, I. (2017). Influence of Human-Computer Interface Elements on Performance of Teleoperated Mobile Robot, *Proc. MIPRO 2017*, pp. 1015-1020.
- [36] Lacelle, N., Boutin, J. F. & Lebrun, M. (2017). La littératie médiatique multimodale appliquée en contexte numérique. LMM@: outils conceptuels et didactiques, *PUQ, Montreal*.
- [37] Lasota, P., Fong, T. & Shah, J. (2017). A Survey of Methods for Safe Human-Robot Interaction, *Foundations and Trends in Robotics*, vol. 5, no. 4, pp. 261-349.
- [38] Lebrun, M., Lacelle, N. & Boutin, J. (2017). Genèse et essor du concept de littératie médiatique multimodale, *Mémoires du livre*, vol. 3, núm. 2, pp. 1-19.
- [39] Lim, A., & Okuno, H. (2015). Developing robot emotions through interaction with caregivers, *Handbook of Research on Synthesizing Human Emotion in Intelligent Systems and Robotics*, J. Vallverdú, pp. 316-337.
- [40] Muir, P. F. & Neuman, C. P. (1986). Kinematic Modeling of Wheeled Mobile Robots, *Technical Report N° CMU-RI-TR-86-12*, The Robotics Institute and The Department of Electrical and Computer Engineering, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- [41] Müller, J. (2000). L'intermédialité, une nouvelle approche interdisciplinaire: perspectives théoriques et pratiques à l'exemple de la vision de la télévision, *Cinémas. Revue d'études cinématographiques*, vol. 10, núm. 2-3, pp. 105-134.

- [42] Muriel, G. D. & Enric, M. P. (2019). Diseño centrado en el usuario, UOC, España.
- [43] Negrete, M., Savage, J., Cruz, J. & Márquez, J. (2014). Behavior-Based Navigation System for a Service Robot with a Mechatronic Head, *Memorias del Congreso Latinoamericano de Control Automático*.
- [44] Ohashi O., Ochiai E. & Kato, Y. (2014). A remote control method for mobile robots using game engines, 28th Int. Conf. on Advanced Information Networking and Applications Workshops, pp. 79-84. DOI. 10.1109/WAINA.2014.23.
- [45] Ojeda-Misses, M., & Ordoñez-Moreno, J. (2022). Desarrollo de una plataforma experimental educativa de fácil accesibilidad para aprendizaje híbrido para Ingeniería de Control. *Revista RedCA*, 5(14), 44-69. DOI:10.36677/redca.v5i14.18383
- [46] Ojeda-Misses M. A., Silva-Ochoa H. & Soria-López A. (2021). Ludibot: Interfaz humano-robot móvil para el aprendizaje lúdico de idiomas. *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 22, (03),1-10. <https://doi.org/10.22201/ii.25940732e.2021.22.3.021>
- [47] Piaget, J. (1979). *Psicología y epistemología*, Ariel, México, 1979.
- [48] Pérez Angulo, J. A., J. Aguilar & E. Dapena. (2021). MIHR: A Human-Robot Interaction Model, *IEEE LATAM*, vol. 18, no. 9, pp. 1521–1529.
- [49] Qingtang, L., Yang, W., Linjing, W. & Wu Peng, H. (2015). Design and Implementation of a Serious Game Based on Kinect, *International Conference of Educational Innovation through Technology*, pp. 13-18.
- [50] Raessens, J. (2006). Playful Identities, or the Ludification of Culture, *Games and Culture*, vol. 1, núm. 1, pp. 52-57.
- [51] Raibert, M. H., Brown, H. B., Chepponis, M., Hastings, E., Koechling, J., Murphy, K. N., Murthy, S. S. & Stentz, A. J. (1983). Dynamically Stable Legged Locomotion, Technical Report N° CMU-RI-TR-83-20, The Robotics Institute and Department of Computer Science, Carnegie Mellon University.
- [52] Rainer, J. & Galán, J. (2010). Learning to Be a Good Tour-Guide Robot, *International Conference on Machine Learning and Applications*, 12-14 de dic., pp. 595-600.
- [53] Raine, V. D. B., Josje V., Ora O. P., Sanne V. D. V. & Paul L. (2019). Social Robots for Language Learning: A Review, *Review of Educational Research*, vol. 80, núm. 2, pp. 259-295.
- [54] Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española*, 23a ed., Real Academia Española, Madrid.
- [55] Rutven, K., Hennessy, S. & Deaney, R. (2005). Incorporating Internet Resources into Classroom Practice: Pedagogical Perspectives and Strategies of Secondary School Subject Teachers, *Computers & Education*, núm. 44, pp. 1-34.
- [56] Siegwart, R. & Nourbakhsh, I. R. (2004). *Introduction to Autonomous Mobile Robots*, MIT Press, Massachusetts.
- [57] Silva, H. (2013). La gamificación de la vie: sous couleur de jouer ?, *Sciences du jeu*, núm. 1, pp. 1-11.
- [58] Silva, H. (2008). *Le jeu en classe de langue*, CLE Paris.
- [59] Silva, H. (1999). Paradigmas y niveles del juego, Juego, educación y cultura, ENAH/Conaculta, México, pp. 35-52.
- [60] Silva, H. & Brougère, G. (2017). Jouer pour apprendre une langue étrangère: concert à 16 voix, *Synergies Mexique*, núm. 7, pp. 51-62.
- [61] Silva, H. & Brougère, G. (2016a). Le jeu entre situations formelles et informelles d'apprentissage des langues étrangères, *Synergies Mexique*, núm. 6, pp. 57-68.
- [62] Silva, H. & Loiseau, M. (2016b). Jeu(x) et langue(s): avatars du ludique dans l'enseignement/apprentissage des langues, *CLE International*, Paris.
- [63] Siregar, R., Syahputra, R. & Mustar, M. (2017). Human-Robot Interaction Based GUI, *Journal of Electrical Technology UMY*, vol. 1, no. 1, pp.10-19.
- [64] Sirvent, J. L., Azorín, J. M., Jánez, E., Úbeda, A. & Fernández, E. (2011). Interfaz cerebral no invasiva basada en potenciales evocados para el control de un brazo robot, *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, vol. 8, núm. 2, pp. 103-111.
- [65] Sockett, G. (2014). *The Online Informal Learning of English*, Palgrave Macmillan, London.
- [66] Squire, K. (2011). *Video Games and Learning*, TCP, New York.
- [67] Spong, M. W. (1989). Hutchinson, S., Vidyasagar, M., *Robot Modeling and Control*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
- [68] Steels, L. (2012). *Grounding Language through Evolutionary Language Games*, Steels, L., Hild, M., *Language Grounding in Robots*, Springer, New York.
- [69] Steels, L. (2001). *Language Games for Autonomous Robots*, *Intelligent Systems*, vol. 16, núm. 5, pp. 16-22.
- [70] Steinkuehler, C., Squire, K. & Barab, S. (2012). *Games, Learning and Society: Learning and Meaning in the Digital Age*, Cambridge University Press, New York.
- [71] Stevens, A. & Shield, L. (2009). Étude sur l'impact des technologiques de l'information et de la communication et des nouveaux médias sur l'apprentissage des langues. Rapport final, Commission Européenne, Strasbourg.
- [72] Su, K. L., Shiau, S. V., Guo, J. H. & Shiau, C. W. (2009). Mobile Robot Based Online Chinese Chess Game, *IEEE International Conference on Innovative Computing, Information and Control*, vol. 2, pp. 528-531.
- [73] Sykes, J. M. (2013). Just, Playing Games? A Look at the Use of Digital Games for Language Learning, *The Language Educator*.
- [74] Sykes, J., M. & Reinhardt, J. (2009). *Language at Play. Digital Games in Second and Foreign Language Teaching and Learning*, Pearson, New Jersey.
- [75] Thomières, D. (1985). Introduction, *Les langues modernes*, vol. 5, pp. 7-18.
- [76] Titone, R. (1976). *Psicología aplicada*, Kapelusz, Buenos Aires.
- [77] Veenman, C.J., Reinders, M.J.T. & Backer, E. (2001). Resolving Motion Correspondence for Densely Moving Points, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 3, núm. 1, pp. 54-72.
- [78] Veloso, M. & Stone, P. (2012). Video: RoboCup Robot Soccer History 1997-2011, *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 5452-5453.
- [79] Villani, V., Sabattini, L., Riggio, G., Levratti, A., Secchi, C. & Fantuzzi, C. (2017). Interacting with a Mobile Robot with a Natural Infrastructure-Less Interface, *IFAC World Congress*, vol. 5, núm. 1, pp. 12753-12758.
- [80] World Economic Forum. (2016). *New Vision for Education: Fostering Social and Emotional Learning through Technology*, World Economic Forum, Boston.
- [81] World Economic Forum. (2015). *New Vision for Education Unlocking the Potential of Technology*, World Economic Forum.
- [82] Wu, J., Lv, C., Zhao, L., Li, R. & Wang, G. (2017). Design and Implementation of an Omnidirectional Mobile Robot Platform with Unified I/O Interfaces, *International Conference on Mechatronics and Automation*, vol. 3, pp. 410-415.
- [83] Xiaolei, H., Pengfei, F. & Yaohong, G. (2017). Dynamic Kinesthetic Boundary for Haptic Teleoperation of Unicycle Type Ground Mobile Robots, *36th Chinese Control Conference*, vol. 2, pp. 6246-6251.
- [84] Yanes N. & Bououd, I. (2019). Using Gamification and Serious Games for English Language Learning, *International Conference on Computer and Information Sciences*, vol. 3, pp. 7301-7312.
- [85] Yangsheng, X. & Yongsheng, O. (2005). *Control of Single Wheel Robots*, Springer-Verlag, New York.
- [86] Yu, W., Zamora, E. & Soria, A. (2016). Ellipsoid SLAM: A Novel Set Membership Method for Simultaneous Localization and Mapping, *Autonomous Robots*, vol. 40, núm. 1, pp. 125-137.
- [87] Zafar, T., Usman, K. M., Nawaz, A. & Ahmad, K. F. (2016). Smart Phone Interface for Robust Control of Mobile Robots, *Proc. International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Portugal*, vol. 1, pp. 42-46.