# TECNOLOGÍAS DE SIMULACIÓN E INMERSIVAS Y ENTORNOS VIRTUALES EN EL ÁMBITO DE LA ROBÓTICA: REPRESENTACIÓN VIRTUAL A PARTIR DE LA IMAGEN Y LA INTERACCIÓN CON EL MEDIO

Jose Luis Rubio-Tamayo

Profesor URJC (Madrid). Investigador. Ciberimaginario joseluisrubiotamayo@ciberimaginario.es

Carlos Solon Guimarães Jr.

Investigador. Univesdidade Feredal do Rio Grando do Sul (UFGRS)

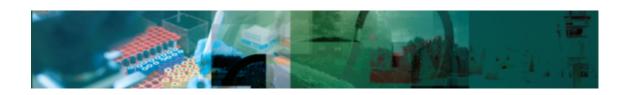
Renato Ventura Bayan Henriques

Investigador. Univesdidade Feredal Rio do Rio Grando do Sul (UFGRS)

### RESUMEN

La robótica es una disciplina clave a la hora de entender el contexto de evolución tecnológica actual. Las aplicaciones de dicha área de la tecnología, tanto en el campo de la resolución de tareas cotidianas, como en su implementación en contextos como el educativo para el aprendizaje bajo diferentes perspectivas, han visto un incremento exponencial en la medida en que la tecnología evoluciona. Con la llegada de simuladores, desde hace algunos años, que permiten que la robótica adquiera una nueva perspectiva, es posible recrear de manera virtual robots y hacerlos interactuar con el medio, con las repercusiones que ello tiene, tanto a nivel de acceso a dispositivos mediante su virtualización, como a nuevos usos gracias a esta disciplina. Este artículo realiza un recorrido por los simuladores virtuales de robots y su capacidad de representación y su aportación al contexto tecnológico para, finalmente, remarcar tendencias de representación en el campo de la realidad virtual inmersiva, como es el caso de frameworks como A-Frame. De esta manera, se plantean perspectivas relacionadas con el modo en que puede evolucionar la robótica o las disciplinas científicas, gracias a este tipo de tecnología, y cómo la evolución de entornos inmersivos y frameworks cada vez más accesibles a la hora de prototiparlos y desarrollarlos deben ser tenidos en cuenta para buscar modelos de representación que nos permitan divulgar la información e interactuar con ella a distintos niveles.

97



# PALABRAS CLAVE

Robótica, Simulación Virtual, Entorno Inmersivo, A-Frame, Realidad Virtual

#### **ABSTRACT**

Robotics is a key discipline for understanding the technological evolution nowadays. Applications in this area in technological context have increased, as well as technological progress. Those applications can be observed in fields such as assistance in daily tasks or implementation in different contexts, among others. Simulators have been used and implemented in robotics in recent decades and allow reproducing virtual robots and do they interact with the physical environment. This paper analyses part of the state of the art of the current virtual robotics simulators, approaching in facts such as representation of physical objects in virtual environments, as well as their possibilities to recreate a virtual environment for developing new devices and improve current ones. The immersive virtual reality is nowadays a powerful tool to simulate and improve other technological domains, such as robotics, as shown by current frameworks such as A-Frame. This way, different approaches are proposed in relation to evolution of robotics or scientific disciplines due to this kind of technology. And, for that reason, the evolution of immersive environments should be kept in mind when it's necessary to search representation models in order to divulge information and interact with it.

#### **KEYWORDS**

Robotics, Virtual Simulation, Immersive Environment, A-Frame. Virtual Reality

# 1.Introducción

La robótica ha sido una disciplina que ha evolucionado de manera exponencial desde sus orígenes allá por los años 50. Las aplicaciones de la robótica en los diferentes campos científicos implican, por un lado, su aproximación como hardware (es decir, como objeto físico, con todo lo que ello conlleva) y, por otro, como interfaz que representa una serie de funciones de diversa complejidad que pueden ser ejecutadas. Entre estas, se encuentra la, reconstrucción de las funciones que puede realizar y de su interacción con otros componentes del espacio físico, a partir de simuladores, lo que, evidentemente, ejerce una influencia relevante en cómo van a ser configurados los componentes físicos del robot que luego van a interactuar con ese espacio físico (hardware). Esta conexión entre las tecnologías digitales y las funciones que se aplican en el mundo real, que no sería si no, en parte, una visión actualizada de la ya conocida frase de Sullivan (1896) de que "la forma acompaña a la función", y que ha sido uno de los pilares fundamentales de disciplinas como el diseño. Y esto se aplica también, por supuesto, al diseño de dispositivos robóticos, en los

98



que entran en juego también numerosos factores asociados con el modo en que estos realizan sus operaciones e interactúan con el entorno.

Las tecnologías digitales interactivas permiten, a día de hoy, simular la construcción de robots y su interacción con un entorno diseñado para funciones específicas, simulando físicas o mecanismos de interacción con otros sujetos que forman parte del espacio real. De este modo, la ciencia y la tecnología, gracias al desarrollo exponencial de los entornos virtuales interactivos, especialmente en las últimas tres décadas, permiten incluso hacer más accesibles disciplinas que antes necesitaban sofisticados laboratorios o piezas de hardware en muchos casos difíciles de adquirir. Entre estas disciplinas, se encuentra, tal y como tratamos en este documento, la robótica, que sería, gracias a la emergencia de simuladores o el desarrollo de la robótica de código abierto, un área de estudio que adquiere un carácter más transversal dentro del contexto STEM (acrónimo de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, en inglés). Además, entran en juego otras disciplinas relacionadas con el contexto de las artes, la imagen, el diseño, o el ámbito de las ciencias de la comunicación, a partir de la implementación de áreas del conocimiento e investigación que ponen de relieve la relación con el medio y el uso de la tecnología, como son la experiencia de usuario o el diseño de interacciones, entre otras.

# 2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Ya desde la primera década del siglo XXI se llevan empleando diferentes tipos de simuladores virtuales para robots en diversos ámbitos, tal y como muestran estudios de autores como los de Koenig y Howard (2004). En la misma línea trabajan Roberts et al. (2003), usando Gazebo como entorno virtual colaborativo (CVE) para la distribución de tareas y la manipulación virtual de objetos.

El uso de simuladores virtuales de físicas para robots también se refleja en estudios más recientes, en un contexto en el que tecnologías como la robótica y la realidad virtual encuentran áreas de convergencia. Así, el planteamiento de los simuladores de robots en entornos virtuales tiene numerosas aproximaciones y aplicaciones en el contexto de la investigación. Esa relación simbiótica, en la que, además, se encuentran de manera implícita otras tecnologías, no hace sino retroalimentar ambas disciplinas y hacerlas evolucionar de manera paralela, a la vez que esa retroalimentación se produce, a su vez en otras disciplinas que se encuentran dentro del ámbito tecnológico y de la investigación. En este contexto, podríamos afirmar que la robótica virtual, gracias a los simuladores, y al igual que en otras áreas de investigación, ha propiciado una evolución de la robótica tanto desde el punto de vista de la propia tecnología como de las funciones y aplicaciones, a la vez que la robótica es un campo de gran interés para desarrollar propuestas que posibiliten innovar y potenciar exponencialmente el desarrollo en muchas áreas, entre las que se incluye el ámbito en el que los simuladores virtuales de robots pueden adquirir rasgos de los entornos inmersivos o de los mecanismos de representación de información en un espacio digital interactivo 3D. Y esto implica que, las ciencias de la comunicación juegan un papel importante en cómo se va a representar la información con nuevos medios digitales, y cómo se va a aplicar a áreas como la que se trata específicamente en este documento.

99



Entre las investigaciones recientes alrededor de simuladores como Gazebo y, otros de naturaleza análoga que se aplican al campo de la robótica, encontramos el de Kamedula et al. (2016). Estos autores desarrollan una aplicación para la simulación de dinámicas físicas en los denominados robots blandos (o soft robotics en la expresión original). Los robots blandos son aquellos que poseen componentes mayoritariamente de carácter flexible, según la definición aportada por autores como Trivedi et al. (2008) y Majidi (2014) entre otros. Esta definición de robótica blanda o soft robotics se encuentra en contraposición con la perspectiva de robot rígido que se viene utilizando de una manera más generalizada. Uno de los problemas que presenta la robótica dura, que ha sido el paradigma que ha predominado en el ámbito, por razones obvias, es que que "limitaría su interacción con el entorno" que lo rodea, (Trivedi et al. 2008), por lo que el desarrollo de componentes de en el marco de la robótica blanda sería una contribución a paliar numerosas problemáticas de interacción y de relación con el medio. De este modo, tales posibilidades de interacción con el medio se incrementan mediante el uso de un robot blando, si bien es verdad que en este campo estas van a estar supeditadas a cómo sean, en muchos casos, las propiedades físicas de dichos materiales.

Siguiendo con las aplicaciones de los simuladores, encontramos propuestas en las que la robótica se conforma como una disciplina que trata de abordar un sinfín de tareas cotidianas. También, por otro lado, surgen iniciativas en las que los robots son un campo de experimentación no solamente en el ámbito de resolución de problemas, sino en aquellos más relacionados con el ocio. O usar los simuladores para llevar a cabo, en entornos seguros, operaciones que en la vida real tienen un grado de complejidad y dependen de muchas variables, como son los simulacros frente a diferentes tipos de catástrofes. En este caso, a modo de ejemplo, podemos ver como las de Shimizu et al. (2015), usan simuladores en ámbito de los robots destinados para ser usados en diferentes tipos de operaciones de rescate. Otros estudios (Tikanoff et al., 2008) también se centran en los simuladores de código abierto u open source, en este caso, para aplicarla a campos como la investigación en robótica cognitiva, que es la que se ocupa de dotar al robot de una serie de comportamientos análogos a los comportamientos propios de las personas, de modo que su interacción con el medio y con otros usuarios también pueda ser perfeccionada a medida que la tecnología avance, permitiendo también aplicar rasgos del comportamiento para mejorar la interacción.

En todo caso, los campos interdisciplinares con los que se solapa la robótica convierten este dominio en un campo de investigación transversal donde, en un futuro, un número creciente de disciplinas van a diversificar el conocimiento a partir de la tecnología y la colaboración entre diferentes dominios.

# 3. SIMULADORES: PERSPECTIVA DE APLICABILIDAD

En el contexto actual es posible encontrar una gran cantidad de simuladores virtuales, aplicados específicamente al ámbito de desarrollo de la robótica. En los dos siguientes apartados se va a poner el foco en algunas de las aplicaciones recientes de simuladores virtuales en este campo, reflejadas en estudios, por un lado, y se van a tratar de poner de

100



relieve los aspectos relativos a un estado de la cuestión en referencia a las funciones que, a día de publicación de este trabajo, conciernen a los simuladores virtuales de robots. De este modo, ello nos va a ayudar a comprender mejor el contexto en el que se aplican este conjunto de tecnologías, para que la investigación, la evolución tecnológica y científica, y las necesidades sociales, entre otros factores, sigan dándonos pistas de dónde se puede aplicar este conjunto de tecnologías.

Varios de los aspectos que son de interés en el campo que se trabaja en este artículo son los propios elementos susceptibles de ser simulados en un entorno virtual, y las necesidades que presenta la robótica con respecto al desarrollo de entornos virtuales efectivos. Las cuestiones relativas a dicho contexto, que ponen de relieve la necesaria relación de la ciencia y la tecnología, y los mecanismos y medios de representación que tendrían estos, serían, en este caso, la idea de que los simuladores existen (y representan) en la medida en que un fenómeno en el mundo físico presenta la necesidad de ser simulado (en cierta medida y en ciertos aspectos, también se podría usar el término ficcionado), para desarrollar tecnología que permite implantar mejoras que en última instancia tengan repercusión en el mundo físico-real. Desde complejas ecuaciones físicas con numerosas variables e interrelaciones (en el caso de ciencias como la meteorología y las ciencias del clima, pero también la biología aplicada a ecosistemas y biomas) hasta reconstrucciones de eventos (en el caso de la criminología o la gestión de catástrofes), pasando por la proyección simulada en disciplinas como la planificación urbanística, por citar sólo unos ejemplos, serían varios de los campos donde confluyen de manera necesaria numerosas áreas disciplinares con una aplicación en la solución de problemas específicos de diversa índole. En el caso de la robótica, y, más específicamente, en su relación con otras áreas tecnológicas, la simulación tendría numerosas aplicaciones y funciones, al tiempo que, tras un análisis del estado de la cuestión, se le podrían extrapolar otras atendiendo a la cuestión: ¿Qué queremos realmente que hagan los robots?

Parte de la línea de trabajo que se viene desarrollando tiene que ver con ámbitos que se relacionan directamente con los simuladores, y que ya se vienen aplicando desde hace un tiempo a otros campos como pueden ser los videojuegos o la realidad virtual. Al fin y al cabo, la realidad virtual y los entornos inmersivos son mecanismos de representación, además de tecnologías propiamente dichas, y, al igual que en otros medios de expresión, la comunicación se ha ido supeditando a la técnica, y existe una interrelación cuando la tecnología hace evolucionar el medio y viceversa. Esto ocurre con estudios surgidos en la última década, en la que los motores o engines se encuentran presentes en los diferentes campos que componen la disciplina de la robótica.

En lo que a motores y simuladores se refiere, ya existen estudios relacionados desde la anterior década, como los de Drumwright et al. (2010), que desarrollan el Open Dynamics Engine (ODE), identificando algunos aspectos en las simulaciones de escenarios en los que operan robots virtuales. Entre estos aspectos se encontrarían, según los autores (en Drumwright et al. 2010), la falta de eficiencia en algunos sistemas informáticos, el deficiente soporte de la simulación de la amortiguación, o la falta de robustez de los mecanismos para implantar soluciones, lo cual revela las limitaciones todavía existentes en diferentes niveles en relación a este campo. Asimismo, otros trabajos como los de Erez et al. (2015), realizan una serie de estudios comparativos de instrumentos de simulación en el ámbito de la

Revista Cine, Imagen, Ciencia. (2) 2018. Formas Expresivas de Representación y Divulgación Científica a través de los Medios, el Cine, y la Imagen. ISSN 2530-8882 revistacineimagenciencia.es



robótica, con el fin de que los simuladores puedan implementar mejoras en los diferentes niveles en los que se pueden simular variables a semejanza de las del mundo real. Otros autores en el campo, como Agüero et al. (2015), también plantean los numerosos interrogantes y retos a los que se enfrenta la propia robótica y, más específicamente, los propios simuladores. Ello plantea la necesidad de optimizar factores como la simulación en tiempo real, siendo uno de los retos con los que nos encontramos en el campo de la simulación robótica, y en el que, obviamente, parte de la solución viene de tratar de simular de forma óptima un entorno y un conjunto de componentes que se encuentran en el espacio físico, teniendo en cuenta, a su vez, que la simulación en un espacio virtual sintetiza el número de variables que pueden ser aplicadas al escenario.

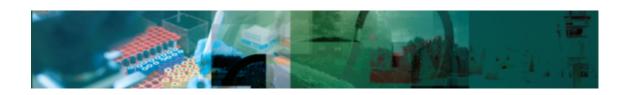
Otra de las aplicaciones de la simulación se encuentra en ámbitos experimentales como las ciencias de la salud. En este caso, tenemos estudios, como los de Whitehusrt et al. (2015), que realizan análisis comparativos entre diferentes modelos de simulación para optimizar procesos mecánicos relacionados con ámbitos como el de la cirugía. Por su parte, Alenljung et al. (2017) abordan la temática de la experiencia de usuario, intrínsecamente ligado al diseño de interacciones (y a la relación de la función y la forma, entre otros factores), dentro del ámbito de la robótica social. Esta línea de la robótica social también es objeto de estudio por parte de autores como Zhang et al. (2016), en el que aplican tal paradigma al contexto del aprendizaje en áreas tan interesantes para el ámbito de la comunicación como la semiótica o la semántica de la imagen. Otros estudios, como los de Belmapene et al. (2015) y Yan et al. (2014) inciden en esta misma línea de la robótica social, eso sí, a partir de estudios en disciplinas como las ya mencionadas, como son la experiencia de usuario y la interacción humano-computadora (HCI), en este caso, desde la perspectiva de la interacción humano-robot (human-robot interaction o HRI).

### 4. SIMULADORES: ESTADO DE LA CUESTIÓN

A día de hoy, existen varias estructuras disponibles que pueden ser aplicadas tanto en el ámbito de la robótica, por un lado, como en el de la realidad virtual, por otro. Ambas tecnologías combinadas plantean un enorme potencial que puede hacer avanzar el campo de la simulación, tratando de imitar, cada vez más, los rasgos y componentes del espacio físico. Pero, a su vez, si bien esta simulación trata de imitar algunos rasgos de dicho espacio físico, por otro lado, busca generar nuevas formas de interactuar con él a partir de la posibilidad de prototipar nuevos componentes, como pueden ser piezas de robots, o incluso, plantearse trabajar con nuevos enfoques que conectan el objeto con la información, como puede ser el propio internet de las cosas.

En el contexto actual, la gama de estructuras de software que permiten disponer de elementos que nos pueden ayudar a desarrollar proyectos de robótica y Ciber-Physical Systems es muy amplia, y cada vez surgen más proyectos que combinan elementos como motores de juegos, simuladores de robots o sistemas de visualización (y que incluyen componentes como cinemáticas, librerías de código, conjuntos de herramientas o toolkits), por poner sólo unos ejemplos, de modo que se pueda optimizar el proceso de simulación para diversos fines.

102



Diversos autores expertos en el área han realizado clasificaciones taxonómicas de las estructuras que se encontraban vigentes en ese momento. Entre los modelos más relevantes, podemos encontrar los que se muestran en los trabajos de autores como Harris y Conrad (2011), Staranowicz y Mariottini (2011), y más recientemente, Abar y Theodoropoulos (2017), que analizan toolkits, simuladores de robóticas y frameworks vigentes en el año de su publicación. También es interesante el informe que realiza desde el proyecto colaborativo FROG (Fun Robotic Outdoor Guide), realizado por un consorcio de universidades y empresas. En este informe (FROG, s.f.) se encuentran, entre muchos otros, algunos de los frameworks más usados hoy día y que a su modo integran alguna forma de representación visual de los robots a través de simuladores, en su mayor parte.

- CARMEN (Carnegie Mellon Robot Navigation Toolkit)
- CLARAty (Coupled-Layer Architecture for Robotic Autonomy)
- Evolution Robotics ERSP
- GenoM (Generator of Modules)
- MOOS (Mission Oriented Operating Suite
- MRPT (Mobile Robot Programming Toolkit)
- OpenJAUS
- OROCOS (Open Robot Control Software)
- ROS (Robot Operating System)
- Total Immersion D'Fusion
- Unity 3D
- Urbi
- YARP (Yet Another Robot Platform)

# 5. Cuestiones Relativas a la Simulación de Robots

En referencia a los avances, tanto en el ámbito de la robótica, como en el de los simuladores (tecnologías inmersivas), exponencial en ambos casos, en las últimas décadas, cabe plantearse una serie de cuestiones que tienen relación directa con el uso que le damos a la tecnología, para así tratar de imaginar para qué posibles fines desarrollamos un determinado dispositivo, un sistema inmersivo, o una inteligencia artificial, por citar sólo algunos ejemplos. Esta pregunta de ¿qué queremos que haga la tecnología? tiene su interés cuando la planteamos desde diferentes enfoques, y desde puntos de vista interdisciplinares, en los que entran tanto las ciencias duras, la tecnología, o las matemáticas, como las humanidades, las artes, o el diseño. Y esta cuestión viene también reformulada desde un punto de vista pragmático y empírico, no solamente tecnológico. Ejemplo de ello son aspectos como todo lo relacionado con cuestiones que van desde la ética hasta la necesidad

103



de seamos capaces de diseñar funciones determinadas que queremos que las máquinas (digitales o robots) desempeñen, y la mejor forma de que puedan hacerlo.

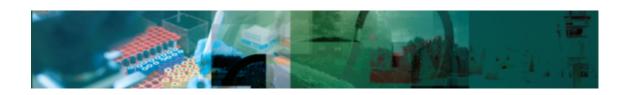
Entre estas cuestiones (en relación con el ámbito de la robótica que nos atañe), estaría, por un lado, la resolución de los aspectos que tienen que ver con la física, y las funciones de los objetos que van a tener que interactuar con ese mundo físico (simulado por medios computacionales). Y los simuladores, si bien están en proceso de mejora y optimización, de modo que cada vez se pueden reproducir las condiciones físicas del entorno de un modo más realista, plantean interrogantes con respecto al modo de organizar la información simulada para cada caso en concreto, y el modo de representar esa información y de hacer que las y los usuarios puedan interactuar con ella.

Por otro lado, está la cuestión de la divulgación y la comunicación. Aquí, la pregunta es: ¿pueden los simuladores ser los componentes que ayuden a dar a conocer la robótica en estratos a los que, por diversas razones, no ha llegado ese conocimiento? Por ejemplo, gracias a las tecnologías digitales, no es, en muchos casos, necesario tener el robot para desarrollar un prototipo, y estos avances en robótica virtual deberían ser planteados como avances en el conjunto de prestaciones que ofrece la tecnología para divulgar la ciencia y acercarla a una comunidad cada vez más grande, independientemente de los recursos de los que disponga.

Igual que existe divulgación científica a partir de diferentes medios, basados, siempre, en la evidencia y el método experimental, desde este ámbito nos planteamos como se puede articular la divulgación tecnológica (en este caso, la robótica) a partir de los medios que ya existen, y de los que, a su vez, pueden desarrollarse dentro de los próximos años, de modo que podamos seguir construyendo lenguajes adaptados al medio en que nos movemos. Y en este caso, el lenguaje puede ser un sofisticado sistema robótico que interactúa con el espacio, y, el medio, una tecnología que nos permita representarlo e interactuar con ello. Y, con respecto a esto, cabe plantearse otra pregunta más allá: ¿Cuál es el papel de las disciplinas relacionadas con las humanidades en la optimización del aprendizaje de la robótica? ¿Cuál es el papel de disciplinas ya mencionadas, como la robótica social y qué pueden aportar los diferentes estudios y ensayos en el ámbito? El interés radica, en este caso, en el que la relación de la robótica con las humanidades tiene un enorme potencial de desarrollo, no solo en lo referente a estudios empíricos que se centran en ámbitos como la experiencia de usuario o el diseño de interacciones, sino también de cómo se plantean específicamente esos mecanismos de interacción potenciales entre humanos y robots (human-robot interaction o HRI, Kanda e Ishiguro, 2017) y con el mismo entorno.

Así, si un robot es una interfaz y tiene sistemas de interacción se plantea otra cuestión: ¿Cómo se pueden mejorar esos sistemas de interacción a partir de ámbitos como las humanidades, las ciencias sociales, las artes, o las ciencias de la comunicación? Si bien áreas de estudio como las humanidades digitales ya se centran en varios de los interrogantes postulados en este ámbito, las ciencias de la comunicación y los estudios de la imagen tienen un papel importante a la hora de representar la información, y de representar sistemas complejos que se encuentran en la ciencia y, también, lógicamente, en el desarrollo de la tecnología, como es el caso que nos atañe. No obstante, el interés de la cuestión radica en cómo podemos continuar elaborando marcos teóricos relacionados con el uso de la

104



tecnología y sus aplicaciones en la medida en que esta vaya evolucionando al ritmo exponencial que lo hace.

# 6.Entornos Inmersivos Abiertos Estandarizados: A-Frame

Las tendencias actuales en estandarización para la representación de objetos en entornos interactivos (y potencialmente inmersivos, debido a la capacidad de los dispositivos de generar experiencias en realidad virtual) plantean múltiples aplicaciones y usos. En el caso de la robótica, la simulación de objetos en entornos virtuales plantea la posibilidad de representar el dispositivo digitalmente para explicar aspectos de su funcionamiento, por un lado, o desarrollar variables asociadas al entorno o al objeto que permitan integrar esas físicas en el simulador de una manera más efectiva, tratando de simular el propio espacio real.

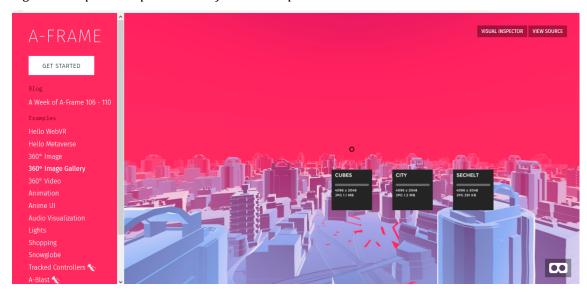
Esta tendencia a la estandarización en el caso de los objetos en 3D para múltiples aplicaciones ha sido objeto de diferentes tentativas que combinaran aspectos esenciales, tales como la facilidad de aprendizaje de la tecnología, la posibilidad de desarrollo de APIs con estándares, el potencial de incluir diferentes objetos desarrollados también en otras plataformas y, por último, el hecho de que pueda ser reproducido con dispositivos que sean de uso común y fácil transporte (smartphones, tablets) sin que sea para ello necesario emplear demasiados recursos (optimizando estos).

Entre estos entornos inmersivos que se proyectan como una de las grandes tendencias en lo referente a la representación en realidad virtual inmersiva, y que puede ser, por tanto, aplicada a múltiples campos del conocimiento, se encienta el framework *A-Frame*. Este framework, basado en código HTML, permite integrar objetos en un entorno bajo la estructura de *entidades*, a las que se les aplica propiedades (a partir de código) mediante principios análogos a los que se desarrolla una web. El interés de A-Frame radica, fundamentalmente, en que el proceso de aprendizaje y asimilación es similar al del desarrollo y diseño web con HTML, con lo que, en este caso, es posible encontrar una gran cantidad de perfiles relacionados con el diseño, la comunicación, las artes, las TICs y la ingeniería, que podrían tener un conocimiento previo de cómo sería su funcionamiento, en base a unos estándares que ya se llevan aplicando, desde hace años, al diseño y desarrollo web. Es por ello que supone una posibilidad interesante a la hora de plantear la dirección de parte de las líneas de investigación y desarrollo en este ámbito en el que confluyen la robótica, la realidad virtual y el estudio de sistemas de representación con medios interactivos.

105



Figura 1. Captura de pantalla del framework para realidad virtual A-Frame

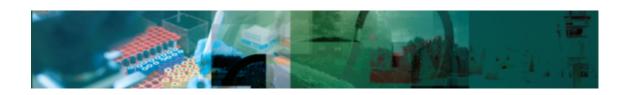


El framework permite alojar fácilmente objetos tridimiensionales en un entorno que puede ser visualizado con casi cualquier dispositivo Smartphone. Ello supone un hito relevante en el acceso de las y los usuarios a este tipo de tecnología inmersiva, lo que además supone una optimización de recursos importante. Recuperado en 2018-05-14 de [https://aframe.io/examples/showcase/360-image-gallery/]

# 7.Aplicaciones de la Imagen Inmersiva: Ciencia y Visualización

Las tendencias actuales en estandarización para la representación de objetos en entornos inmersivos plantean múltiples aplicaciones. En el caso de la robótica, la simulación de objetos en entornos virtuales plantea la posibilidad de representar no sólo el objeto en sí (en este caso, el conjunto de objetos que lo componen) sino, a la larga, sus propiedades físicas, el entorno en el que se encuentran, y la forma en que interactúan con el entorno. El desarrollo de estas aplicaciones también buscaría desarrollar una interfaz cada vez más accesible al usuario, y que, además, diversificara el número de dispositivos desde los que podrían accederse, ampliando su número y desarrollando estándares específicos que fueran *responsive*.

De este modo, es interesante plantear cómo se conectan dos ámbitos tecnológicos que, por un lado, se encuentran intrínsecamente relacionados y, por otro tienen planteamientos estructurales diferentes y que, por lo tanto, han seguido dinámicas marcadamente dispares a lo largo de la historia. No obstante, en un contexto en el que las tecnologías se interconectan y se encuentran, en gran parte, hibridadas, los simuladores de robots, los propios robots, y, en general, las líneas de código que ejecutan funciones y los objetos



cotidianos, estarían fuertemente interconectados, y formarían parte, a su vez, de todas las disciplinas relacionadas con las humanidades o las ciencias de la comunicación, en la medida en que nos sirva para plantearnos preguntas como las que hemos formulado con anterioridad en este documento: ¿qué queremos que haga la tecnología? ó ¿cómo representamos la información en medios digitales para interactuar con ella?.

La robótica es sólo uno de los múltiples campos en los que se desarrollan líneas de trabajo interdisciplinares que implican factores como los ya mencionado modelos y los sistemas de representación (simuladores virtuales), y donde disciplinas como las ciencias de la comunicación o las ciencias cognitivas (además de las humanidades, las artes, y el diseño) van a desempeñar un papel importante en el desarrollo de tecnología relacionada con los robots en los próximos años, a las vez que estos van a retroalimentar la evolución en otras áreas relacionadas con las tecnologías de la información y la comunicación. Y es que, para desarrollar tecnología no podemos perder nunca de vista nuestra dimensión humana, y debemos ser capaces de representar, entender y comunicar ambas.

#### 8. Referencias

- A-FRAME. Recuperado en 2018-05-12 de [https://aframe.io/]
- Abar, S., Theodoropoulos, G. K., Lemarinier, P., & O'Hare, G. M. (2017). Agent based modelling and simulation tools: a review of the state-of-art software. *Computer Science Review*, 24, 13-33.
- Agüero, C. E., Koenig, N., Chen, I., Boyer, H., Peters, S., Hsu, J., ... & Krotkov, E. (2015). Inside the virtual robotics challenge: Simulating real-time robotic disaster response. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 12(2), 494-506.
- Alenljung, B., Lindblom, J., Andreasson, R., & Ziemke, T. (2017). User experience in social human-robot interaction. *International Journal of Ambient Computing and Intelligence (IJACI)*, 8(2), 12-31.
- Belpaeme, T., Kennedy, J., Baxter, P., Vogt, P., Krahmer, E. E., Kopp, S., ... & Pandey, A. K. (2015). L2TOR-second language tutoring using social robots. In *Proceedings of the ICSR 2015 WONDER Workshop*.
- Drumwright, E., Hsu, J., Koenig, N., & Shell, D. (2010, November). Extending open dynamics engine for robotics simulation. In *International Conference on Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots* (pp. 38-50). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Erez, T., Tassa, Y., & Todorov, E. (2015, May). Simulation tools for model-based robotics: Comparison of bullet, havok, mujoco, ode and physx. In *Robotics and Automation* (ICRA), 2015 IEEE International Conference on (pp. 4397-4404). IEEE.
- FROG (Fun Robotic Outdoor Guide). Recuperado en 2018-06-02 de [https://www.frogrobot.eu/wordpress/]
- FROG (s.f.) Deliverable D5.1. Iterative Integration and Evaluation Report

107



- Harris, A., & Conrad, J. M. (2011, March). Survey of popular robotics simulators, frameworks, and toolkits. In *Southeastcon, 2011 Proceedings of IEEE* (pp. 243-249). IEEE.
- Kamedula, M., Kashiri, N., Caldwell, D. G., & Tsagarakis, N. G. (2016). A Compliant Actuation Dynamics Gazebo-ROS Plugin for Effective Simulation of Soft Robotics Systems: Application to CENTAURO Robot. In ICINCO (2) (pp. 485-491).
- Kanda, T., & Ishiguro, H. (2017). Human-robot interaction in social robotics. CRC Press.
- Koenig, N., & Howard, A. (2004, September). Design and use paradigms for gazebo, an open-source multi-robot simulator. In Intelligent Robots and Systems, 2004.(IROS 2004). Proceedings. 2004 IEEE/RSJ International Conference on (Vol. 3, pp. 2149-2154). IEEE.
- Majidi, C. (2014). Soft robotics: a perspective—current trends and prospects for the future. Soft Robotics, 1(1), 5-11.
- León, B., Ulbrich, S., Diankov, R., Puche, G., Przybylski, M., Morales, A., ... & Dillmann, R. (2010). OpenGRASP: A Toolkit for Robot Grasping Simulation. SIMPAR, 10, 109-120.
- Potortì, F., Park, S., Jiménez Ruiz, A. R., Barsocchi, P., Girolami, M., Crivello, A., ... & Montoliu, R. (2017). Comparing the performance of indoor localization systems through the EvAAL framework. Sensors, 17(10), 2327.
- Roberts, D., Wolff, R., Otto, O., & Steed, A. (2003). Constructing a Gazebo: supporting teamwork in a tightly coupled, distributed task in virtual reality. Presence, 12(6), 644-657.
- Simmons, R. (2004). Inter process communication (IPC).
- Shimizu, M., Koenig, N., Visser, A., & Takahashi, T. (2015, July). A realistic robocup rescue simulation based on gazebo. In Robot Soccer World Cup (pp. 331-338). Springer, Cham.
- Staranowicz, A., & Mariottini, G. L. (2011, May). A survey and comparison of commercial and open-source robotic simulator software. In Proceedings of the 4th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments (p. 56). ACM.
- Sullivan, L. H. (1896). The Tall Office Building Artistically Considered. Lippincott's Magazine: 403-409
- Tikhanoff, V., Cangelosi, A., Fitzpatrick, P., Metta, G., Natale, L., & Nori, F. (2008, August). An open-source simulator for cognitive robotics research: the prototype of the iCub humanoid robot simulator. In Proceedings of the 8th workshop on performance metrics for intelligent systems (pp. 57-61). ACM.
- Trivedi, D., Rahn, C. D., Kier, W. M., & Walker, I. D. (2008). Soft robotics: Biological inspiration, state of the art, and future research. Applied Bionics and Biomechanics, 5(3), 99-117.

108



- Yan, H., Ang, M. H., & Poo, A. N. (2014). A survey on perception methods for human–robot interaction in social robots. International Journal of Social Robotics, 6(1), 85-119.
- Whitehurst, S. V., Lockrow, E. G., Lendvay, T. S., Propst, A. M., Dunlow, S. G., Rosemeyer, C. J., ... & Buller, J. L. (2015). Comparison of two simulation systems to support robotic-assisted surgical training: a pilot study (Swine model). Journal of minimally invasive gynecology, 22(3), 483-488.
- Zhang, H., Wu, P., Beck, A., Zhang, Z., & Gao, X. (2016). Adaptive incremental learning of image semantics with application to social robot. Neurocomputing, 173, 93-101.



