



Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities

Pedro Gabriel Vindrola

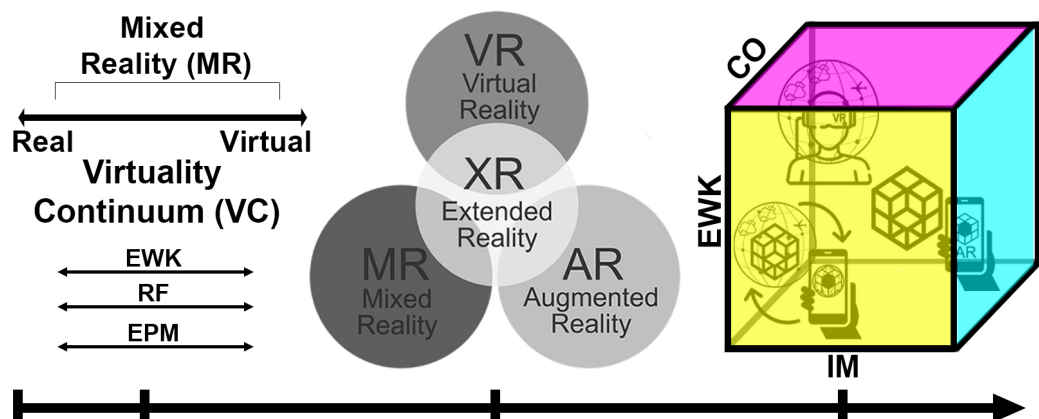
Resumen

El campo de las tecnologías llamadas *Extended Realities* (XR) o también llamadas *Virtuality Continuum*, *Mixed Reality* o *Reality-Virtuality Continuum*, comenzó a finales de los 50 del siglo XX. Hoy tiene un interés emergente en muchos sectores, que hace 20 años atrás no imaginaban su uso ni siquiera como una quimera. Si se indaga en la historia los 90 fueron un punto de inflexión en el campo, dado que empezaron a ganar complejidad tanto filosófica como taxonómica. Definiéndose conceptos algunos de los cuales aún hoy son neologismos. A 70 años de la creación del primer dispositivo persisten conceptos discordantes entre sí, hecho que dificulta la comprensión de los límites de cada una de las tecnologías y su denominación; resultando en una ambigüedad taxonómica.

A la luz de la discrepancia taxonómica y conceptual actual de estas tecnologías, el sector disciplinario del diseño y la representación gráfica debería exacerbar la discusión del rol que tiene que tomar en relación a las *Extended Realities* y la posición frente a las definiciones y clasificaciones del campo de las XR. Este artículo, es un análisis de algunos de las contribuciones más significativas al campo, en busca de clarificar – y/o discutir – conceptos que son utilizados frecuentemente con diferentes significados como los espacios virtuales, los *cyberspaces*, las XR y la *Mixed Reality*.

Palabras clave

Extended realities, taxonomía, mixed reality, cyberspaces, clasificación



Esquema del avance de la teoría sobre la clasificación del campo de las Extended Realities y sus tecnologías inmersivas.

Introducción

El campo de las tecnologías llamadas *Extended Realities* (XR), o también *Virtuality Continuum*, *Mixed Reality* o *Reality-Virtuality Continuum*, comenzó con la creación de un dispositivo para la visualización y el entretenimiento [Heilig 1962]. Hoy tienen un interés emergente en muchos sectores, que hace 20 años atrás no imaginaban su uso ni siquiera como una quimera. Las XR empezaron a ganar notoriedad con la popularización de la industria 4.0 (concepto acuñado en el 2016 por Klaus Schwab) [Universidad Autónoma de Madrid 2021] y con el uso del neologismo de los *cyberspaces*. Estos aspectos y su futuro prometedor impulsaron inversiones de recursos – económicos y humanos – sin precedente en su acotada historia. Su creciente expectación alcanzó su máximo en el 2021 cuando, desde el sector privado, la empresa Meta (Facebook) anunció el proyecto *Metaverse* [Zuckerberg 2021]. Una promesa a 10 años que consiste en la implementación de una tecnología que unificará las redes sociales y los espacios virtuales; cambiando cómo habitamos la realidad y la virtualidad [Caffio, Unali 2022].

Sin embargo, se puede asumir que los años 90 fueron el punto de inflexión conceptual donde estas tecnologías empezaron a ganar complejidad filosófica [Bowskill, Downie 1995; Craig 2013; Sherman, Craig 2018], y taxonómica [Milgram, Kishino 1994]. Respecto de esta última, se empezaron a definir conceptos teóricos, algunos de los cuales aún hoy permanecen imprecisos [Bekele 2021; Speicher et al. 2019]. A 70 años de la creación del primer dispositivo persisten conceptos discordantes entre sí, hecho que dificulta la comprensión de los límites de cada una de las tecnologías y su denominación; resultando en una ambigüedad taxonómica.

En los ámbitos de las ingenierías y de la arquitectura, el sector disciplinario del diseño históricamente ha sido el canal principal de la representación gráfica y de los espacios virtuales. En sus inicios comenzó con el dibujo analógico y con el advenimiento de los ordenadores fue cambiando al paradigma digital; sin embargo, todavía, el formato utilizado en la fase de resultados es del paradigma arquetípico. El sector del diseño está viendo a las XR como el posible cambio final al paradigma digital.

En los ámbitos del cine y la literatura; las películas, las series y las novelas han desarrollado – y desarrollan – escenarios distópicos de la industria 4.0 y las tecnologías XR, poniendo de manifiesto sus posibles problemáticas; e.g., *Black Mirror*; *Ready Player One*, *WALL E*, entre otras. Estos ejemplos muestran las posibles consecuencias sociales del avance no tutelado de las tecnologías XR. Dado lo anterior es necesario exacerbar la discusión teórica taxonómica del campo, y el rol que tiene que tomar el sector del diseño en relación a las XR.

Los espacios virtuales y los cyberspaces

En la literatura griega Platón introduce por primera vez el concepto de espacio en general – *χώρα* –; que “es el primer lugar platónico en el que se dice que la espacialidad o extensión es el inseparable acompañamiento de todos los objetos de sensación” [Ross 1986, p. 151]. Rina define a lo virtual como lo que no es real; es artificial o ilusorio; puede implicar la representación de objetos reales o puede referirse a la creación de lo irreal. Esta autora concluye que todas las formas de espacio virtual contienen información incorpórea [Rina 2019]. En 1984, en la novela *Neuromancer* se acuña el término ‘*cyberspace*’ [Gibson 1984]. Posteriormente es definido por Sherman y Craig como – un lugar que existe en la mente de los participantes, como resultado del uso de una tecnología que permite a las personas geográficamente distantes, comunicarse de forma interactiva – [Sherman, Craig 2002, p. 17]. En línea con esta última definición, es necesario observar algunos aspectos y afirmaciones. Primero, no siempre hay más de un participante en un *cyberspace*, también es discutible que efectivamente sean participantes, dado que no todos son necesariamente personas reales (considerando la inevitable asociación de la palabra participantes con el individuo humano). Por ello, parece más claro usar la denominación de ‘actores’ entendidos no sólo como participantes en una acción o suceso [Real Academia Española 2022], sino también como

entidades físicas y/o virtuales que influyen indirectamente en la acción, el suceso y/o con los participantes. Segundo, es importante clarificar el concepto – un lugar como resultado de la tecnología – citado en la definición. Pollack introdujo esta idea en el título *For Artificial Reality, Wear A Computer* de su artículo en el New York Times [Pollack 1989]. Krueger en su libro *Artificial Reality II* profundizó este concepto definiendo las realidades artificiales como el opuesto al espacio físico; y destacó que el objetivo de estas son la participación de todo el cuerpo en acontecimientos informáticos [Krueger 1991, p. 16]. En la actualidad, 34 años después, podemos decir que no están sólo involucradas las computadoras como afirmaba Pollack, en el sentido de la palabra de ordenadores o PC, sino que todos los sistemas informáticos computarizados; es decir las tecnologías informáticas (IT).

Por último, el concepto de 'lugar que existe en la mente' debe reconsiderarse. Se define al lugar como la "porción del espacio, real o imaginada, en que se sitúa algo" [Oxford Languages 2023]. En línea con lo explicado por Krueger y Pollack y la definición de espacio virtual de Rina nombrada previamente, se podría concluir que la diferencia entre los espacios virtuales y los *cyberspaces*, es que este último es un espacio virtual creados solamente a partir de las IT.

Podría concluirse, que los *cyberspaces* son una subcategoría de los espacios virtuales creados a partir de las IT, donde se puede interactuar con el ambiente y/o con los actores del mismo.

Extended Realities (tecnologías XR)

Aunque la discusión de la taxonomía [1] de este campo empezó en los 90 cuando se concertaron nueve dimensiones de las actuales XR [Robinett 1992], siendo un punto de partida para el debate; todavía hoy los investigadores ignoran – o desconocen – en gran medida la taxonomía [Skarbez et al. 2021, p. 1].

Las *Extended Realities* son un campo conceptual que engloba a todas las tecnologías de vivencia inmersiva que muestran *cyberspaces*. A nivel de divulgación el concepto de XR ha sido reducido a sólo tres de las tecnologías: *Mixed Reality* (MR), *Augmented Reality* (AR) y *Virtual Reality* (VR) (fig. 1). Lejos de nacer sólo en esta trífeca, los primeros pasos de las XR se dieron dentro del sector de *computer graphics* sin subclasificaciones. Sutherland y colaboradores desarrollaron las primeras experiencias inmersivas en el mundo científico: "Sword of Damocles" [Sutherland 1968] y "Moving Computer graphic images seen from inside the vascular system" [Greenfield et al. 1971]; hoy clasificadas como AR y VR respectivamente. La primera macro división del campo de las XR fue la clasificación en dos tecnologías, la

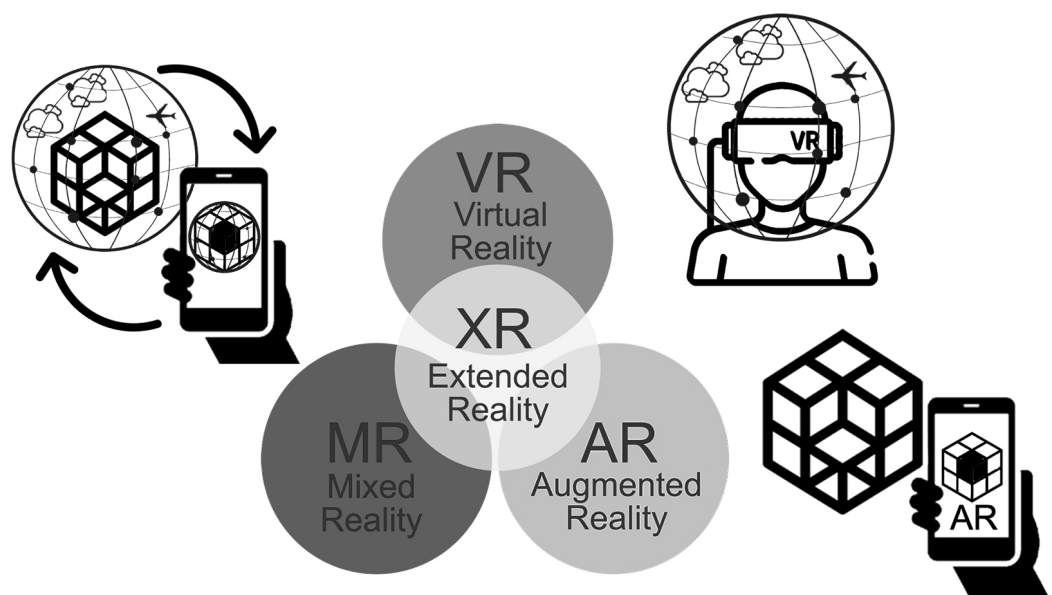


Fig. 1. Esquema masivamente divulgado del concepto reducido de las *Extended Realities*.

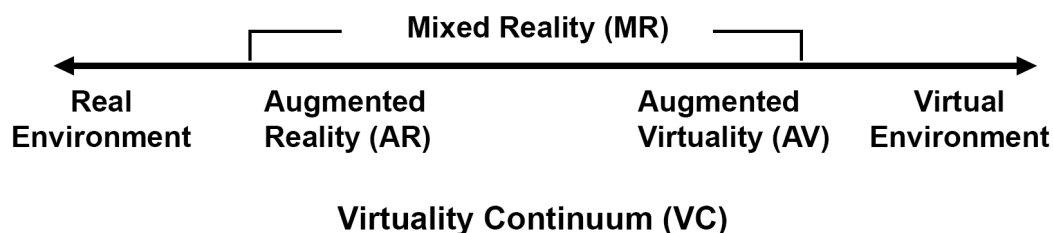


Fig. 2. Representación simplificada del *Virtuality Continuum*. Milgram, Kishino 1994.

VR y la AR o también llamada *Enhanced Reality* [Grimson et al. 1994]. Esta primera división se hizo debido a la necesidad de separar las tecnologías que sumergen completamente a un usuario dentro de un entorno sintético (VR), de las tecnologías que pueden mostrar el mundo real, con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real (AR) [Azuma 1997, p. 2].

Sin embargo, se acuerda que el inicio de la clasificación del sector empezó con la publicación *A taxonomy of Mixed Reality visual displays* [Milgram, Kishino 1994]; donde la clasificación dependía de que tan virtual o real es la escena que se está viendo. En ese artículo se introdujo por primera vez el concepto de *Mixed Reality* y el de *Virtuality Continuum (VC)* (fig. 2). Para facilitar la lectura de este artículo el concepto de *Mixed Reality* según Milgram y Kishino será abreviado MRe, diferenciándolo de la *Mixed Reality (MR)* utilizado en la actualidad. El concepto de VC se refirió a cualquier mezcla de clases de objetos – reales y/o virtuales – presentados en una situación de visualización a través de un *display*; en un extremo del esquema se encuentra la realidad y en el otro el mundo totalmente virtual. El concepto de MRe lo introdujeron como todo caso intermedio. La MRe puede ser entendida como toda experiencia mixta realizada para observar objetos reales y virtuales – juntos – en las que se usa un *display*. Obsérvese que los conceptos de *Real Environment* y *Virtual Environment* están excluidos de la MRe. Nótese que consideran la VR como *Virtual Environment*. Así, se logró consolidar la separación teórica de estas dos tecnologías, la AR y la VR, y clasificar a su vez la *Augmented Virtuality (AV)* tecnología menos divulgada, que es utilizada para aumentar la virtualidad con objetos reales (fig. 2).

En esta misma contribución los autores, incluyeron tres dimensiones a fin de tener un sistema de clasificación más detallado de las MRe. Las tres dimensiones (fig. 3) surgen de las siguientes preguntas:

- ¿Cuánto sabemos del mundo que se muestra? Dimensión *Extent of World Knowledge (EWK)*;
- ¿Con qué realismo somos capaces de mostrarlo? Dimensión *Reproduction Fidelity (RF)*;
- ¿Cuál es el alcance de la ilusión con la que el observador está presente dentro de ese mundo? Dimensión *Extent of Presence Metaphor (EPM)*.

Utilizando estas tres dimensiones se pudo desarrollar un sistema de subclasificación de las experiencias creadas por estas tecnologías, para poder diferenciar dos experiencias que tecnológicamente son conceptualmente iguales (según el diagrama de la figura 2); e.g., una experiencia donde se ve un árbol virtual hiperrealista o como *Low Poly*, serían conceptualmente iguales en el VC. Concluyendo las dimensiones y el VC de Milgram y Kishino pusieron las bases para clasificar las tecnologías de MR, con un esquema 2D. Con el nuevo siglo, empezaron a surgir nuevas tecnologías, e.g., la *Mediated Reality* y la *Diminished Reality* [Mann, Barfield 2003]; que no necesariamente entraban en las categorías de Milgram y Kishino. Lentamente el campo de las XR fue tomado popularidad en ámbitos, como la ingeniería y la medicina, que vieron la potencialidad del aumento de información digital en tareas complejas. Esto ocasionó que el campo de las XR tenga que cambiar de ser una mera visualización a que el usuario tenga diferentes roles y, sobre todo, pueda interactuar con la información digital.

En el 2021 se publicó el artículo *Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum* [Skarbez et al. 2021] donde proponen actualizar la taxonomía y las definiciones. La primera observación que hacen es acerca de la VR y como afecta al VC (al que llaman *Reality-Virtuality – RV – Continuum*). Dentro del *RV Continuum*, los autores explican que existe un tipo

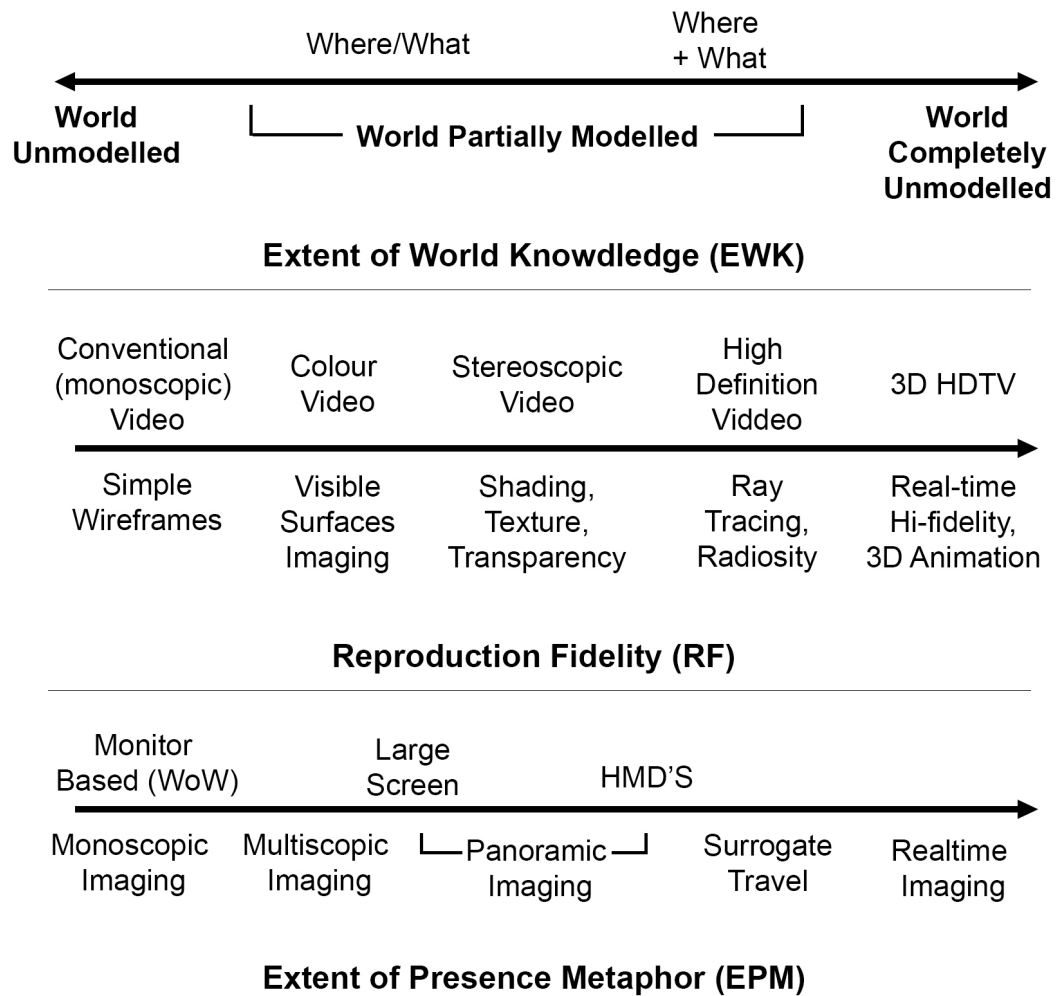


Fig. 3. Dimensiones (EWK, RF y EPM) de clasificación de las MRs. Milgram, Kishino 1994.

de virtualidad donde el usuario no puede concebir la diferencia entre lo real y lo virtual, apodándola *Matrix-like Virtual Environment*, por la película *Matrix* (1999). Este último tipo de virtualidad sólo es posible en casos donde la inmersión en el mundo virtual se da sin percibir el dispositivo de inmersión; representando en el esquema el RV Continuum en forma no continua (fig. 4). Luego, Skarbez propone unificar el concepto *Mixed Reality* (MR), dado las múltiples definiciones que se encuentran en los artículos científicos. En una revisión temática contemporánea se individualizaron seis tipos de MR [Speicher et al. 2019] (fig. 5):

- MR en el contexto del VC de Milgram y Kishino (llamado MR_e en este artículo);
- MR como un sinónimo de AR;
- MR como un tipo de colaboración entre AR y VR;
- MR como una unión entre AR y VR;
- MR como alineación de ambientes;
- y MR como una AR potenciada.

Skarbez propone unificar la definición de MR con una versión adaptada de lo planteado por Milgram y Kishino, expresando el concepto como un entorno de MR es aquel en el que los objetos y estímulos del mundo real y del mundo virtual se presentan juntos dentro de una misma percepción. Así los autores excluyen de la MR la *MatrixLike Environment* y el *Real Environment*. También incluyen en la MR, a diferencia de Milgram y Kishino, la VR. Así mismo, redefinieron los conceptos de las tres dimensiones y convirtieron las dimensiones en un esquema 3D (fig. 6). El concepto de *Reproduction Fidelity* (RF) cambia a *Immersion* (IM) *continuum*, el concepto de *Extent of Presence Metaphor* (EPM) a *Coherence* (CO) *continuum*, y el EWK se mantiene igual pero actualizan la dimensión. La colocación de las dimensiones en

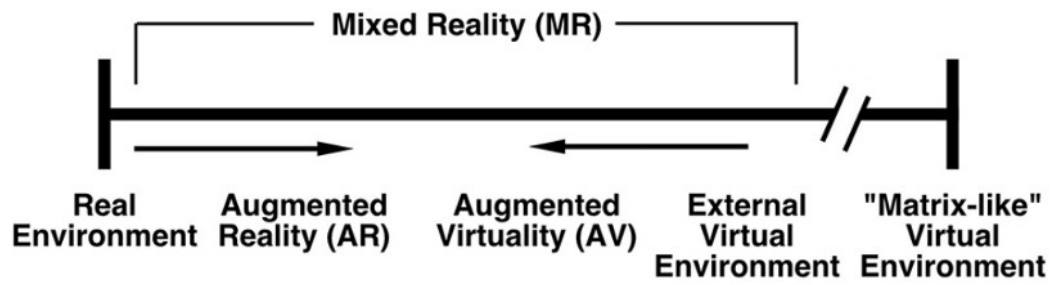


Fig. 4. Reality-Virtuality (RV) Continuum (antes conocido como *Virtuality continuum*). Skarbez 2021.

Reality-Virtuality (RV) Continuum

un sistema espacial 3D permite el reconocimiento de los siguientes planos: *Replicated World Illusion*, *Presence*, y *System Intelligence Illusion*; la unión de estos tres planos crean la nueva definición de *Mixed Reality* (fig. 7).

Discusión y conclusiones

El artículo tiene el fin de discutir y clarificar la nomenclatura y la taxonomía de las diferentes experiencias inmersivas virtuales. Su clarificación ayuda a facilitar el uso multidisciplinar de estas tecnologías. Este trabajo forma parte de una investigación doctoral que tiene como objetivo aplicar las XR para el ámbito de la *digital fabrication*.

Se discutió la ambigüedad de los múltiples nombres utilizados para englobar las tecnologías del campo de las 'XR', en algunos casos se utilizan la misma nominación para diferentes conceptos; e.g., al campo se lo denomina, entre otros, *Extended Realities*, *Cross-Realities*, *Virtuality Continuum*, *Mixed Reality* o *Reality-Virtuality Continuum*.

El concepto de las *Extended Realities* (destacado en la figura 1) usado frecuentemente y masivamente como nombramiento del campo es contraproducente. El principal defecto es que solo incluye tres tecnologías (MR, VR y AR), siendo esto reductivo. El termino *Mixed Reality* es particularmente indeterminado, de hecho Speicher concluye su artículo diciendo: "la MR puede ser muchas cosas y su comprensión depende siempre del contexto" (fig. 7). Por ello acuerdo que, concordante con los avances teóricos [Milgram, Kishino 1994; Skarbez et al. 2021], el nombramiento del campo debería ser MR (s. l.) siendo la situación más par-

Fig. 5. Ejemplos de los seis tipos de MR identificados por Speicher y sus colegas: a) Continuum de Virtualidad (VC) y Continuum de Realidad-Virtualidad (RV). Milgram, Kishino 1994; b) La MR como sinónimo de AR. Facebook de Augin; c) La MR como tipo de colaboración entre AR y VR. Reilly 2015; d) MR como vínculo entre AR y VR. PokemonGO; e) MR como alineación de entornos. Roo 2017; y MR como AR potenciada. Settimi 2022.

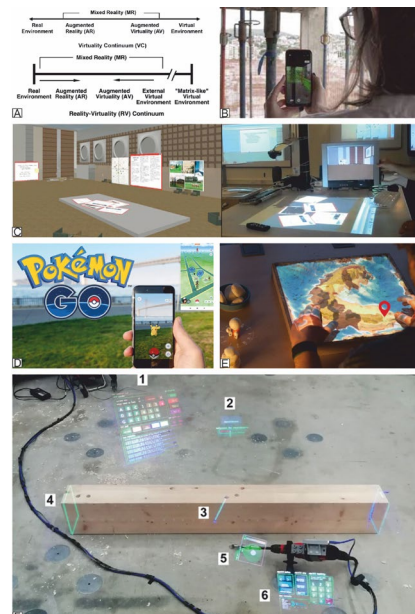
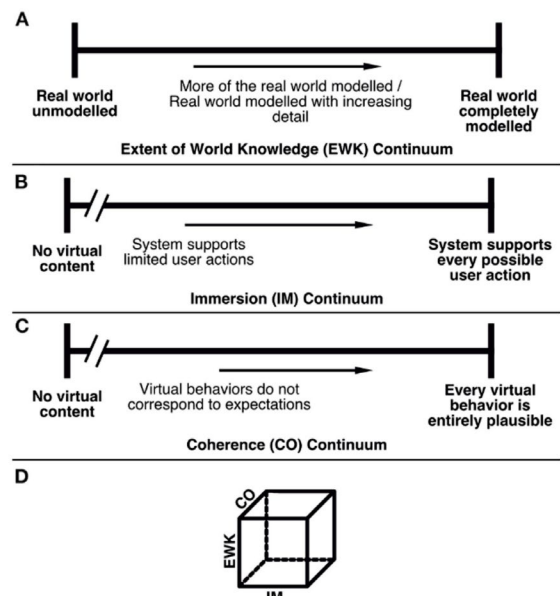


Fig. 6. Extent of World Knowledge (EWK) Continuum (A), Immersion (IM) Continuum (B), Coherence (CO) Continuum (C) and el esquema tridimensional de las dimensiones (D). Skarbez 2021.



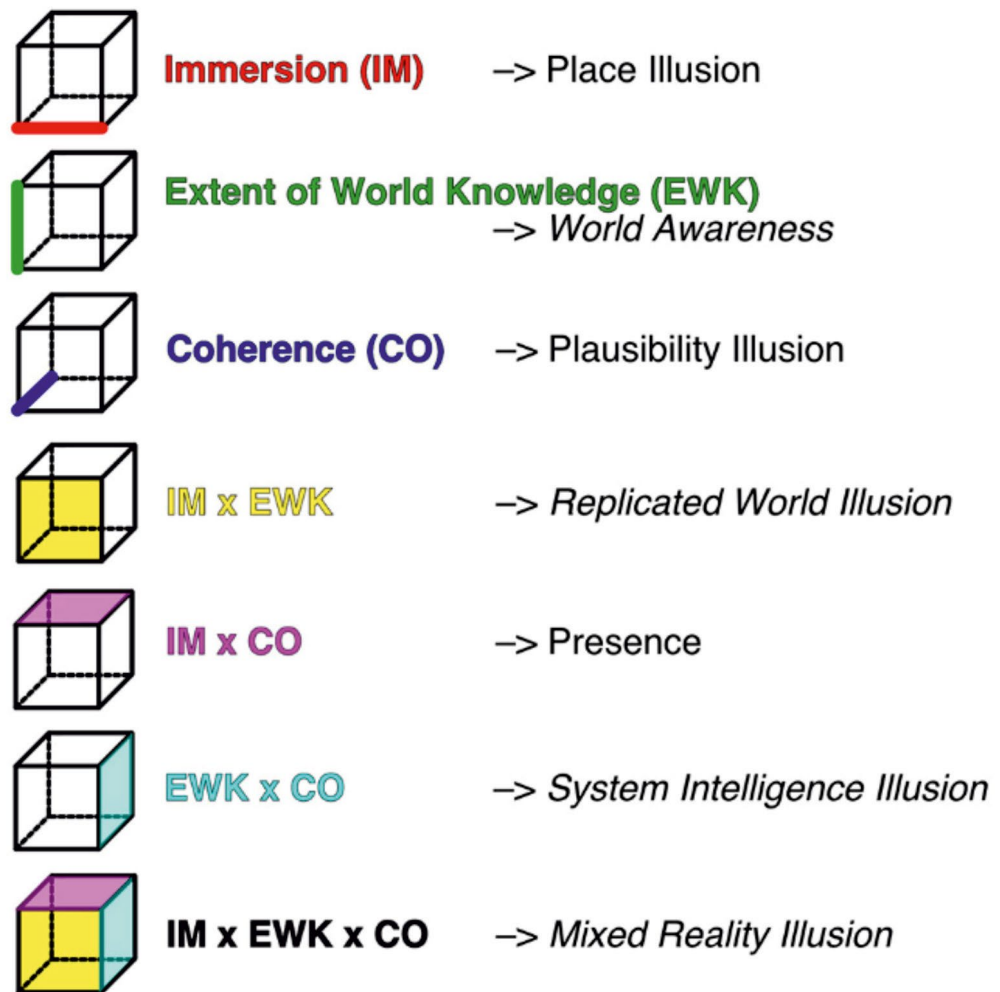


Fig. 7. Representación gráfica de las categorías de la MR. Combinando dimensiones y sensaciones subjetivas. Skarbez 2021.

simoniosa, aunque este último siga aun siga siendo conflictivo. Obsérvese que la tecnología citada en la figura 1 como MR deberá ser primeramente clasificada y, luego, renombrada; sin embargo, al sacar la MR (fig. 1) como una de las tecnologías, quedarán solo la AR y la VR. Esto aumentaría la limitación para clasificar las experiencias actuales.

La representación cubica de las dimensiones [Skarbez et al. 2021], es un aporte revelador que facilita el esclarecimiento de la taxonomía de estas tecnologías. Sin embargo, la falta de variables mesurables dificulta la creación de categorías estrictas dentro de la MR (s. l.) y continua a permitir la clasificación de manera arbitraria. En este trabajo se pone de manifiesto la problemática de la insuficiente cantidad de categorías, principalmente por las experiencias diversas abarcadas dentro de la categoría AR.

Concluyendo, el campo de las MR (s. l.) es un campo en discusión, donde por un lado es primordial fortalecer la discusión del sector disciplinario del diseño y de la representación gráfica, dado que este sector tiene aptitud y conocimiento en el uso de los espacios virtuales y también es uno de los principales actores de los cyberspaces. Y por el otro lado, es necesario generar un marco teórico que permita definir una clasificación robusta que agilice el uso taxonómico del campo.

Notas

[1] Taxonomía del griego *táxis* (ordenación) y *-nomía* (significa conjunto de leyes o normas). La R.A.E. la define como la ciencia que trata de los principios, métodos y fines de la clasificación; también la define como la acción de clasificar. Luego, *Oxford Learner's Dictionaries* define taxonomía como: el proceso científico de clasificar cosas (= ordenarlas en grupos).

Referencias

- Azuma R.T. (1997). A Survey of Augmented Reality. En *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, vol. 6, n. 4, pp. 355-385. Cambridge: MIT Press.
- Bekele M.K. (2021). Mixed Reality: A Bridge or a Fusion Between Two Worlds? En *Virtual Heritage: A Concise Guide*, pp. 93-103. London: Ubiquity Press..
- Bowskill J., Downie, J. (1995). Extending The Capabilities of the Human Visual System. An Introduction to Enhanced Reality. En *Computer Graphics*, Vol. 29, No. 2, pp. 61-65.
- Caffio G., Unali M. (2022). Verso una storia dell'Abitare Virtuale. Dal Cyberspace a Second Life fino al Metaverso di Facebook e oltre. En C. Battini, E. Bistagnino (Eds.), *Dialogues, visions and visibility. Proceedings of the 43rd International Conference of Representation Disciplines Teachers. Génova, 15-17 Septiembre 2022*, pp. 205-220. Milan: FrancoAngeli..
- Craig A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications*. Burlington: Morgan Kaufmann.
- Gibson W. (1984). *Neuromancer*. New York: Ace Science Fiction Specials, Ace Books.
- Greenfield H., Vickers D., Sutherland I., et al. (1971). Moving Computer Graphic Images Seen From Inside the Vascular System. En *Transactions - American Society for Artificial Internal Organs*, vol. 17, n. 1, pp. 381-385.
- Grimson W.E.L., Lozano-Perez T., Wells W.M., et al. (1994). Automatic registration method for frameless stereotaxy, image guided surgery, and enhanced reality visualization. En *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 430-436. IEEE..
- Heilig M.L. (1962). *Sensorama Simulator* (Patent No. 3,050,870). United States Patent Office..
- Krueger M.W. (1991). *Artificial Reality II*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Mann S., Barfield W. (2003). Introduction to mediated reality. En *International Journal of Human-Computer Interaction*, vol. 15, n. 2, pp. 205-208.
- Milgram P., Kishino F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. En *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), pp. 1321-1329.
- Oxford Languages (2023). Oxford Languages and Google. <<https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>> (consultado el 2 Febrero 2023).
- Pollack A. (1989 Abril 10). For Artificial Reality, Wear A Computer. En *New York Times*, 1.
- Real Academia Española (2022). <<https://dle.rae.es/>. Diccionario de La Lengua Española>. (consultado el 2 Febrero 2023).
- Reilly D., Echenique A., Wu A., Edwards W.K. (2015). Mapping out Work in a Mixed Reality Project Room. En *33th CHI '15: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Conferences Proceedings*. Seoul, 18-23 Abril 2015, pp. 887-896.
- Rina A. (2019). Virtual Space. En A. Messey (Ed.), *A Companion to Contemporary Design since 1945*, vol. 3, pp. 137-156. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Robinett W. (1992). Synthetic Experience: A Proposed Taxonomy. En *Presence*, vol. 1, n. 1, pp. 229-247.
- Roo J.S., Gervais R., Frey J. (2017). Inner Garden: Connecting Inner States to a Mixed Reality Sandbox for Mindfulness. En *35th CHI '17: CHI Conference on Human Factors In Computing Systems. Conferences Proceedings*. Denver, 6-11 Mayo 2017, pp. 1459-1470.
- Ross W. D. (1986). *Teoría de las ideas de Platón*. Madrid: Cátedra.
- Settimi A., Gambero J., Weinand Y. (2022). Augmented-reality-assisted timber drilling with smart retrofitted tools. En *Automation in Construction*, Vol. 139, pp. 1-19.
- Sherman W. R., Craig A. B. (2002). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*, vol. 1. [Primera edición]. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Sherman W. R., Craig A. B. (2018). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*, [Segunda edición]. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Skarbez R., Smith M., Whitton M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. En *Frontiers in Virtual Reality*, vol. 2. <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.647997/full>> (consultado el 2 Febrero 2023).
- Speicher M., Hall B. D., Nebeling M. (2019). What is mixed reality? En *39th CHI '19: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Conferences Proceedings*. Glasgow, 4-9 Mayo 2017, pp. 1-15.
- Sutherland I.E. (1968). A head-mounted three dimensional display. En *AFIPS '68, Fall joint computer conference, part I. Conferences Proceedings*. San Francisco, 9-11 Diciembre, pp. 757-764.

Qué entendemos por Industria 4.0 o Cuarta revolución industrial (1 Septiembre 2021). <<https://www.uam.es/uam/vidauam/bibliotecas/biblioteca-politecnica/noticias/la-cuarta-revolucionindustrial#:~:text=El%20concepto%20de%20Cuarta%20Revoluci%C3%B3n,manera%20flexible%20a%20nivel%20global%22>> (accessed 2 Febrero 2023).

<https://www.metaconnect.com/esla/program/fbc033/> (accessed 2 Febrero 2023).

Autor

Pedro Gabriel Vindrola, Università degli Studi di Napoli Federico II, pedrogabriel.vindrola@unina.it

Para citar este artículo: Vindrola Pedro Gabriel (2023). Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities/Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (ed.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 678-694.



Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities

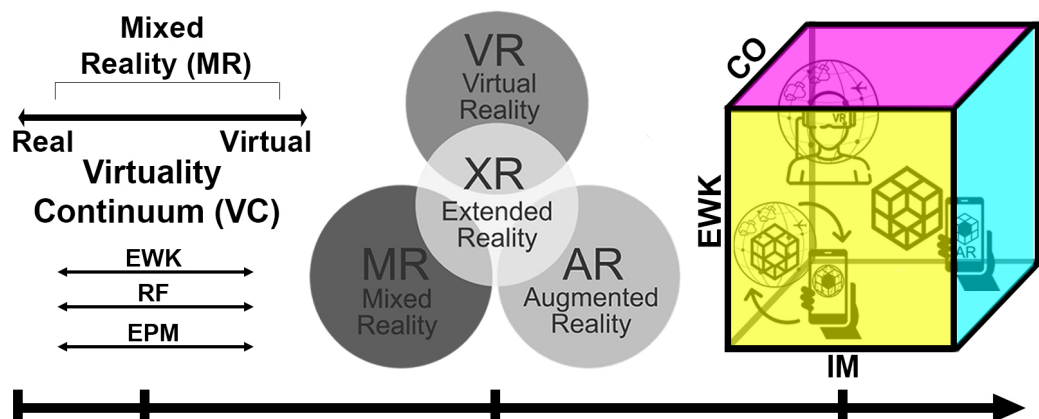
Pedro Gabriel Vindrola

Abstract

The field of technologies called Extended Realities (XR), also known as Virtuality Continuum, Mixed Reality or Reality-Virtuality Continuum, began in the late 1950s. Today, it is of growing interest in many sectors that 20 years ago could not even imagine its use, not even as a chimera. Looking back in history, the 90s were a turning point in the field, as it began to gain complexity both philosophically and taxonomically. Some terms were defined, some of which are still neologisms today. Seventy years after the creation of the first device, there are still conflicting concepts that make it difficult to understand the limits of each technology and its denomination, resulting in taxonomic ambiguity. Given the current taxonomic and conceptual discrepancy of these technologies, the disciplinary sector of design and graphic representation should intensify the discussion about the role it has to take in relation to Extended Realities and its position in front of the definitions and classifications of the XR field. This article is an analysis of some of the most significant contributions to the field, seeking to clarify and/or discuss terms that are often used with different meanings, such as virtual spaces, cyberspaces, XR and Mixed Reality.

Keywords

Extended Realities, Taxonomy, Mixed Reality, Cyberspaces, Classification



Scheme of the advancement of the theory on the classification of the field of Extended Realities and its immersive technologies.

Introduction

The field of technologies called Extended Realities (XR), or also Virtuality Continuum, Mixed Reality or Reality-Virtuality Continuum, began with the creation of a device for visualization and entertainment [Heilig 1962]. Today, they have an emerging interest in many sectors, which 20 years ago did not imagine their use, not even as a chimera. XR began to gain notoriety with the popularization of Industry 4.0 (a concept coined by Klaus Schwab in 2016) [Universidad Autónoma de Madrid 2021] and with the use of the neologism of cyberspaces. These aspects and its promising future have led to an unprecedented investment of resources – both economic and human – in its limited history. This growing expectation culminated in 2021, when the private company Meta (Facebook) announced the Metaverse project [Zuckerberg 2021]. A 10-year promise consisting of the implementation of a technology that will unite social networks and virtual spaces; changing the way we inhabit reality and virtuality [Caffio, Unali 2022].

However, it can be assumed that the 1990s was the conceptual turning point when these technologies began to gain philosophical [Bowskill, Downie 1995; Craig 2013; Sherman, Craig 2018] and taxonomic [Milgram, Kishino 1994] complexity. With regard to the latter, theoretical concepts began to be defined, some of which remain vague today [Bekele 2021; Speicher et al. 2019]. Seventy years after the creation of the first device, discordant concepts persist, making it difficult to understand the limits of each technology and its denomination, resulting in taxonomic ambiguity.

In the fields of engineering and architecture, the disciplinary sector of design has historically been the main channel for graphic representation and virtual spaces. It began with analogue drawing and, with the advent of computers, has gradually moved to the digital paradigm; however, still, the format used as the outcome phase, or result, is still from the archetypal paradigm. The design industry is looking to XR as a possible final shift to the digital paradigm. In film and literature, films, series and novels have developed – and continue to develop – dystopian scenarios of Industry 4.0 and XR technologies, highlighting their potential problems, e.g., *Black Mirror*, *Ready Player One*, *WALL-E*, among others. These examples show the possible social consequences of the uncontrolled development of XR technologies. In light of the above, it is necessary to intensify the theoretical taxonomic discussion of the field and the role that the design sector has to take in relation to XR.

Virtual spaces and cyberspaces

In Greek literature, Plato is the first to introduce the concept of space in general – *χώρα* – which is “the first Platonic place where spatiality or extension is said to be the inseparable accompaniment of all objects of sensation” [Ross 1986, p. 151]. Rina defines the virtual as that which is not real; it is artificial or illusory; it may involve the representation of real objects or it may refer to the creation of the unreal. She concludes that all forms of virtual space contain disembodied information [Rina 2019].

In 1984, the term ‘cyberspace’ was coined in the novel *Neuromancer* [Gibson 1984]. It is later defined by Sherman and Craig as – a place that exists in the minds of participants as a result of the use of technology that allows geographically distant people to communicate interactively – [Sherman, Craig 2002, p. 17]. In line with the latter definition, some aspects and statements need to be noted. First, there is not always more than one participant in a cyberspace, and it is also debatable whether they are actually participants, given that not all of them are necessarily real people (given the inevitable association of the word participant with the human individual). Therefore, it seems clearer to use the term ‘actors’, understood not only as participants in an action or event [Real Academia Española 2022], but also as physical and/or virtual entities that indirectly influence the action, the event and/or the participants.

Secondly, it is important to clarify the concept – a place as a result of technology – cited in the definition. Pollack introduced this idea in the title *For Artificial Reality, Wear A Computer*

in his New York Times article [Pollack 1989]. Krueger in his book *Artificial Reality II* further elaborated on this concept by defining artificial realities as the opposite of physical space; and emphasized that the goal of artificial realities is the participation of the whole body in computer events [Krueger 1991, p. 16]. Today, 34 years later, we can say that not only computers are involved, as Pollack claimed, in the sense of the word computers or PCs, but all computerized computer systems, i.e., Information Technology (IT).

Finally, the concept of 'place existing in the mind' needs to be reconsidered. Place is defined as the "portion of space, real or imagined, in which something is situated" [Oxford Languages 2023]. In line with Krueger and Pollack and Rina's definition of virtual space, mentioned above, it could be concluded that the difference between virtual spaces and cyberspaces is that the latter is a virtual space created purely by IT.

It could be concluded that cyberspaces are a subcategory of virtual spaces created by IT, where one can interact with the environment and/or with the actors in it.

Extended realities

Although discussion of the taxonomy [1] of the field began in the 1990s when nine dimensions of the current XR were agreed upon [Robinett 1992] as a starting point for debate, the taxonomy is still largely ignored – or unknown – by researchers today [Skarbez et al. 2021, p. 1].

Extended Realities is a conceptual field that encompasses all immersive experience technologies that display cyberspaces. At the dissemination level, the concept of XR has been reduced to just three of the technologies: Mixed Reality (MR), Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) (fig. 1). Far from being born only in this trifecta, the first steps of XR were taken within the computer graphics field, without subdivisions. Sutherland and his collaborators developed the first immersive experiences in the world of science: "Sword of Damocles" [Sutherland 1968] and "Moving Computer Graphics Images Seen from Inside the Vascular System" [Greenfield et al. 1971]; now classified as AR and VR respectively.

The first macro division of the XR field was into two technologies, VR and AR or Enhanced Reality [Grimson et al. 1994]. This first division was made because of the need to separate technologies that fully immerse the user in a synthetic environment (VR) from technologies that can display the real world with virtual objects superimposed or composited with the real world (AR) [Azuma 1997, p. 2].

However, it is agreed that the beginning of the classification of the sector started with the publication A taxonomy of Mixed Reality visual displays [Milgram, Kishino 1994]; where the

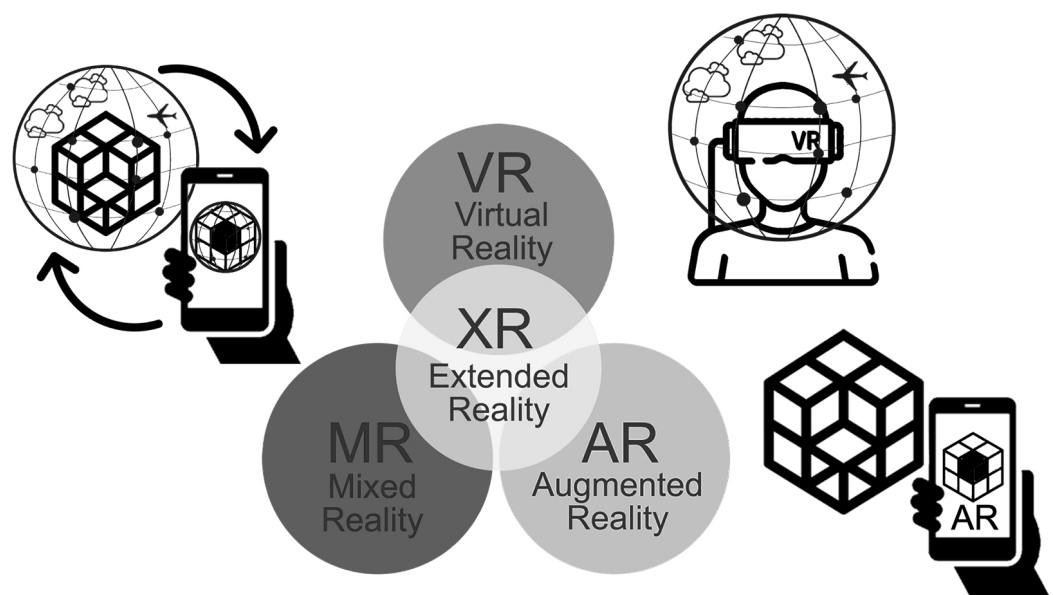


Fig. 1. Massively publicized outline of the reduced concept of Extended Realities.

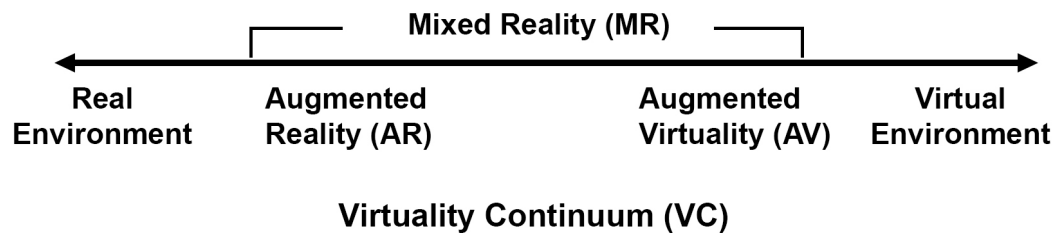


Fig. 2. Simplified representation of the Virtuality Continuum. Milgram, Kishino 1994.

classification depended on how virtual or real the scene being viewed it is. In that article the concept of Mixed Reality and the Virtuality Continuum (VC) was introduced for the first time (fig. 2). To facilitate the reading of this article the concept of Mixed Reality according to Milgram and Kishino will be abbreviated MRe, differentiating it from the currently used Mixed Reality (MR). The concept of VC referred to any mixture of classes of objects – real and/or virtual – presented in a visualisation situation through a display; at one end of the scheme is reality and at the other the totally virtual world. The concept of MRe was introduced as any case in between. MRe can be understood as any mixed experience made to observe real and virtual objects – together – in which a display is used. Note that the concepts of Real Environment and Virtual Environment are excluded from MRe. Note that they consider VR as Virtual Environment. Thus, it was possible to consolidate the theoretical separation of these two technologies, AR and VR, and to classify Augmented Virtuality (AV), a less publicised technology, which is used to augment virtuality with real objects (fig. 2).

In this same contribution, the authors included three dimensions in order to have a more detailed classification system for MRe. The three dimensions (fig. 3) arise from the following questions:

- How much do we know about the world shown? Extent of World Knowledge (EWK);
- How realistically are we able to show it? Reproduction Fidelity (RF);
- What is the extent of the illusion that the observer is present within that world? Extent of Presence Metaphor (EPM).

Using these three dimensions, it was possible to develop a system of sub-classification of the experiences created by these technologies in order to distinguish between two experiences that are technologically the same (according to the diagram in figure 2); for example, an experience where one sees a hyper-realistic virtual tree or low poly would be conceptually the same in the VC. In summary, Milgram and Kishino's dimensions and VC laid the foundation for classifying MR technologies with a 2D schema. With the new century, new technologies began to emerge, such as Mediated Reality and Diminished Reality [Mann, Barfield 2003], which did not necessarily fall into Milgram and Kishino's categories. Slowly, the field of XR gained popularity in fields such as engineering and medicine, which saw the potential for augmenting digital information in complex tasks. This led to a shift in the field of XR from pure visualisation to the user taking on different roles and, most importantly, being able to interact with digital information.

In 2021 the article *Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum* [Skarbez et al. 2021] was published, in which they propose to update the taxonomy and definitions. The first observation they make is about VR and how it affects the VC (which they call the Reality-Virtuality -RV- Continuum). Within the RV continuum, the authors explain that there is a type of virtuality where the user cannot conceive of the difference between the real and the virtual, which they call the Matrix-like Virtual Environment, after the film *Matrix* (1999). The latter type of virtuality is only possible in cases where immersion in the virtual world occurs without perceiving the immersive device; in the schematic, the RV continuum is represented in a non-continuous form (fig. 4). Skarbez then propose to unify the term Mixed Reality (MR), given the multiple definitions found in scientific articles. A contemporary thematic review identified six types of MR [Speicher et al. 2019] (fig. 5):

- MR in the context of Milgram and Kishino's VC (called MRe in this article);
- MR as a synonym for AR;
- MR as a type of collaboration between AR and VR;

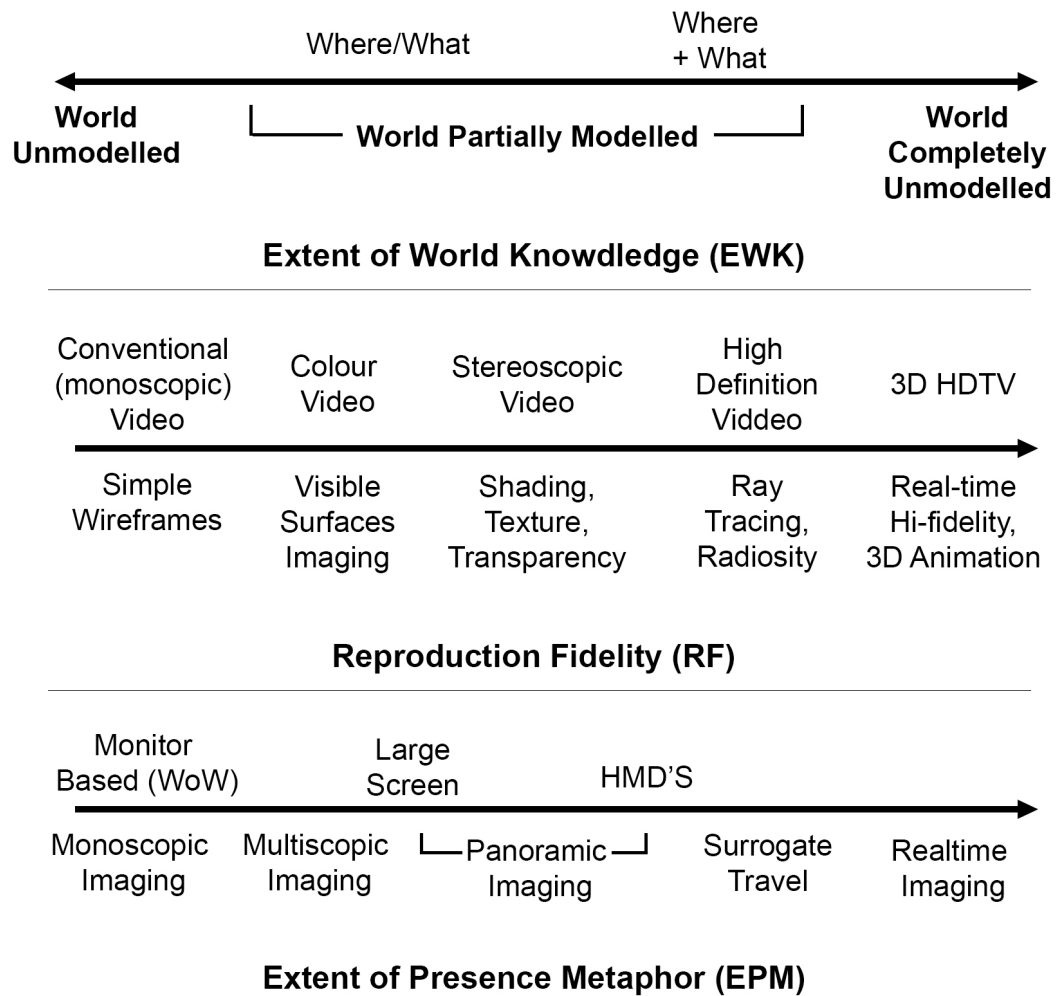


Fig. 3. Dimensions (EWK, RF and EPM) of MR classification. Milgram, Kishino 1994.

- MR as a link between AR and VR;
- MR as an alignment of environments;
- and MR as an empowered AR.

Skarbez proposed to unify the definition of MR with an adapted version of Milgram and Kishino, expressing the concept as -an MR environment is one in which objects and stimuli from the real world and the virtual world are presented together within the same perception. The authors thus exclude from MR the Matrix-like environment and the real environment. They also include VR in MR, unlike Milgram and Kishino. They also redefined the concepts of the three dimensions and converted the dimensions into a 3D scheme (fig. 6). The concept of Reproduction Fidelity (RF) becomes the Immersion (IM) continuum, the concept of Extent of Presence Metaphor (EPM) becomes the Coherence (CO) continuum, and the EWK remains the same, but they update the dimension. The placement of the dimensions in a 3D spatial system allows the recognition of the following levels: Replicated World Illusion, Presence and System Intelligence Illusion; the union of these three levels creates the new definition of Mixed Reality (fig. 7).

Discussion and conclusions

The article aims to discuss and clarify the nomenclature and taxonomy of different immersive virtual experiences. Its clarification helps to facilitate the multidisciplinary use of these technologies. This work is part of a doctoral thesis that aims to apply XR to the field of digital fabrication. The ambiguity of the multiple names used to encompass the technologies of

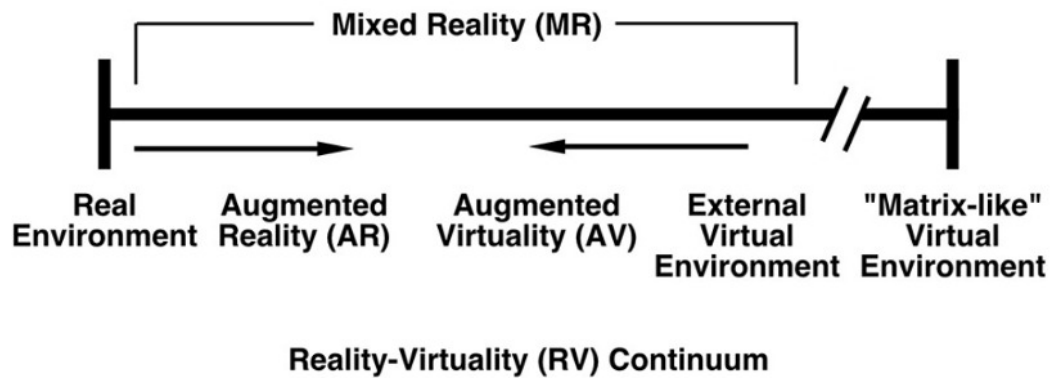


Fig. 4. Reality-Virtuality (VR) Continuum (formerly known as Virtuality continuum). Skarbez 2021.

the 'XR' field was discussed; in some cases, the same name is used for different concepts, e.g., the field is called, among others, Extended Realities, Cross-Realities, Virtuality Continuum, Mixed Reality or Reality-Virtuality Continuum.

The concept of Extended Realities (highlighted in figure 1), which is frequently and massively used to name the field, is counterproductive. The main shortcoming is that it includes only three technologies (MR, VR and AR), which is reductive. The term Mixed Reality is particularly vague, with Speicher concluding his article by saying: "MR can be many things and its understanding always depends on the context" (fig. 7). I therefore agree that, in line with theoretical developments (Milgram and Kishino, 1994; Skarbez et al., 2021), the most parsimonious naming of the field should be MR (s. l.), although the latter remains controversial. Note that the technology listed as MR in Figure 1 should first be classified and then renamed; however, removing MR (fig. 1) as one of the technologies would leave only AR and VR. This would increase the limitation to classify current experiences.

The cubic representation of dimensions [Skarbez et al. 2021] is an enlightening contribution that facilitates the clarification of the taxonomy of these technologies. However, the lack of measurable variables makes it difficult to create strict categories within the MR (s. l.) and continues to allow arbitrary classification. This paper highlights the problem of the insufficient number of categories, mainly due to the diversity of experiences encompassed within the AR category.

In conclusion, the field of MR (s. l.) is a field under discussion where, on the one hand, it is essential to strengthen the discussion of the disciplinary sector of design and graphic representation, given that this sector has skills and knowledge in the use of virtual spaces

Fig. 5. Examples of the six types of MR identified by Speicher and colleagues: a) Milgram and Kishino's Virtuality Continuum (VC) and Reality-Virtuality (VR) Continuum; b) MR as a synonym for AR, Augin's Facebook; c) MR as a type of collaboration between AR and VR, Reilly 2015; d) MR as a link between AR and VR, PokemonGO; e) MR as an alignment of environments, Roo 2017; and MR as an empowered AR, Settimi 2022.

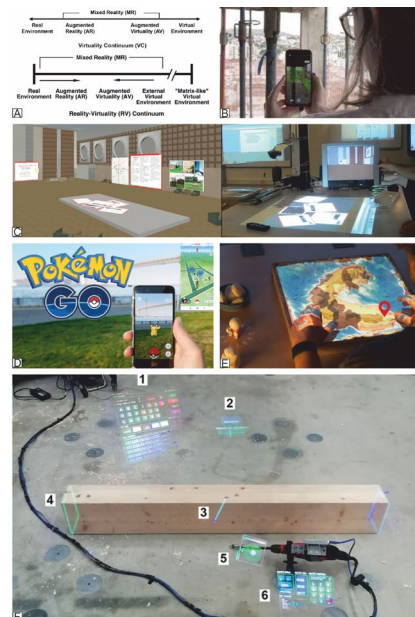
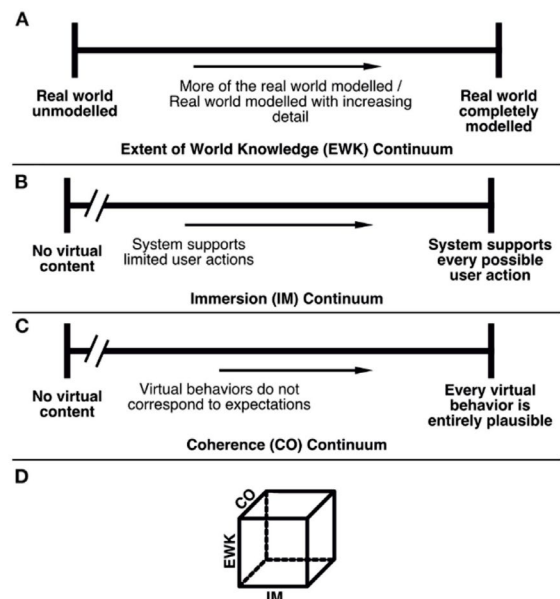


Fig. 6. Extension of World Knowledge (EWK) Continuum (A), Immersion Continuum (IM) (B), Coherence Continuum (CO) (C) and the three-dimensional schematic of the dimensions (D). Skarbez 2021.



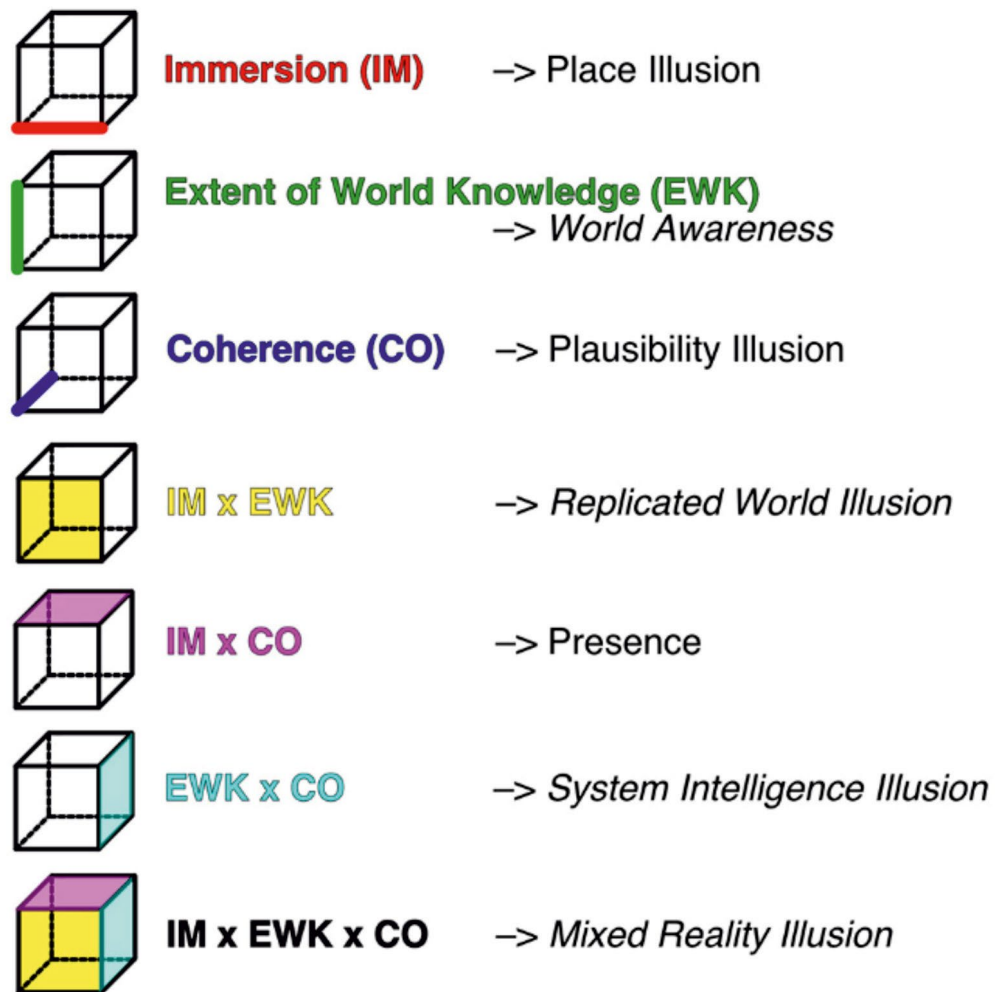


Fig. 7. Graphical representation of the RM categories. Combining dimensions and subjective feelings. Skarbez 2021.

and is also one of the main actors in cyberspaces. On the other hand, it is necessary to generate a theoretical framework that will allow the definition of a robust classification that will facilitate the taxonomic use of the field.

Notes

[1] Taxonomy from the Greek *taxis* (arrangement) and *-nomia* (meaning set of laws or rules). The R.A.E. defines it as the science that deals with the principles, methods and aims of classification; it also defines it as the action of classifying. Then, *Oxford Learner's Dictionaries* defines taxonomy as: the scientific process of classifying things (= arranging them into groups).

References

- Azuma R.T. (1997). A Survey of Augmented Reality. In *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Vol. 6, No. 4, pp. 355-385. Cambridge: MIT Press.
- Bekele M.K. (2021). Mixed Reality: A Bridge or a Fusion Between Two Worlds? In *Virtual Heritage: A Concise Guide*, pp. 93-103. London: Ubiquity Press.
- Bowskill J., Downie, J. (1995). Extending The Capabilities of the Human Visual System. An Introduction to Enhanced Reality. In *Computer Graphics*, Vol. 29, No. 2, pp. 61-65.
- Caffio G., Unali M. (2022). Verso una storia dell'Abitare Virtuale. Dal Cyberspace a Second Life fino al Metaverso di Facebook e oltre. In C. Battini, E. Bistagnino (Eds.). *Dialogues, visions and visibility. Proceedings of the 43th International Conference of Representation Disciplines Teachers. Genoa, 15-17 September 2022*, pp. 205-220. Milan: FrancoAngeli.
- Craig A. B. (2013). *Understanding Augmented Reality. Concepts and Applications*. Burlington: Morgan Kaufmann.

- Gibson W. (1984). *Neuromancer*. New York: Ace Science Fiction Specials, Ace Books.
- Greenfield H., Vickers D., Sutherland I., et al. (1971). Moving Computer Graphic Images Seen From Inside the Vascular System. In *Transactions – American Society for Artificial Internal Organs*, Vol. 17, No. 1, pp. 381-385.
- Grimson W.E.L., Lozano-Perez T., Wells W.M., et al. (1994). Automatic registration method for frameless stereotaxy, image guided surgery, and enhanced reality visualization. In *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. San Juan, 17-19 June 1997*, pp. 430-436. IEEE
- Heilig M. L. (1962). *Sensorama Simulator* (Patent No. 3,050,870). United States Patent Office.
- Krueger M.W. (1991). *Artificial Reality II*. Boston: Addison-Wesley Professional.
- Mann S., Barfield W. (2003). Introduction to mediated reality. In *International Journal of Human-Computer Interaction*, Vol. 15, No. 2, pp. 205-208.
- Milgram P., Kishino F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. In *IEICE Transactions on Information Systems*, E77-D(12), pp. 1321-1329.
- Oxford Languages (2023). Oxford Languages and Google. <<https://languages.oup.com/google-dictionary-es/>> (accessed 2 February 2023).
- Pollack A. (1989 April 10). For Artificial Reality, Wear A Computer. In *New York Times*, 1.
- Real Academia Española (2022). <<https://dle.rae.es/>. Diccionario de La Lengua Española>. (accessed 2 February 2023).
- Reilly D., Echenique A., Wu A., Edwards W.K. (2015). Mapping out Work in a Mixed Reality Project Room. In *33th CHI '15: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Conferences Proceedings. Seoul, 18-23 April 2015*, pp. 887-896.
- Rina A. (2019). Virtual Space. In A. Messey (Ed.), *A Companion to Contemporary Design since 1945*, Vol. 3, pp. 137-156. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Robinett W. (1992). Synthetic Experience: A Proposed Taxonomy. In *Presence*, Vol. 1, No. 1, pp. 229-247.
- Roo J.S., Gervais R., Frey J. (2017). Inner Garden: Connecting Inner States to a Mixed Reality Sandbox for Mindfulness. In *35th CHI '17: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Conferences Proceedings. Denver, 6-11 May 2017*, pp. 1459-1470.
- Ross W. D. (1986). *Teoría de las ideas de Platón*. Madrid: Cátedra.
- Settimi A., Gambero J., Weinand Y. (2022). Augmented-reality-assisted timber drilling with smart retrofitted tools. In *Automation in Construction*, Vol. 139, pp. 1-19.
- Sherman W. R., Craig A. B. (2002). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*, Vol. 1. [First edition]. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Sherman W. R., Craig A. B. (2018). *Understanding virtual reality: interface, application, and design*, [Second edition]. San Francisco: Morgan Kaufmann.
- Skarbez R., Smith M., Whitton M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. In *Frontiers in Virtual Reality*, Vol. 2. <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frvir.2021.647997/full>> (accessed 2 February 2023).
- Speicher M., Hall B. D., Nebeling M. (2019). What is mixed reality? In *39th CHI '19: CHI Conference on Human Factors in Computing Systems. Conferences Proceedings. Glasgow, 4-9 May 2017*, pp. 1-15.
- Sutherland I.E. (1968). A head-mounted three dimensional display. In *AFIPS '68, Fall joint computer conference, part I. Conferences Proceedings. San Francisco, 9-11 December*, pp. 757-764.
- Qué entendemos por Industria 4.0 o Cuarta revolución industrial (1 September 2021). <<https://www.uam.es/uam/vidauam/bibliotecas/biblioteca-politecnica/noticias/la-cuarta-revolucionindustrial#:~:text=El%20concepto%20de%20Cuarta%20Revoluci%C3%B3n,manera%20flexible%20a%20nivel%20global%22>> (accessed 2 February 2023).
- <https://www.metaconnect.com/esla/program/fbc033/> (accessed 2 February 2023).

Author

Pedro Gabriel Vindrola, Università degli Studi di Napoli Federico II, pedrogabriel.vindrola@unina.it

To cite this chapter: Vindrola Pedro Gabriel (2023). Discusión taxonómica del campo de las Extended Realities/Taxonomic Discussion of the Field of Extended Realities. In Cannella M., Garozzo A., Morena S. (Eds.). *Transizioni. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione/Transitions. Proceedings of the 44th International Conference of Representation Disciplines Teachers*. Milano: FrancoAngeli, pp. 678-694.