

## Realidad Virtual en procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios: motivación e interés para despertar vocaciones científicas

Lourdes Díaz-López<sup>1</sup>; Javier Tarango<sup>2</sup> y José Refugio Romo-González<sup>3</sup>

Recibido: 3 de abril de 2020 / Aceptado: 21 de abril de 2020

**Resumen.** Este artículo presenta resultados parciales de la tesis doctoral “Influencia de la Realidad Virtual (RV) en la apropiación social del conocimiento”, cuyo objetivo fue determinar las diferencias entre las imágenes en RV en relación con audiovisuales tradicionales (AT) en cuanto a su utilidad para transmitir conocimiento científico, despertar curiosidad intelectual, identificar vocaciones científicas y generar motivación e interés científico en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Para resolver lo anterior, se realizó un estudio que recoge los resultados cuantitativos y cualitativos que permitieron comparar el impacto de imágenes de RV con AT como material didáctico complementario en el aula, a través de un cuasiexperimento realizado en 302 sujetos participantes provenientes de cuatro universidades distintas (públicas y privadas, urbanas y suburbanas) en el estado de Chihuahua, México. Los resultados obtenidos confirman los atributos para el aprendizaje lúdico y experiencial o en primera persona, debido a la combinación de 3D y 360° que hacen de las imágenes fijas y en video, elementos virtuales en producción de experiencias cercanas para presenciar los hechos o visitar lugares, con lo cual se demuestra resultar útiles en diversos entornos universitarios concretos, variando según condiciones de los ámbitos de aplicación.

**Palabras clave:** Realidad Virtual; vocaciones científicas; aprendizaje lúdico; aprendizaje experiencial; motivación e interés en el aprendizaje; estudiantes universitarios.

### [en] Virtual Reality in learning processes in university students: motivation and interest to awaken scientific vocations

**Abstract.** This article presents partial results of the doctoral thesis “Influence of Virtual Reality (VR) on the social appropriation of knowledge”, whose objective was to determine the differences between VR images in relation to traditional audiovisuals (AT) in terms of their usefulness to transmit scientific knowledge, awaken intellectual curiosity, identify scientific vocations and generate scientific motivation and interest in the teaching and learning processes. To resolve the above, a study was carried out that collects the quantitative and qualitative results that allowed comparing the impact of VR images with VA as complementary teaching material in the classroom, through a quasi-experiment carried out on 302 participating subjects from four different universities (public and private, urban and suburban) in the state of Chihuahua, Mexico. The results obtained confirm the attributes for playful and experiential or first-person learning, due to the combination of 3D and 360° that make still and video images virtual elements in the production of close experiences to witness events or visit places, with which it is shown to be useful in various specific university environments, varying according to conditions of the fields of application.

**Keywords:** Virtual Reality; scientific vocations; playful learning; experiential learning; motivation and interest in learning; university students.

**Sumario.** 1. Introducción. 2. Diversas contribuciones de la RV en procesos de aprendizaje formal y no formal. 3. Planteamiento y justificación del problema. 4. Objetivo de la investigación. 5. Metodología. 6. Análisis de resultados. 6.1. Resultados cuantitativos. 6.2. Resultados cualitativos. 7. Discusión y conclusiones. 8. Reconocimientos. 9. Referencias

**Cómo citar:** Lourdes Díaz-López; Javier Tarango y José Refugio Romo-González (2020). Realidad Virtual en procesos de aprendizaje en estudiantes universitarios: motivación e interés para despertar vocaciones científicas. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 31, e68692. <http://dx.doi.org/10.5209/cdmu.68958>

<sup>1</sup> diaz.l.publicaciones@gmail.com  
<https://orcid.org/0000-0002-4096-6710>

<sup>2</sup> jtarango@uach.mx  
<https://orcid.org/0000-0002-0416-3400>

<sup>3</sup> jromo@uach.mx  
<https://orcid.org/0000-0002-4810-4357>  
Universidad Autónoma de Chihuahua  
Avenida Universidad s/n Ciudad Universitaria  
31174 Chihuahua, Chih., México  
Teléfono y Fax: 52 (614) 4135450  
[www.uach.mx](http://www.uach.mx)

## 1 Introducción

La influencia de la imagen en la transmisión de conocimiento es representada en su formato más avanzado hasta hoy a través de la tecnología de RV, que al fusionar lo tridimensional con los 360° brinda una experiencia lo más similar a estar en un lugar, situación conocida además como inmersión, aprendizaje experiencial o en primera persona.

Lo antes planteado se basa en la hipótesis de que la imagen es un lenguaje universal, con lo que el ser humano se puede comunicar sin barreras lingüísticas, idiomáticas e incluso culturales. El 83% de lo que se aprende es a través de lo que se ve (Zapatero Guillén, 2011), por lo que ante esto cobra importancia el uso de sistemas multimedia, especialmente la RV, con la cual se usa la vista, el oído y el tacto (en el caso de acciones interactivas), tecnología con la que nace el aprendizaje experiencial e inmersivo (Parong y Mayer, 2018). Estas experiencias son lo más cercano a situaciones naturales, con lo que el individuo adquiere la mayoría de conocimientos en su vida cotidiana.

La generación de imágenes para transmitir conocimiento es una metodología que se hace necesaria hoy en día. Para Sartori (2012) el *homo sapiens* se está transformando en *homo videns*, para lo cual, la palabra ha sido destronada por la imagen y todo acaba siendo visualizado. Aunado a esto, Karagozlu (2017), refiriéndose al dicho de que “una imagen vale más que mil palabras”, afirma que una imagen tridimensional sumergida en un mundo real, vale más que cualquier imagen o palabra.

Las propuestas de modernidad educativa, en la búsqueda por salir de los lineamientos tradicionales, han empezado a producir libros, instructivos, archivos tridimensionales, videos explicativos e imágenes en RV, reconociendo que representan un valor agregado a los materiales didácticos convencionales (Baeza Santamaría y Cantalejo Duarte, 2013; Coimbra, Cardoso y Mateus, 2015).

Por tanto, los planteamientos hipotéticos de este estudio se basan en la propuesta de que la RV es una herramienta para generar cultura científica (dentro y fuera de los entornos educativos), con el fin de contribuir a la mejora de los niveles de alfabetización científica con alcance a esferas externas a la educación formal, llegando a la sociedad civil, propiciando la participación social en la ciencia, incrementar el número de investigadores y despertar vocaciones científicas, quizá expresado todo ello, como un ideal de influencia a largo plazo (Dragoş y Mih, 2015).

## 2. Diversas contribuciones de la RV en procesos de aprendizaje formal y no formal

La tecnología de RV tuvo sus orígenes en 1980, acuñándose el término formal hasta 1989 cuando Jaron Lanier, fundador de la compañía VPL Research legitimó su nombre al dirigir un equipo utilizado por la milicia en Estados Unidos para el entrenamiento de soldados y marinos (Pérez Martínez, 2011). Luego, la tecnología de la RV se aproximó al alcance de instituciones de menor presupuesto, llegando a popularizarse en diversos proyectos educativos, principal-

mente en países desarrollados como Estados Unidos (Piscitelli, 2017).

La RV posteriormente tuvo su mayor acogida en museos con fines de explicar temas de ciencia, así también, a través de ella se desarrollaron videojuegos para ofertar experiencias sensoriales, así como aplicaciones para la cultura y el arte, siendo posible producir contenidos en Realidad Aumentada de viajes simulados al sistema solar y a planetas como Marte; además, otros contenidos de lugares reales, sin modificación alguna, se pusieron al alcance de los museos para conocer sitios de valor histórico y natural, se iniciaron procesos de documentación de experimentos científicos y de estudios provenientes de las ciencias sociales (Fox, Arena y Bailenson, 2009; Cabezos Bernal y Rossi, 2017).

Durante un tiempo amplio, la RV guardó una imagen social sólo para promover videojuegos, sin embargo, éstos fueron utilizados posteriormente para el desarrollo de habilidades de lectura y escritura, especialmente útiles para niños y adultos con necesidades educativas especiales (sin necesariamente suplir la presencia de un profesor), con lo cual, surgen procesos necesarios que han propiciado la redefinición del concepto de “lectura/navegación” (Jiménez Porta y Diez Martínez, 2018). Con todo esto, la RV dio la oportunidad a museos e instituciones educativas a integrar los videojuegos para que los usuarios aprendan divirtiéndose (Barinaga y Newball, 2017), además, generaron la oportunidad de llegar a públicos virtuales de cualquier parte del mundo, albergándose contenidos insospechados en plataformas digitales, con lo cual, se rompieron fronteras de la distribución del conocimiento sin tener que trasladarse físicamente (Zúñiga Ortega, Et al, 2014; Aznar-Díaz, Romero-Rodríguez y Rodríguez-García, 2018; Rivero y Feliu, 2018).

La herramienta de la RV, además, ha permitido el nacimiento de los pintores y escultores virtuales en tercera dimensión y 360°, que ahora pueden hacer arte sin materiales físicos, gracias a herramientas tales como Tilt Brush y HTC Vive creados por la empresa Google. Ante estas novedades, se han definido ya cuatro placeres estéticos que se pueden evaluar en estas obras de arte: nivel de inmersión, agencia, navegación y transformación (Kim, 2016).

A partir del 2015 se dio la universalización de los teléfonos inteligentes (Smartphone) y el abaratamiento de los visores de RV, por lo que fue el año en que esta última tuvo un repunte en su uso (Aznar-Díaz, Romero-Rodríguez y Rodríguez-García, 2018). Resultado de lo anterior es que, por ejemplo, la marca Samsung ocupa un lugar importante en la masificación de estas herramientas que la sociedad identifica más como un juguete o moda pasajera, pero que en un mediano o corto plazo potenciarán el ámbito pedagógico (Urquiza Mendoza, Et al, 2016).

Los resultados en el uso de la RV con fines educativos han revelado que se incrementa el rendimiento académico, el aprendizaje y la motivación de estudiantes (Bhagat, Liou y Chang, 2016). En todas las experiencias educativas, se ha observado, que en la medida que el hardware se vuelve más confiable y el software más accesible, los sistemas de RV se vuelven más fáciles de operar, no obstante, aún no es un sistema lo suficientemente asequible (Martín-Gutiérrez, Et al., 2017).

Se esperaría que, en un mediano plazo, la RV se convierta en una herramienta común, pero por ahora, la producción de materiales sigue demandando el involucramiento de diversas disciplinas científicas provenientes de la ingeniería, la mercadotecnia y el diseño industrial, con demandas de infraestructura de laboratorios, no sólo para la toma de decisiones sobre su estructura, sino sobre su funcionalidad adecuada (Berg y Vance, 2017). Todo esto inhibe la posibilidad de involucrar la RV en procesos educativos con relativa facilidad.

En ámbitos educativos, específicamente en universidades y en escuelas o facultades de medicina, la RV es una de las herramientas más modernas para las prácticas de los estudiantes, uno de los ejemplos más representativos es la experiencia del “Hospital Virtual Valdecilla”, acreditado por el Colegio Americano de Cirujanos y asociado al Center for Medical Simulation de Boston que permite acortar las curvas de aprendizaje en un entorno seguro y controlado para estudiantes de 48 universidades de distintos continentes (Gutiérrez-Baños, Et al., 2015). En otro contexto de la salud, diversos estudios han planteado la eficacia de la RV en entornos oncológicos, con el objetivo de reducir síntomas y nivel de estrés, así como promover la disminución de emociones negativas y favorecer el afrontamiento de la enfermedad durante el tratamiento de quimioterapias (Espinoza, et al., 2013).

Empresas privadas han encontrado la oportunidad de crear libros didácticos en RV, entre las que destacan “Aumentaty”, así como el desarrollo de software como el Realitat3 para la docencia, donde el estudiante puede crear y visualizar modelos 3D y manipularlos. Sin embargo, la oferta de este tipo de recursos es aún escasa, lo deseable sería que el desarrollo de plataformas y aplicaciones educativas inmersivas permitan al profesorado crear y compartir materiales propios de una forma sencilla (Prendes, 2015).

El uso de la tecnología de RV se ha extendido, además, a diversas áreas del conocimiento como la ingeniería, telecomunicaciones, ciencias aplicadas a la aeronáutica y aeroespacial, hasta llegar al área automotriz, donde se están desarrollando aplicaciones para la construcción de vehículos deportivos todo terreno, recreativos, autobuses, camiones, motocicletas, autos para competencias deportivas, todo esto a través de la generación de prototipos virtuales con proyectos estudiantiles desde las universidades (Ramírez Muñoz, 2017).

Con la tecnología de la RV es posible también, validar máquinas o mecanismos de manera interactiva y en tiempo real, validación de ensambles, estudios de mercado (en donde el cliente final del producto opina sobre sus características físicas y funcionales del diseño previo a su fabricación). Estas experiencias han agregado valor al reducir costos, se han mejorado los índices de calidad y se ha mejorado el desarrollo operativo desde etapas tempranas del diseño. En el caso particular de México, una de las experiencias más exitosas es la sala de presentación de productos utilizando RV por parte de la Cámara México-Alemana de Comercio (CAMEXA) (Cruz Morales, Morales Cárdenas y Ayala Ruiz, 2006).

La RV es pues, una de las innovaciones más reconocidas, tanto en su forma de presentar contenidos como en su impacto a la diversidad de usuarios, ya que resulta ser una

herramienta de inclusión, especialmente cuando se trata de transmitir información a personas que, por razones de economía, salud, distancia física de los escenarios a visitar o que impliquen un peligro a la integridad de las personas, no puedan llegar a sitios de importancia histórica, arqueológica, natural o de conocimiento de elementos científicos (Grande León, 2010; Baeza Santamaría y Cantalejo Duarte, 2013; Delgado Anés y Romero Pellitero, 2017; Joo Nagata, Martínez Abad y García-Bermejo Giner, 2017).

### 3. Planteamiento y justificación del problema

Una de las preocupaciones en el crecimiento de los países es su nivel de desarrollo científico. Se considera al conocimiento científico y tecnológico como una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas, así como un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social (OEI, 2012). Aunado a ello, está la preocupación sobre la insuficiente formación de investigadores, por tanto, además de educación científica formal que impacte positivamente en la formación ciudadana. Toda esta situación, pone de manifiesto los pocos esfuerzos para despertar vocaciones científicas, ya que en las escuelas se carece de infraestructura, programas, materiales y personal calificado para atenderla (Guevara Ruiseñor y Flores Cruz, 2018).

Algunas de las situaciones que observa la condición de la formación de investigadores y el apoyo a las vocaciones científicas son: (i) la necesidad de los países, especialmente latinoamericanos, de aumentar el promedio de científicos en proporción a su población total (Vásquez, 2019). Por ejemplo, México registra sólo 0.7 por cada cien mil habitantes, Estados Unidos 8.5 y España 6.7 (OCDE, 2019); (ii) la insuficiente capacidad de planeación de los países sobre su perspectiva en la necesidad de formación de investigadores, los cuáles son rebasadas por la realidad, observándose condiciones similares con el paso de los años, especialmente en países subdesarrollados (UNESCO, 2020); y (iii) la baja evolución que muestran los programas educativos en relación a la forma como se presenta el conocimiento científico, tiende a que los jóvenes pierdan interés por aprenderlo y no se despiertan vocaciones científicas (Macedo, 2016).

Por lo anterior, debe darse una profunda transformación de la educación científica y romper las barreras de comunicación entre los científicos y la sociedad, sobrepasando el paradigma de que sólo el artículo científico es el único producto válido, sino que se deben buscar nuevas formas de transmisión del conocimiento científico, especialmente recurriendo a procedimientos no convencionales, en este caso se sugiere la incorporación de la RV como forma de divulgación del conocimiento científico.

Históricamente se ha visto a la divulgación de la ciencia como un elemento de poca importancia al considerarse que la formación científica sólo sucedía a través de la comunicación de la ciencia. Las razones de no usar la divulgación se basan en los siguientes modelos dominantes: (i) antes de los años 60s se manejaba el “modelo de déficit” con un estilo de comunicación en un sentido único: de científico a científico (Miller, 2001; Bucchi, 2008; Gouyon, 2016); (ii) a partir de los años 60s donde se consideraba que la crea-

ción de conocimiento científico estaba contaminada sociopolítica y/o económicamente y se defendió la necesidad de que la sociedad participara en las decisiones político-tecnológicas de la ciencia (Cuevas Ureña, 2008), esperando por el contrario, dejar de pensar que la ciencia ocupa un lugar privilegiado (Tlili y Dawson, 2010).

A partir del último modelo, el diálogo entre científicos y no científicos (estudiantes, sociedad, etc.) continúa siendo limitado, esto debido a la escasa implantación de estrategias para desarrollar la divulgación científica, principalmente debido a: (i) la carencia de espacios infraestructurales y condiciones reglamentarias para valorar otras formas de transmisión de la ciencia (Santos Gonçalves, 2019); (ii) carencia de relaciones interdisciplinarias entre los científicos y los expertos en tecnología (Senabre, Ferrán y Perelló, 2018); y (iii) la no inclusión de temas o condiciones en los planes curriculares para formar divulgadores de la ciencia en todas las profesiones (Elías, 2002).

En el caso particular de México, se identifican dos acciones concretas para promover la divulgación de la ciencia: (i) se funda la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICYT) con el fin de atender necesidades de divulgación del conocimiento en formatos sencillos, tales como la radio, revistas, capsulas de televisión y medios electrónicos, incluida la RV (Padilla, 2017), sin embargo, debido al centralismo imperante, sus actividades ocurren primordialmente en la Ciudad de México y en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), sin poder influir en otros contextos; y (ii) el CONACYT (2016) incluyó en sus criterios de evaluación de investigadores algunos de divulgación científica, tales como ciencia ciudadana y el desarrollo de materiales didácticos usando la tecnología para promover la cultura científica en otras poblaciones distintas a los gremios científicos.

Por tanto, esta investigación se justifica en los siguientes aspectos: (i) el desarrollo de una educación centrada en la competencia general y específica en la experiencia científica depende en gran medida de docentes y estudiantes sobre la importancia del papel que las disciplinas científicas ocupa, con miras a lograr la alfabetización científica (Drago y Mih, 2015); (ii) la necesidad de llevar información científica a la sociedad civil y universitaria ya no está en discusión, sólo que deben identificarse vías eficientes de educación formal e informal a fin de generar cultura científica (Marín Agudelo, 2012); y (iii) promover el desarrollo de instrumentos para la medición y el análisis de la ciencia y la tecnología, para así, profundizar en su conocimiento y utilización como instrumento para la toma de decisiones (Polino, 2015).

Ante las anteriores justificaciones es que cobran importancia los sistemas multimedia, especialmente los relacionados con la RV, herramientas similares a las experiencias naturales con la que los individuos adquieren la mayoría de los conocimientos, basadas en experiencias directas, no reflexivas ni subjetivas (Potter, Et al., 2014; Martínez Cano, 2018). Ante esta lógica, se han empezado a producir libros, instructivos, archivos tridimensionales, videos explicativos y/o imágenes en RV, reconociendo

que representan un valor agregado a los materiales didácticos tradicionales (Coimbra, Cardoso y Mateus, 2015).

#### 4. Objetivo de la investigación

Identificar la utilidad de la tecnología de RV en entornos universitarios a través de su efecto en las formas de transmitir conocimiento (tanto de forma tradicional como no convencional), proyectada en su influencia para generar cultura científica, curiosidad intelectual y despertar vocaciones científicas.

#### 5. Metodología

En esta investigación se utilizó metodología combinada que recoge datos cualitativos y cuantitativos con base al diseño cuasiexperimental para las ciencias sociales, realizando el análisis general de los datos y sus conclusiones con un nivel de confianza del 95%, habiéndose realizado la prueba de fiabilidad o consistencia interna de Alfa de Cronbach al instrumento principal de medición, misma que arrojó un coeficiente general de 0.711 que supera el umbral requerido.

Para el diseño de la herramienta utilizada en este trabajo se produjo el contenido didáctico y de divulgación científica de la siguiente manera: (i) a fin de explicar los estudios científico-tecnológicos en la industria minera, para lo cual se hizo un convenio con la empresa Álamos Gold, ubicada en Mulatos, Sonora, México, se grabó en RV un documento sobre el aprovechamiento de los minerales en una explotación minera de cielo abierto; (ii) después de la producción de los contenidos en RV, se realizó una investigación documental sobre la producción científica en México y su lugar en el mundo, con la cual se diseñó la conferencia "Ciencia y minería: un caso de industrialización del conocimiento"; y (iii) se diseñó un cuestionario compuesto por 33 preguntas: 11 de opción múltiple y dos preguntas abiertas que recogen datos cualitativos y 20 preguntas de escala numérica que recopilan datos cuantitativos. Todas las preguntas fueron hechas con base a las recomendaciones del Manual de Antigua de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (Polino, 2015).

Previo a la aplicación del instrumento se realizó una prueba piloto con 40 sujetos participantes, la cual consta de las siguientes etapas: (i) al grupo 1 (grupo experimental) se le impartió la conferencia "Ciencia y minería: un caso de industrialización del conocimiento", además, se presentaron los materiales en RV y se aplicó un cuestionario de salida a los participantes; y (ii) al grupo 2 (grupo de control), se le proporcionó la misma charla con videos e imágenes tradicionales y se realizó el cuestionario de salida. Con lo anterior, fue posible realizar una comparación y determinar si existe alguna diferencia en el aprovechamiento al proporcionar información por medios tradicionales y el uso de la tecnología (Figura 1). Para la recolección de datos del resto de los participantes en el estudio, se siguió el mismo procedimiento previamente descrito, sólo que para optimizar tiempo se obvió el cuestionario de entrada.

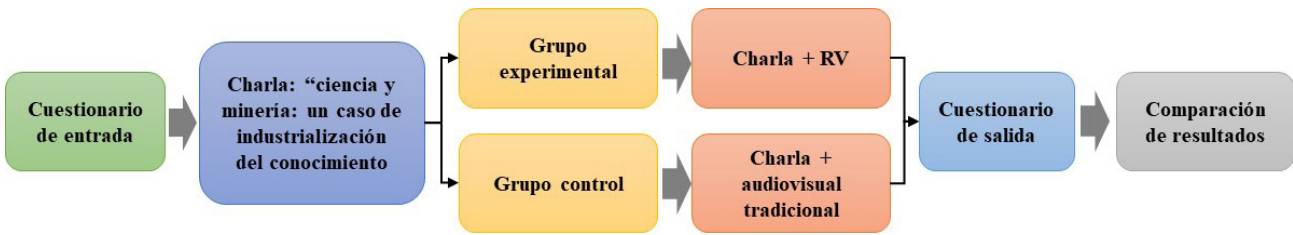


Figura 1. Esquema de prueba piloto y de recolección de datos

La recolección de datos sucedió en un entorno multicultural. El muestreo fue por conveniencia de acuerdo a disposición de grupos de interés, donde participaron 302 estudiantes de licenciatura (pregrado), provenientes de cuatro universidades del estado de Chihuahua, México: Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Tecnológico de Monterrey Campus Chihuahua (ITESM), Universidad Tecnológica de la Tarahumara (UTT) y Universidad Pedagógica Nacional (UPN), quienes observaron los siguientes datos estadísticos descriptivos: (i) sexo (58.9% mujeres y 41% hombres); (ii) edad promedio 20.2 años; (iii) 44.7% provienen de zonas semiurbanas (ubicadas en la población de Guachochi, Chih., México en la Sierra Tarahumara) y 55.3 de zonas urbanas (en la ciudad de Chihuahua, Chih., México); (iv) nivel socioeconómico: 16.9% baja, 49.8% medio, 29.5% media alta y 3.6% alta; (v) tipo de universidad: 64.5% de universidades públicas y 35.4% de universidades privadas; (vi) área disciplinar de estudio: 48.1% de humanidades, 20.2% de ingeniería y tecnología, 19.2% de ciencias exactas y naturales, 9% de ciencias sociales y jurídicas y 2.3% del área económico-administrativas.

## 6. Análisis de resultados

El análisis de resultados se presenta en dos conglomerados: resultados cuantitativos y resultados cua-

litativos, cuyos hallazgos son descritos a continuación:

### 6.1. Resultados cuantitativos

En este apartado se presentan los resultados recolectados a través de los ítems del cuestionario con escala tipo Likert, a través de los cuales se indagó sobre la utilidad del uso de la tecnología de RV en comparación con el uso tradicional o AT. De esta forma fue posible determinar las diferencias de utilidad en los siguientes aspectos: (i) transmisión de conocimiento; (ii) generación de credibilidad; y (iii) despertar curiosidad intelectual. Estos parámetros son comparados entre universidades públicas y privadas y aquellas ubicadas en medios urbanos y semiurbanos.

En cuanto a la utilidad de la RV en la transmisión de conocimiento, se comparan los resultados de usuarios entre universidades públicas y privadas, donde se encontró una diferencia significativa (Sig 0.029) con mayor aprovechamiento de esta tecnología entre sujetos participantes de instituciones públicas, en tanto que, los resultados arrojados por usuarios de universidades privadas ponen de manifiesto que la utilidad ocurre de manera inversa, encontrando un incremento cuando el material proporcionado es a través del uso de AT (Figura 2).

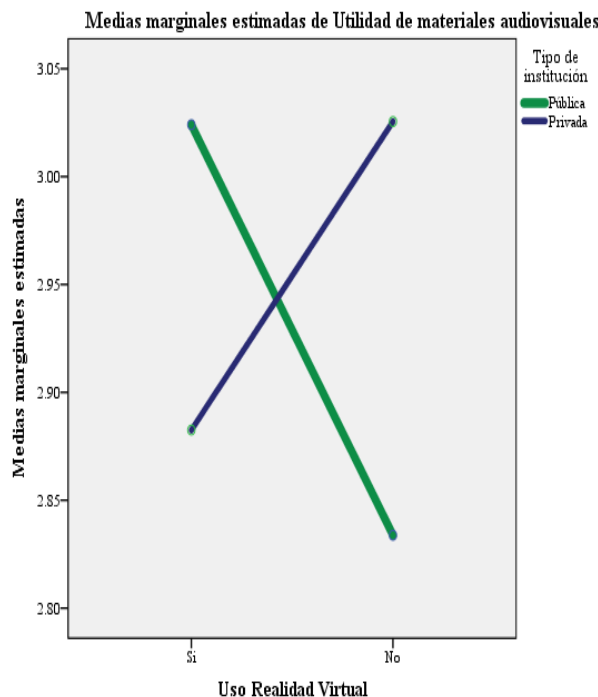


Figura 2. Utilidad de la RV en la transmisión de conocimiento según el tipo de institución

Las diferencias globales en cuando a la utilidad en la transmisión de conocimiento por medio de la imagen en RV contra el uso de medios tradicionales es mejor representada en un gráfico de cajas, donde es

posible apreciar con mayor objetividad tales diferencias comparativas entre los comportamientos de las universidades privadas y públicas participantes en el estudio (Figura 3).

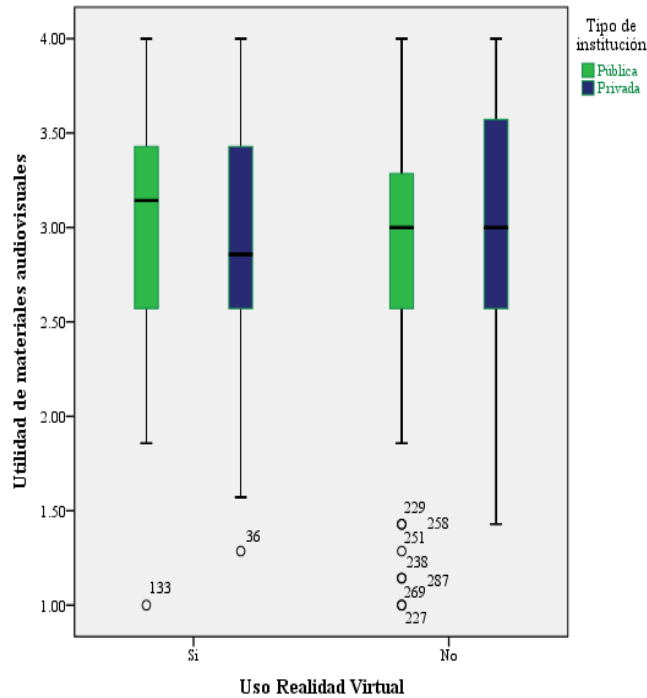


Figura 3. Comparación entre universidades públicas y privadas en el uso de RV y medios tradicionales

Respecto a la comparación en la utilidad en la transmisión de conocimientos en el uso de las herramientas de RV y herramientas tradicionales, al comparar ambientes urbanos y semiurbanos, los usuarios presentan diferencias significativas (Sig 0.05) con la presencia de la RV. Los participantes

provenientes de instituciones ubicadas en zonas semiurbanas, son los que mostraron mayor aprovechamiento de la información cuando utilizan la RV, en tanto los residentes en zonas urbanas se vieron mayormente beneficiados en el uso de medios tradicionales (Figura 4).

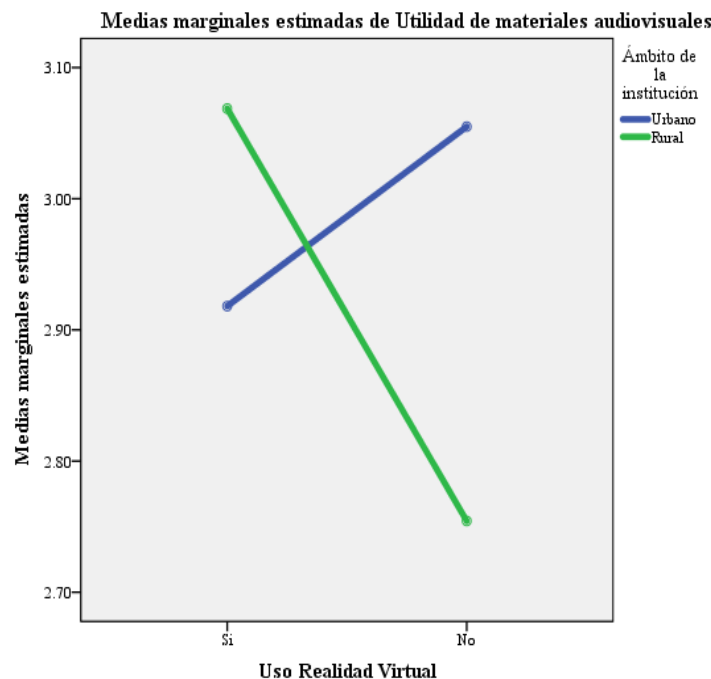


Figura 4. Comparación entre ámbitos urbanos y semiurbanos en el uso de RV y medios tradicionales

La información anterior, está directamente relacionada con la evaluación que se hizo de acuerdo con el tamaño de la población donde viven los sujetos participantes, la cual, en general no arroja diferencias significativas (Sig 0.106). Sin embargo, particularmente cuando se trata de usuarios de áreas semiurbanas y rurales (de 2,000 a 5,000 habitantes) presenta una mayor utilidad cuando se utiliza la tecnología de RV, con efectos significativos (Sig 0.031).

Los resultados arrojan que entre más pequeña es la población donde vive el sujeto participante, es mejor el

aprovechamiento de la RV para adquirir conocimientos, es decir, el contexto del usuario es importante en el nivel de impacto positivo de esta tecnología. Los usuarios de las ciudades medianas también presentan un ligero incremento en su aprovechamiento y en menor medida los usuarios de zonas urbanas (para el caso de ciudades medias para las condiciones demográficas de México, con población promedio 800 mil a un millón de habitantes, como es el caso de la ciudad de Chihuahua, México) (Figura 5).

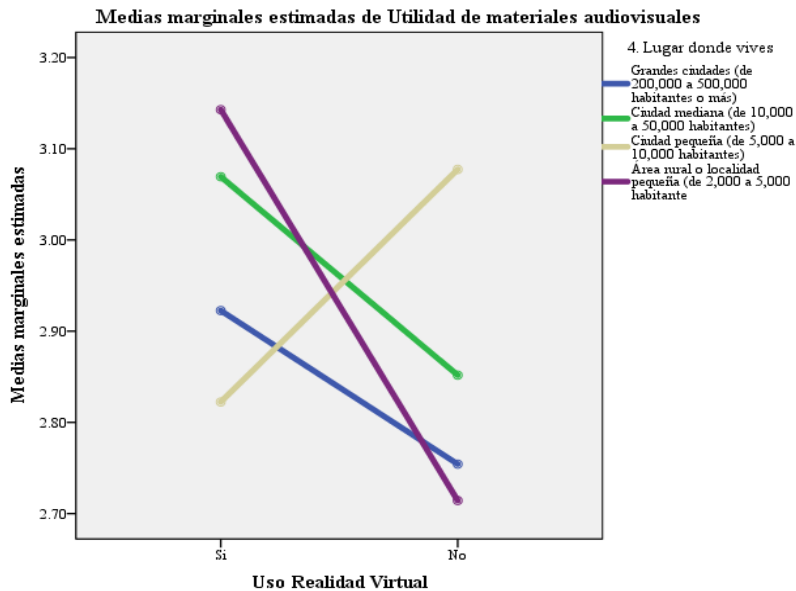


Figura 5. Utilidad en la transmisión de conocimiento según el tamaño de la población

Respecto a la medición de la utilidad de la RV en comparación con el uso de medios tradicionales como la imagen y el video en la transmisión de conocimientos, según el nivel de estudios de los participantes, en general no arroja una diferencia estadísticamente significativa (Sig 0.641). Sin embargo, los estudiantes irregulares, que llevan materias de

varios semestres (reprobados o con rezago académico), presentan datos que infieren que particularmente en ellos la RV puede ser una herramienta útil, así como en los que cursan el cuarto año. Para el resto de los participantes, les resulta indistinto el uso de la tecnología de RV y los medios tradicionales en los procesos de enseñanza y aprendizaje (Figura 6).

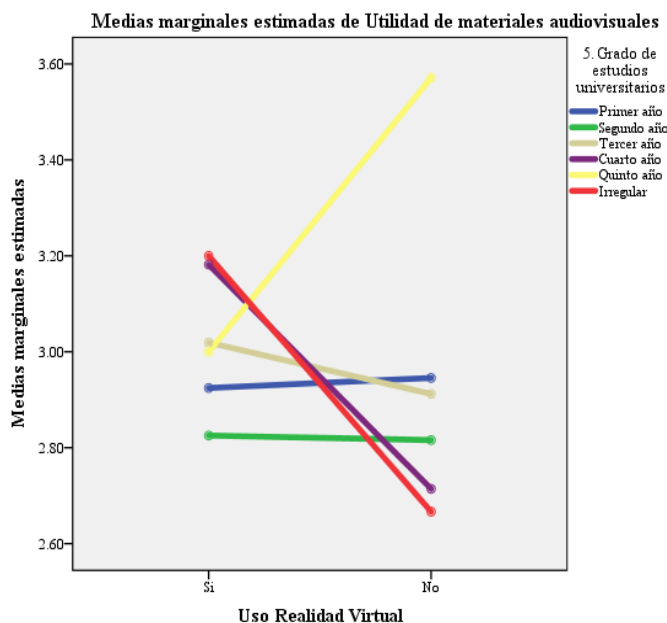


Figura 6. Utilidad en la transmisión del conocimiento según grado de estudios

Respecto a las áreas del conocimiento en donde se encuentran cursando sus estudios profesionales los sujetos participantes, no se registra una utilidad significativa (Sig 0.5672) en el uso de la RV en la transmisión de conocimiento en comparación con el uso de medios tradicionales (Figura 7). En cuanto al área de humanidades, ciencias exactas y naturales, existe un incremento que

podría justificar el desarrollo de intervenciones específicas en usuarios de estas áreas, los datos brindan elementos para suponer que las tecnologías de RV les resultan útiles. En el caso del área de estudios económico-administrativo y de ingeniería y tecnología, los resultados se mostraron a la inversa, donde el video y la imagen tradicional les resulta de mayor utilidad.

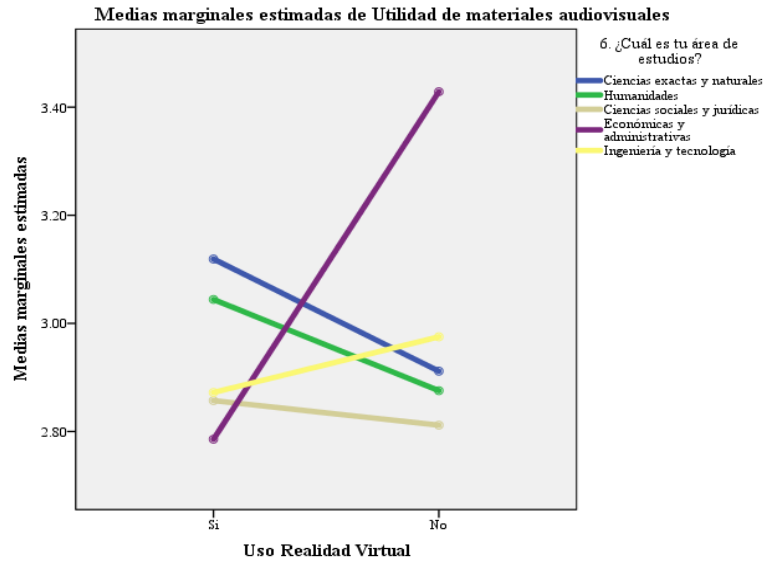


Figura 7. Utilidad de la RV por área de estudios

Además de los indicadores anteriores, se evaluaron cuantitativamente aquellos relacionados con la utilidad en la transmisión de conocimiento dependiendo de la edad y sexo de los participantes, en ambos casos los resultados no observaron diferencias significativas. Además, respecto a la medición de la generación de credibilidad, se mantienen las mismas condiciones de que se observan resultados no significativos entre el uso de la tecnología de RV y el uso de medios tradicionales, no observándose variaciones en ninguno de los casos.

Los resultados sobre despertar curiosidad intelectual, en esta prueba comparativa fue posible conocer el incremento observado en este indicador, es decir, el interés por saber más sobre el tema proporcionado con

o sin presencia de la RV. Para la recolección de datos se presentó a los estudiantes una escala tipo Likert (en una escala de “significa nada” a “significa mucho”). Según los resultados obtenidos, el 75% de los participantes que recibieron la información a través de un audiovisual tradicional se agruparon de forma más representativa (75%) en la escala de “mucho” (40.2%) y “suficiente” (34.8%), en tanto que, quienes recibieron la información en RV elevaron el interés en un 82% (46.6% en “mucho” y 35.5% en “suficiente”), es decir, se incrementó el interés por conocer más sobre el tema en 7%, en tanto que, la opción de respuesta “me interesó poco o nada” se redujo del 25% al 18% con la presencia de RV (Figura 8).

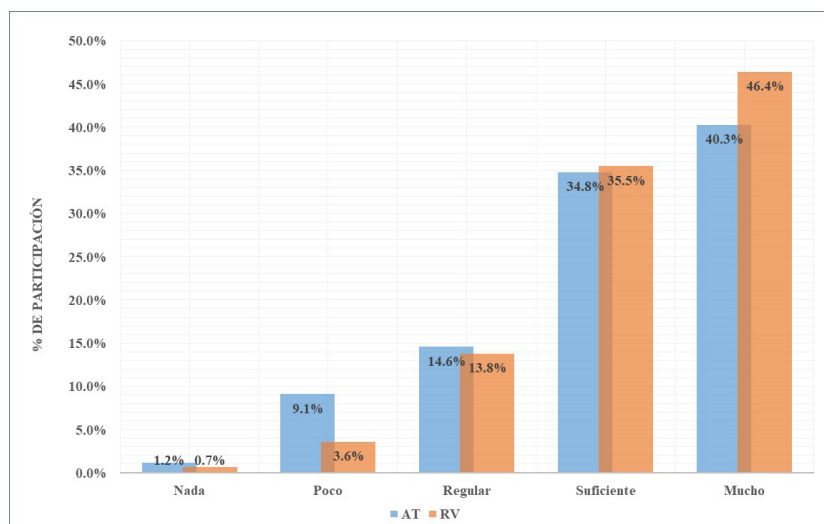


Figura 8. Resultados sobre despertar curiosidad intelectual



### 6.2. Resultados cualitativos

Este apartado presenta resultados cualitativos a través de tres formas de recolección de datos: (i) una pregunta abierta incluida en el cuestionario de salida, cuyos resultados fueron categorizados las respuestas más frecuentes tanto de usuarios de tecnologías de RV y usuarios de herramientas tradicionales; (ii) preguntas de opción múltiple incluidas en el cuestionario de salida, mismas que posibilitaron desarrollar un análisis estadístico; (iii) durante los procesos cuasi experimentales, se incluyeron obser-

vadores participantes que recogieron datos en un formato semiestructurado.

En el caso particular de las preguntas de opción múltiple y la pregunta abierta, fue posible evaluar si la tecnología de RV muestra alguna influencia en los siguientes aspectos: (i) despertar el interés por la ciencia y las vocaciones científicas; (ii) incrementar el interés en el tema proporcionado; (iii) generar motivación; (iv) mejorar la comprensión del tema proporcionado; y (iv) definir su utilidad como herramienta para el aprendizaje lúdico. La integración de los indicadores cualitativos se representa en la Figura 9.

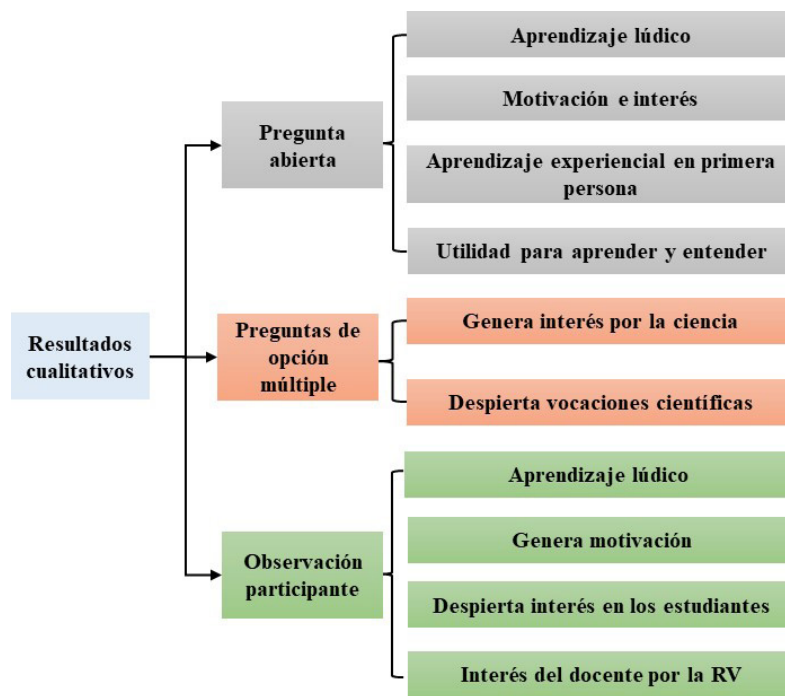


Figura 9. Integración de resultados cualitativos

La RV como medio para despertar el interés por la ciencia y las vocaciones científicas, según los resultados cualitativos recolectados, arroja que la presencia de esta tecnología se incrementa en un 8.6% en relación con la información recolectada de usuarios que recibe información en imagen y medios audiovisuales, considerados en este estudio como tradicionales. Por ejemplo, ante el cuestionamiento a estudiantes que recibieron la formación a través de medios tradicionales sobre la opción de “quiero ser científico”, las respuestas fueron nulas en

comparación con los que participaron en procedimientos formativos a través de la RV.

Aunque este apartado plantea como objetivo realizar un análisis cualitativo de los resultados, fue posible hacer un análisis estadístico de la respuesta con la prueba de chi-cuadrada (Tabla 1), la cual permite afirmar que cuando el sujeto participante recibió la información en RV, incrementó su interés por la ciencia y le despertó la vocación científica significativamente más que cuando recibió la información en formato tradicional.

Tabla 1. Chi-cuadrado sobre incremento por interés en la ciencia y vocaciones científicas

	Valor	gl	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	10.408 <sup>a</sup>	4	.034
Razón de verosimilitud	11.517	4	.021
N de casos válidos	302		
a. 2 casillas (20.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es .91.			

Para evaluar la influencia de la RV en la comprensión del tema científico, específicamente para entender los actores involucrados en la producción científica de su región o país, de acuerdo a la pregunta “¿sabes quié-

nes producen ciencia en tu región o país?”, posterior a haberles proporcionado la información en una conferencia y adicionalmente contenidos en RV al grupo experimental y contenidos en medios tradicionales al grupo de

control, con respuestas de opción múltiple, se encontraron diferencias importantes cuando el usuario recibe la información en RV con un 7% más en relación con los niveles de comprensión al recibir información en contenidos visuales y AT.

Quienes recibieron la información apoyados con contenidos tradicionales respondieron con un 5.1% menos de certeza que quienes recibieron la información en RV, aunado a que, se presentó un 4.5% menos frecuente la respuesta de “no sé nada”, por lo que, se puede afirmar que la tecnología de RV influye de manera positiva para incrementar el nivel de comprensión de la ciencia.

Adicionalmente se realizó otra pregunta con respuestas de opción múltiple para evaluar la influencia de la RV en el incremento del interés por el tema proporcionado, además de retención y comprensión de la información, cuyos resultados arrojan que cuando el sujeto participante recibe la información en RV la entiende un 3.6% más que cuando la reciben en audiovisual tradicional en tanto que, el interés por el tema se incrementa hasta un 9.5%.

Aunado a lo anterior, con el fin de recoger mayores datos cualitativos, 19 profesores fungieron como observadores participantes para registrar las reacciones o eventos directamente ocasionados por la presencia de la RV dentro del aula, quienes lo hicieron en un formato semi estructurado, en cuyo registro, la información más frecuente descrita es que la herramienta de RV proporciona un ambiente de relajación en 18 de los 19 grupos y que la presencia de esta tecnología despertó interés en el 100% de los grupos y que hubo manifestaciones de emociones positivas en 17 de 19 grupos.

De las 32 preguntas realizadas a través de un cuestionario aplicado posterior a la impartición de la conferencia “Ciencia y Minería: un caso de industrialización del conocimiento”, la última pregunta se planteó abierta,

con lo cual fue posible obtener 302 respuestas con el mismo número de participantes, mismas que para fines de interpretación se categorizaron las cinco respuestas más comunes, tanto para los usuarios de RV como a los que recibieron los contenidos en audiovisual tradicional.

Las respuestas obtenidas que permitieron hacer una comparación entre los contenidos en VR con los videos e imágenes tradicionales son: (i) despierta o incrementa el interés, motiva; (ii) el usuario evaluó de manera positiva la eficacia didáctica de la herramienta; (iii) consideró los contenidos audiovisuales como útiles; (iv) al ver los contenidos visuales los consideró como experiencia en primera persona, similar a haber visitado el lugar personalmente; y (v) se calificaron los contenidos como aprendizaje lúdico e innovador.

De los 302 participantes (238 con RV y 164 usuarios de audiovisual tradicional), se encontraron diferencias entre unos y otros, es decir, 16 personas expresaron “sentir como estar ahí” al usar RV, en tanto que, de los usuarios de contenidos tradicionales, sólo tres expresaron adjetivos iguales o similares durante la experiencia.

Se encuentran también diferencias importantes entre los usuarios que usaron RV contra los que usaron la imagen tradicional: 41 usuarios de RV, calificaron la herramienta como una experiencia de aprendizaje lúdico e innovador, en tanto que los usuarios del contenido tradicional, sólo en 10 ocasiones expresaron las mismas o similares palabras. También se encuentran diferencias en quienes consideraron la experiencia de visualización de los contenidos como herramienta didáctica eficaz, con 51 usuarios de la RV contra 30 del tradicional. Además, se identificaron las 320 palabras más frecuentes entre las 302 respuestas a las preguntas abiertas, que funcionaron como calificativos a través de un espacio abierto sin límite de caracteres para narrar su experiencia (Figura 10).

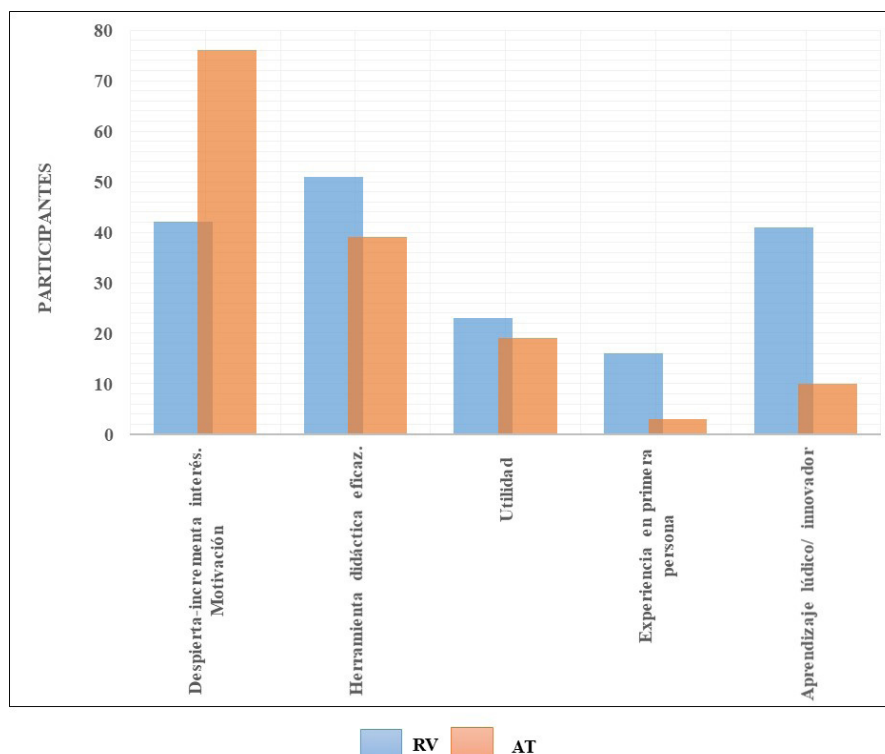


Figura 10. Resultados cualitativos para calificar la experiencia del uso de RV y medios tradicionales

## 7. Discusión y conclusiones

Los resultados de este estudio revelan que la tecnología de RV no tiene el mismo impacto positivo para la transmisión del conocimiento entre todos los estudiantes universitarios y su aprovechamiento depende de sus contextos universitarios, ubicándose esto en instituciones privadas o públicas bajo rasgos diferenciados de las poblaciones que se atienden. Esto se reafirma a través de los resultados de investigaciones desarrolladas por Avendaño Porras, Rangel Ibarra y Chao González (2011), las cuales indican que las variaciones de los resultados en la valoración de las herramientas de RV muestran alta dependencia de las condiciones de los diferentes entornos o contextos de quienes las usan y, por lo tanto, el resultado se muestra al momento de evaluar la eficacia de las herramientas en sus repercusiones en la enseñanza y el aprendizaje.

Los resultados demuestran que los estudiantes de universidades públicas aprovecharon de forma más sustancial las tecnologías de RV dado que de forma regular no tienen acceso a ellas, en tanto, los participantes provenientes de universidades privadas, su reacción fue inferior al no considerarlas novedosas. Estos resultados muestran concordancia con las conclusiones de otras investigaciones, las cuales determinan que el entorno es menos significativo que las áreas de conocimiento. Por ejemplo en el caso de México, algunos estudios sostienen que para la disciplina matemática, las herramientas de RV no son más significativas que la educación convencional (Carrillo Villalobos y Cortés Montalvo, 2016), en tanto que otras áreas disciplinares, esta clase de tecnologías ofrecen múltiples rasgos de aprecio por su utilidad, como es el caso de la propuesta de Thone, et al. (2016), quienes concretamente concentraron sus investigaciones en el área médica donde se han creado simuladores para el entrenamiento de inexpertos. Lo que además, ha permitido reducir el uso de animales en un contexto protegido, replicable y sin daños al paciente humano, con lo cual fue posible generar conclusiones que manifiestan la necesidad de que las universidades inviertan en esta clase de métodos de enseñanza, los cuales es posible validar sobre su eficacia.

El estudio demostró, además, que la ubicación de las universidades, tanto en zonas urbanas como semiurbanas (incluso rurales), es determinante en el aprovechamiento de las herramientas de RV y en su impacto. Es inminente que las zonas geográficas menos favorecidas requieran incluir herramientas de RV en procesos educativos, aunque en la realidad actual, aún les resultan proyectos costosos. Esto muestra como consecuencia positiva la posibilidad que tiene la RV para despertar interés por la ciencia y vocaciones científicas, lo cual es reforzado por estudios realizados por McKnight, et al. (2017) y Ramírez Muñoz (2017), quienes descubrieron que esta clase de tecnologías propician una aceleración en el aprendizaje de las ciencias y logran que los estudiantes aprecien estos contenidos que con anterioridad rechazaban.

Los resultados de este estudio arrojan que la RV tiene una influencia positiva para despertar vocaciones

científicas, incrementar el interés por la ciencia, motivar tanto al estudiante como al profesor, esto debido a que los contenidos presentados en este formato sirven como herramienta de enseñanza-aprendizaje lúdica, además de dar al usuario una experiencia en primera persona, es decir, lo más similar a presenciar los hechos o a estar en el lugar.

Las bondades que tiene la tecnología de RV para transmitir conocimiento científico y las ventajas que presenta frente a las imágenes y AT para comunicar, en un formato amigable para la población no especializada en algún área del conocimiento. Además, representan una oportunidad para acercar la ciencia a la sociedad, una vía para de abrir este canal de comunicación históricamente roto entre el científico y las comunidades académicas y no científicas.

La motivación para involucrarse en ciencia, representan una clave tanto para generar cultura científica como para despertar vocaciones científicas, en consecuencia, contribuir en la construcción de una sociedad capaz de resolver problemas, que no funja sólo como espectadora de la ciencia, sino que se involucre en la solución de los problemas. Una sociedad alfabetizada científicamente con mayores elementos para la participación ciudadana, para la solución de pobreza, para contribuir a la democratización del conocimiento y demás problemas sociales. La alfabetización científica común para todos los ciudadanos favorece su inmersión en una cultura científica y que destaca particularmente las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, es la mejor forma de iniciar la preparación de los futuros científicos (Gil y Vilches, 2001).

El conocimiento actual de la RV representa una herramienta que motiva, tanto a profesores como a estudiantes y permite contribuir de forma directa en despertar vocaciones científicas. Por tanto, debe ser tomada en cuenta dentro y fuera de las aulas universitarias, de tal manera que se contribuya a mejorar las condiciones de alfabetización científica e incrementar en número, los estudiantes interesados en la ciencia al despertarse vocaciones científicas. A mediano y largo plazo, esto puede contribuir a resarcir el déficit de investigadores, especialmente en países en desarrollo.

Objetivamente, suele considerarse que el primer entorno para generar cultura científica sucede en las universidades, por lo que se vuelve fundamental que los docentes indaguen en los motivos de los estudiantes sobre su deseo de aprender y así determinar la manera como se conseguirán definir los procesos adecuados de enseñanza. Se considera que la intervención del docente es fundamental para incrementar la motivación y el aprendizaje académico de los estudiantes (Silveira Torregrosa y Moreno Murcia, 2015). Sin embargo, para lograrlo, el primero que necesita estar motivado es el docente, pues existe una estrecha relación entre el estilo motivacional del profesor con el de sus alumnos, así como con los tipos de compromiso hacia su aprendizaje (Ferreira Díaz, 2017). La RV es una vía para alcanzarlo, según el resultado del presente estudio, esta tecnología causa influencia en ambos.

De acuerdo a la revisión de la literatura consultada se encuentra que el área de la Medicina es la que mejor ha obtenido ventajas del uso de la RV, donde los docentes demuestran estar ampliamente familiarizados con el uso de estas tecnologías con fines de enseñanza (especialmente con simuladores en RV). No obstante, se pone de manifiesto que es en esta área donde, debido al cambio constante de contenidos por su evolución sistemática, sigue presente la necesidad de formar profesores de manera constante, especialmente docentes más jóvenes ya que los más adultos tienden a mostrar dificultades en el manejo de simuladores (Nissim y Weissbluth, 2017; Coro Montanet, Gómez Sánchez y Suárez García, 2017). Por otra parte, en el caso de los profesores jóvenes pudieron experimentar que la RV proporciona experiencias de aprendizaje únicas que fomentan el descubrimiento, la resolución de problemas, pero, existe una brecha entre las experiencias de aprendizaje y las prácticas para la enseñanza (Bahng y Lee, 2017). En el caso de esta investigación fue posible observar que los profesores experimentaron las mismas situaciones, esto es, son capaces de usar los recursos disponibles de RV para el experimento como aprendices, pero sin capacidad para generar contenidos para enseñar, además, aunque se contara con el equipamiento y conocimientos, se convierte en una ac-

ción voluntaria y, por tanto, es seguro que no suceda el aprovechamiento posterior de la tecnología de RV y la decisión de producir contenidos.

Los resultados del presente estudio describen a la RV como una herramienta de aprendizaje lúdico que incrementa la motivación en el usuario, 41 sujetos participantes calificaron la herramienta como una experiencia de aprendizaje divertido e innovador, en tanto que los usuarios del contenido tradicional sólo en 10 ocasiones expresaron las mismas o similares palabras para describir la experiencia. También existen antecedentes que afirman ya la dimensión motivacional y lúdica de los contenidos de RV se dan fuera de los reglamentos docentes y de las regulaciones administrativas, quienes suelen no aceptarlas o apoyarlas, pero susceptibles de convertirse en fórmulas exitosas de aprendizaje (Fombona, Pascual-Sevillano y González-Videgaray, 2017).

## 8. Reconocimientos

Investigación realizada con el apoyo de beca nacional de posgrados del CONACYT a través del Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). El material en RV realizado con el financiamiento de la empresa minera Álamos Gold en Mulatos, Sonora, México.

## 9. Referencias

- Avendaño Porras, Víctor del Carmen; Rangel Ibarra, Roberto y Chao González, María Mercedes (2011). La enseñanza de las matemáticas en la realidad virtual. // Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad. ISSN: 2007-3607. 1:1 (2011) 1-28.
- Aznar-Díaz. Inmaculada; Romero-Rodríguez, José-María y Rodríguez-García, Antonio Manuel (2018). La tecnología móvil de Realidad Virtual en educación: una revisión del estado de la literatura científica en España. // EDMETIC: Revista de Educación Mediática y TIC. ISSN: 2254-0059. 7:1 (2018) 256-274. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10139>.
- Baeza Santamaría, Unai y Cantalejo Duarte, Pedro (2013). Realidad virtual aplicada a la puesta en valor del arte rupestre. // Cuadernos de Arte Rupestre. ISSN: 1699-0889. 6 (2013) 150-151.
- Bahng, EunJin y Lee, Mimi (2017). Learning Experiences and Practices of Elementary Teacher Candidates on the Use of Emerging Technology: A Grounded Theory Approach. // International Electronic Journal of Elementary Education. ISSN: 1307-9298. 10:2 (2017) 225-241. <http://10.26822/iejee.2017236118>
- Barinaga, Borja; Moreno, Isidro y Navarro Newball, Andrés Adolfo (2017). La narrativa hipermedia en el museo. El presente del futuro. // *Obra Digital: Revista de Comunicación*. ISSN: 2014-5039. 12 (2017) 101-121. [orcid.org/0000-0002-4231-8661](https://orcid.org/0000-0002-4231-8661)
- Berg, Leif P. y Vance, Judy M. (2017). Industry use of virtual reality in product design and manufacturing: a survey. // *Virtual Reality*. ISSN: 1359-4338. 21 (2017) 1-17. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0293-9>.
- Cabezas Bernal, Pedro M. y Rossi, Adriana (2017). Técnicas de musealización virtual: los capiteles del Monasterio de San Cugat. // *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*. ISSN: 1133-6137. 22: 29 (2018) 48-57. <http://10.4995/ega.2017.7340>
- Carrillo-Villalobos, José Lino y Cortés Montalvo, Jorge Abelardo (2016). Secuencias didácticas con realidad virtual en el área de geometría en educación básica. // *Revista Faro*. ISSN: 0718-2023. 1:23 (2016) 279-304.
- Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACYT (2016). Criterios SNI. <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores/otros/marco-legal-sni/criterios-sni> (29-03-2020).
- Cuevas Ureña, Ana (2008). Conocimiento científico, ciudadanía y democracia. // *CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología*. ISSN: 1668-0030. 4:10 (2008) 67-83.
- Bhagat, Kaushal Kumar; Liou, Wei-Kai y Chang, Chun-Yen (2016). A cost-effective interactive 3D virtual reality system applied to military live firing training. // *Virtual Reality*. ISSN: 1133-6137. 20:2 (2016) 127-140. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0284-x>
- Bucchi, Massimiano (2008). Of deficits, deviations and dialogues: Theories of public communication of science. // Bucchi, Massimiano y Trend, Brian. *Handbook of public communication of science and technology*. Londres: Routledge. 57-76. ISBN: 0-203-92824-5
- Coimbra, Teresa; Cardoso, Teresa y Mateus, Artur (2015). Augmented reality: an enhancer for higher education students in math's learning? // *Procedia Computer Science*. ISSN: 1877-0509. 67 (2015) 332-339. <http://10.1016/j.procs.2015.09.277>
- Coro Montanet, Gleyvis; Gómez Sánchez, Margarita y Suárez García, Ana (2017). Haptic simulators with virtual reality environments in dental education: a preliminary teaching diagnosis. // *@tic: Revista d'Inovació Educativa*. ISSN: 1989-3477. 18:8 (2017) 1-8. <https://doi.org/10.7203/attic.18.9077>
- Cruz Morales, Miguel Ángel; Morales Cárdenas, Araceli Ovidio y Ayala Ruiz, Álvaro (2006). Diseño de productos asistidos por realidad virtual inmersiva. // *Ingeniería Mecánica, Tecnología y Desarrollo*. ISSN: 1665-738. 2:3 (2006) 93-100.

- Dragoş, Viorel y Mih, Viorel (2015). Scientific literacy in school. // *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. ISSN: 1877-0428. 209 (2015) 167-172. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.273>
- Delgado Anés, Lara y Romero Pellitero, Pablo (2017). La arqueología virtual, generadora de recursos para la comunicación y participación. // Bocanegra Barbecho, Lidia y García López, Ana. Creación, Investigación, Comunicación Cultural y Artística en la Era de Internet. Granada, España: Down Hill Publishing y Universidad de Granada. 191-214. ISBN: 978-0-9897361-3-8
- Donalek, C., Djorgovski, S. G., Davidoff, S., Cioc, A., Wang, A., Longo, G., ... y Mahabal, A. (2014). Immersive and collaborative data visualization using virtual reality platforms. // <https://arxiv.org/abs/1410.7670> (29-03-2020).
- Eliás, Carlos (2002). Aplicación del Modelo Comunicacional de Jakobson como fórmula para acercar el mensaje experto al periodístico: la figura del emisor secundario. // *Revista Comunicación y Sociedad*. ISSN: 2448-9042. XV: 2 (2002) 29-54.
- Espinoza, Macarena; Baños, Rosa M.; García-Palacios, Azucena y Botella, Cristina (2013). La realidad virtual en las intervenciones psicológicas con pacientes oncológicos. // *Psicoontología*. ISSN: 1696-7240. 10:2-3 (2013) 247-261. [http://10.5209/rev\\_PSIC.2013.v10.n2-3.43447](http://10.5209/rev_PSIC.2013.v10.n2-3.43447)
- Ferreira Díaz, Ana Cecilia (2017). Motivación académica: su relación con el estilo motivacional del docente y el compromiso del estudiante hacia el aprendizaje. Lima, Perú: Escuela de Posgrado PUCP. Tesis
- Fox, Jesse; Arena Dylan y Bailenson, Jeremy N. (2009). Virtual reality: A survival guide for the social scientist. // *Journal of Media Psychology*. ISSN: 1864-1105. 21:3 (2009) 95-113. <https://doi.org/10.1027/1864-1105.21.3.95>
- Fombona, Javier; Pascual-Sevillano, Maria-Angeles y González-Videgaray, MariCarmen (2017). M-Learning y realidad aumentada: revisión de literatura científica en el repositorio WoS. // *Comunicar*. ISSN: 1134-3478. 25: 52 (2017) 63-72. <http://10.3916/C52-2017-06>
- Gil, Daniel y Vilches, Amparo (2001). Una alfabetización científica para el siglo XXI: obstáculos y propuestas de actuación. // *Revista Investigación en la Escuela*. ISSN: 0213-7771. 43 (2001) 27-37.
- Gouyon, Jean-Baptiste (2016). 1985, scientists can't do science alone, they need publics. // *Public Understanding of Science*. ISSN: 09636625. 25:6 (2016) 754-757. <http://10.1177/0963662516650361>
- Grande León, Alfredo (2010). La génesis de un Museo del Guadalquivir del siglo XXI. *Anastylosis virtual del valle del Guadalquivir en el siglo II d. C: La Baetica de Adriano*. // *Virtual Archeology Review*. ISSN: 1989-9947. 1: 1 (2010) 27-37. <https://doi.org/10.4995/var.2010.4753>
- Guevara Ruiseñor, Elsa Susana y Flores Cruz, María Guadalupe (2018). Educación científica de las niñas, vocaciones científicas e identidades femeninas. Experiencias de estudiantes universitarias. // *Revista Actualidades Investigativas en Educación*. ISSN: 1409-4703. 18:1 (2018) 1-31. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33136>
- Gutiérrez-Baños, José Luis; Ballester-Diego, Roberto; Truan-Cacho, David; Aguilera-Tubet, Carmen; Villanueva-Peña, A. y Manuel-Palazuelos, José Carlos (2015). La formación del residente de urología en cirugía laparoscópica. Elaboración de un modelo de realidad virtual. // *Actas Urológicas Españolas* ISSN: 2173-5786. 39: 9 (2015) 564-572. <http://dx.doi.org/10.1016/j.acuro.2015.04.006>
- Jiménez Porta, Ana María y Diez-Martínez Day, Evelyn (2018). Análisis del contenido de apps y videojuegos: implicaciones en procesos cognitivos en la lectura inicial. // *Apertura*. ISSN: 1665-6180. 10: 1 (2018) 71-87. <http://dx.doi.org/10.18381/ap.v10n1.1114>
- Joo Nagata, Jorge; Martínez Abad, Fernando y García-Bermejo Giner, José Rafael (2017). Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil con contenidos patrimoniales: percepción del aprendizaje. // *RIED: Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. ISSN: 1138-2783. 20: 2 (2017) 93-118. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Karagozlu, Damla (2017). Determination of the impact of augmented reality application on the success and problem-solving skills of students. // *Quality & Quantity*. ISSN: 0033-5177 1:10 (2017) 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0674-5>.
- Kim, Bokyoung (2016). Virtual Reality as an artistic medium: a study on creative projects using contemporary. Aalto, Finland: Aalto University, School of Arts, Design and Architecture. Tesis.
- McKnight, Katherine; O'Malley, Kimberly; Ruzic, Roxanne; Horsley, Maria Kelly; Franey, John J.; Bassett, Katherine (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology to improve student learning. *Journal of Research on Technology in Education*. 1539-1523. 48:3 (2016) 194-211.
- Macedo, Beatriz (2016). Educación Científica. Montevideo, Uruguay: UNESCO, 2016.
- Marín Agudelo, Sebastián Alejandro (2012). Apropiación social del conocimiento: una nueva dimensión de los archivos. *Revista Interamericana de Bibliotecología*. ISSN: 0120-0976. 35:1 (2012) 55-62.
- Martín-Gutiérrez, Jorge; Mora, Carlos Efrén; Añorbe-Díaz, Beatriz y González-Marrero, Antonio (2017). Virtual technologies trends in education. // *EURASIA: Journal of Mathematics Science and Technology Education*. ISSN: 1305-8223. 13:2 (2017) 469-486. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>
- Martínez Cano, Francisco Javier (2018). Impresiones sobre Carne y Arena: práctica cinematográfica y realidad virtual. // *MHCJ*. ISSN: 1989-8681. 9:1 (2018) 161-190. <http://dx.doi.org/10.21134/mhcj.v0i9.222>
- Miller, Steve (2001). Public understanding of science at the crossroad. // *Public Understanding of Science*. ISSN: 0963-6625 10 (2001) 115-120.
- Nissim, Yonit y Weissblueth, Eyal (2017). Virtual Reality (VR) as a Source for Self-Efficacy in Teacher Training. // *International Education Studies*. ISSN: 1913-9020. 10:8 (2017) 52-59. <http://10.5539/ies.v10n8p52>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos – OCDE (2019). Revisión nacional de investigación y desarrollo educativo. // <http://www.oecd.org/mexico/32496490.pdf>
- Padilla, J. (2017). ¿Quiénes somos? Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica, A.C. (SOMEDICYT). <http://www.somedicyt.org.mx/somedicyt/> (29-03-2020).
- Silveira Torregrosa, Yolanda y Moreno Murcia, Juan Antonio (2015). Miedo a equivocarse y motivación autodeterminada en estudiantes adolescentes. // *Cuadernos de Psicología del Deporte*. ISSN: 1989-5879. 15:3 (2015) 65-74.
- Thone, Natalie; Winter, Matías; García-Matte, Raimundo J. y González, Claudia (2017). Simulación en otorrinolaringología: una herramienta de enseñanza y entrenamiento. // *Acta Otorrinolaringológica Española*. ISSN: 0001-6519. 68:2 (2017) 115-120. <http://10.1016/j.otorri.2016.04.007>.

- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura – OEI (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social: Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios*. Madrid, España: OEI, 2012. ISBN: 978-84-7666-240-3
- Parong, Joceline y Mayer, Richard E. (2018). Learning science in immersive virtual reality. // *Journal of Educational Psychology*. ISSN: 0022-0663. 110:6 (2018) 785–797. <https://doi.org/10.1037/edu0000241>
- Pérez Martínez, Francisco Javier (2011). Presente y futuro de la tecnología de la realidad virtual. // *Revisa de Creatividad y Sociedad*. ISSN: 1578-214X. 16 (2011) 1-39.
- Piscitelli, Alejandro (2017). Realidad virtual y realidad aumentada en la educación, una instantánea nacional e internacional. // *Economía Creativa*. ISSN: 2395-8200. 7 (2017) 33-65.
- Polino, Carmelo (2015). *Manual de Antigua: indicadores de percepción pública de la ciencia y la tecnología*. Buenos Aires, Argentina: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2015. ISBN 978-987-20443-3-6
- Potter, Mary C.; Wyble, Brad; Haggmann, Carl Erick y McCourt, Emily Sarah (2014). Detecting meaning in RSVP at 13 ms per picture. // *Attention, Perception, & Psychophysics*. ISSN: 1943-393X. 76:2 (2014) 270-279. <http://www.psychology.com/doi/10.3758/s13414-013-0605-z>.
- Prendes Espinosa, C. (2015). Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas. // *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*. ISSN: 2395-8200 46 (2015) 187-203. <http://10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- Ramírez Muñoz, David Francisco (2017). Aplicaciones de la realidad virtual en el campo de la ingeniería mecánica y automotriz, a partir de la visualización en 3D del diseño de un prototipo de carreras estilo fórmula SAE, dentro del observatorio “Ixtli”. // *UNAM: Revista Digital Universitaria*. ISSN: 1607 – 6079. 14:5 (2017). [http://www.revista.unam.mx/vol.14/num5/art06/\(29/03/2020\)](http://www.revista.unam.mx/vol.14/num5/art06/(29/03/2020)).
- Rivero, Pilar y Feliu, María (2018). Aplicaciones de la arqueología virtual para la Educación Patrimonial: análisis de tendencias e investigaciones. // *Estudios Pedagógicos*. ISSN: 0718-0705.43:4 (2018) 319-330. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052017000400017>
- Ruiz Torres, David (2011). Realidad Aumentada, educación y museos. // *ICONO14: Revista Científica de Comunicación y Tecnologías Emergentes*. 9:2 (2011) 212-226. <https://doi.org/10.7195/ri14.v9i2.24>
- Santos Gonçalves, Tatiana (2019). Comunicación y divulgación de ciencia en Brasil: un estudio de la usabilidad del portal MCTIC. // *MHCJ*. ISSN: 1989-8681. 10:1 (2019) 223-237. <http://dx.doi.org/10.21134/mhcj.v10i0.293>
- Sartori, Giovanni (2012). *Homo videns: la sociedad teledirigida*. Buenos Aires, Argentina: Taurus, 2012. ISBN: 950-511-429-X
- Senabre, Enric; Ferran-Ferrer, Nuria y Perelló, Josep (2018). Diseño participativo de experimentos de ciencia ciudadana. // *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*. ISSN: 1134-3478. 54: XXVI (2018) 29-38. <https://doi.org/10.3916/C54-2018-03>
- Tlili, Anwar y Dawson, Emily (2010). Mediating science and society in the EU and UK: From information-transmission to deliberative democracy? // *Minerva*. ISSN: 0026-4695. 48:4 (2010) 429-461. <https://doi.org/10.1007/s11024-010-9160-0>
- Urquiza Mendoza, Liliana Ivett; Auria Burgos, Blanca Araceli; Daza Suárez, Sandra Karina; Carriel Paredes, Flor del Rocío y Navarrete Ortega, Rosa Isabel (2016). Uso de la realidad virtual, en la educación del futuro en centros educativos del Ecuador. // *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*. ISSN 2528-8083. 1:4 (2016) 26-30. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol1iss4.2016pp26-30>
- UNESCO (2020). Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas). // <https://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6?view=chart> (29-03-2020).
- Vásquez, Alberto (2019), Reconoce CONACYT déficit de científicos en México. // <https://invdes.com.mx/politica-cyt-i/reconoce-conacyt-deficit-de-cientificos-en-mexico/> (24-03-2020).
- Zapatero Guillén, Daniel (2011). La realidad virtual como recurso y herramienta útil para la docencia y la investigación. // *TE & ET: Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. ISSN: 1851-0086. 6 (2011) 17-23.
- Zúñiga Ortega, Jorge Alfonso; Amador Reyes, Juan de Jesús; Mejía Bañuelos, Christian; Morales Ramírez, Alejandra y Mota Hernández, Cinthya Ivonne (2014). Desarrollo de un entorno virtual tridimensional como herramienta de apoyo a la difusión turística de la zona arqueológica de Teotihuacán. // *Acta Universitaria*. ISSN: 0188-6266. 24:4 (2014) 34-42. <http://10.15174.au.2014.534>