

Herramientas de realidad virtual inmersiva en el proceso de aprendizaje

José de Jesús Cordero Guridi

Giovanni Chávez Melo

UPAEP

ISSN 12345678
EDICION 2005



Esta obra está bajo licencia CC BY-NC-SA 4.0

RESUMEN

Se presenta una aplicación de la realidad virtual inmersiva en el contexto del curso de Dibujo Mecánico Computarizado para el área de ingenierías UPAEP. Este curso se desarrolla en los semestres 3er al 6to en los planes de estudios de diversas carreras, para lo cual típicamente se realizan prácticas de creación de modelos y ensambles 3D para el desarrollo de productos para la industria.

Dentro de las generalidades del curso, se evalúan propuestas de innovación de diferentes ramas de la ingeniería por parte de equipos de alumnos, con el objetivo de mejorar un diseño.

Una de las actividades recientemente implementada es la revisión por parte del software Siemens NX y el uso de hardware de realidad virtual para la evaluación de los objetivos del curso y de los prototipos de los equipos. El laboratorio de realidad virtual del área de ingenierías UPAEP ha sido un espacio importante para el desarrollo de este trabajo.

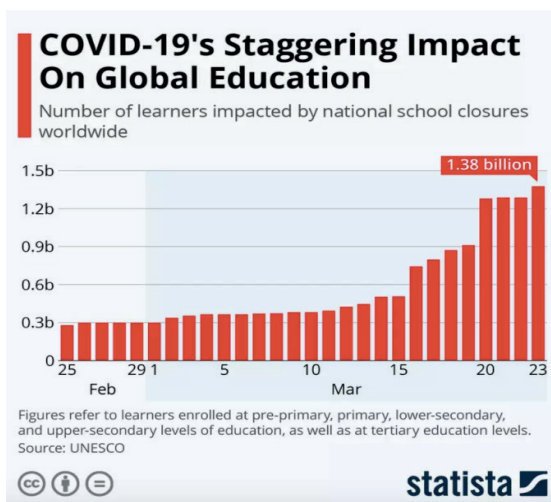
A partir del año 2019, se ha venido implementando esta actividad, y el nivel de participación y los proyectos evaluados ha venido en aumento, y para reforzar la aplicación de esta tecnología se aplicarán medidas para incentivar el uso de la misma.

PRESENTACIÓN

El aprendizaje se ha transformado en las últimas décadas de formas muy diversas, donde bajo el cobijo de los saltos tecnológicos y hasta la reciente era digital, una multitud de estrategias se han adoptado para mejorar los procesos de aprendizaje en diversos sectores. De los diversos eventos que han provocado dicha transformación, la reciente pandemia del COVID-19 no sólo hizo que este proceso tuviese una continuidad, sino que fue un acelerador en la creación y desarrollo de diversos métodos bajo la necesidad de continuar la educación en un escenario con la complejidad que se vivió durante el período de la pandemia. La ausencia de la presencialidad, encontró en la tecnología su principal aliado para encontrar los objetivos de aprendizaje planteados.

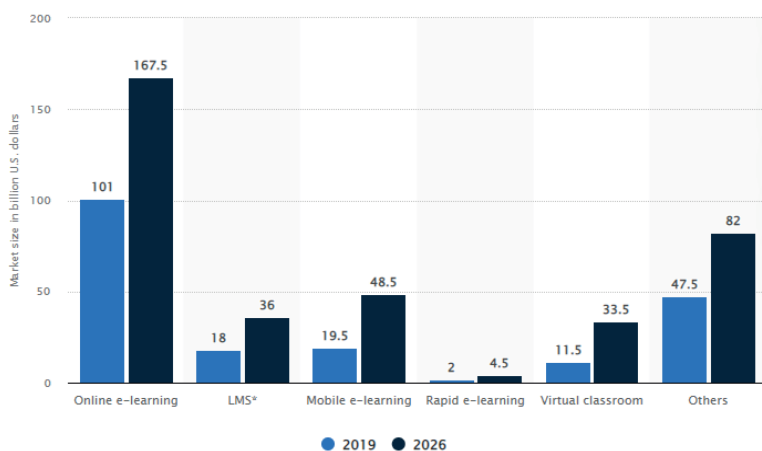
En conjunto, tecnología y pandemia sentaron un marco de referencia donde la educación a distancia fue una modalidad valiosa para la continuidad de los estudios de muchos estudiantes a nivel mundial, donde el número total de alumnos que fueron impactados por la necesidad de nuevos métodos de aprendizaje fue cerca de 1.3 miles de millones, solamente en marzo de 2020, como se observa en lo descrito por McCarthy (2020) en la figura 1.

Figura 1. Impacto del COVID-19 en la presencialidad en escuelas



Es importante notar el impacto a nivel mundial que tuvo la pandemia provocada por el COVID-19 en las actividades presenciales y el número de alumnos que, se estimó, necesitaron de tecnologías para asegurar los objetivos educacionales. El uso de tecnologías digitales durante este evento, significó un antes y después en la innovación de procesos de aprendizaje, ya que no sólo impulsó la mediación del aprendizaje con recursos a distancia, también presionó las tendencias de mercado con una expectativa de aumento en los próximos años, como STATISTA (2023) pudo medir y describir. En la figura 2 se observan datos de la zona de Norteamérica.

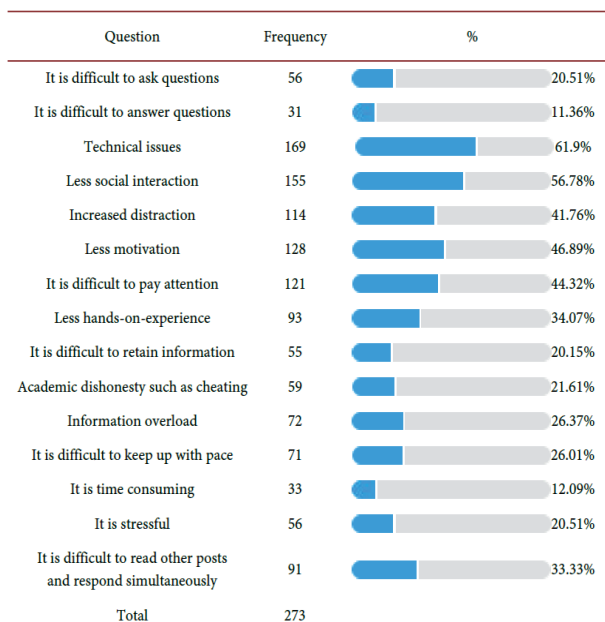
Figura 2. Tamaño del mercado global de e-learning en 2019 y 2026, por segmento.



Se espera que la demanda de la educación a distancia —en sus diferentes métodos— tenga un crecimiento de forma considerable durante los próximos años. Sin embargo, aun con las diferentes soluciones planteadas antes y después de la pandemia, las herramientas de aprendizaje han planteado la necesidad de hallar nuevas tecnologías y métodos que soporten y mejoren las estrategias tradicionales de aprendizaje.

Existen diversas problemáticas con dichas tecnologías de aprendizaje, por ejemplo, Komolafe et al (2020) encontraron, en un estudio respecto de la educación en línea, diversos problemas que se suscitaron durante dichas actividades para alumnos en China durante la pandemia, que se muestra en la figura 3.

Figura 3. Problemas encontrados en las clases en línea



Dentro de las preguntas hechas a los estudiantes en China, se crearon preguntas que arrojaron un alto porcentaje de respuestas afirmativas, donde se hallaron las dificultades técnicas como problema primario. Como problemas principales se encontraron: la falta de interacción, motivación, falta de atención y la ausencia de experiencias interactivas. De este ejemplo, se pueden notar varios elementos importantes, puesto que las actividades a distancia que involucran tecnología, indudablemente, implican el acceso a la tecnología y el manejo de la misma como dificultades inherentes. Sin embargo, una vez que se ha descartado el uso de la tecnología, los problemas esenciales se hallan en la falta de la interacción propia de la educación presencial. Si evaluamos el resto de las problemáticas descritas en el estudio, con menor porcentaje —pero no de forma menos importante— encontraremos que el estrés y la dificultad para interactuar de la misma forma que se podría lograr en ambientes de presencialidad surgen como problemas que nos hacen plantear las carencias de la educación en línea.

Por otra parte, Ferri et al. (2020) describieron algunas de las dificultades clave en el rubro del aprendizaje en línea, donde, a partir del estudio de diversas fuentes, pudo describir diversos retos técnicos, pedagógicos y sociales, que se muestran en la figura 4.

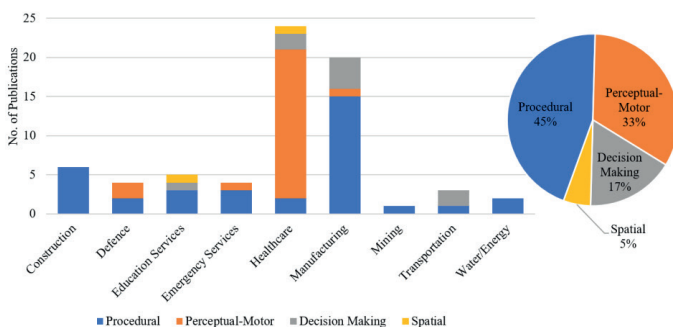
Figura 4. Retos encontrados en la educación en línea

OPEN CHALLENGES	
TECHNOLOGICAL CHALLENGES	Access to infrastructure such as technological devices and an Internet connection.
	Teachers' lack of skills in using technology. Need for training and guidelines for teachers and students.
PEDAGOGICAL CHALLENGES	Need for teaching materials in the form of interactive multimedia (images, animations, educational games) to engage and maintain students' motivation.
	Lack of student feedback and evaluation system.
SOCIAL CHALLENGES	Lack of suitable home learning environment to study and parents' support.

De esta información, se encontró la necesidad de materiales de enseñanza con medios interactivos, para lograr y mantener la motivación de los alumnos durante el aprendizaje. En México, Jiménez et al. (2021) evaluaron una investigación exploratoria sobre las necesidades planteadas a partir el inicio de las sesiones en línea durante la pandemia de COVID-19. Se centraron en las necesidades pedagógicas que tuvieron diversos docentes entrevistados, donde el 47% mencionó la necesidad de contar con materiales digitales didácticos e interactivos. Estos datos muestran que el aprendizaje en sus diferentes vertientes y con la adopción de nuevas estrategias, requiere de recursos innovadores que puedan dar respuesta a las dificultades típicas ante la ausencia de medios presenciales.

Respecto a la realidad virtual, y cómo se ha aplicado en diversos campos, por ejemplo, Radhakrishnan et al. (2021) encontraron en un análisis de la literatura, una distribución de las aplicaciones de la realidad virtual inmersiva, como se muestra en la figura 5.

Figura 5. Distribución de tipos de habilidades a través de industrias y numero de publicaciones



En ese estudio, se encontró la aplicación en áreas de ingenierías y servicios de educación como elementos importantes de aplicación de dichas tecnologías, donde el desarrollo de procedimientos se ha destacado por encima de otros tópicos en el ejercicio de recursos para la capacitación.

CONTEXTO ACTUAL

Antes, durante y después de la situación provocada por la pandemia, uno de los cursos del área de ingenierías que genera información digital es el curso de Dibujo Mecánico Computarizado, en donde los alumnos desarrollan el aprendizaje de software de modelación 3D para la industria en general. Este curso se desarrolla en las instalaciones del laboratorio de cómputo UPAEP. La figura 6 muestra una imagen del laboratorio.

Figura 6. Laboratorio de Computo UPAEP



De forma regular, el laboratorio de cómputo para el curso de Dibujo Mecánico Computarizado consiste en prácticas presenciales para los alumnos de las siguientes especialidades de ingenierías, tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de alumnos en la materia de Dibujo Mecánico Computarizado

Especialidad	Diseño Automotriz, Industrial, Mecatrónica, Aeroespacial, Biónica
Semestre del alumno	3ero – 6to
Periodo en que se imparte	Primavera, Verano y Otoño
Cantidad de alumnos por periodo	20-40 alumnos

Estos alumnos concentran el grupo donde, periodo a periodo, se imparte el uso del software 3D y se realizan sus prácticas correspondientes. Dichas prácticas, en lo general, están asociadas al desarrollo de productos industriales de diferentes niveles de complejidad. Las prácticas se distribuyen como se ve en la tabla 2.

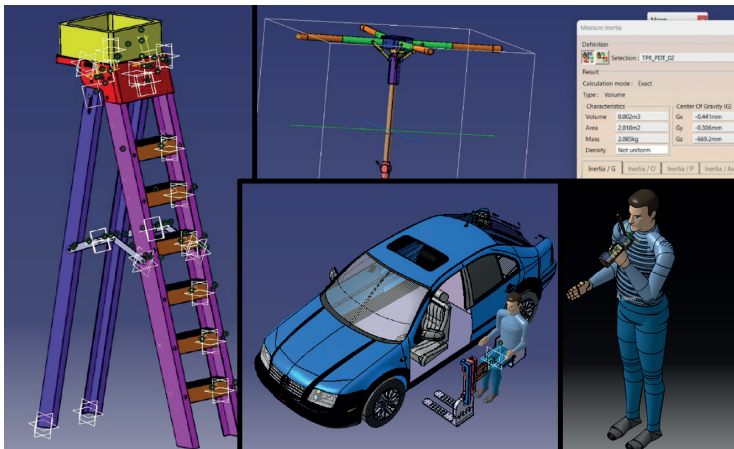
Tabla 2. Descripción de prácticas en la materia de Dibujo Mecánico Computarizado

Practica	Descripción
Modelación 2D	Análisis de trazos 2D para creación de volúmenes sólidos
Modelación de sólidos 3D	Técnicas de modelación de productos 3D
Modelación de ensambles	Técnicas de modelación y construcción de ensambles de productos industriales
Evaluación de ensambles	Análisis de propiedades de ensambles, como interferencias, mediciones, descomposición de componentes, etc.
Evaluación cinemática de ensambles	Análisis de movimiento de componentes de ensamble
Evaluación ergonómica de ensambles	Análisis de espacios y uso de ensambles de productos para personas

En total, se desarrollan al menos ocho prácticas durante cada periodo, para los veinte a cuarenta alumnos que, en promedio, se inscriben como parte de las habilidades esenciales de ingeniería de cada especialidad.

Por parte de la evaluación del curso, se solicita a los alumnos la propuesta y desarrollo de una mejora o rediseño de un producto o dispositivo el cual tenga un impacto social y/o tecnológico en el área, caso o situación que los alumnos tengan alguna preferencia particular, esta actividad se desarrolla en equipos de 4 a 5 integrantes en promedio. Estos proyectos se evalúan en base a una serie de etapas, las cuales incluyen el desarrollo de modelos 3D, ensambles y planos del producto en desarrollo, algunos ejemplos de estos proyectos se muestran en la figura 7.

Figura 7. Proyectos de Dibujo Mecánico Computarizado



Una de las restricciones que se tienen en el proyecto es la fabricación del prototipo respectivo, ya que, en periodos anteriores, hubo dificultades en el proceso de fabricación de algunos prototipos. Dentro de los problemas presentados por los alumnos fueron: falta de conocimientos en manufactura (debido a los semestres en los cuales cursan la materia), falta de acceso a materiales para fabricación (costo y dificultad de acceso), complejidad del prototipo a fabricar, entre otros. Por lo anterior, el prototipo fabricado dejó de ser un requerimiento de entrega final, y la entrega final se sujetó únicamente el modelo de ensamble desarrollado en el software de modelación mecánica.

APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA

UPAEP cuenta con el laboratorio de Realidad Virtual y Aumentada (figura 8) en donde, desde su formación en 2018, se realizan actividades de desarrollo e investigación relacionadas con áreas de ingeniería.

Figura 8. Laboratorio de Realidad Virtual y Aumentada



El laboratorio cuenta con software y hardware para el desarrollo de la tecnología de Realidad Virtual y Realidad Aumentada, así como también de la Realidad Virtual Inmersiva. En estas tecnologías, las actividades del laboratorio no solamente se han enfocado en la creación de modelos digitales, sino también en la generación de conocimiento. Este último ha sido importante para los diversos productos de investigación que el laboratorio ha generado en los últimos años. Este espacio está acondicionado a los requerimientos de un espacio para aplicaciones virtuales desarrollado con base a la normatividad ISO/IEC TR 23842-1 (Cordero et al., 2023).

Tomando en cuenta la problemática existente con prototipos fabricados en el curso de Dibujo Mecánico Computarizado, se optó por la aplicación de tecnología de realidad virtual inmersiva para la revisión y verificación de las propuestas finales del curso. Los lineamientos de la revisión del modelo y evaluación para el curso se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Parámetros a evaluar en proyecto final en Dibujo Mecánico Computarizado

Parámetro	Descripción
Nomenclatura y modelado CAD	Construcción de modelos sólidos para la creación de ensambles
Modelos ASM (ensambles) para manufactura, cinemática, ergonomía y render	Revisión de ensambles para evaluación espacial, cinemática y de posición con respecto a una persona o usuario.
Planos de fabricación	Revisión de planos de fabricación del prototipo
Objetivos de mejora del producto y video	Verificación de cumplimiento de objetivos de desarrollo del proyecto y video de presentación de modelo de realidad virtual.

Con base a estos parámetros, se indicó a los alumnos la posibilidad de generar un modelo para su revisión en realidad virtual inmersiva, con las herramientas disponibles en el ambiente. Esta revisión se debe realizar en tiempo real y es opcional para la evaluación, Para el cumplimiento del requerimiento se cuenta con una clase especial en el laboratorio de realidad virtual para mostrar a los alumnos las capacidades y herramientas del software y equipo de realidad virtual compatible con los desarrollos de los proyectos de Dibujo Mecánico Computarizado.

Las herramientas con las que se cuentan para la evaluación, forman parte de un software especializado *Siemens NX*, que cuenta con las funciones descritas en la tabla 4.

Tabla 4. Herramientas de evaluación de prototipos en realidad virtual inmersiva con el software Siemens NX

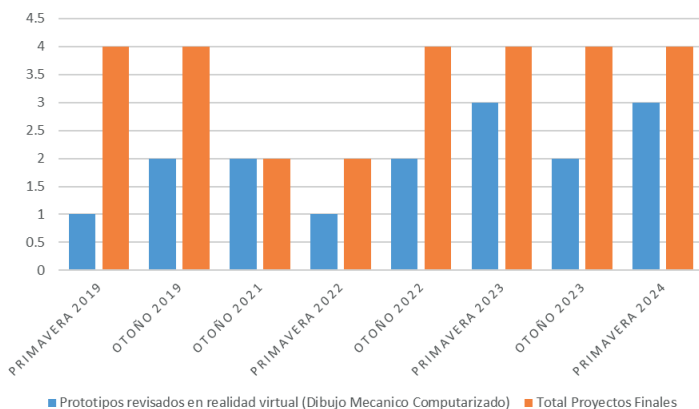
Herramienta	Descripción
Selección	Selección de componentes del ensamble y verificar información del mismo, como nombre, material, revisión, información de fabricante, etc.
Sección	Creación de planos seccionales para verificación de propiedades internas y externas de un ensamble
Medida	Medición y verificación dimensional de componentes dentro del ensamble
Trazos 3D	Dibujo de trazos 3D en el espacio del ensamble, para anotar y marcar observaciones en el mismo
Mover	Control de posición de componentes del ensamble, para la verificación espacial de los componentes

Estas herramientas son las que los alumnos tienen disponibilidad para la revisión del producto desarrollado en su proyecto. Para lo anterior, se les solicitó el uso mínimo de 2 herramientas y la justificación del uso de la herramienta de realidad virtual inmersiva de *Siemens NX*.

RESULTADOS

La opción de trabajo con realidad virtual para mostrar los prototipos finales fue iniciada en el periodo de primavera de 2019, teniendo una participación activa por parte de los estudiantes y sus proyectos respectivos, el resumen de la participación se muestra en la figura 9.

Figura 9. Prototipos evaluados en realidad virtual inmersiva en Dibujo Mecánico Computarizado



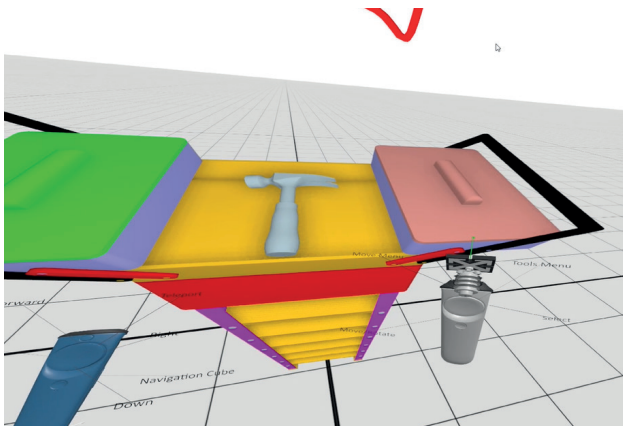
En la Figura 9 se observa la cantidad de proyectos desarrollados en los periodos descritos contra aquellos que se revisaron adicionalmente con realidad virtual inmersiva de forma opcional. La gráfica también muestra una participación baja en los periodos previos a la pandemia (2019), aproximadamente un 40%, al regreso a las actividades híbridas (otoño 2021 y primavera 2022) se mostró un aumento casi al 85% y finalmente en los periodos de 2023 y 2024 encontramos que la participación general ha sido de 66%. Se omiten los periodos de otoño 2020 y primavera 2021 debido a que no se contó con disponibilidad del laboratorio de realidad virtual en la Universidad por motivos de la pandemia.

Respecto de los prototipos revisados, se cuenta con registros de las experiencias de los alumnos, en formato de video donde se explica el procedimiento que siguieron para la evaluación del prototipo. En las figuras 10 y 11, se muestran imágenes del uso del laboratorio y las herramientas para la evaluación de un par de prototipos en el periodo primavera 2024.

Figura 10. Actividades en el laboratorio de Realidad Virtual UPAEP para el curso de Dibujo Mecánico Computarizado



Figura 11. Revisión de proyecto con realidad virtual inmersiva



CONCLUSIONES

El uso de la realidad virtual inmersiva como método de revisión de los proyectos de innovación tecnológica y social en el curso de Dibujo Mecánico Computarizado ha mostrado beneficios para los alumnos, al evitar riesgos en los procesos de manufactura para los cuales tienen dificultad en el acceso o que, potencialmente, pudieran provocar alguna lesión en los alumnos. A partir de su implementación en 2019, como parte de las actividades del laboratorio de realidad virtual en UPAEP, se ha empleado de manera opcional para los equipos de proyecto, teniendo una buena participación (85% del grupo) global. Si bien el uso de la herramienta se ha intensificado en los proyectos por parte de los alumnos del curso, se consideran nuevas estrategias para incrementar la su participación. Por ejemplo, el uso de un nuevo parámetro de la rúbrica de la materia que esté orientada a la revisión en realidad virtual inmersiva del proyecto. De la misma forma también se tendrán un par de sesiones adicionales en el laboratorio de realidad virtual para incentivar el uso de la herramienta por parte de los alumnos. Como trabajo a futuro, se empezarán a recoger datos cualitativos de las experiencias presentadas en los proyectos y revisiones por parte de los alumnos, para conocer el impacto de la aplicación de la tecnología de realidad virtual inmersiva que está teniendo en la sustitución de prototipos físicos.

REFERENCIAS

- Cordero-Guridi, J. D. J., Cuautle-Gutiérrez, L., Álvarez-Tamayo, R. I., & Caballero-Morales, S. O. (2022). «Design and development of a i4.0 engineering education laboratory with virtual and digital technologies based on iso/iec tr 23842-1 standard guidelines». *Applied Sciences*, 12(12), 5993.
- Ferri, F., Grifoni, P., & Guzzo, T. (2020). «Online learning and emergency remote teaching: Opportunities and challenges in emergency situations». *Societies*, 10(4), 86.
- Jiménez Galán, Y. I., Hernández Jaime, J., & Rodríguez Flores, E. (2021). «Educación en línea y evaluación del aprendizaje: de lo presencial a lo virtual». *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(23).
- Komolafe, B. F., Fakayode, O. T., Osidipe, A., Zhang, F., & Qian, X. (2020). «Evaluation of online pedagogy among higher education international students in China during the COVID-19 outbreak». *Creative Education*, 11(11), 2262.
- McCarthy, N. (2020). UNESCO: COVID-19 «School Closures Have Impacted Nearly 1.4 Billion Students [Infographic].» FORBES. <https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2020/03/24/unesco-covid-19-school-closures-have-impacted-nearly-14-billion-students-infographic/?sh=6a44fc8e3dd5>
- Radhakrishnan, U., Koumaditis, K., & Chinello, F. (2021). «A systematic review of immersive virtual reality for industrial skills training». *Behaviour & Information Technology*, 40(12), 1310-1339.
- STATISTA. (2023). *Size of the global e-learning market in 2019 and 2026, by segment (in billion U.S. dollars)*. <https://www.statista.com/statistics/1130331/e-learning-market-size-segment-worldwide/>