

Enseñanza de la anatomía y la fisiología a través de las realidades aumentada y virtual

Salvador Ruiz Cerrillo
Universidad de la Salle Bajío, Campus Américas

Resumen

La innovación en la enseñanza de la anatomía y la fisiología puede verse favorecida con la implementación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC), como es el caso de la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV). El objetivo del presente artículo es analizar el impacto de la enseñanza con RA y RV, en alumnos de educación media superior en el proceso enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Anatomía y Fisiología. El texto es resultado de una investigación que empleó un enfoque mixto con uso del método de investigación-acción, donde se utilizó como instrumento principal un cuestionario adaptado del modelo de aceptación tecnológica (Davis, 1989). A manera de conclusión, los alumnos mejoran su proceso de enseñanza-aprendizaje con RA y RV mediante el aumento de la motivación hacia el desarrollo de competencias cognitivas, tales como la identificación de la planimetría humana.

Palabras clave

Anatomía, fisiología, percepciones, realidad aumentada, realidad virtual.

Augmented and virtual realities applied to Anatomy and Physiology teaching

Abstract

Throughout the new Information and Communication Technologies (ICT), such as augmented and virtual realities, innovation in Anatomy and Physiology teaching may be improved. The aim of this paper is to analyze the augmented and virtual realities perceptions in high school student's through teaching-learning process in Anatomy and Physiology subjects. The article carries out a mixed focus research, with the usage of action-research method –an adapted questionnaire of the Technology Acceptance Model (TAM) was used as the main tool, also the YouTube Google Cardboard functions.

Keywords

Anatomy, augmented reality, perceptions, physiology, virtual reality.

Recibido: 10/08/18
Aceptado: 11/09/18

Introducción

El uso de tecnologías emergentes o nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el campo educativo es un factor primordial para el desarrollo de modelos pedagógicos centrados en el alumno (Hernández, 2017). Es por eso que resulta relevante incrementar las habilidades digitales en los estudiantes y profesores para mejorar el desarrollo y construcción de las competencias educativas (Nolasco y Ramírez, 2011). La necesidad de incorporar nuevas tecnologías de enseñanza para las asignaturas de Anatomía y Fisiología recae en las características y tendencias actuales de la denominada *educación 3.0* o *web semántica* (Salazar, 2011; Leiva y Mora, 2014), así como en el nuevo modelo educativo para la educación obligatoria (SEP, 2017), pues la interacción en tiempo real de los usuarios permitirá generar conocimientos, habilidades, valores y actitudes más adecuadas al contexto actual de la informática y la era digital, y, a su vez, mejorar las características en la construcción de conocimiento especializado acerca del cuerpo humano y su funcionamiento. Todo lo anterior corre en paralelo al posicionamiento de la actual reforma educativa, la cual demanda innovación, tanto en la didáctica como en la práctica docente (Morales, 2016).

El término realidad aumentada puede tener distintas significaciones (Rolando, 2012), como puede ser sistema tecnológico o tecnología emergente. Para efectos del presente artículo, se empleó la definición de Heras y Villareal (2004), quienes la conciben como una tecnología que integra señales obtenidas del mundo real con las de objetos gráficos, generados por equipos de cómputo en tres dimensiones, los cuales permiten la coexistencia de objetos del mundo real y del mundo virtual en el ciberespacio

Es así como surgió el objetivo de analizar el impacto de la enseñanza con realidad aumentada (RA) y realidad virtual (RV), en alumnos de educación media superior en el proceso enseñanza-aprendizaje de Anatomía y Fisiología. El objeto de estudio trata sobre el uso pedagógico de las tecnologías emergentes anteriormente señaladas, tratando de articular su evaluación y ejecución en el campo de las ciencias de la salud. De esta manera surgieron las siguientes preguntas de investigación: ¿Cómo influye la RA y la RV en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los alumnos de educación media superior?, ¿qué impacto produce la enseñanza de Anatomía y Fisiología, mediante las realidades virtual y aumentada, en la percepción de los estudiantes de educación media superior?

A manera de hipótesis, la enseñanza de la Anatomía y la Fisiología mediante RV y RA permite mejorar tanto los procesos de aprendizaje como la apreciación en cuanto a la utilidad y facilidad de las nuevas TIC, en al menos la mitad de los participantes. Finalmente se espera que el presente manuscrito pueda brindar un panorama más amplio sobre el uso de los sistemas electrónicos de última

generación en la didáctica de diversos campos del conocimiento, en especial aquellos relacionados con las ciencias de la salud.

Fundamentación teórica

La realidad aumentada aplicada a la educación

En el caso de México, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, a través de su Observatorio de Innovación Educativa, ha propuesto la RA como una de las tendencias actuales en el campo de la enseñanza en todos los niveles educativos (ITESM, 2018). Uno de los retos de estas pedagogías emergentes es el sistema evaluativo, pues son diversos aspectos los que se proponen para integrar una evaluación auténtica, tales como: la gamificación, retroalimentación automática, aprendizaje basado en problemas (ABP), portafolios, autoevaluación y coevaluación (ITESM, 2017).

Por un lado, Velázquez (2015; citado en ITESM, 2017) reportó el uso de la RA en alumnos de preparatoria del ITESM, campus Estado de México, en el que se empleaban *soundclouds* de acceso gratuito que se activaban a través del escaneo de pinturas y obras artísticas. El objetivo de la investigación fue que los alumnos pudieran crear un portafolios artístico en cuanto a obras, estilos, autores y periodos; asimismo, que fuera capaz de entender los procesos sociales y personales que dieron origen a esas obras; y, al final del curso, que pudiera reconocer e interpretar el arte en general. Por otro lado, Orozco (2015; citado en ITESM, 2017) publicó a través de un reporte el diseño de un museo virtual, tomando como base la tecnología de la RA en la cual alumnos del segundo semestre de preparatoria crearon imágenes que funcionaron como marcadores o *triggers*, los cuales al ser escaneados reproducían videos sobre el contexto histórico, cultural y político de la obra; igualmente, se podía reconstruir alguna pieza arquitectónica con la técnica *stop motion*.

Otra práctica docente reportada fue la de Garnica y Contreras (2015; citado en ITESM, 2017), profesoras del ITESM campus Hidalgo, en donde se empleó la aplicación *VC Trip Cardboard* para hacer visibles los componentes y estructuras celulares en imágenes 3D. Estos son solo algunos de los antecedentes metodológicos más recientes y relevantes de la RA empleada con fines educativos en México (ITESM, 2017)

Modelo de aceptación tecnológica (MAT o TAM) y percepciones de la realidad aumentada

El modelo de aceptación tecnológica (TAM) –formulado por Davies (1989)– es uno de los más utilizados para evaluar el nivel

de aceptación de nuevas tecnologías. De una manera general, el TAM permite evaluar la actitud hacia el uso y empleo de una TIC, basándose en dos dimensiones esenciales: la percepción de la utilidad y facilidad de uso. La primera representa el grado en el que un sujeto cree que el uso de un sistema concreto contribuirá a mejorar su rendimiento laboral o de actividades diarias; la segunda hace referencia al grado en el cual un futuro usuario espera que el uso del sistema en cuestión esté libre de esfuerzo para él, y, por tanto, que no tenga complejidad o dificultad para su empleo (Cabero-Almenara, Gallego, Puentes y Jiménez, 2018).

En el caso de la realidad aumentada, varios autores han validado el modelo sobre el uso específico de sistemas, *softwares* o aplicaciones que la emplean como base, y obtenido un nivel alto de fiabilidad del instrumento, aunque con sugerencias para la adaptación hacia otro tipo de tecnologías (Cabero y Pérez, 2018). Además, es importante analizar el acercamiento metodológico e interpretación teórica:

La RA es una tecnología que se está presentando como de verdadera utilidad y con diferentes posibilidades para facilitar el aprendizaje por parte de los estudiantes en diferentes áreas curriculares, pero sobre la que se debe reconocer que se están efectuando más análisis tecnológicos que investigaciones sobre su aplicación en el terreno educativo. (Cabero, Barroso y Llorente, 2016, p. 18.)

De esta manera es importante reconocer que la documentación del registro de prácticas educativas con RA es esencial, para una mejor comprensión y construcción de futuras líneas de aplicación de las tecnologías emergentes, así como la identificación de diversas metodologías y enfoques interpretativos.

Garay, Tejada y Castaño (2017) realizaron una investigación sobre las percepciones del alumnado hacia el aprendizaje, mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. El objetivo fue analizar el nivel de aceptación entre el alumnado de posgrado hacia el uso de esta tecnología. Los resultados indicaron una alta aceptación de la RA, relacionada a su vez con la actitud y la intención de uso futuro por parte de los usuarios.

En 2017 (Maiz, Ruiz, Tejada y Castaño-Garrido) reportaron el grado de uso y aceptación de la realidad aumentada para el aprendizaje en la universidad, en alumnos de licenciatura y posgrado. Los autores concluyeron que los hombres valoran más positivamente que las mujeres la influencia del uso de RA en su rendimiento y su beneficio en el aprendizaje; asimismo, a mayor edad de los participantes más alta fue la calificación otorgada hacia la aceptación, lo que corrobora finalmente que la inclusión de elementos de RA puede incrementar la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El currículum de las ciencias de la salud en el bachillerato

Actualmente el nuevo modelo educativo para la educación obligatoria (SEP, 2017), como estrategia de transición curricular hacia la actualización e innovación de programas y contenidos específicos, ha impactado en la didáctica de la enseñanza en la educación media superior. Estos cambios se deben principalmente a la reestructuración del referente político, social, económico, tecnológico y cultural del país (DGB, 2018). En el caso del bachillerato, las nuevas políticas educativas han vuelto a programar sus contenidos curriculares con la pretensión teórica de educar para la libertad y la creatividad. En México, entre los distintos subsistemas de preparatoria, se encuentran los componentes del área de capacitación para el trabajo, que incluyen una gama diversa de programas; en particular, el de formación profesional aporta al discente elementos y competencias que le permitan desarrollarse en el campo productivo, con una actitud positiva hacia el ámbito laboral y su integración (Presidencia de la República, 2008)

La intervención se llevó a cabo en un bachillerato con capacitación en las áreas de higiene y salud comunitaria, el cual tiene por objetivo “que el estudiantado estructure las bases del conocimiento en el área de la salud, así como preparar al estudiantado para que desarrolle procesos de trabajo en un campo laboral específico” (DGB, 2018, p. 7). De igual manera, se promueven los conocimientos y metodología de las áreas de medicina preventiva, en cuanto a la promoción y educación para la prevención de enfermedades. Dichos conocimientos se derivan de estudios de epidemiología, salud pública, nutrición, sexualidad, la práctica clínica y la geriatría, así como de la capacitación sobre primeros auxilios y estrategias de promoción en salud comunitaria (DGB, 2018).

Ante la exigencia curricular y pedagógica para el desarrollo de las competencias educativas mencionadas en el párrafo anterior, surge la necesidad de innovar el componente de enseñanza en el área de las ciencias de la salud, de tal manera que la intervención educativa haciendo uso de tecnologías emergentes, como la RA y la RV, pudiera impactar en las estructuras de los procesos de aprendizaje-enseñanza de los estudiantes.

El componente de capacitación en higiene y salud comunitarias se estratifica en dos grandes módulos. El primero comprende un total de 288 horas, repartidas en cinco submódulos; el segundo tiene un total de 448 horas, en tres submódulos. Dentro de los primeros submódulos –que se cursan en el tercer semestre del bachillerato– se encuentra la asignatura Conocer Estructuras y Funciones Básicas del Cuerpo Humano; dentro de sus contenidos, se destacan la planimetría del cuerpo humano y las funciones básicas de sus aparatos y sistemas anatómicos.

Metodología

El tipo de metodología empleada fue de carácter mixto. La característica principal de los métodos mixtos es la combinación de la perspectiva cuantitativa y cualitativa –según Hamui-Suitton (2013)–, y, para efectos de esta investigación, se emplearon instrumentos de ambas naturalezas (cuali y cuanti). Asimismo se utilizó el método de investigación-acción, que presupone entender la enseñanza como un proceso de investigación; es decir, una ruta permanente de búsqueda (Bausela, s.d) en el campo de la investigación educativa. La investigación-acción ha sido empleada con diversos enfoques y perspectivas (Lewin, 1973).

El presente texto elabora un estudio de tipo prospectivo, en el que, de acuerdo con Pineda (2007), la información se va registrando en la medida que va ocurriendo el fenómeno o los hechos programados para observar. Se trató de un estudio transversal, en el que el registro de datos se realiza en un tiempo único, pues su objetivo se centra en la descripción de variables y en el análisis de su comportamiento en un momento dado (Müggenburg y Pérez, 2007).

Elaboración de la muestra

El tipo de muestra empleado fue de tipo no probabilístico intencionado, ya que la representatividad de la muestra está determinada por las características individuales de los participantes y el objeto de estudio de la investigación (Otzen y Manterola, 2017) tomando como criterio al objetivo de la investigación, se incluyeron a 43 estudiantes del segundo año de bachillerato de una institución particular, los cuales cursaban el componente de capacitación para el trabajo de Higiene y Salud comunitaria en el tercer semestre, del total de participantes 25 fueron mujeres y 18 hombres con edades de entre 16 y 19 años.

Instrumentos empleados

Escala estimativa

Una escala estimativa es una herramienta que permite medir el grado de dominio en la ejecución de una actividad específica por parte del alumno, y evaluar situaciones o planteamientos reales o posibles, mediante afirmaciones o situaciones favorables con relación a una o varias variables (ANUIES, 1999)

Se crearon dos escalas estimativas: la primera, para evaluar la práctica de diagnóstico, y, la segunda, para la exposición del proyecto en RV. De manera general, la primera de ellas se estructuró de acuerdo con las competencias deseadas para el alcance de los

aprendizajes esperados. Su objetivo fue diseñar un mapa mental mediante capturas de pantalla establecido por el docente, a través del uso de la realidad aumentada. Dicha escala estuvo conformada por seis dimensiones; cada dimensión fue definida y ponderada según el nivel de logro del estudiante (las especificaciones a detalle se muestran en la Tabla 1).

La segunda escala se estructuró con base en las competencias a desarrollar para la creación del proyecto en RV. Su objetivo fue diseñar una presentación de las funciones generales del aparato

Tabla 1. Especificaciones de la escala estimativa para evaluación de la práctica de diagnóstico con realidad aumentada

Dimensión o indicador a evaluar	Definición de la dimensión	Ponderación otorgada de acuerdo al nivel de logro
Habilidades digitales	El alumno toma capturas de pantalla de los sistemas y aparatos anatómicos indicados por el profesor de acuerdo con los tres planos anatómicos esenciales (sagital, coronario y transversal)	10%
Uso de la planimetría	El alumno identifica los referentes dimensionales de cada corte solicitado por el profesor	20%
Lenguaje técnico	El alumno emplea un lenguaje técnico para señalar órganos y estructuras anatómicas básicas de acuerdo con el plano anatómico señalado	10%
Exposición	El alumno explica al profesor el mapa mental de acuerdo con lo solicitado	10%
Mapa mental	<ul style="list-style-type: none"> • Contempla los aspectos principales del tema • Se inicia desde el centro de la hoja colocando la idea central que está desarrollada hacia fuera de manera irradiante. • La idea central está representada con una imagen clara, poderosa y sintetiza el tema general del mapa mental. • Temas y subtemas están articulados y jerarquizados según el sentido de las manecillas del reloj. • Utiliza el espaciamiento para acomodar de manera equilibrada las ideas o subtemas. • Subraya las palabras clave o encerrándolas en un círculo colorido para reforzar la estructura del mapa. • Utiliza el color para diferenciar los temas, sus asociaciones o para resaltar algún contenido. • Utiliza flechas, iconos o cualquier elemento visual que permiten diferenciar y hacer más clara la relación entre ideas. • El mapa mental es creativo. • El mapa es claro y comprensible. • Organiza y representa adecuadamente la información del texto. 	40%
Evaluación de la actividad	El alumno entrega el mapa mental en tiempo y forma.	10%

o sistema anatómico establecido por el docente, a través del uso de la realidad virtual. Las dimensiones, especificaciones y ponderaciones otorgadas se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Especificaciones de la escala estimativa para evaluación del proyecto de RV.

Dimensión o indicador a evaluar	Definición de la dimensión	Ponderación otorgada de acuerdo al nivel de logro
Diseño de las diapositivas	Los alumnos deberán diseñar a través de un <i>software</i> una serie de láminas o <i>slides</i> , que deberán tener una esencia académica	20%
Contenido	La exposición deberá contener: 1. Introducción 2. Definición del aparato o sistema 3. Características generales 4. Funciones esenciales 5. Estructuras anatómicas básicas 6. Conclusiones	40%
Lenguaje técnico	Los alumnos emplean un lenguaje técnico de acuerdo con su nivel académico	5%
Exposición	La técnica expositiva NO dura más de 10 MINUTOS	5%
Conclusiones	Los alumnos sintetizarán todas las características del bioma.	10%
Actividad de evaluación	Los alumnos deberán crear una actividad de evaluación cuantitativa (crucigrama, cuestionario, sopa de letras, relación de columnas, cotejo de enunciados)	20%

Questionario TAM

El modelo TAM (Technology Acceptance Model) original (Davis, 1989) evalúa dos dimensiones que permiten predecir el uso de las TIC: la utilidad percibida (UP) y la facilidad de uso percibida (FUP), con un total de seis y cinco ítems respectivamente. La UP se refiere al grado en que una persona cree que, usando un sistema en particular, mejorará su desempeño en el trabajo. La FUP indica hasta qué grado una persona cree que, usando un sistema en particular, realizará un menor esfuerzo para desempeñar sus tareas. Con base en el modelo TAM, se empleó una escala Likert adaptada por Davis (1989), con siete niveles o escalas de importancia: considerable y absolutamente improbable, poco improbable, nada, poco, absoluta y considerablemente posible. El análisis se realizó a través del *software* Excel, donde se realizó una tabla de frecuencias, para obtener y analizar la tendencia de la aceptación de la realidad aumentada en los alumnos. Los ítems del cuestionario TAM se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Descripción de los ítems el cuestionario TAM.

Dimensión	Número de ítem	Ítem
Utilidad percibida (UP)	1	Usar la realidad aumentada me ayudaría a hacer mis tareas más rápido
	2	Usar la realidad aumentada mejoraría el desempeño de mi trabajo
	3	Usar la realidad aumentada incrementaría mi productividad
	4	Usar la realidad aumentada aumentaría la efectividad en mi trabajo (académico)
	5	Usar la realidad aumentada facilitaría la realización de mis tareas
	6	Encontraría a la realidad aumentada útil en mi trabajo
Facilidad de Uso Percibida (FUP)	7	Aprender a utilizar la realidad aumentada
	8	Mi interacción con la realidad aumentada sería
	9	Encuentro la realidad aumentada flexible para interactuar
	10	Sería fácil para mí llegar a ser un experto en el uso de la realidad aumentada
	11	Encuentro la realidad aumentada fácil de utilizar

Procedimiento

La aplicación de la práctica pedagógica ocurrió en el semestre de agosto-diciembre de 2017, en la asignatura de Conocer Estructuras y Funciones Básicas del Cuerpo Humano, cuyo objetivo es que “el alumno comprenda los principios fundamentales de la anatomía y fisiología humana (concepto, divisiones, planimetría)” (DGB, 2009, p. 17).

La intervención se dividió en cuatro fases, cuya programación respondió al método de investigación-acción (Restrepo, 2004), que comprende tres etapas: la reflexión del problema que se requiere transformar (empleo de nuevas TIC en la enseñanza de Anatomía y Fisiología); la recolección de información sobre el contexto (cuestionario TAM y escalas estimativas); la aplicación de acciones renovadoras (realidad aumentada y realidad Virtual). En la primera fase se realizó un diagnóstico. La evaluación consistió en una primer práctica con la ayuda de la aplicación *Anatomy 4D* (versión para Android) y un aula tipo STEM (*Science, Technology, Engineering, Math*). *Anatomy 4D* permite visualizar todos los sistemas y aparatos anatómicos del ser humano, mediante el uso de la RA. El sistema emplea una serie de marcadores o *triggers*, los cuales son gratuitos y descargables en la página oficial de la aplicación; hasta el momento sólo existen dos, una donde se visualiza el ser humano completo y la otra en donde se puede ver el corazón y sus funciones (fotografía 1).

Fotografía 1. Uso de *triggers* o marcadores impresos para práctica de planimetría del corazón humano.



Foto tomada por el profesor de la asignatura.

En la práctica pedagógica de diagnóstico se aplicó el tema de planos anatómicos, para lo cual los alumnos realizaron capturas de pantalla de varios aparatos y sistemas anatómicos con diversos cortes anatómicos establecidos previamente por el docente. Una vez realizados los *screenshots* o capturas de pantalla, procedieron a realizar un mapa mental en un documento digital con las fotografías obtenidas de cada plano anatómico solicitado por el profesor (fotografía 2).

Se revisó la práctica a través de una tabla de cotejo de creación propia; además se evaluó el impacto personal del procedimiento y se registró una percepción positiva del uso de la realidad aumentada para el aprendizaje del funcionamiento del cuerpo humano, lo que se hizo evidente por los comentarios de los alumnos registrados en un diario de clase. De esta manera, surgió la necesidad de seguir utilizando la realidad aumentada como un sistema tecnológico que permite reforzar positivamente

Fotografía 2. Práctica de planimetría del corazón humano con realidad aumentada

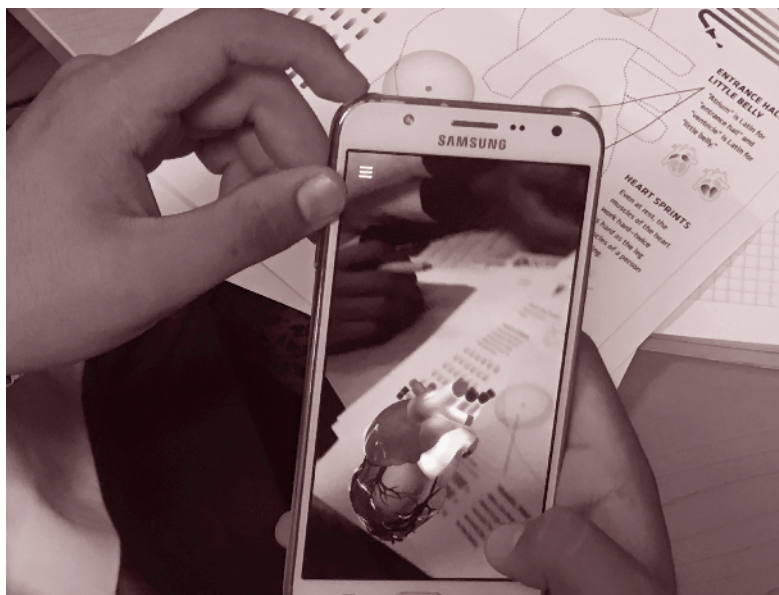


Foto tomada por el profesor de la asignatura.

la motivación e intereses de los alumnos en asignaturas relacionadas con las ciencias de la salud.

La segunda fase consistió en la elaboración de un proyecto virtual, cuyo objetivo fue explicado por el profesor: exponer la estructura anatómica y funciones esenciales de algún aparato o sistema anatómico seleccionado por el docente al azar. Posteriormente se señaló que la exposición debería ser bajo un modelo tecnológico de RA o RV, a través del uso de aplicaciones predefinidas para RA o la RV en las diferentes plataformas de *software* para móviles (IOS o Android), como VR cinema o VR cinema player. Se dividió el grupo en equipos de siete u ocho personas, estructurados por decisión de los participantes. La técnica que se empleó fue a través de una herramienta denominada Cardboard, la cual fue creada por los educandos bajo las indicaciones del profesor. Los *cardboard* son una plataforma de realidad virtual (VR), desarrollada por Google sobre la base de cartón plegable –de allí su nombre– que funciona a partir de un teléfono móvil con sistema operativo Android o IOS (Dougherty, 2015).

Las instrucciones del docente fueron las siguientes: elegir una aplicación existente sobre el aparato o sistema anatómico a exponer, cuya función estuviera basada en un sistema de RA o bien seleccionar videos de Youtube en dos dimensiones, que tuvieran modelos anatómicos en tres dimensiones o 3D. En caso de seleccionar videos de los alumnos debían agregarse sus voces como

parte de la técnica expositiva. Y finalmente transferir sus videos a versión de RV, por medio de la aplicación VR Cinema o bien mediante la opción "visionar como cardboard" de la aplicación YouTube (versión para IOS o Android). Los alumnos tuvieron alrededor de tres semanas para preparar el proyecto, en las cuales se asignaron un promedio de nueve horas de clases (1 hora de clase equivale a 50 minutos efectivos), aproximadamente 540 minutos.

La tercera etapa consistió en la presentación del aparato o sistema, mediante el uso de los lentes de RV fabricados o adquiridos por ellos. Las presentaciones tuvieron una duración aproximada de 5 a 10 minutos; fueron expuestas al profesor y al menos a tres compañeros (coevaluación). Esta última parte fue evaluada mediante una escala estimativa, compuesta por seis dimensiones o indicadores a evaluar, así como un puntaje determinado por el nivel de alcance hacia el proyecto (fotografía 3).

Fotografía 3. Presentación del proyecto de RV con uso de lentes.

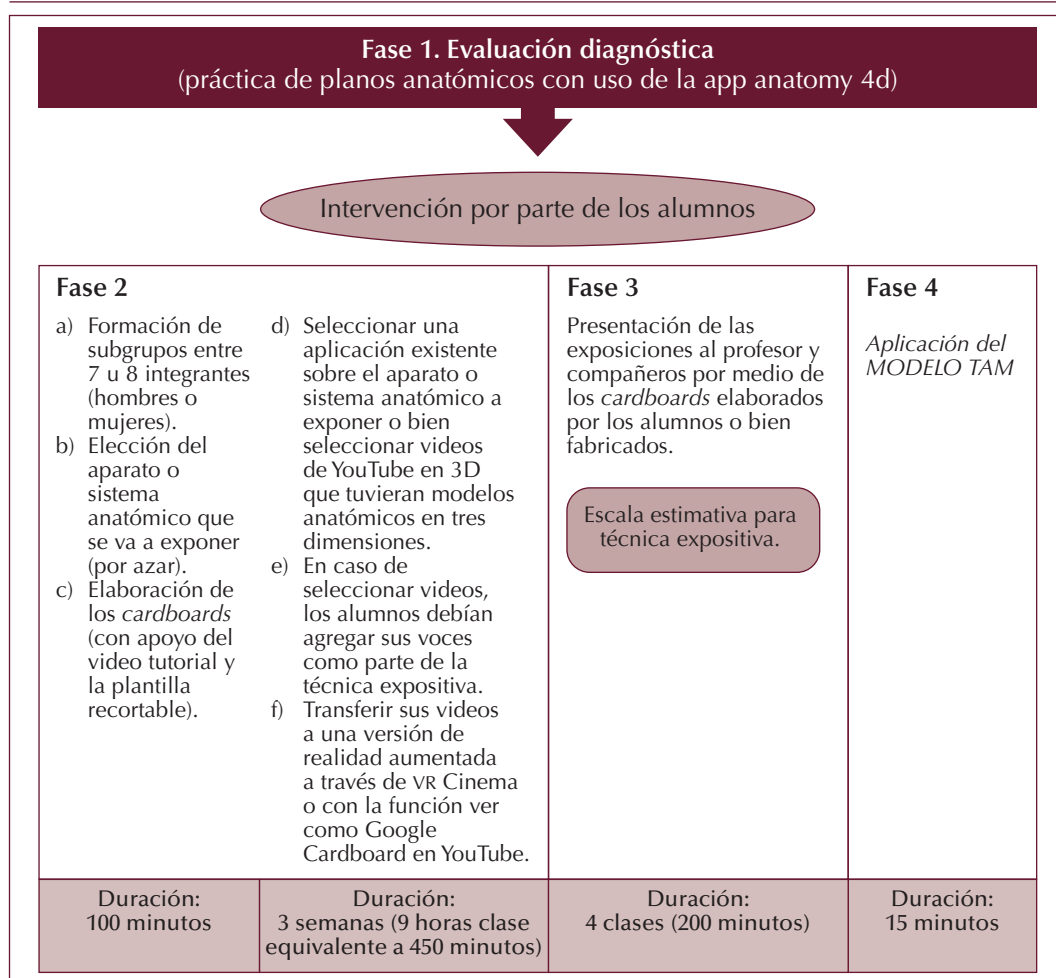


Foto tomada por un alumno participante.

La cuarta fase comprendió en la aplicación del cuestionario TAM a los alumnos, con la finalidad de obtener la apreciación del uso de la RA y la RV en el aprendizaje y enseñanza de la Anatomía y Fisiología, para lo cual se destinó un total de 15 minutos. Las

etapas de la investigación se resumen en la figura 1, tal y como se muestra a continuación:

Figura 1. Etapas de la investigación.



Resultados

Análisis cualitativo

En la primer fase de la investigación se indagaron las impresiones de los alumnos mediante un diario de clase, que Zabalza (2004) define como una narración realizada por los docentes, de tal manera que el marco de la información tiene por objeto de estudio los hechos ocurridos en el aula y durante el momento de la clase. El registro de datos fue al momento de realizar la práctica

de planimetría del cuerpo humano y del corazón; la pregunta detonadora fue *¿qué impresión te dejó esta práctica?* Algunos de los comentarios obtenidos que se consideraron de mayor significancia son presentados en la tabla 1, dichos datos fueron codificados y asociados a categorías centrales, mediante el uso del *software* Atlasti (Versión 1.0.50 para Macintosh), asimismo se realizó una red semántica sobre el análisis de la unidad hermenéutica. Se recibieron un total de 27 comentarios. Los criterios empleados para la discriminación de los mismos fueron: comentarios directos de la *app*, sensaciones producidas por su uso y evaluación de la clase. Los seleccionados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Análisis cualitativo de los comentarios en la práctica de diagnóstico.

Comentario o cita	Categoría(s) o códigos
"¿Existen otro tipo de aplicaciones iguales a esta?"	<ul style="list-style-type: none"> • Motivación extrínseca • Interés por aprender
"Está muy interesante, yo creo que deberían de hacer más impresiones [marcadores]"	<ul style="list-style-type: none"> • Constructivismo • Interés por aprender
"¡Oraleee!, se ve bien padre, pero deberían hacer uno en español"	<ul style="list-style-type: none"> • Motivación intrínseca • Idioma • Lenguaje • Códigos • Hermenéutica
"¡Se puede cambiar el sexo! ¡Puede ser hombre o mujer!"	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo humano • Desarrollo psicosexual
"...deberíamos tener más prácticas como estas, profe, se ve bien chido"	<ul style="list-style-type: none"> • Constructivismo • Motivación extrínseca • Zona de desarrollo próximo
"profe, no encontré la aplicación para el Iphone..."	<ul style="list-style-type: none"> • Limitaciones del aprendizaje • Nuevas TIC

Posteriormente a la codificación de los registros cualitativos, se puede apreciar en la tabla 4 que existen tres códigos o categorías con el mayor número de citas. Cabe mencionar que los códigos son propuestos por el investigador para clasificar, los cuales son: constructivismo, motivación por aprender y motivación extrínseca. Se puede resumir que la primera práctica de RA permitió motivar a los alumnos hacia el aprendizaje y llevarlos a una zona de desarrollo próximo dentro de un modelo constructivista. La relación de los códigos se muestra en el esquema 2, mediante una red semántica generada en el *software* de Atlasti. En dicha red se puede mostrar que existe una relación fuerte entre la interpretación que se le da a la aplicación mediada por el idioma, puesto que la aplicación de *Anatomy 4D* empleada en la primer

intervención está configurada solo en inglés. Tal situación fue resuelta con ayuda del profesor; sin embargo, debe ser considerada en aplicaciones futuras.

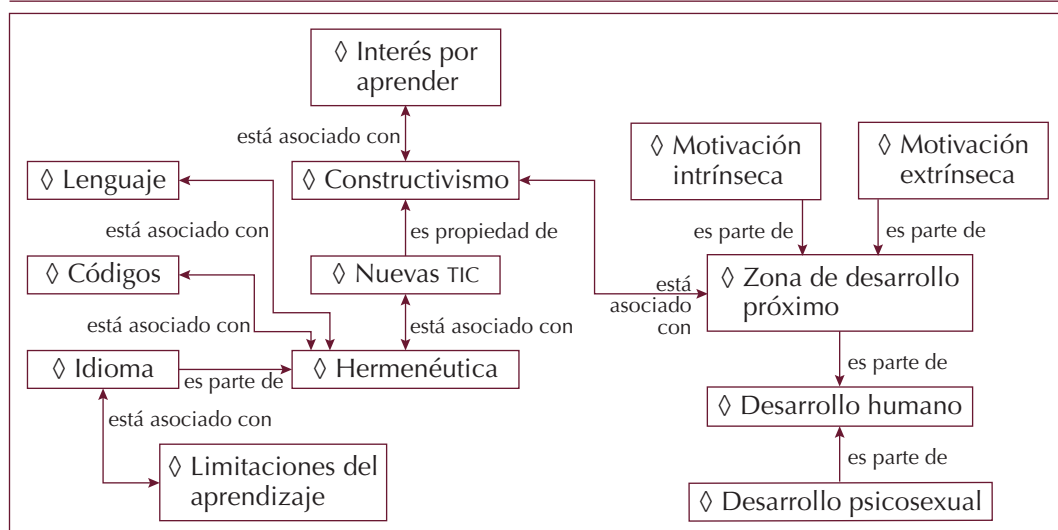
En la red semántica generada a través del análisis (figura 2), se puede observar una fuerte integración de códigos o categorías relacionadas con la motivación, el constructivismo, la hermenéutica, el desarrollo humano y el desarrollo psicosexual, por lo que dichas categorías pueden ser percibidas como parte del proceso de percepción y constructos psicosociales relacionados con el manejo de la RA y RV. Llama la atención la significancia en cuanto a la utilidad de la aplicación, pues tal parece que generó un interés particular en los alumnos.

Análisis cuantitativo

La evaluación cuantitativa de la práctica de Anatomía, con ayuda de la aplicación *Anatomy 4D* se realizó mediante el registro de la escala estimativa (ver tabla 1). Según los datos, los alumnos obtuvieron un promedio de calificación de 90.4 en una escala de 100, lo cual se considera como un buen logro, pues de esta manera se hace explícito que los alumnos desarrollaron competencias cognitivas, como la identificación de los planos anatómicos (sagital, transversal y coronario), la actitud de trabajo colaborativo y de trabajo en espacios científicos (aula STEM).

Se registraron todos los cuestionarios TAM y se analizaron los resultados individuales, se hizo uso de la estadística descriptiva para la obtención de las medidas de tendencia central (media

Figura 2. Red semántica generada con el análisis de los datos cualitativos.



y desviación estándar) para cada uno de los ítems. El análisis se llevó a cabo con el programa de *software* de Excel, en la que se realizó una tabla de frecuencias, para obtener y analizar la tendencia de la aceptación de la RA en los alumnos.

De acuerdo con el análisis de los datos, se concluye que existió una tendencia positiva hacia el uso de la RA por parte de los alumnos, pues en la dimensión PU, tres de los ítems obtuvieron una calificación de aceptación alto (considerablemente posible), tal como se muestra en la tabla 2 de resultados. La percepción también fue expuesta a través del discurso de los alumnos, pues mediante su análisis emergieron las categorías expuestas en la tabla 4, además la relación y asociación entre los mismos permitió generar inferencias sobre los constructos y representaciones sociales sobre la RA y la RV. En la dimensión de FUP solo dos de los ítems tuvieron una escala alta de aceptación.

De acuerdo con los datos mostrados en la tabla 5, es posible identificar que los porcentajes están distribuidos de manera heterogénea dentro de cada ítem (ver tabla 3). Sin embargo, la mayor parte del porcentaje se concentra en una escala de apreciación de *absolutamente posible*, tal es el caso de los ítems 3 y 8, lo cual evalúa el uso de la realidad aumentada como medio para aumentar la efectividad del trabajo académico y la interacción del alumno con ella respectivamente, la cual tiende a ser elevada.

De esta manera, se puede concluir que la percepción de los alumnos se destacó más en las siguientes categorías: *Usar la realidad aumentada incrementaría mi productividad*; en cuanto a la dimensión PU y respecto a la de FUP, resaltó la de *Mi interacción con la realidad aumentada sería clara y entendible*; sin embargo, uno de los aspectos resaltado de manera más negativa fue

Tabla 5. Porcentajes de respuesta por cada ítem del cuestionario TAM.

Niveles o escalas de importancia	Utilidad Percibida (UP)						Facilidad de Uso Percibida (FUP)				
	ítem 1	ítem 2	ítem 3	ítem 4	ítem 5	ítem 6	ítem 7	ítem 8	ítem 9	ítem 10	ítem 11
Considerablemente posible	25	25	6.25	12.5	18.75	37.5	37.5	18.75	18.75	18.75	43.75
Absolutamente posible	25	25	56.25	31.25	31.25	18.75	25	56.25	43.75	43.75	6.25
Poco posible	18.75	18.75	18.75	18.75	25	25	31.25	6.25	18.75	6.25	12.5
Nada	0	0	6.25	0	0	0	0	0	0	0	6.25
Poco improbable	6.25	12.5	6.25	12.5	12.5	12.5	0	18.75	18.75	25	25
Absolutamente improbable	0	6.25	6.25	6.25	0	0	6.25	0	0	6.25	6.25
Considerablemente improbable	25	12.5	0	12.5	12.5	12.5	0	0	0	0	0

Encontraría a la realidad aumentada útil en mi trabajo, con un porcentaje de respuesta del 25%.

Discusión y conclusiones

La innovación educativa en el área de las ciencias de la salud debe ser primordial para la mejora la práctica y su reflexión docente (Blanco, 2001). Las nuevas TIC, aplicadas a la educación, demandan un mejor acercamiento por parte de todos los sujetos de la educación, para de esta manera contribuir a una sociedad más crítica, global, creativa y con mejor alcance hacia la denominada *sociedad del conocimiento* (Sánchez, Boix y Jurado de los Santos, 2009).

El caso de la realidad aumentada y virtual sigue estando en una situación de desconocimiento en gran parte de la sociedad, y más aún sus aplicaciones y alcances en los distintos campos del conocimiento. Se pudiera afirmar que son tecnologías en espera de usuarios (Heras y Villareal, 2004). La realidad aumentada en el campo educativo es un complemento para el aprendizaje, pues permite al alumno construir su conocimiento mediante la visualización de fenómenos abstractos obtenidos de un mundo digital; sin embargo, requiere de un andamiaje pedagógico para que el conocimiento sea reforzado (Duque, s.d).

Se puede concluir que los alumnos consideraron que la RV incrementaría su productividad de trabajo académico y percibieron este tipo de tecnología como clara y entendible. Respecto a las preguntas de la investigación, fue posible responderlas de la siguiente manera: los alumnos mejoran su proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el aumento de la motivación hacia el desarrollo de competencias cognitivas, evidenciadas a través del cuestionario TAM y la identificación de planos anatómicos como aprendizaje esperado de la unidad, evaluado mediante la escala estimativa (tabla 1). El promedio obtenido en dicho instrumento fue de 90.4, en una escala de 100, lo cual permite evaluar el aprendizaje en términos de competencias cognoscitivas. A través del análisis cualitativo emergieron categorías como la motivación por aprender y la motivación extrínseca, que pueden ser factores coadyuvantes a la mejora de la experiencia educativa.

Cabe mencionar que dentro de las limitaciones del presente estudio se encontraron las siguientes:

- ▶ Las aplicaciones y sistemas tecnológicos que emplean como base la RA se encuentran la mayoría en inglés, lo cual condiciona su uso en función a las competencias lingüísticas, tanto de los alumnos como del profesor. Se sugiere a los desarrolladores de este tipo de *software* elaborar contenidos en español, aunque también es cierto que el número de desarrolladores de RA y RV en México sigue siendo bajo.

- ▶ El número de aplicaciones de RA de última generación son muy pocas en cuanto a función e interacción, por lo que es necesario la creación e innovación en este tipo de tecnologías emergentes.
- ▶ El uso de RA y RV se restringe a la disposición de dispositivos móviles con conexión a internet de banda ancha, principalmente teléfonos inteligentes o *smartphones*, así también al uso de accesorios o aditamentos extras, en este caso los Google Cardboard o lentes de RA.
- ▶ La elaboración de la muestra y el tamaño de la misma no permiten extrapolar resultados en poblaciones con otros contextos socioculturales y socioeconómicos, lo cual podría ser un área de interés para futuras investigaciones con uso de RA y RV.
- ▶ El desconocimiento de la RA y la RV sigue siendo importante en la población, por lo que es primordial promover su conocimiento, uso y utilidad, principalmente en el fenómeno educativo, pues de ahí surge el objeto de estudio de la presente investigación.
- ▶ El uso de proyectos que emplean RA y RV es solo una herramienta para mejorar los procesos educativos, ya que el ambiente, contexto y participación de los sujetos de la educación son primordiales para el trabajo en conjunto. Un punto crítico es el uso aislado de estas tecnologías, ya que no garantiza el interés, la motivación o la comprensión durante la experiencia educativa, por lo tanto, es necesaria la articulación de un modelo pedagógico, una estrategia de enseñanza y un modelo epistémico que pueda mejorar la aproximación hacia el aprendizaje significativo.

La participación de México en proyectos de RA para el proceso enseñanza-aprendizaje es de un 16.6% (Piscitelli, 2017), lo cual influye en la optimización y proliferación de prácticas educativas con este tipo de TIC. Finalmente los datos anteriores sugieren, por un lado, que el trabajo continuo de la realidad aumentada y virtual en estudiantes de educación media superior puede mejorar la relación con este tipo de tecnología, pudiendo favorecer el desarrollo de competencias educativas relacionadas con la denominada *sociedad del conocimiento* y las comunidades críticas, y, por otro, se recomienda al docente hacer uso de aplicaciones, programas y *softwares* que utilicen la realidad aumentada con algún fin educativo o didáctico.

Se declara que no existe conflicto de intereses respecto a la presente publicación.

Referencias

- ANUIES (1999). *Manual práctico de instrumentos para la gestión de centros de educación continua*. México.
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., y Kinshuk. (2014). Augmented reality trends in Education: A systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology & Society*, 17, 133-149. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/jeductechsohci.17.4.133>
- Cabero, J., y Pérez, J. (2018). Validación del modelo TAM de adopción de la realidad aumentada mediante ecuaciones estructurales. *Estudios sobre educación*, 34, 129-153. doi: 10.15581/004.34.129-153
- Cabero, J., Barroso, J., y Llorente, M. C. (2016). Technology acceptance model & realidad aumentada: estudio en desarrollo. *Revista Lasallista de Investigación*, 13(2), 18-26. doi: 10.22507/rli.v13n2a2
- Cabero, J., Gallego, O., Puentes, A., y Jiménez, T. (2018). La “aceptación tecnológica de la formación virtual” y su relación con la capacitación docente en formación virtual. *Edmetic*, 7(1), 225-241. doi: 10.21071/edmetic.v7i1.10028
- Davis, F. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. doi: 10.2307/249008
- DGB (2009) *Programa de estudios: Higiene y Salud Comunitaria*. Subsecretaría de educación Media Superior. México.
- DGB (2018). *Programa de estudios: Higiene y Salud Comunitaria*. Subsecretaría de Educación Media Superior. México.
- Dougherty (2015). Google intensifies focus on its cardboard virtual reality device. Recuperado de <https://www.nytimes.com/2015/05/29/technology/google-intensifies-focus-on-its-cardboard-virtual-reality-device.html>
- Duque, E. (s.f.). Usando realidad aumentada para motivar las competencias informacionales: experiencias en clase. Recuperado de <http://recursos.portaleducoas.org/sites/default/files/VE14.108.pdf>
- Fernández, R., González, D., y Remis, S. (2012). Realidad aumentada. Recuperado de http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/opendc/archivos/4674_open.pdf
- Fotaris, P., Pellas, N., Kazanidis, I., y Smith, P. A (2017). Systematic review of augmented reality game-based applications in primary education. En *Memorias del XI Congreso Europeo en Aprendizaje Basado en el Juego Graz* (pp. 181-191). Viena, Austria.
- Garay, U., Tejada, E., y Castaño, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *Edmetic*, 6(1), 145-164. doi: 10.21071/edmetic.v6i1.5812
- Heras, L. y Villareal, J. (2004). La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista Digital Universitaria*, 5(7), 2-9. Recuperado de <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art48/int48.htm#a>
- Hernández, R. (2003). Impacto de las TIC en la educación: retos y perspectivas. *Propósitos y Representaciones*, 5(1), 325-347. doi: 10.20511/pyr2017.v5n1.149
- ITESM (2017). Edutrends: realidad aumentada y virtual. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/edu-trends-realidad-virtual-y-realidad-aumentada>
- ITESM (2018). Edutrends. Recuperado de <https://observatorio.itesm.mx/redutrends/>
- Lee, B. K. (2012) Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56, 13-21. doi: <https://doi.org/10.1007/s11528-012-0559-3>
- Leiva, V. y Mora, E. (2014). Aplicación de la tecnología de la información y comunicación en la enseñanza de anatomía para estudiantes de enfermería. *Revista de Enfermería Actual de Costa Rica*, 26. 1-13. doi: <https://doi.org/10.15517/revenf.v0i26.13696>

- Maiz, I., Ruiz, U., Tejada, E., y Castaño-Garrido, C. (2017). Uso y aceptación de la realidad aumentada para aprender en la universidad. En *Memorias del CIIIE*. México: ITESM.
- Morales, M. (2016). Las TIC's como parte de la reforma educativa en México. *Hechos y Derechos*, 1(36). Recuperado de <https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/hechos-y-derechos/article/view/10729/12880>
- Nolasco, P., Ramírez, A., (2011). Una aproximación a un modelo de certificación de competencias digitales docentes. En *Memoria del XI Congreso Nacional de Investigación Educativa*. Recuperado de http://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v11/docs/area_07/1578.pdf
- Piscitelli, A. (2017). Realidad virtual y realidad aumentada, una instantánea nacional e internacional. *Economía creativa*, 7, 33-65.
- Presidencia de la República (2008). *Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012*. México: Gobierno Federal.
- Restrepo, B.(2004). La investigación-acción educativa y la construcción de saber pedagógico. *Educación y Educadores*, 7, 45-55.
- Salazar, J. (2011). Estado actual de de la web 3.0 o web semántica. *Revista Digital Universitaria*, 12(11), 1-7.
- Sánchez, A., Boix, J., y Jurado de los Santos, P. (2009). La sociedad del conocimiento y las TICs: una inmejorable oportunidad para el cambio docente. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 34, 179-204.
- SEP (2017). *Modelo educativo para la educación obligatoria*. México: Secretaría de Educación Pública.
- Teemu, H. (2018). Mobile educational augmented reality games: a systematic literature review and two case studies. *Computers*, 7(19), 2-28. doi: 10.3390/computers7010019
- Wu, H.K., Lee, S.W.Y., Chang, H.Y., y Liang, J.C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024