

ESTUDIO DE CASO: APRENDIZAJES COMBINADOS Y UN DOMO DE INMERSIÓN

STUDY CASE: BLENDED LEARNING AND IMMERSIVE DOME

Alejandro Casales Navarrete*

* Maestro en Desarrollo y Planeación de la Educación, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco.
Correo electrónico: alejandrocasaes@gmail.com.

El objetivo de este texto es informar al lector sobre el estudio de tres casos donde se implementó un diseño curricular con aprendizajes combinados y un domo de inmersión. Su origen deviene de las desigualdades sociales que marcan a nuestro país y su educación, así como de la urgencia para incorporar las tecnologías digitales a la educación en un momento particular de transición mundial, lo que nos obliga a recuperar lo valioso de las experiencias previas y desde ahí potenciar el trabajo pedagógico del futuro, apoyándonos en las tecnologías para la educación.

Palabras clave: pedagogía, aprendizaje combinado, planetario, inmersivo.

The objective of this text is to inform the reader about the study of three cases where a curricular design with blended learning and an immersion dome. Its origin comes from the social inequalities that mark our country and its education, as well the urgency to incorporate digital technologies into education at a particular time of global transition, which forces us to recover the value of previous experiences and promote the future on pedagogical work supported on technologies for education.

Keywords: pedagogy, blended-learning, planetarium, immersive.

Introducción

En este momento particular de una transición mundial causada por la pandemia global del COVID-19, la educación constituye una institución indispensable para el progreso de la humanidad, con el fin de alcanzar la paz y la equidad, ambas dirigidas a la aspiración de vidas justas y armoniosas.

La educación permite la movilidad socioeconómica ascendente y es clave para salir de la pobreza, por lo tanto, es pertinente garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad, lo cual incluye la infraestructura necesaria para promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos. Así se mencionó en los objetivos propuestos durante la Cumbre para el Desarrollo Sostenible de 2015, donde los Estados Miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, incluyendo un conjunto de 17 objetivos para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático mediante la educación.

De los 17 objetivos, el cuarto refiere a la educación de calidad que contempla 10 puntos importantes entre ellos:

[...] asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria; aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento; eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza [...]; asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible [...] (Naciones Unidas, 2015).

De acuerdo con lo anterior, persiste la necesidad de planear la investigación para la enseñanza con propuestas especializadas que se adapten a las necesidades de la vida económica y el contexto social, sumando el uso y desarrollo de herramientas tecnológicas de información, comunicación y conocimiento, así como instrumentos y repertorios multimodales para implementar en las distintas disciplinas del conocimiento.

Planteamiento del problema

En los últimos años, la oferta educativa mexicana sustentada en las tecnologías de la información, la comunicación y el conocimiento (TICC) ha crecido y con ella la

necesidad de espacios de educación con apoyo tecnológico (Díaz, 2008). Por un lado, hay entidades que ni siquiera cuentan con los medios educativos, técnicos ni con instalaciones necesarias para el desarrollo de una actividad inmersiva. Es el caso de Baja California Sur, Campeche, Chihuahua, Durango, Guerrero y Nuevo León.¹

A pesar de esto, no debemos limitarnos a la falta de experiencias y capacitación de los maestros. Las personas no entran en un ambiente de aprendizaje como si fueran pizarras en blanco; más bien construyen el conocimiento mediante diferentes maneras con base en ideas previas (Piaget, 1964). Además, esto se puede fomentar con un diseño curricular modelado en aprendizajes combinados que incluya el uso de domo de inmersión.

Por consiguiente, me interesa revisar y comprender los efectos educativos en entidades que carecen de infraestructura inmersiva debido a que se encuentran en procesos de una larga transición en su desarrollo. Mi propuesta busca coadyuvar a la solución del problema con la implementación de un diseño curricular de aprendizaje combinado y un domo de inmersión.

Marco teórico

El marco teórico de esta investigación se distribuye en dos componentes y distintos referentes teóricos. Primero se encuentra el aprendizaje combinado, el segundo componente expone la historia breve de los domos de inmersión y su relación con la educación no formal.

El aprendizaje combinado

En un sesgo el aprendizaje combinado refiere al aprendizaje presencial acompañado por un maestro o instructor donde se usa la red mundial de computadoras interconectadas. Dicha red es, a la vez, un espacio virtual (“nube”) en el que se pueden almacenar (“subir”) y visualizar o utilizar toda clase de documentos y aplicaciones digitales (Hernández, 2015). Es decir, se utiliza la internet como un medio de comunicación, un espacio o ambiente virtual donde concurren e interactúan los aprendices y las enseñanzas.

Otras perspectivas definen el aprendizaje combinado como la educación en línea que permite a los estudiantes tener algunos elementos de control sobre el tiempo, lugar, ruta y ritmo del aprendizaje. Se centra en las expectativas de los estudiantes, lo que significa que cada alumno define las metas que motivan su éxito y la gestión de su propio aprendizaje (Greenberg, B., Schwartz, R. y Horn, M., 2002).

¹ Investigación recaba durante la investigación en la maestría, se puede consultar más información en: <https://alejandrocasaes.com/mapa/>

De acuerdo con lo anterior, la definición de aprendizaje combinado se divide en cuatro partes:

- a) Es personalizado y con ello quiere decir que se centra en las necesidades de cada alumno no de la clase como un todo.
- b) Se basa en el dominio y, básicamente, quiere decir que los alumnos avanzan y se les reconoce cuando dominan un concepto básico.
- c) Se centra en las expectativas de los estudiantes, lo que significa que cada alumno define las metas que motivan el éxito en su carrera.
- d) Existe la propiedad intelectual del alumno. Esto es fundamental, pues la propiedad intelectual del alumno significa que están capacitados con las habilidades que necesitan para gestionar su propio aprendizaje.

Historia breve de los domos de inmersión

En México, los domos de inmersión tienen su origen y función desde el 2 de marzo de 1959, día inaugural del planetario “Valente Souza” por parte de la Sociedad Astronómica de México.² Posteriormente, el 1.º de enero de 1967, se inauguró el domo inmersivo “Luis Enrique Erro” del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Acto seguido fue el desarrollo exponencial asociado con museos científicos, instituciones educativas y universidades mexicanas. Ahora existen en total 56 domos inmersivos institucionales en toda la república, 43 son construcciones arquitectónicas y 13 inflables para uso temporal; de la suma total, 48 están relacionados con gobiernos estatales, universidades, institutos, Secretaría de Marina y centros de investigación, uno es sindical, seis pertenecen a museos privados y existe uno para el esparcimiento.³

En muchos casos los domos inmersivos son entendidos como planetarios que pueden ser únicamente aprovechados para la enseñanza de la astronomía (Márques, 2002). Como consecuencia sus virtudes y ventajas no han sido aprovechadas en otras áreas del conocimiento, ni tienen relación significativa con los entornos de aprendizaje formal en la enseñanza mexicana. Asimismo, han tenido distintos cambios en su infraestructura externa a lo largo de su historia, pero siempre han conservado su típica cúpula que sobresale entre la gran variedad de los edificios museísticos dedicados a la divulgación del conocimiento y la educación no formal.

Los domos inmersivos se conciben como espacios para la educación no formal, según la Unesco y su Clasificación Internacional Normalizada de la Educación 2011. La educación no formal es una actividad organizada y duradera que no se sitúa exactamente en el marco de los sistemas educativos, su característica es que representa

² De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (Conacyt).

³ Información recabada durante la investigación de campo, vigente hasta el 2022 y disponible en: <https://alejandrocasaes.com/mapa/>

una alternativa o un complemento a la educación formal dentro del proceso de aprendizaje a lo largo de la vida. La educación no formal puede ser corta en términos de duración o intensidad y, habitualmente, se imparte bajo la forma de cursos cortos, seminarios o talleres, de acuerdo con su contexto. En resumen, es un tipo de educación intencional, metódica y con objetivos definidos que no queda circunscrita a la escolaridad convencional.

De esta manera, exponer los alcances que puede tener un plan curricular modelado en aprendizajes combinados que incluya el uso de un domo de inmersión y una plataforma especialmente diseñada para esta investigación educativa, puede ofrecer al público nuevo conocimiento que se relaciona con el momento de transición mundial causado por la pandemia del COVID-19, donde las desigualdades sociales han marcado a nuestro país junto con su educación.

En otro ángulo, en México, los estudios dedicados al aprendizaje combinado y las propuestas pedagógicas para utilizar un domo de inmersión como herramienta didáctica, no han encontrado un punto de conciliación, ni siquiera existe un número considerable de investigaciones dedicadas a este tema.

Respecto a los programas educativos en los domos inmersivos particulares y los afiliados a instancias culturales y científicas del gobierno federal mexicano, se llevó a cabo una indagación administrativa en 28 estados de la República, por medio de la Plataforma Nacional de Transparencia;⁴ todos los planetarios mexicanos indagados manifestaron que no cuentan con una política educativa que derive de las estrategias federales o del Sistema Educativo Nacional (esta tarea se delega a los museos como encargados de difundir actividades propias de corte educativo para promover la divulgación de la ciencia, con procesos no formales). No obstante, se carece de programas educativos especializados en distintos temas de ciencia básica, así como de evaluación, ya que ponderan las producciones fílmicas de entretenimiento dedicado a difundir temas de la bóveda celeste.

Pregunta de la investigación

Con todo lo anterior, se confirma la necesidad de investigar a profundidad los efectos de los domos inmersivos en la población mexicana y se abren varias brechas con la siguiente interrogativa: ¿De qué manera los estudiantes interactúan con un modelo de aprendizaje combinado y un domo de inmersión?

Con el fin de contestar el cuestionamiento, se brindará una aportación al estado actual del conocimiento de la educación por medio de una postura inductiva para

⁴ La Plataforma Nacional de Transparencia tiene como limitante en su información a los sujetos obligados del Poder Ejecutivo, Legislativo, Judicial, Entidades Paramunicipales, Ayuntamientos, Sindicatos, Organismos Autónomos, Descentralizados, Fideicomisos, Fondos Mixtos, Partidos Políticos y Tribunales Administrativos.

describir tres experiencias que implementaron un diseño curricular con un enfoque de aprendizaje combinado. Se expondrá la metodología para alcanzar los objetivos que ofrezcan respuestas, así como la descripción los resultados, implicaciones y recomendaciones.

Metodología

La naturaleza de esta investigación deviene del uso de distintos métodos para la investigación y algunas de sus partes que se circunscriben en un estudio de caso, debido a la selección de técnicas cuantitativas y cualitativas. Asimismo, planteó una pedagogía utilizando un software educativo y un domo de inmersión para hallar resultados relacionados con su plan de trabajo.

Para la investigación el enfoque etnográfico de corte transversal permitió el estudio de datos empíricos valiosos que muchas veces se dejan de lado hasta que son verificados mediante métodos cuantitativos. Algunos científicos consideran que el papel que juegan los métodos etnográficos en la construcción de un corpus de investigación científica en su sentido más amplio es riguroso y valioso para las ciencias sociales (Boellstorff, *et al*, 2012). Una característica del método etnográfico es la distinción entre la perspectiva "émica" y "ética". Estos términos, acuñados por el lingüista Kenneth Pike, implican recurrir a formas de análisis externos identificados como éticos y los análisis internos son identificados como émicos (*ibíd.*).

Es importante enfatizar que el resultado del análisis con una perspectiva ética es preciso, lógico, completo, replicable e independiente al investigador y su pedagogía utilizada para la adquisición de conocimiento. Esto puede tener poca relación con la naturaleza de ese conocimiento y con la manera en que los estudiantes interactúan con un plan de aprendizaje combinado. De esta manera, el constructo ético se obtuvo mediante evaluaciones, pruebas, ejercicios y observaciones documentadas, ya que los informantes poseen conocimientos científicamente válidos (Rosa y Orey, 2012).

Sobre el estudio de caso

El estudio de la particularidad y la complejidad de un caso singular son de utilidad para comprender su actividad en circunstancias importantes (Stake, 1995). Asimismo, se define como intrínseco e instrumental cuando trabajamos en ciencias sociales, es un sistema integrado y no es necesario que las partes funcionen bien, sus objetivos pueden ser irracionales sin dejar de ser un sistema, donde su primera obligación es comprender el caso. En otra opinión, Louis Smith, uno de los primeros etnógrafos educativos, definía el estudio de caso como un sistema acotado, con lo que insistía en su condición de objeto más que de proceso (*ibíd.*).

Asimismo, se ubica como un diseño experimental y etnográfico que considera el

muestreo como un método que tiene sus propios procedimientos que hacen uso de la investigación cuantitativa, cualitativa o mixta para probar sus hipótesis (Sampieri, Fernández, Baptista, 2010). El estudio de caso no es una técnica, es una manera de organizar datos sin perder el enfoque holístico de su estudio. En otros términos, utiliza distintos instrumentos, métodos y técnicas para captar y organizar datos, con el fin de analizar sus interacciones sin perder el carácter unitario.

La unidad holística de este estudio se compuso de la población captada en el Museo de Arte de Ciudad Juárez, Chihuahua, se llevó a cabo del 12 al 23 de agosto de 2019; la población del Planetario Tabasco 2000, Tabasco, reunida del 14 al 23 de octubre de 2019; y la población del Centro de Formación y Producción de Artes Visuales La Arrocera, Campeche, reunida del 11 al 22 de noviembre de 2019. La información contextual relacionada con las circunstancias de cada lugar se muestra a continuación.

Chihuahua, Museo de Arte de Ciudad Juárez (MACJ)

El museo se construyó en 1963 como parte del Programa Nacional Fronterizo y se abrió al público en 1964. Dicho Programa fue un intento del gobierno federal por cambiar los aspectos urbanísticos, funcionales y culturales en las fronteras mexicanas, así como para reactivar su economía. Actualmente se exhiben de manera temporal obras plásticas de artistas contemporáneos, además de contar con distintas actividades educativas.⁵ Como antecedente educativo, no se encontraron evidencias de alguna actividad que plantease el uso de TICC con un domo inmersivo.

Tabasco, Planetario Tabasco 2000 (PT2000)

El planetario fue inaugurado en 1981 dentro del proyecto urbanístico Tabasco 2000 de Villahermosa; es uno de los edificios más significativos en su tipo y su finalidad es difundir la ciencia, el arte y la tecnología. Ofrece a sus visitantes proyecciones inmersivas audiovisuales que permiten reforzar el conocimiento en diversos temas y desarrolla talleres didácticos de ciencias físicas y astronómicas.⁶ Respecto a evidencias que usaran las TICC o implementaciones de aprendizaje combinado, no se encontraron pruebas fehacientes.

Campeche, Centro de Formación y Producción de Artes Visuales La Arrocera (CFPAVA)

Este centro surge como una iniciativa del Gobierno Federal y el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (Conaculta), ante la falta de espacios artísticos públicos en la

⁵ Según datos del Instituto Nacional de Bellas Artes y Literatura. Más información en: <https://inba.gob.mx/recinto/39/museo-de-arte-de-ciudad-juarez>

⁶ De acuerdo con la información del Gobierno del Estado de Tabasco. Más información en: <https://tabasco.gob.mx/planetario-tabasco-2000-C>

entidad y la necesidad de aprovechar espacios subutilizados. El 2 de mayo de 2012 inicia sus operaciones con la misión de desarrollar programas destinados a la formación, producción, experimentación, difusión y especialización del trabajo de artistas, docentes y promotores culturales, orientados a las Artes Visuales y el uso de las Nuevas Tecnologías.⁷ En dicho lugar no se encontraron evidencias de otras experiencias que hicieran uso de aprendizajes combinados con TICC y un domo inmersivo.

Datos de investigación

Para la construcción de datos se utilizó una variedad de medios de captación que se dividió en dos partes. Primero se encuentra el apartado de *Trabajo de diseño*, en el que se describe el motivo por el que fueron elegidos los instrumentos para la recolección de información documental, también se explica el diseño del currículo y el contenido de aprendizaje para la aplicación web. El segundo apartado es *Prácticas extendidas*, en el cual se detalla el proceso de gestión para la movilidad dirigida al caso, y se describe también la implementación y el proceso de captación de la población. Por último, en el enfoque etnográfico se especifican las técnicas de evaluación utilizadas en las pruebas, cuestionarios y entrevistas. El siguiente mapa expresa gráficamente la ruta de trabajo que, posteriormente, se desagregará.⁸

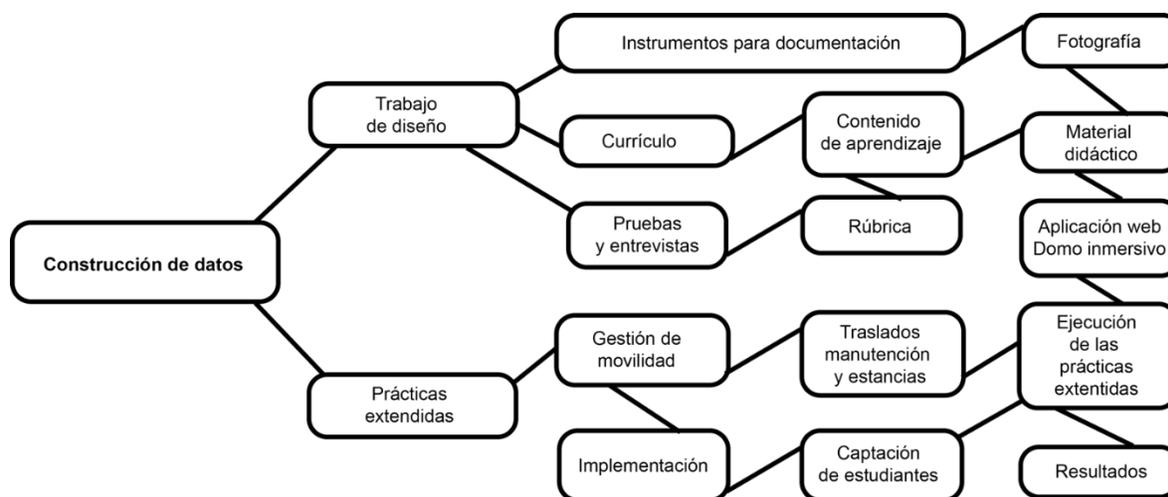


Figura 1. Mapa para la construcción de datos de la investigación

⁷ De acuerdo con la información de la Secretaría de Cultura, más información en: <https://www.cenart.gob.mx/2015/07/la-arrocera/>

⁸ Diseño y edición de Alejandro Casales N.

Trabajo de diseño

Para determinar el diseño, se buscó planear el trabajo con el fin de responder a las necesidades curriculares para el aprendizaje combinado teniendo en cuenta el uso de instrumentos para la documentación y el trabajo en línea; su justificación devino de la distancia con la que se trabajó y la limitante del tiempo para llevar esta investigación.

Instrumentos para documentación

Los instrumentos para la recolección de información documental se eligieron por su capacidad de movilidad, durabilidad y fidelidad. La fotografía corresponde con esta fase particular de la investigación en su necesidad por encontrar medios veraces para su información, ya que tiene el poder para reproducir con exactitud la realidad exterior — poder inherente a su técnica— y posee, además, un carácter documental (Freund, 1974). Su propósito fue registrar los diversos tipos de interacciones dentro del domo inmersivo y el trabajo colectivo de cada práctica.

Currículo y contenido de aprendizaje

Se planeó un currículo enfocado en aprendizaje combinado, previamente se revisaron distintos modelos curriculares como, el modelo de cuatro pasos de Tyler (1949), el modelo de Taba (Meza, 2012), y el modelo de Fonseca & Gamboa, identificado como un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene que llevarse a cabo de manera científica (Fonseca & Gamboa, 2017).

En todas las revisiones se consideraron las formas antiguas de enseñanza que provienen de las acciones artísticas, donde los conocimientos tienen propósitos específicos para la enseñanza de la producción y la teoría se entrega al aspirante circunstancialmente a medida que vayan surgiendo problemas (Siqueiros, 2020). De esta manera, se aporta a la metodología el trabajo colectivo. La siguiente tabla muestra el contenido curricular.

Tabla 1.
Proceso y contenido curricular.

Proceso de diseño curricular	Contenido
1. Conceptualización del modelo	El desarrollo de herramientas y materiales educativos específicamente diseñados para la enseñanza en un domo inmersivo permiten explorar conocimientos complejos que ahora pueden ser útiles para estudiantes desde los ocho años. Como ejemplo el estudio virtual de la astronomía para comprender y resolver problemas tridimensionales con distintas variables (Yu, 2005), y enseñar los

	diferentes tipos de saberes docentes para que permitan el desarrollo de competencias para la resolución de problemas, donde se exige la intervención del razonamiento y de ciertos mecanismos mentales (Meza, 2012).	
2. Tipo de currículo	Multimodal para un estudiante activo.	
3. Enfoque	Aprendizaje combinado	
4. Determinación del perfil de salida	Obtener habilidades para realizar un estudio de producción inmersivo, identificando las características que permitan consolidar su función y autoconstrucción.	
5. Identificación del futuro del egresado	Un egresado capaz de diseñar contenidos multimodales en espacios inmersivos.	
6. Determinación de los contenidos necesarios para alcanzar los objetivos terminales	El estimular la imaginación mediante, de herramientas y ejercicios que permitan adquirir los conocimientos necesarios para la creación de narrativas destinadas a su presentación en un domo inmersivo de autoconstrucción.	
	Tema 1. Introducción	Subtema 1 El escenario astronómico: Determina el marco de referencia de la actividad haciendo uso de aspectos históricos del escenario astronómico y su relación con la perspectiva poliangular. También identifica el espacio para crear una obra de arte total para su contemplación y la estimulación sensorial.
		Subtema 2 Tecnologías aplicadas al trabajo en planetarios: Presenta de manera breve el desarrollo de los domos inmersivos en el siglo XX y principios del siglo XXI.
7. Selección de contenidos curriculares	Tema 2. Ciencias Aplicadas	Subtema 1 Tecnologías aplicadas al trabajo en planetarios: Se muestra el estudio de la anatomía del ojo, el desarrollo de la perspectiva y la racionalidad por medio de obras maestras del arte occidental.
		Subtema 2 Del espacio continuo a la cuarta dimensión: Se expone el concepto de la cuarta dimensión desde la arista de la física y las artes plásticas.
		Subtema 3 Aspectos estéticos y la integración plástica: Se presentan innovaciones de la fotografía, el cine y la perspectiva poliangular (Siqueiros, 2020).

	<p>Tema 3. Inmersión</p> <p>Subtema 1 Domo poliangular: Se presenta un estudio profundo sobre la perspectiva poliangular y la deformación de la imagen.</p> <p>Subtema 2 Aspectos técnicos de una envolvente y su integración: Se presenta información técnica para iniciar el trabajo con software, así como una breve revisión sobre el principio óptico de Fermat.</p> <p>Subtema 3 El lenguaje inmersivo: se presenta la comprensión sofisticada de las percepciones humanas y la interpretación de estas sensaciones son fundamentales para comprender el lenguaje de la proyección inmersiva.</p>
<p>8. Material didáctico</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aplicación web es el instrumento que da respuesta a las necesidades del plan curricular y sirve para indagar las implicaciones de la educación con aprendizajes combinados.⁹ Se puede visitar el software en: https://www.fulldome.com.mx - Domo inmersivo de autoconstrucción, es un conjunto de 40 triángulos (equiláteros e isósceles) que pueden ensamblarse con la ayuda de sujetadores metálicos para formar un poliedro. Las piezas armadas se colocan en una plataforma tubular de policloruro de vinilo (PVC). Su objetivo es servir como pantalla en 180º para proyectar desde su interior. Sus medidas son: <ul style="list-style-type: none"> Radio esférico: 4.20 metros. Altura: 2.00 metros. - Software libre para trabajo:¹⁰ calculadora de geodésicas, software para planetario y su guía de uso en castellano (<i>Stellarium</i>), efectos digitales (<i>After Efx</i>), archivos de producción digital (<i>Photoshop</i> y <i>Power point</i>), software de edición de video (<i>After Efx</i> y <i>Cinelerra</i>), software de modelado 3D (<i>Blender</i>) y software para edición de fotografía (<i>Gimp</i> y <i>Photoshop</i>).
<p>9. Metodología de implementación</p>	<p>El método de trabajo es colectivo con un enfoque educativo no formal, su tiempo de aprendizaje está programado para seis días de</p>

⁹ El software es un sitio web que contiene páginas con contenido sin determinar, parcialmente o en su totalidad. El contenido final de una página se determina sólo cuando el usuario solicita una página del servidor web. Dado que el contenido final de la página varía de una petición a otra en función de las acciones del visitante, este tipo de página se denomina página dinámica. Información de: <https://helpx.adobe.com/mx/dreamweaver/using/web-applications.html>

¹⁰ De acuerdo con Richard M. Stallman (2004), el adjetivo libre en el software libre hace referencia a la libertad: libertad del usuario para ejecutar, modificar y redistribuir software. De esta manera, software libre es cualquier programa cuyos usuarios gocen de estas libertades.

autoaprendizaje mediante la aplicación web y 15 horas de aprendizaje en aula con la presencia del maestro.

En la primera parte de siete días los estudiantes reciben la aplicación por correo electrónico. Interactúan desde sus computadoras, tabletas o celulares. Posteriormente, se integran lecciones presenciales con proyectos de producción por cinco sesiones con una duración de 180 minutos cada una.

Durante todo el proceso se brinda al estudiante información teórica que le ayuda a descubrir los conceptos relacionados con las ciencias, artes y la visualidad.

10. Requerimientos

Los requerimientos técnicos para los participantes se limitaron a contar con equipo informático portátil y con las habilidades propias de la educación media superior o superior. Los requerimientos técnicos para llevar a cabo la actividad se limitaron a espacios educativos electrificados, equipados con sillas, mesas e internet.

Pruebas, entrevistas y rúbrica de evaluación

Se diseñaron pruebas de percepciones, sus referentes se definieron como una evaluación sumaria para identificar el nivel de acuerdo posterior a cada práctica y obtener datos sociodemográficos específicos (nombre, edad, género, nivel de educación, universidad, escuela o lugar de procedencia). Su marco constructivista social de múltiples fuentes se constituyó de:

- a) Entrevistas grupales durante las sesiones de cada práctica: dado que las entrevistas permiten obtener información ímica de los estudiantes, asimismo la entrevista es una técnica que permite una gran libertad de expresión, en la que el entrevistado elige sus palabras y profundiza sobre sus pensamientos (Giroux y Ginette, 2004). No se efectuó algún tipo de guía, dejando a los entrevistados expresarse abiertamente en la espontaneidad. Los temas manejados en la entrevista fueron:
 - i. Visitas anteriores a un planetario.
 - ii. Narración de una experiencia o historia sobre las estrellas.
- b) Cuestionario de preguntas y reflexión: al concluir la práctica se pidió a los participantes responder a un cuestionario para identificar y especificar el nivel de acuerdo o desacuerdo y reflexionar sobre su experiencia (Likert, 1932). La escala del cuestionario se basó en el modelo del *OCM BOCES Center for Innovative Science Education* (Reynolds, 2002). Los ítems se organizaron de la siguiente manera: 1 (¿La presentación de la práctica fue?), 2 (¿En general, el contenido audiovisual, los ejercicios y las habilidades presentadas en la práctica fueron?), 3 (¿La información del programa educativo fue?), 4 (Después de la práctica ¿te gustaría aprender más sobre ciencias y artes?)

[haciendo preguntas, visitando un museo o una biblioteca, escribiendo, dibujando o armando un planetario propio]], 5 (¿La guía del practicante fue?).

Para evaluar los aprendizajes obtenidos en cada práctica se utilizaron rúbricas de evaluación, que sirven de guías o escalas de evaluación, en los cuales se establecen niveles progresivos de dominio o pericia en cuanto al desempeño que una persona muestra sobre un proceso o producción determinada (Díaz, F., 2007). Las rúbricas son consideradas también como un registro evaluativo que posee ciertos criterios o dimensiones a evaluar siguiendo niveles o gradaciones de calidad y tipificando los estándares del desempeño elegido (*Ibíd.*). Partiendo de lo anterior como premisa se decidió configurar rúbricas de evaluación en ejercicios de prueba y un divertimento,¹¹ esta podría incluir la presentación de una muestra en video inmersivo o una presentación oral, dichas rúbricas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2.
Rúbrica de evaluación.

ID	Rúbrica	Valoración porcentual	Característica
1	Asistencia.	10%	Es referida como una participación o presencia que es utilizada en el caso de eventos a los cuales han sido invitados. En otros términos, la asistencia indica la presencia mínima que es exigida como uno de los requisitos fundamentales para el cumplimiento de un compromiso adquirido.
2	Entrevista inicial	15%	La entrevista es una conversación con estructura y propósitos, desde la visión cualitativa con esta técnica se busca entender el mundo desde la perspectiva del entrevistado (Argumedo, 2011).
3	Trabajo colectivo para autoconstruir el domo inmersivo.		La metodología del trabajo colectivo es un dispositivo para conseguir un resultado. Este resultado dependerá directamente del rendimiento del trabajo que realice el equipo, por lo tanto, su rendimiento es directamente proporcional a la velocidad de la transformación que derive del aprendizaje.
4	Ejercicio de retículas basadas en los modelos de Moscovici (2000) y Burke (2015).	30%	Para la evaluación de estos dos ejercicios se analizan las representaciones creadas en dos retículas, utilizando el modelo teórico Moscovici (2000). Este modelo de Serge Moscovici fue formulado como una teoría de representaciones con vínculos entre el concepto de representaciones sociales y el concepto "representaciones colectivas" de Emile Durkhiem, que se refiere a formas comunes de concebir la realidad social. Según Moscovici este concepto de Durkheim es, demasiado estático en relación con la sociedad contemporánea ya que no se

¹¹ Obra artística o literaria de carácter ligero y lúdico, de forma más o menos libre.

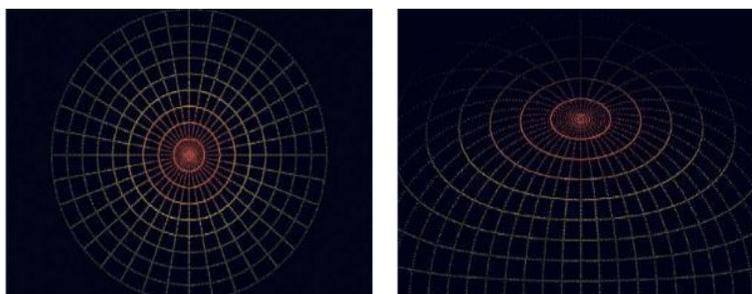
considera la dinámica social de cada época. Por lo tanto, Moscovici crea el concepto de “representaciones sociales” tratando a la homogeneidad como concepto.

El siguiente ejercicio se compone de retículas radiales basadas en el modelo de Paul Burke (2015), ambas retículas son digitales y se trabajan con programas de manipulación de imagen (PhotoShop, Gimp, Blender, After Efx).

La primera retícula es radial y la segunda está deformada, las dos retículas se proyectan dentro de un domo completo pero la segunda es una alternativa para un solo proyector y el espejo esférico. Tiene como fin dispersar la luz sobre la superficie del domo de manera uniforme.

Cuando se proyecta correctamente la retícula deformada, su centro se encontrará igualmente en la cúpula, sus líneas de longitud y latitud deben aparecer verticales y horizontales respectivamente y la línea de latitud 0 debe de rodear el horizonte de la cúpula. Se debe tener en cuenta el principio óptico de Fermat para ser congruentes con el uso del espejo y el reflejo de los ángulos de incidencia y reflexión de la proyección luminosa, ya que puede variar su intensidad en la retícula deformada de modo que se desvanece gradualmente en la parte posterior del domo inmersivo.

Figura 5. Ejercicio 3 y 4 retícula radial y deformada de Burke



5	Presentación libre de una obra inmersiva.	30%	Se entiende como aquella creación y representación realizada por el hombre o la mujer que intenta expresar y mostrar una percepción sentimental sobre su mundo, mostrando diferentes emociones, ideas y puntos de vista. ¹²
6	Presentación oral.	15%	Locución de un mensaje que permita la identificación correcta dirigida al público, permite también identificar la organización de la información y el uso de material de apoyo sobre un tema determinado.
Total		100%	Valoración porcentual total del aprovechamiento.

Fuente: Elaboración propia

¹² Según la Galería Capital del Arte. Más información en: <https://www.capitaldelarte.com>

Prácticas extendidas

Para llevar a cabo cada práctica en campo, se planeó la gestión de movilidad y la implementación, acompañados de un enfoque etnográfico en el diseño de pruebas, cuestionarios y entrevistas para la obtención de resultados. La definición de cada proceso se muestra a continuación.

Gestión de movilidad

La gestión de la movilidad para cada caso contó con el apoyo de la coordinación de la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Xochimilco.

Por un lado, la implementación educativa en MACJ y CFPAVA se efectuó de manera oficiosa, presentado una opción educativa para experimentar y crear en un formato de proyección para domo inmersivo. Además, se expuso como una iniciativa innovadora que tuvo como objetivo promover, mediante la educación, la difusión de los bienes y valores de la cultura universal para el desarrollo y fomento de la inclusión y actitudes que estimulan la investigación, la innovación científica y tecnológica, así como su comprensión, aplicación y usos responsables. En el entendido de que su realización reafirma el papel de los espacios culturales para la promoción y socialización de la educación.

Por otro lado, la práctica educativa en PT2000 sucedió por invitación de la Secretaría de Cultura del Estado de Tabasco y fue gestionada en su totalidad por esta. El proceso de captación de asistentes tuvo como primera fase la revisión de un censo con poblaciones afines a cada lugar con la finalidad de conocer las características de caso. Posteriormente, se eligió la estrategia de difusión que tuvo una anticipación de 30 días para cada lugar. Dicha estrategia se basó en contenidos artísticos y educativos para ser difundidos en redes sociales, correos electrónicos y publicaciones que son tradicionalmente reconocidas por tener una estrecha relación con la cultura contemporánea de cada lugar (véase Tabla 3).

A partir de la información obtenida, se optó por elegir a los interesados con perfiles curriculares relacionados con la docencia, sin discriminar ninguna disciplina. El equipo de captación estuvo formado por un técnico de cada lugar, se contó también con trabajadoras que se dedicaron exclusivamente a resolver dudas, así como dar seguimiento por correo electrónico y de manera presencial en cada sesión.

Con esta metodología se alcanzaron muestras de 16 interesados en MACJ, 14 en CFPAVA y 12 en PT2000, debido al plan de trabajo no se introdujeron ningún tipo de modificaciones al programa educativo.

Tabla 2.

Contenidos para difusión.¹³

Figura 2. MACJ.	Figura 3. CFPAVA.

Figura 4. PT 2000.

¹³ Imágenes 1 y 2, diseño y edición de Alejandro Casales N. Imagen 3, diseño de la Secretaría de Cultura de Tabasco.

Hallazgos

Los constructos que sirvieron para identificar las formas de conocimiento adquirido fueron éticos y émicos, con eso se lograron obtener ideas, características, procedimientos y prácticas visuales únicas.

El constructo ético permitió estudiar la interactividad de los estudiantes con el plan de aprendizaje combinado y el domo de inmersión desde el punto de vista del investigador. Por otro lado, el constructo émico analizó las experiencias de los estudiantes desde el punto de vista de cada caso para determinar referentes conceptuales por medio del análisis semántico (Rosa & Orey, 2012).

Mediante el constructo émico se investigaron las experiencias del aprendizaje, sus interrelaciones y estructuras por medio de las descripciones de las personas, entrevistas y análisis conceptuales. Esto significa que la construcción émica es acorde con las percepciones y entendimientos apropiados por la situación interna. La validación del conocimiento émico proviene del consenso de los involucrados y la aceptación de que sus constructos coinciden con las percepciones compartidas que retratan las características propias de su educación (*ibíd.*). De esta manera, el trabajo del análisis también consistió en reconocer que hay conocimiento válido y científico, desde su información cuantitativa más básica (ver tabla 4).

Tabla 4.
Población.

Población	Captación		Nivel educativo	% Género		Rangos de edad
	Asistentes	% Deserción		Hombres	Mujeres	
MACJ	9	0.1%	Superior	55.5%	44.4%	De 35 a 18 años
PT2000	11	0.1%	Bachillerato, superior y posgrado	63.6%	36.3%	De 62 a 23 años
CFPAVA	8	0%	Superior y posgrado	75%	25%	De 60 a 21 años
Totales	28	0.2%	Bachillerato, superior, normalista y posgrado	64.2%	35.7%	De 18 a 62 años

Fuente: Elaboración propia

Desde una perspectiva ética, en cada población se implementó el plan curricular con aprendizajes combinados, sin modificaciones, el porcentaje total de deserción fue de 0.2%, la generalidad en este rubro tuvo su origen en la falta de equipo informático

en los asistentes, aunque con anticipación se había solicitado como requisito de participación.

En cuanto, al nivel educativo de los estudiantes, se obtuvo el perfil adecuado para la adquisición de nuevos conocimientos y la practicidad en el manejo del lenguaje y el desenvolvimiento de las habilidades digitales. El nivel más bajo ubicado en el bachillerato se localizó en PT2000 y los más altos ubicados en los posgrados estuvieron presentes en CFPAVA y PT2000, el nivel educativo más constante fue la educación superior. Los rangos de edad mostraron que el interés por adquirir nuevos conocimientos es notable, llegando a tener estudiantes entre 18 a 62 años.

Durante la búsqueda de respuestas a la pregunta de investigación se mostraron diferencias significativas que sirvieron para desarrollar el análisis; así se presentan los resultados al cuestionamiento.

¿De qué manera los estudiantes interactúan con un modo de aprendizaje combinado?

Desde la perspectiva ética, se tuvieron evidencias de interactividad durante la implementación curricular, ya que los estudiantes resolvieron tareas complejas con sus conocimientos y los adquiridos. Con el propósito de ser práctico se muestran las tablas 5, 6 y 7 con el resultado de las evaluaciones y las evidencias de trabajo documentado de cada lugar.

Tabla 5.
Evaluación MACJ

ID	Rúbrica	Resultados
1	Asistencia	De todas las asistencias iniciales, hubo dos deserciones.
2	Entrevista inicial	Solo dos participantes conocían un planetario o habían acudido a un domo inmersivo
3	Trabajo colectivo	Todos colaboraron con el trabajo colectivo para autoconstruir el domo, realizar pruebas y entrevistas. Se muestran las evidencias fotográficas.



Figura 5. Trabajo colectivo MACJ

Se presentaron trabajos sobresalientes desarrollados con el modelo Moscovici (2000) y Burke (2015). Se muestra una selección de evidencias.

4 Ejercicio de retículas de anclaje



Figura 6. Trabajos reticulares en MACJ

Se presentaron cuatro obras artísticas. Se muestran las evidencias fotográficas.

5 Presentación libre de una obra inmersiva



Figura 7. Presentación de obra inmersiva en MACJ

6 Presentación oral

No se presentaron muestras orales

7 Porcentaje final

Valoración porcentual del aprovechamiento: 72%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6.
Evaluación MACJ

ID	Rúbrica	Resultados
1	Asistencia	De todas las asistencias iniciales, hubo una deserción
2	Entrevista inicial	Todos los participantes habían visitado el domo inmersivo del estado, lo que sirvió para compartir sus experiencias y comparar sus destrezas durante el proceso de aprendizaje.
3	Trabajo colectivo	<p>Todos colaboraron con el trabajo colectivo para autoconstruir el domo, realizar pruebas y entrevistas. Se muestran las evidencias fotográficas.</p>  <p>Figura 8. Trabajo colectivo PT2000</p>
4	Ejercicio de retículas de anclaje	<p>Se presentaron trabajos sobresalientes desarrollados con el modelo Moscovici (2000) y Burke (2015). Se muestra una selección de evidencias.</p>  <p>Figura 9. Trabajos reticulares en PT2000</p>
5	Presentación libre de una obra inmersiva	<p>Se presentaron seis obras artísticas. Se muestran las evidencias fotográficas.</p>  <p>Figura 10. Presentación de obra inmersiva en PT2000</p>

6	Presentación oral	Tres estudiantes presentaron muestras astronómicas. Se exponen las evidencias.	
Figura 11. Presentación oral de una obra inmersiva en PT2000			
7	Evaluación final	Valoración porcentual del aprovechamiento: 94%	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.
Evaluación CFPAVA

I D	Rúbrica	Resultados
1	Asistencia	De todas las asistencias iniciales, hubo dos deserciones.
2	Entrevista inicial	Ningún participante conocía un planetario ni había acudido a un domo inmersivo
3	Trabajo colectivo	Todos colaboraron con el trabajo colectivo para autoconstruir el domo, realizar pruebas y entrevistas. Se muestran las evidencias fotográficas.
		
Figura 12. Trabajo colectivo CFPAVA		
4	Ejercicio de retículas de anclaje	Se presentaron trabajos sobresalientes desarrollados con el modelo Moscovici (2000) y Burke (2015). Se muestra una selección de evidencias.



Figura 13. Trabajos reticulares en CFAVA

Al final se presentaron cinco obras artísticas. Se muestran las evidencias fotográficas

5 Presentación libre de una obra inmersiva



Figura 14. Presentación de obra inmersiva en CFAVA

6 Presentación oral

No se presentaron muestras orales

7 Evaluación final

Valoración porcentual del aprovechamiento: 78%

Fuente: Elaboración propia

Quiero señalar que todas las presentaciones de obra inmersiva fueron sobresalientes y las que estuvieron incompletas no se tomaron en cuenta para la evaluación final, lo que no desanimó el interés de los estudiantes para compartir sus resultados. La disposición de los estudiantes confirma las tesis de otras investigaciones científicas que manifiestan los efectos potenciales de los planetarios móviles (Summers, Reiff y Weber, 2008), así como el valor afectivo de los planetarios (Reed, 1970).

Por un lado, la mayor interacción sucedió durante la abstracción de los conceptos visuales del Renacimiento y el arte contemporáneo, principalmente al revisar las ideas básicas de la perspectiva lineal bidimensional y girarla a un espacio tridimensional y poliangular, esto resultaba tan complejo que hubo manifestaciones de interacción mediante solicitudes de aclaración del tema. Según Dewey (1934), la interacción en la educación es una muestra de constante reorganización para la reconstrucción de una experiencia.

Por otro lado, el plan curricular expuso el concepto de la *cuarta dimensión*, que se

acompañó de las obras artísticas más representativas del cubismo, el dadaísmo, el arte óptico y algunos aspectos sobresalientes de los antiguos experimentos panorámicos. De la misma manera, se expuso el desarrollo de la perspectiva lineal desde sus orígenes bidimensionales en el arte del *quattrocento*; el fin era comprender el desarrollo evolutivo del movimiento en el espacio pictórico, su distorsión y la revolución provocadora que marcó a las vanguardias artísticas, tanto en Europa como en México.

El tema del aprendizaje de las propiedades del espacio multidimensional lo simplifiqué con obras artísticas que se vinculan con las leyes físicas y solo pueden comprenderse —en el currículo de aprendizaje— con el apoyo de ejercicios de geometría euclidiana, con el uso de maquetas geodésicas y dibujos libres en las retículas radiales. Sin ir más lejos, por el corto tiempo del aprendizaje implementado en las prácticas, no fue posible estudiar a profundidad el paso de la geometría euclidiana hasta la diferencial, lo que no provocó interacciones adversas en las emociones de los estudiantes.

A pesar de esto busqué aprovechar las diferencias entre la rica complejidad de la naturaleza y la geometría euclidiana, recreando una mirada dirigida al mundo que en cada lugar de análisis nos rodeaba, cada población analizada experimentó el modelo euclidiano de las tres dimensiones hasta desajustarlo y compararlo con las formas irregulares y caprichosas de las montañas, las nubes, el mar y el paisaje urbano de cada ciudad. Con todo, estuvimos anclados desde un principio en las ciencias físicas, al analizar la perspectiva lineal de las pinturas planas, por ser así como se veían a los ojos y el sentido común de los artistas del *quattrocento*.

También buscamos colectivamente explorar la imaginación de las figuras planas hasta transformarlas con la ayuda del programa de edición de imagen y video (*After Efx*), agregando a ellas temporalidad. De esta manera, se llegaba a la conclusión de que el tiempo es el efecto que logra distorsionar la geometría, incluso, si las figuras planas manipuladas en el programa de edición se proyectaban en un muro y posteriormente en el interior del domo, no podrían hacerlo de la misma manera. Un fenómeno físico lo impediría, la cuarta dimensión invisible a nuestros ojos, pero no incomprensible. Así, las leyes físicas fueron enseñadas de manera sencilla para su comprensión buscando hacer lúdico lo exhaustivo.

Desde una perspectiva émica, se contaron con distintos instrumentos para el análisis como el cuestionario de evaluaciones sumarias para identificar y especificar el nivel de acuerdo posterior a cada práctica (Likert, 1932), y entrevistas para profundizar sobre los pensamientos de los estudiantes. La siguiente tabla muestra los resultados del cuestionario.

Tabla 8.
Cuestionario de la evaluación metodológica

Ítems	Respuestas en porcentaje				
	Muy buena / Muy bien / Sí	Buena / Bien / Tal vez	Indeciso	Mala / Mal / No	Muy mala / Muy mal / Por supuesto que no
¿La presentación de la práctica fue?	78.13%	21.9%	0%	0%	0%
¿En general, el contenido audiovisual, los ejercicios y las habilidades presentadas en la práctica fueron?	93.2%	6.8%	0%	0%	0%
¿La información del programa educativo fue?	87.5%	12.5%	0%	0%	0%
Después de la práctica, ¿te gustaría aprender más sobre ciencias y artes? (haciendo preguntas, visitando un museo o una biblioteca, escribiendo, dibujando o armando un planetario propio)	96.8%	3.2%	0%	0%	0%
¿La guía del practicante fue?	93.8%	6.2%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

De todas las respuestas, el conjunto demuestra que los estudiantes involucrados tuvieron muy buenas experiencias con el plan de aprendizajes combinados y el domo de inmersión, a pesar de las tensiones por la falta de equipo informático y los recursos condicionados por las habilidades digitales de los involucrados, lo que no fue impedimento para la adquisición de nuevos conocimientos.

entenderse dentro de su contexto.

Asimismo, se constató que la composición social de cada lugar y el acceso adecuado a la infraestructura tienen una influencia significativa para la interactividad con el plan de aprendizaje y el domo de inmersión, pero de forma diferenciada. Existe una brecha que aumenta cuando no hay infraestructura que incluya equipo de cómputo, programas de aprendizaje para ciencia básica, desarrollo de habilidades digitales, como resultó en MACJ y CFPAVA. Contrariamente la entidad con niveles superiores en infraestructura tuvo mejores resultados en la interactividad, como sucedió en PT2000.

Desde otro ángulo, el carácter lúdico de la pedagogía obtuvo reflexiones de los participantes con información importante. Las reflexiones se recomiendan como una forma útil de recopilación de datos en la investigación de la educación en astronomía (Stroud, Groome, Connolly y Sheppard, 2007). A continuación, se muestra una selección con las descripciones de experiencias en los estudiantes.

Dos experiencias de participantes de MACJ.

- “Solo que quizás se requiera hacer más extenso el taller para poder ver más detalles.”
- “Me agradó mucho el contenido del taller, la forma en que se abordó y la manera de exponer la historia. Felicidades me quedo intrigada por profundizar en el tema. Como sugerencia creo que deberías de poner en el requisito para tomar el taller el dominio de alguno de los programas y contar con el equipo de cómputo para aprovechar más el taller”.
- Dos experiencias de participantes de CFPAVA.
- “Quizás haces un poquito más breve o haces más práctica la parte teórica. Podría ser de utilidad realizar un trabajo en conjunto para poder ir puliendo dudas y detalles”.
- “Me gustaría que los cursos lleguen a más personas pues me resulta fascinante y con el tiempo y paciencia espero crear una película”.

Dos experiencias de participantes de PT2000.

- “Finalicé el taller muy motivada y ansiosa por adentrarme más en la divulgación científica, por otra parte, me quedo un poco triste porque me hubiera gustado que el taller durara más tiempo, también me hubiera gustado ver un poco de proyección dentro del domo. Regrese pronto profesor. Estaré pendiente de su trabajo, gracias”.
- “El material usado, a pesar de ser sencillo fue muy efectivo, no pensé que esto se pudiera lograr así, el instructor compartió muy bien, su conocimiento se nota que le gusta lo que hace. Muchas felicidades”.

Finalmente, las experiencias guiadas por el aprendizaje combinado permitieron a los estudiantes tener planes de aprendizaje individualizados (Greenberg, *et al*, 2020), dinamizando el aprendizaje por medio del trabajo colectivo y el diálogo durante su parte presencial (Small y Plummer, 2010).

Implicaciones y recomendaciones

La producción de contenidos para domo inmersivo implica un proceso con una estructura y demandas que aún son poco conocidas y cuyo acceso, para aquellos que desean trabajar en esta área, es difícil debido a la falta de información sobre los pasos a seguir (Cavalcanti, 2009).

Asimismo, es necesario motivar y coadyuvar en la creación de nuevos métodos de enseñanza para el desarrollo de habilidades tecnológicas, con el fin de fortalecer la confiabilidad en la producción inmersiva entre la comunidad docente, incluyendo la identificación de tecnologías alternativas y la actualización de estrategias basadas en la noción de derechos de propiedad y libre distribución (código abierto). Habría que sumar el fomento dirigido al diseño de nuevas implementaciones y la revisión académica y artística de otras perspectivas para el bien de la producción inmersiva. De acuerdo con un enfoque constructivista social, sería necesario determinar los futuros proyectos inmersivos con fines educativos para que sean consistentes con la forma en que los participantes construirán el significado de futuras experiencias.

En otro frente, si no se motiva la educación inmersiva se presentaría un escenario desigual para muchas generaciones de mexicanos, tanto estudiantes como docentes, pues al negarles la información para una construcción equitativa del conocimiento y el aprendizaje, se debilitaría la relación con los espacios educativos, identificados como lugares inamovibles del conocimiento.

Bibliografía

Artículos

- Burke, P. (2005). "Using a spherical mirror for projection into immersive environments (Mirrordome)". *Graphite - Asociación para Maquinaria de Computación y la Sociedad de Cómputo*. Nov/Dic, Nueva Zelanda, <http://paulbourke.net/papers/graphite2005/graphite.pdf> [6, agosto 2018].
- Díaz, F. (2008). "Educación y nuevas tecnologías de la información: ¿Hacia un paradigma educativo innovador?" *ITESO, Revista Electrónica Sinéctica*, año 30, México, pp. 1-15.
- Fonseca Pérez, J. J., & Gamboa Graus, M. E. (2017). "Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias". *Colombia, Revista Boletín Redipe*, año 6, núm. 3, Brasil, pp. 83-112.
- <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/211> [9, enero 2019].
- Hernández, G. (2015). *La metáfora de las TIC como herramientas educativas: El aprendizaje y las tecnologías de la información y la comunicación*. *DIDAC*, # 66 (jul-dic), pp.31-38. [Online] Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/312328702_La_metáfora_de_las_TIC_como_herramientas_educativas [9, enero 2019].
- Rosa & Orey (2012). "The field of research in ethnomodeling: emic, ethic and dialectical approaches". *Universidade Federal de Ouro Preto*. Brasil, <https://pdfs.semanticscholar.org/bebd/f6b78c8de9a5af8b4b090eb094bad86db393.pdf> [9, enero 2019].

- Small, K. J. & Plummer, J.D. (2010). "Survey of the goals and beliefs of planetarium professionals regarding program design". *Astronomy Education Review*, año 9, núm. 4, USA, pp. 1-10.
- Stroud, N., Groome, M., Connolly, R., & Sheppard, K. (2007). "Toward a methodology for informal astronomy education research". *Astronomy Education Review*, año 5, núm. 2, USA, pp. 46-158, <http://dx.doi.org/10.3847/AER2006023> [9, enero 2019].
- Summers, C., Reiff, P. & Weber, W. (2008). "Learning in a immersive digital theater". *Advances in Space Resarch*, año 42, núm. 11, USA. pp.1848-1854.
- Yu, K.C. (2005). "Digital Full-Domes: The Future of Virtual Astronomy Education". *Planetarian*, Año 34, núm. 3, USA, pp. 6-11.
- Libros**
- Boellstorff, T., Nardi, B., Pearce, C., & Taylor, T. (2012). *Enthnography and virtual worlds, A handbook of Method*. Princenton University Press, USA.
- Dewey, J. (1934). *El arte como experiencia*. Ediciones Paidós. Buenos Aires, Argentina.
- Díaz, F. (2007). *La evaluación auténtica centrada en el desempeño: una alternativa para evaluar el aprendizaje y la enseñanza*. En Formación Cívica y Ética. Antología. Primer Taller de Actualización sobre los Programas de Estudio 2006. Reforma de la Educación Secundaria, Subsecretaria de Educación Básica de la Secretaría de Educación Pública, México.
- Freund, G. (1974). La fotografía como documento social. Edit. Gustavo Gill, España.
- Giroux, S. & Ginette, T. (2004). *Metodología de las ciencias humanas, investigación en acción*. Fondo de Cultura Económica, México.
- Piaget, J. (1964). "La teoría de Piaget", en L. Carmichael. *Manual de Psicología Infantil*. Argentina, El Ateneo.
- Reynolds, S. (2002). *Portable Planetarium Handbook*. International Planetarium Society, USA.
- Reed, G. (1970). *A comparison of the effectiveness of the planetarium and the classroom chalkboard and celestial globe in the teaching of specific astronomical concepts*. (Una comparación de la efectividad del planetario y la pizarra del aula y el globo celeste en la enseñanza de astronomía específica. Conceptos) [Disertación Doctoral]. Michigan University, USA.
- Sampieri, R., Fernández, C., Baptista, M., (2010). *Metodología de la investigación, 5ª ed*. The McGraw Hill/Interamericana, México.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudios de casos*. Ediciones Morata. S.L., España.
- Likert, R. (1932). *A technique for measurement of attitudes*. New York University, USA.
- Meza, Jorge (2012). *Diseño y desarrollo curricular*. Editorial Red Tercer Milenio S.C., México.
- Moscovici, S. (2000). *The phenomenon of social representation*. En Gerard Duveen (Ed.), *Social representations: explorations insocial psychology* (pp. viii, 313 p.). Cambridge Polity, United Kingdom.
- Tyler, R. (1949). *Principios básicos del currículum*. Editorial Troquel, España.
- Tesis**
- Argumedo, G. (2011). Evaluación del aprendizaje con portafolios, ventajas y desventajas desde la mirada de los actores. [Tesis Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana].
- Cavalcanti, A. (2009). *Tecnologias alternativas de criação de conteúdos para ambientes Fulldome*. Brasil. [Tesis Maestría, Universidade de Aveiro, Departamentode Comunicação e Arte]. Repositorio CORE: <https://core.ac.uk/reader/15561429> [9, enero 2019].
- Marqués, B.B. (2002). *El planetario, un recurso didáctico para la astronomía*. (Tesis doctoral). Universidad de Valladolid, España.

Páginas web

Naciones Unidas (septiembre, 2019). *Objetivos de desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Bases de datos

Greenberg, B., Schwartz, R., Horn, M. (2020). *Blended Learning: Personalizing Education for Students*. Teacher Center,

Silicon Schools Fund & Clayton Christensen Institute. Recuperado en mayo, 2020, de: <https://www.coursera.org/learn/blending-learning-personalization>

Exposiciones

Siqueiros, D. (2020). *Plataforma pedagógica de Proyecto Siqueiros* (Siqueiros pedagogo). México INBAL, Sala de Arte Público Siqueiros.

Recibido el 17 de julio de 2020

Aceptado el 29 de septiembre de 2020