



Imagen: Julio César Sánchez Ramos

Experiencias educativas con aprendizajes combinados y un domo de inmersión, un estudio de caso

Study case, full dome blended learning experiences

Alejandro Casales Navarrete* Licenciado en Artes Plásticas con la especialidad en multimedia por la Escuela Nacional de Pintura, Escultura y Grabado *La Esmeralda*, del INBAL. Cuenta con la maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación y la especialidad en Políticas Culturales y Gestión Cultural por la Universidad Autónoma Metropolitana. Cultiva por igual las artes visuales y el arte sonoro, así como la ejecución de proyectos multidisciplinarios. Se ha desarrollado como creativo y gestor en la iniciativa privada y en áreas culturales públicas. Su obra ha sido expuesta en Alemania, Argentina, Brasil, Colombia, Cuba, Chile, Brasil, España, Estados Unidos, Francia, Inglaterra, Japón, Portugal, Suecia y Uruguay. Ha dictado conferencias en foros nacionales e internacionales en Argentina, Cuba, Colombia y Brasil; entre sus reconocimientos se encuentran el Premio Nacional Visiones Sonoras–Yamaha, México, 2007; Casa Serra Sucesores, Production Grant, México, 2007; Tercer Premio, Prix Internacional Luigi Russolo-Rossana Maggia, Fondazione Russolo-Pratella de Varese, Italia, 2011; Mención de Honor en el Primer Concurso Latino Americano de Composición Electroacústica G. Becerra Smith, Santiago de Chile, 2010; Certificate of Merit Award in Computer Music at VI International WOC-MAT, University of Taiwan & Taiwan Computer Music Association, Taiwan, 2010; Mención de Honor en el XII Concurso Nacional de Video, México, 2014, así como distintos premios de selección de obra artística para festivales, exposiciones y apoyos para complementar sus proyectos artísticos.

Resumen

El objetivo de esta investigación es informar al lector sobre un estudio de caso, en el que se implementó un plan de trabajo con aprendizajes combinados y un domo de inmersión. Su unidad de análisis se conformó por comunidades de aprendizaje en Tabasco y Durango, lugares que carecen de la infraestructura necesaria para realizar actividades de aprendizaje inmersivo. En sus hallazgos se encontraron desigualdades en el aprendizaje y otras más de corte social, lo que marca a nuestro país en su educación y es motivo para revisar la incorporación de las tecnologías inmersivas en un momento particular de transición mundial.

Palabras clave: Pedagogía, aprendizaje-combinado, planetario, educación inmersiva.

Abstract

The objective of this research is informing a reader about case study, that used full dome blended learning plan. His holistic unit of analysis was conformed of learning communities in Tabasco and Durango. The characteristics of this places were the lack of infrastructure and full dome activities. The investigation found inequalities in education and social structure, whose marks our country and is the reason to review the incorporation of immersive technologies in time of global transition.

Keywords: Pedagogy, blended-learning, dome, immersive education.

Introducción

En este momento particular de una transición mundial, 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 un acto edificante en los amplios espacios de lo humano en su relación con el conocimiento. 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.

De acuerdo con lo anterior, hay una necesidad de planear formas de enseñanza con propuestas especializadas que se adapten a las necesidades de la vida económica y el contexto social mexicano, sumando el uso y desarrollo de herramientas tecnológicas de información, comunicación y conocimiento para implementar en las distintas disciplinas del conocimiento. Entre todas las herramientas actuales se encuentran aquellas que pueden crear una inmersión. La tecnología para crear una inmersión es la que busca crear un espacio físico virtual o mundo sensorial. Un espacio inmersivo elemental puede estimular el sentido de la vista con la ayuda de un domo inmersivo. En un giro coloquial, el domo inmersivo se conoce como planetario, es un teatro y, a su vez, un aula educativa donde se pueden realizar proyecciones lumínicas en una pantalla de media cúpula.

De esta manera, se presentan los resultados de una investigación que implementó un plan de aprendizaje combinado y un domo de inmersión; estuvo dirigido a personas egresadas de carreras afines al diseño, a la educación, a la ingeniería y a la biología. Su objetivo fue la enseñanza de la inmersión, mediante la creación de imágenes 4D, con el fin de identificar hallazgos que pudieran exponer regularidades, variabilidad e invariantes en la pedagogía implementada.

La investigación es mixta, ya que incluyó referencias cualitativas y cuantitativas para la adecuada medición de sus datos. Se utilizó el estudio de caso como el instrumento de investigación y observación, incluyendo el muestreo etnográfico de corte transversal. La unidad holística de la indagación estuvo conformada por comunidades de aprendizaje en Durango y Tabasco, con dos pruebas piloto en la Ciudad de México.



“...La tecnología para crear una inmersión es la que busca crear un espacio físico virtual o mundo sensorial”.

Planteamiento del problema

En los últimos años, la oferta educativa 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). Ciertamente, en México cada proyecto de uso de tecnologías en el aula ha cambiado conforme a la política implementada y los hechos educativos que se inscriben en un contexto tecnológico tienden a estar limitados por sus instrumentos y herramientas (Casales, 2020). Es decir, la masificación de la educación necesita de instrumentos que

puedan llegar a todos los maestros y posteriormente ser utilizados por los estudiantes, pero en México los maestros no cuentan con la capacitación adecuada ni con experiencias especializadas en temas de tecnología. Es el caso de la tecnología inmersiva, donde no se ha hecho lo posible para ofrecer un significado de la enseñanza para la construcción de nuevos conocimientos (Peña, 2017).

La tecnología inmersiva es el resultado de la búsqueda de espacios educativos para motivar el aprendizaje en los estudiantes. Dicho proceso se realiza mediante registros simbólicos, entre los cuales la tecnología inmersiva en cualquiera de sus elementos comprendidos, como el domo inmersivo, el sonido envolvente o los auriculares para realidad virtual, juegan un rol muy importante para que la comunidad educativa se conciba como un lugar inamovible de conocimiento (Puigrós, 1990).

En lo que respecta a las entidades mexicanas que no han considerado usar infraestructuras inmersivas, éstas se comprenden como las que no cuentan con planes de aprendizaje para la divulgación de la ciencia. Verbigracia, el estado de Durango tiene un domo inflable para 20 personas en las instalaciones del Parque Interactivo El Bebeleche. De acuerdo con el Instituto Nacional de Evaluación Educativa (INEE), durante el ciclo escolar 2017-2018 el número de alumnos fue 396,390, distribuidos en primaria, secundaria y media superior. El ciclo escolar contó con 195 días laborales en su calendario lectivo, dando un total de 1,950 horas, en las que hipotéticamente debieron haber organizado 19,819.5 grupos para visitar el domo inmersivo durante una hora, dejando un déficit de atención para 17,869.5 grupos con una población de 357,390 alumnos. En cambio, Tabasco cuenta con su Planetario Tabasco 2000, se trata de una edificación institucional para 300 personas. De acuerdo con el INEE, durante el ciclo escolar 2017-2018 el número de alumnos fue 539,934 distribuidos en primaria, secundaria y media superior. El ciclo escolar contó con 195 días laborales en

su calendario lectivo, dando un total de 1,950 horas, en las que hipotéticamente debieron haber organizado 1,799.78 grupos para visitar el planetario durante una hora, dejando un déficit de atención para 150.22 grupos con una población de 45,066 alumnos. Esto se debe al límite de horas en el calendario escolar, más no por la capacidad de la infraestructura.

En los dos ejemplos las situaciones educativas tienen distintos factores. En primer lugar, el domo inflable de Durango tiene un espacio interior de 6m² aproximadamente, con una pantalla semiesférica; el espacio es limitado para 20 estudiantes, que se postran en el piso del lugar. El único mobiliario que puede haber en el interior es un proyector que ilumina su pantalla y un par de bocinas para escuchar el sonido de una película panorámica que hipotéticamente sirve para la difusión de la ciencia. En un momento dado, un instructor expone las indicaciones para entrar ordenadamente, guardar silencio para escuchar el audio de la película y salir hasta que se les indique. No hay métodos de enseñanza ni acompañamiento de un educador que vincule la película con los temas educativos acordes para cada nivel de escolarización. Tampoco hay lugar para un orador, donde se puedan establecer relaciones de aprendizaje centradas en una pedagogía situada para el domo inmersivo.

Por su lado, Tabasco, cuenta con un domo de inmersión con 300 butacas reclinables para sus espectadores, un escenario para un orador y una excelente cámara acústica con sonido envolvente. En su vestíbulo se exhiben exposiciones plásticas temporales, que tienen como fin interrelacionar al visitante con elementos artísticos y culturales.

Con todo lo anterior, es evidente que hay una necesidad de considerar el fenómeno educación en varias direcciones y niveles, si se quieren establecer hechos y hacer comparaciones objetivas para poner en evidencia ciertas irregularidades o variantes (Mialaret, 1977). Por otro lado, se debe considerar que el domo inmersivo es un elemento más de

las TICC, y al ser aplicado en la educación no garantiza la inclusión y equidad social, ni tampoco la calidad o innovación (Díaz, 2008). Es decir, la infraestructura por sí misma no asegura una situación educativa cuando está exenta de un plan de aprendizaje y el acompañamiento de un maestro, tampoco debemos limitarnos ante la falta de experiencias y capacitación de los maestros.

Referentes teóricos

Este apartado cuenta con dos componentes con referentes teóricos. Primero se encuentra la revisión del contexto más amplio de los domos de inmersión. En el segundo componente se expone el aprendizaje combinado y su implementación en un plan de trabajo que incluye un *software* educativo con materiales didácticos previamente diseñados.

1. En un giro comercial, al domo de inmersión se le conoce como planetario; es un teatro y, a su vez, un aula educativa donde se pueden realizar proyecciones lumínicas en una pantalla de media cúpula. En su interior es posible presentar películas panorámicas de 360° con todo tipo de contenidos; su realismo y detalle producen la sensación inmersiva de un lugar con un ambiente simulado (Hartweg, 2018; Summers, Reiff y Weber, 2008; Yu, Sahami, Sahami y Session, 2015). La *inmersión* en la definición del Diccionario de la Real Academia Española se entiende como la acción de introducir o introducirse plenamente en un ambiente determinado, sea real o imaginario.

El formato visual del domo inmersivo tiene sus orígenes en la génesis del planetario como arte y técnica. Los primeros diseños modernos se crearon en el umbral del siglo XX, persistiendo de las versiones actualizadas de los dioramas celestes y antiguos planetarios mecánicos, como las esferas de armillar (modelo reducido del cosmos

desde la perspectiva terrestre) y el orrery (modelo mecánico del Sistema Solar). Durante la década de los ochenta hubo cambios tecnológicos significativos mediante el diseño de los ambientes computarizados. Actualmente, su tecnología se desarrolla en torno a distintas variantes: sistemas con un proyector, sistemas de proyectores múltiples, sistemas de proyección con espejos y sistemas con pantallas de diodos emisores de luz (Casales, 2020).

En lo que respecta a la infraestructura en México, tuvo su origen el 2 de marzo de 1959, día inaugural del Planetario de la Sociedad Astronómica de México.¹ Acto seguido fue su desarrollo exponencial, ahora existen 56 domos inmersivos, 43 son construcciones y 13 inflables, 48 relacionados con gobiernos estatales, universidades, Secretaría de Marina y centros de investigación, uno es sindical, seis de museos privados y uno de esparcimiento.²

2. En un sesgo, el aprendizaje combinado refiere al aprendizaje que combina el modo semipresencial acompañado por un maestro y la tecnología no presencial. Los dispositivos tecnológicos en los que se apoya pueden variar en su funcionamiento, contenido, capacidad y maniobrabilidad. Casos recientes se han enfocado en 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 (Hernández, 2015). Es decir, se utiliza la internet como medio de comunicación donde concurren e interactúan los aprendices y las enseñanzas.

Otras perspectivas definen el aprendizaje combinado como la educación virtual que permite a los estudiantes tener algunos elementos de control sobre el tiempo, el lugar, la ruta y el 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, Schwartz y Horn, 2002).

El origen de este tipo de aprendizaje deviene de las combinaciones que se han hecho con la educación tradicional dirigida por un maestro orador, verbigracia la palabra impresa hizo posible el aprendizaje sin la presencia física de un maestro, el instrumento tecnológico utilizado fue la imprenta moderna, inventada aproximadamente en el año 1450 por Johannes Gutenberg (1400-1468).

La exponenciación de los medios impresos durante el siglo XIX fue responsable de la creación de nuevas formas de combinar el aprendizaje. En los albores del siglo XX la adecuación de la educación a distancia tuvo un amplio desarrollo, cuando utilizó el servicio postal por ferrocarril; posteriormente la radio y la televisión, y para 1980 cambia con el avance de las tecnologías satelitales, permitiendo la interacción directa entre el instructor y el estudiante. Debido a esto, se crean los primeros cursos, a través de videoconferencias y la interacción mediada con dispositivos para cintas en formato Tape, Beta, VHS y discos en CD y DVD (Jardines, 2009).

En la década de 1990 se produce otra evolución con la internet y la *World Wide Web*. Estos medios permitieron inducir los enfoques constructivistas del aprendizaje, centrando la educación en el alumno. También contó con la combinación del aprendizaje cara-cara con el maestro, siendo la principal vía de comunicación. Con esto, los métodos de instrucción combinados mejoraron los mecanismos del aprendizaje, permitiendo la interacción dialogal entre sujetos y la interacción con los dispositivos didácticos. Actualmente se pueden encontrar dispositivos multimodales, como plataformas de aprendizaje en línea, aplicaciones móviles y auriculares para realidad virtual, entre otros dispositivos que se van desarrollando constantemente. Las relaciones pedagógicas y el contenido que puedan tener estos dispositivos variarán dependiendo de sus finalidades y objetivos didácticos.

Al respecto, las relaciones pedagógicas del aprendizaje combinado distan muy poco de la educación formal

que se ofrece en el aula educativa, ya que buscan producir sujetos a partir de otros sujetos, mediando las relaciones de enseñanza y aprendizaje. Dicha mediación se lleva a cabo por un sujeto pedagógico, que será decisivo para los resultados del proceso educacional (Puiggrós, 1990), y por sus dispositivos multimodales organizados en una unidad vinculante.

Visto de otro modo, en la mediación de sujetos hay una relación socio-pedagógica, que es la interacción entre el conocedor de un saber, la interacción del que busca aprender el saber y la interacción con la unidad vinculante. En este sentido, la unidad vinculante es el plan de aprendizaje combinado, donde hay una mediación con sus recursos didácticos y el domo inmersivo.

Pregunta de investigación



De acuerdo con J. Dewey (1997), la experiencia como concepto se sistematiza para comunicar y avanzar en el proceso de educar, hasta convertirse en un bien común que contribuye al perfeccionamiento del estudiante y de la misma educación. Para el docente hay una relación dialogal de reconocimiento que en el contexto de la educación busca renovar y preservar conocimientos, pero cuando existe la necesidad de requerir mayores recursos para extender la relación, hay otra necesidad para crear un sistema de aprendizaje que puede distanciar a los estudiantes de la experiencia dialogal primordial. Por lo tanto, fue de mi interés identificar dichas experiencias, a través de la interrogante:

¿Cómo describen los estudiantes sus experiencias después de interactuar con el plan de aprendizajes combinados y el domo de inmersión?

Las variables de la investigación susceptibles a la observación se describen como la descripción de la experiencia y el plan de aprendizaje combinado. Sus propiedades previeron una fluctuación que les permitió relacionarse para identificar cambios en las experiencias de la interacción educativa y en las habilidades adquiridas con el plan de aprendizaje. No se buscaron cambios por el sólo hecho de haber presenciado una actividad educativa con un domo de inmersión, el objetivo fue más profundo. Se buscaron descripciones de las experiencias del aprendizaje desde un enfoque etnográfico.

Metodología

Sobre el estudio de caso

Cuando trabajamos en ciencias sociales, el estudio de caso se define como intrínseco e instrumental; 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 y expresar sus hallazgos con un método propio. Louis Smith, uno de los primeros etnógrafos educativos, definió al estudio de caso como un sistema acotado, con lo que insistía en su condición de objeto más que de proceso (Sake, 1995).

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 y 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.

De esta manera, el objeto de estudio inició con la observación de los 56 domos inmersivos mexicanos. Posteriormente, se fue agudizando hasta quedar circunscrita en una unidad holística compuesta por comunidades de aprendizaje en

Ciudad de México, Tabasco y Durango. Las observaciones en Ciudad de México sucedieron del 11 al 22 de febrero de 2019 en el Salón de la Plástica Mexicana, y del 13 al 25 de mayo de 2019 en la Galería José María Velasco; en Tabasco del 14 al 23 de octubre de 2019 en el Planetario Tabasco 2000, y en Durango del 3 al 14 de febrero de 2020 en el Centro de Conocimiento y Artes de Durango.

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, Nardi, Pearce y Taylor, 2012).

Sin embargo, la etnografía no es un método definido de manera restringida; es el producto escrito de una paleta de métodos, también es un enfoque metodológico en el que la observación participante es un elemento crítico, en el que la investigación está guiada por la experiencia que se desarrolla en el campo, sin la necesidad de que exista una vivencia profunda de tipo longitudinal.

Una característica del método etnográfico es la distinción entre la perspectiva **émica** y **ética**. De acuerdo con Boellstorff *et al.* (2012), los términos fueron acuñados por el lingüista Kenneth Pike, implican recurrir a formas de análisis externos identificados como éticos y los análisis internos son identificados como émicos. La perspectiva ética es la descripción del comportamiento por parte del observador científico; es decir, es un relato que intenta ser neutral, limitando cualquier prejuicio o alienación etnocéntrica. La perspectiva émica es específica, porque se centra en un caso que se entiende en sus propios términos, su validación proviene del consenso de los involucrados y la aceptación de que sus constructos coinciden con las percepciones compartidas que retratan las características de su educación.

Procedimientos para la construcción de datos

Para la construcción de datos se utilizó una variedad de medios de captación de información. La siguiente ruta expresa gráficamente la estrategia de trabajo que posteriormente se desagregará.³

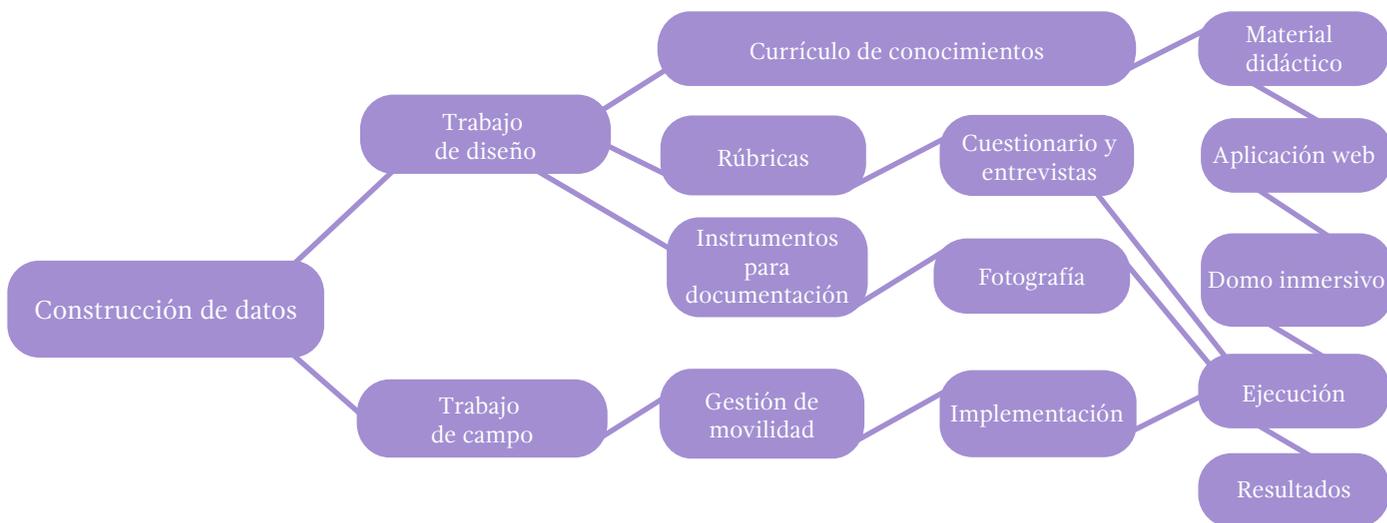


Figura 1. Ruta para la construcción de datos

El apartado trabajo de diseño cuenta con los componentes currículo de conocimientos, rúbricas, cuestionario, entrevistas, instrumentos para documentación y material didáctico. Para realizarlo se analizaron distintos modelos curriculares, como el modelo de cuatro pasos de Tyler (1973), el modelo de Taba que considera las necesidades de la sociedad y la cultura (Meza, 2012), y el modelo de Fonseca y Gamboa, identificado como un proceso de enseñanza-aprendizaje que tiene que ser llevado de manera científica (Fonseca y Gamboa, 2017). En la tabla 1 se muestran todos sus componentes (página siguiente).

Tabla 1. Plan de aprendizaje

Componentes	Contenido	
1. Conceptualización del plan	El desarrollo de herramientas y materiales educativos específicamente diseñados para la enseñanza en un domo inmerso permiten explorar conocimientos complejos que pueden ser útiles para estudiantes desde los ocho años hasta los docentes. Como ejemplo, resolver problemas tridimensionales con distintas variables, 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 para utilizarlos en su trabajo creativo y docente.	
6. Determinación de los contenidos necesarios para alcanzar los objetivos terminales	El estimular la imaginación, mediante herramientas y ejercicios que permitan adquirir los conocimientos necesarios para la creación de narrativas destinadas a su presentación en un domo inmersivo de autoconstrucción.	
7. Contenidos del <i>software</i> educativo	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. Contenidos del <i>software</i> educativo	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).
	Tema 3. Inmersión	Subtema 1 Domo poliangular: Se presenta un estudio profundo sobre la perspectiva poliangular y la deformación de la imagen.
		Subtema 2 Aspectos técnicos de una envolvente y su integración: Se presenta información técnica para iniciar el trabajo con <i>software</i> , así como una breve revisión sobre el principio óptico de Fermat.
		Subtema 3 El lenguaje inmersivo: Se presenta la comprensión sofisticada de las percepciones humanas y la interpretación de estas sensaciones, fundamentales para comprender el lenguaje de la proyección inmersiva.

8. Material didáctico

- Un *software* es el instrumento que da respuesta a las necesidades del plan curricular y sirve para indagar sobre las implicaciones de la educación con aprendizajes combinados.⁴ Los mecanismos para construir *software* se basaron en las características esenciales y atributos utilizados por Jacob Nielsen (1993): usabilidad, accesibilidad, estilo, funcionalidad, calidad de los contenidos, eficiencia y seguridad.

Se puede visitar el *software* en <https://www.fulldome.com.mx>

- Domo inmersivo de autoconstrucción, es un conjunto de cuarenta 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 de 180° para proyectar desde su interior. Sus medidas son:

Radio esférico: 4.20 metros

Altura: 2.00 metros

- Software libre para trabajo.⁵ Calculadora de geodésicas, *software* para planetario y su guía de uso en castellano (Stellarium), efectos digitales (After Efx), archivos de producción digital (Photoshop y Power point), *software* de edición de video (After Efx y Cinelerra), *software* de modelado 3D (Blander) y *software* para edición de fotografía (Gimp y Photoshop).

9. Metodología de implementación

El método de trabajo es colectivo con un enfoque educativo no formal, su tiempo de aprendizaje está programado para seis días de auto aprendizaje mediante del *software* educativo y quince horas de aprendizaje en aula con la presencia del maestro.

En la primera parte de siete días los estudiantes reciben el *software* 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 dota al estudiante de información teórica que le ayuda a descubrir los conceptos relacionados con las ciencias, las artes y la visualidad.

<p>10. Rúbrica y determinación de lo que será objeto de evaluación</p>	<p>Para evaluar los aprendizajes obtenidos en cada práctica se utilizaron rúbricas de evaluación que sirvieron de guías establecidas en niveles de pericia y desempeño sobre el proceso de producción. Sus valores se constituyeron por niveles de asistencia: 25%; entrevista, cuestionario y trabajo colectivo para autoconstruir el domo: 35%; presentación libre de una obra inmersiva: 15%; acompañamiento oral de la obra inmersiva: 25%; total: 100%.</p> <p>De acuerdo con el enfoque de investigación constructivista y social de múltiples fuentes se utilizaron:</p> <p>Entrevistas: Es una técnica que permite una gran libertad de expresión, en la que el entrevistado elige sus palabras y profundiza sobre sus pensamientos en una relación interpersonal intensa (Girox y Ginette, 2004). Se constituyó de:</p> <p>a) Entrevistas grupales donde se efectuó algún tipo de guía, dejando a los entrevistados expresarse abiertamente, con espontaneidad. Los temas manejados en la entrevista fueron:</p> <ul style="list-style-type: none">i) Visitas a un planetarioii) Conocimiento sobre los planetarios <p>- Documentación con fotografía: se eligió por su capacidad de movilidad, durabilidad y fidelidad. Posee, además, un carácter documental de la forma más fiel e imparcial (Freund, 1947).</p> <p>- Cuestionario tipo Likert (1932), se utilizó al concluir cada práctica para determinar el nivel de acuerdo o desacuerdo con la metodología implementada. Su escala 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 arte? [haciendo preguntas, visitando un museo o una biblioteca, escribiendo, dibujando o armando un planetario propio]. y 5. ¿La guía del practicante fue?</p>
<p>11. Requerimientos</p>	<p>Los requerimientos técnicos para los participantes se limitaron a contar con equipo informático portátil y con las habilidades propias de la educación media superior. Los requerimientos técnicos para llevar a cabo la actividad se limitaron a espacios educativos electrificados, equipados con sillas, mesas e internet.</p>

El apartado *trabajo de campo* cuenta con el componente de gestión de movilidad, que tuvo el apoyo de la Maestría en Desarrollo y Planeación de la Educación de la Universidad Autónoma Metropolitana. La implementación en Villahermosa sucedió por invitación de la Secretaría de Cultura del Estado de Tabasco, siendo gestionada en su totalidad por ésta.

Hallazgos

Las comunidades de aprendizaje estuvieron rodeadas de factores que influyeron directa e indirectamente en cada lugar y durante las evaluaciones estas influencias se vieron involucradas en el desarrollo de la investigación, repercutiendo en el objeto de estudio. Para comprenderlo, se tomó en cuenta la complejidad de los fines y medios en el diseño curricular al promover una actividad educativa que incluyó metodologías innovadoras para una entidad sin infraestructura. Se consideró el estudio interno en las experiencias de aprendizaje adquirido por los estudiantes y su evaluación externa con juicios que devienen del aprovechamiento, la producción y la expresión visual.

Aquí entró en juego el método etnográfico de corte transversal, para encontrar las diferencias y similitudes. Por un lado, se asumió la perspectiva ética que permitió estudiar la interactividad de los estudiantes con el plan de aprendizaje combinado en un tiempo determinado por 15 días y desde el punto de vista del investigador. Por otro lado, la perspectiva émica estudió por 5 días las experiencias de los estudiantes desde su punto de vista, con el fin de determinar referentes explicativos de sus fenómenos internos (Rosa y Orey, 2012). Así, se muestran los hallazgos encontrados.

La unidad holística de la investigación se conformó por dos pruebas piloto y dos lugares de observación: las pruebas piloto sucedieron en el Salón de la Plástica Mexicana

y la Galería José María Velasco en la Ciudad de México, la primera observación en el Planetario Tabasco 2000, Tabasco, y la segunda observación fue en el Centro de Conocimiento y Artes de Durango, Durango. La información contextual relacionada con las circunstancias y el tamaño de las muestras se exponen a continuación.

Pruebas piloto: Salón de la Plástica Mexicana y Galería José María Velasco

Las pruebas piloto sirvieron como referencia para revisar el diseño del plan de trabajo, los instrumentos de implementación y evaluación. Se llevó a cabo una convocatoria pública que aceptó estudiantes de educación superior, graduados en artes visuales y maestros en servicio. Todos los participantes indicaron su visita a un planetario antes de la actividad. Conforme al plan curricular, participaron en la autoconstrucción del domo de inmersión, mientras que seis lograron presentar una pieza final.

Primera observación: Planetario Tabasco 2000 (PT2000)

Se difundió una convocatoria para la ciudad de Villahermosa; la actividad fue gestionada en su totalidad por la Secretaría de Cultura del Estado; 11 personas aceptaron participar. Todos habían estado en el domo inmersivo del estado, lo que sirvió para compartir sus experiencias y comparar sus destrezas durante el proceso de aprendizaje. También colaboraron con el trabajo colectivo para autoconstruir el domo, realizar pruebas, encuestas y entrevistas. Al final, 3 estudiantes presentaron muestras astronómicas y 6 obras artísticas.



Segunda observación: Centro de Conocimiento y Artes de Durango (CECOART)

La difusión de la actividad estuvo a cargo de la dirección del lugar; acudieron 12 personas de diferentes profesiones. Once participantes nunca habían estado físicamente en un domo inmersivo y uno acudió al planetario de Medellín, en Colombia. Todos los asistentes colaboraron en la autoconstrucción y desarrollaron su proceso creativo, pero sólo 8 presentaron una pieza final. La siguiente tabla expone la información cuantitativa más básica, como asistencia, deserción, nivel educativo, género y rangos de edad.

Tabla 2. Información cuantitativa

Lugar	Captación		Nivel Educativo		% Género		Rangos de edad
	Asistentes	% Deserción			Hombres	Mujeres	
Pilotos	12	0.2%	Técnico	1	41.6%	58.4%	23 a 47 años
			Licenciatura	8			
			Posgrado	3			
Tabasco PT2000	11	0%	Bachillerato	1	63.6%	36.4%	23 a 62 años
			Licenciatura	8			
			Posgrado	2			
Durango CECOART	12	0.1%	Licenciatura	10	66.6%	33.4%	24 a 52 años
			Normalista	1			
			Posgrado	1			
Totales	35	0.3%	Bachillerato	1	57.4%	42.6%	23 a 62 años
			Técnico	1			
			Normalista	1			
			Licenciatura	26			
			Posgrado	6			

El porcentaje total de deserción fue del 0.3%; 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. La asistencia, dividida por el género, estuvo liderada por 57.4% de hombres *versus* 42.6% de mujeres. En lo que corresponde a la participación por 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. Los niveles

educativos esporádicos fueron bachillerato, técnico y normalista; el nivel educativo más constante fue la licenciatura y posteriormente estuvieron los posgrados. Los rangos de edad oscilaron entre 23 a 62 años, mostrando la persistencia de los involucrados para adquirir nuevos conocimientos.

La interacción de los estudiantes con las actividades del aprendizaje combinado requirió más que la simple adquisición de nuevos conocimientos, pues el objetivo fue el desarrollo de nuevas habilidades para crear una obra inmersiva. En un sesgo, la transferencia de conocimientos para la

creación fueron inseparables a las emociones de los estudiantes, como sentirse más seguros para realizar cada prueba (Howard y Mozejko, 2015). En este sentido, los estudiantes enfrentaron muchos desafíos al interactuar con las actividades y desarrollar nuevas habilidades tecnológicas, como lidiar con pruebas y enfrentar los riesgos asociados con la falta del equipo adecuado para el formato combinado. Todo lo anterior influyó en las prácticas y en la interacción de los estudiantes, incluidas las decisiones relativas a la implementación de las pruebas y edición de una pieza inmersiva. Dicha influencia confirmó la idea de la transformación en el modo de enseñar y aprender, lo que me llevó a transitar del trabajo tradicional del aula hacia un espacio educativo inmersivo.

La valoración porcentual del aprovechamiento dejó ver aspectos importantes sobre las interacciones de los estudiantes con el plan de aprendizaje y su experiencia al crear una obra inmersiva.

El primer aspecto es el plan de aprendizaje, que afirmó la interacción con la mediación de sus recursos didácticos y sus dispositivos, otorgando en su *software* una interactividad personalizada en el usuario. El plan de aprendizaje combinado animó a los involucrados a participar en el proceso de formación y actualización, lo que permitió trabajar desde sus dispositivos fuera del contexto del aula.

Otro aspecto fue la interacción con el conocimiento del plan de aprendizaje que facilitó la relación pedagógica, debido a que busqué favorecer nuevas experiencias, a través de la resolución de problemas prácticos para interactuar con la educación inmersiva. En cuanto la combinación de conocimientos previos se tuvo la aceptabilidad para relacionar temas artísticos de la pintura del *Quattrocento* con el arte contemporáneo y temas de ciencia.

Un aspecto más fue la actitud de apertura permanente para conducirse en el camino del aprendizaje, aunque algunos estudiantes no contaban con la conexión a internet. Sin embargo, el obstáculo más importante para la interac-

tividad con el plan de aprendizaje combinado fue la falta de tiempo para desarrollar habilidades digitales en los estudiantes y el equipo de cómputo; posteriormente, el tiempo para completar algunas actividades se ubicó como el segundo obstáculo. La falta de equipo es una situación que visibilizó de forma negativa el acceso al conocimiento. Es importante señalar que esto no desanimó el interés de los estudiantes para compartir sus equipos y también sus resultados. La disposición de los estudiantes confirmó las tesis de otras investigaciones científicas que manifiestan los efectos potenciales de los planetarios en su valor afectivo (Summers *et al.*, 2008; Reed, 1970).

En este punto, los trabajos visuales generados por los estudiantes tienen el potencial de cerrar la brecha en la comprensión de la educación inmersiva. O sea, el aprendizaje de conceptos bidimensionales puede ser difícil de comprender cuando se involucran relaciones espaciales tridimensionales, ya que muchos de los materiales de enseñanza tradicionales siguen siendo de naturaleza bidimensional, pero cuando se recurre a un instrumento tridimensional, como el domo de inmersión, su aprendizaje es más efectivo.

A partir de este análisis comparativo, hubo también la constancia de que la composición social de cada lugar y el acceso adecuado a la infraestructura tienen una influencia significativa para la interactividad, 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 y difusión de la ciencia con domos inmersivos, como resultó en CECOART Durango. Las entidades con niveles superiores en infraestructura tuvieron resultados mayores en la interactividad con el domo inmersivo, como sucedió en PT2000 Tabasco. No obstante, la interactividad fue enriquecedora en las dos comunidades de aprendizaje (véase Tabla de evidencias en la página siguiente).

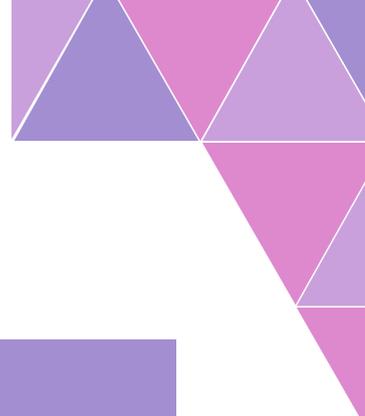
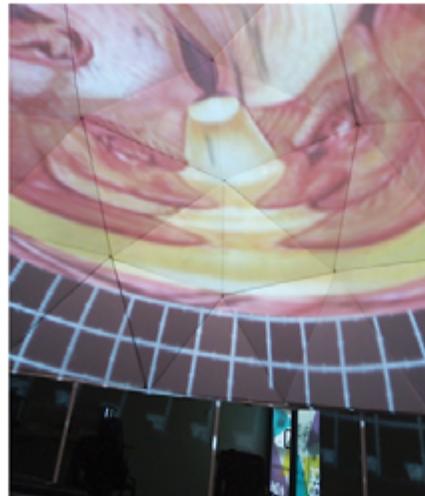


Tabla 3. Evidencias

Lugar	Trabajo colectivo y proyección de obras finales		
Tabasco PT2000			

Durango
CECOART



¿Cómo describen los estudiantes sus experiencias después de interactuar con el plan de aprendizajes combinados y el domo de inmersión?

La respuesta a la pregunta de la investigación parte de una perspectiva émica, es decir, desde adentro, donde los participantes mantienen una relación de aprendizaje que me permitió involucrarme con ellos, trabajando junto a ellos y asumiendo los mismos objetivos orientados a lograrlos. En esta participación obtuve información valiosa sobre los participantes y la identidad del lenguaje con el que discutieron los procedimientos y convenciones sobre el plan de trabajo implementado.

El acercamiento se hizo con un cuestionario de evaluaciones sumarias para identificar y especificar el nivel de acuerdo posterior a cada práctica (Likert, 1932), también se documentaron grabaciones y entrevistas para profundizar sobre el conjunto de conocimientos que se disponían en cada lugar. En la siguiente tabla se muestran los resultados del cuestionario aplicado en cada práctica.

Tabla 4. Cuestionario de evaluación

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	96.8%	3.2%	0%	0%	0%
¿La guía del practicante fue?	93.8%	6.2%	0%	0%	0%

De todas las respuestas, el conjunto demuestra que los estudiantes involucrados tuvieron muy buenas experiencias, 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.

Del acercamiento profundo en el lenguaje se obtuvo una apreciación rica en contenido para su análisis; dicha apreciación devino de las grabaciones en presentaciones orales en Tabasco, éste fue el único lugar que presentó capacidades discursivas para presentar obras inmersivas, lugar en el que identifiqué conocimientos adquiridos por experiencias previas en su planetario estatal, lo que permitió desarrollar presentaciones complejas que narraban historias astronómicas. Dicha actividad se grabó con tres participantes que presentaron su obra acompañados por una muestra inmersiva con el Stellarium.⁶

En este contexto se desarrolló la apreciación émica que buscó comprender las dinámicas internas y las relaciones *software* influidas dentro del lugar. Esto significa que el constructo émico consideró las percepciones, entendimientos internos y su validación surgió durante el consenso compartido por los alumnos. La percepción contó con tres historias orales: una dedicada al sol y la luna, otra a la constelación tianguis mexicana y una más a las constelaciones mayas.

De la transcripción de cada presentación se realizó un análisis semántico y se aplicó la técnica de contenido heurístico, sintetizando

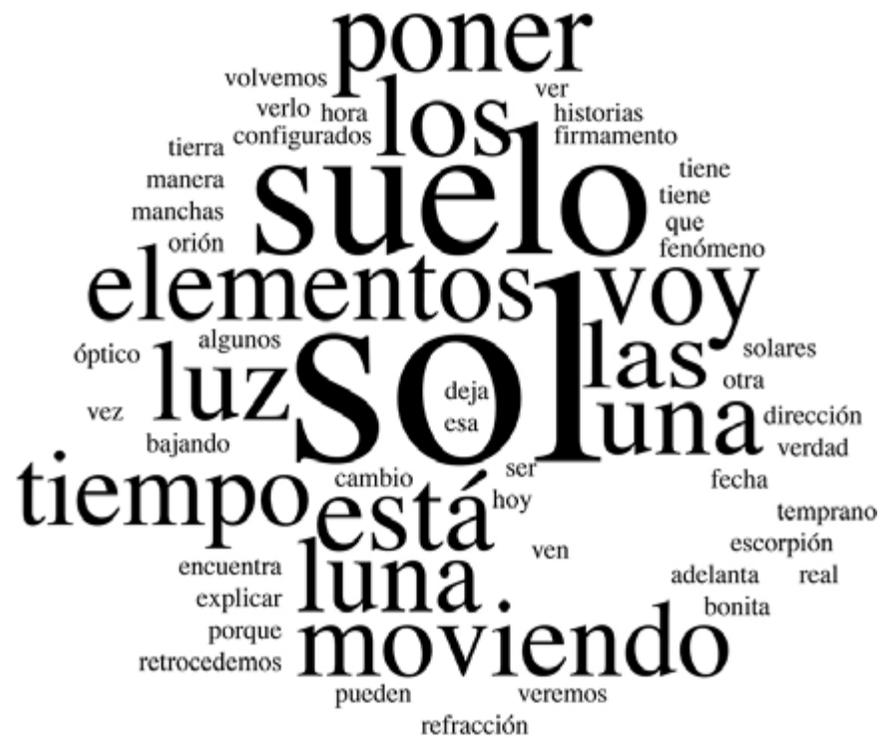
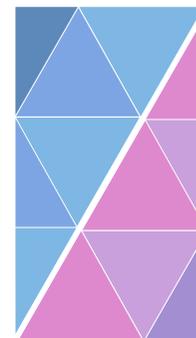


Figura 2. Apreciación émica en Tabasco

palabras en categorías mínimas que expresaron conceptos calculando su frecuencia con el número de veces que se repetía entre los oradores, con ayuda del programa NVivo 11.4.0 se estimó todo el proceso.

Es de suma importancia comprender que la observación émica y su técnica de investigación no tienen nada que ver con la astronomía. El conocimiento que manifestaron los estudiantes se obtuvo mediante ideas y prácticas internas en el grupo para obtener conclusiones a partir de las premisas de la percepción local. En otras palabras, la especificidad de las presentaciones orales puede entenderse mejor con el trasfondo de la comunidad que se ha desarrollado en torno a Tabasco y su planetario estatal, siendo un proyecto que abrió sus puertas al público desde 1981, creando una comunidad de aprendizaje para el estado. Por lo tanto, los conocimientos previamente adquiridos mediante métodos subjetivos y el aprendizaje contextualizado concluyeron en el diálogo y el argumento de los fenómenos astronómicos que poseen toda su complejidad y que pueden entenderse dentro de su contexto.



Asimismo, la narración de una historia por los estudiantes, que es acompañada de una serie de imágenes inmersivas, deriva de un espacio de aprendizaje que favoreció la motivación. La motivación tiene la virtud de mover y hasta cambiar la conducta humana, determinando la energía con la que se actúa (Carrillo, Padilla, Rosero y Villagómez, 2009). De acuerdo con algunos teóricos, la motivación es una necesidad fundamental para el crecimiento y es parte importante para la autorrealización (Maslow, 2003). Desde la pedagogía constructivista de Ausubel (1973), la motivación es un requerimiento esencial para el aprendizaje en su estructura cognitiva, en la que el sujeto puede establecer relaciones entre conocimientos nuevos y previos.

Conclusiones

Con el advenimiento del desarrollo tecnológico y la relativa facilidad de acceso a su infraestructura, se han desarrollado nuevos escenarios para que el aprendizaje pueda mejorar en alcance y rendimiento desde cualquier geografía. Sin embargo, la diversidad cultural y la realidad económica constituyen paradigmas que impactan en las propuestas educativas que se apoyan en la tecnología. Asimismo, hay una brecha por resarcir cuando se busca que los interesados y docentes mexicanos adquieran las capacidades necesarias para producir contenidos educativos dirigidos a un domo inmersivo. Esto implica una serie de procesos tecnológicos y demandas educativas 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).

En otra perspectiva, se tiene que pensar en cambiar el sentido del aula frontal, donde la pedagogía, que está orientada al frente, es distinta cuando se habla del aula inmersiva, ya que la atención se distribuye a un espacio de 360° y los conocimientos se organizan en otras pedagogías que devienen de los lenguajes multimodales de la cultura digital. En este contexto, los profesores que quieran involucrarse deben de contar con las habilidades digitales para producir contenidos educativos adecuados que les permitan conjugar un plan curricular con las disciplinas que vayan a implementar.

Igualmente, deben identificar las tecnologías asequibles capaces de cumplir con los requisitos técnicos destinados a los entornos inmersivos, siendo el principal objetivo de cualquier interesado contribuir a la producción de contenido educativo inmersivo.

Finalmente, las experiencias analizadas mostraron desafíos materiales y económicos para involucrar a los jóvenes y maestros en actividades de aprendizaje que incluyeron tecnología inmersiva. A pesar de que los jóvenes interactúan constantemente con los medios de comunicación, mediante distintos dispositivos tecnológicos, y más aún, las interacciones en pantalla han ido aumentando por la pandemia del COVID-19. Esto sugiere que habrá un impacto en la educación que conduce a la expansión de nuevos entornos de aprendizaje, a su vez habrá una falta de equidad y justicia en la adquisición de tecnologías, lo que podría llevarnos a otros escenarios por resarcir. De hecho, los conceptos de equidad y justicia cambian con el tiempo, y en la medida en que aumenta la intolerancia junto con la estratificación y la diferenciación, la desigualdad se transforma radicalmente (Sen, 2016).

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.



Notas

- 1 De acuerdo con el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT)
- 2 Más información en: <https://alejandrocasaes.com/mapa/>
- 3 Diseño y edición de Alejandro Casaes N
- 4 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. Recuperado de: <https://helpx.adobe.com/mx/dreamweaver/using/web-applications.html>
- 5 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.
- 6 El *software* permite a las personas usar una computadora personal como un planetario virtual, ya que calcula la posición del sistema solar y de las estrellas como aparecería en el cielo desde cualquier hora y ubicación terrestre. También puede mostrar las constelaciones y simular fenómenos astronómicos.

Referencias

- Ausubel, D. P. (1973). "Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento". En Elam, S. (Comp.). *La educación y la estructura del conocimiento. Investigaciones sobre el proceso de aprendizaje y la naturaleza de las disciplinas que integran el currículum*. Argentina: Ateneo.
- Boellstorff, T.; Nardi, B.; Pearce, C. & Taylor, T. (2012). *Ethnography and virtual worlds, A handbook of Method*. USA: Princenton University Press.
- Carrillo, M.; Padilla, J.; Rosero, T. y Villagómez, M. (2009). "La motivación y el aprendizaje" [versión electrónica]. *Alteridad* (pp. 20-32), 4 (2).
- Casaes, A. (2020). "Experiencias de enseñanza con un domo móvil" [versión electrónica]. *Cause, Boletín Informativo* (pp. 29-33), 17 (junio).
- Cavalcanti, A. (2009). *Tecnologias alternativas de criação de conteúdos para ambientes Fulldome*. [Tesis Maestría]. Brasil: Universidade de Aveiro.
- Dewey, J. (1997). *Experiencia y educación*. Argentina: Losada.
- Díaz, F. (2008). "Educación y nuevas tecnologías de la información: ¿Hacia un paradigma educativo innovador?" [versión electrónica]. ITESO, *Revista Electrónica Sinéctica* (pp. 1-15), 30-
- Fonseca, J. y Gamboa, M. (2017). "Aspectos teóricos sobre el diseño curricular y sus particularidades en las ciencias" [versión electrónica]. *Revista Boletín Redipe* (pp. 83-112), 6 (3).
- Freund, G. (1974). *La fotografía como documento social*. España: Gustavo Gill.
- Giroux, S. y Ginette, T. (2004). *Metodología de las ciencias humanas, investigación en acción*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Greenberg, B.; Schwartz, R. & Horn, M. (2002). *Blended Learning: Personalizing Education for Students*. Teacher Center, Silicon Schools Fund & Clayton Christensen Institute. Recuperado de: <https://www.coursera.org/learn/blending-learning-personalization> (Fecha de consulta: 13 de mayo de 2020).

- Hartweg, B. (2018). A Case Study Exploring the Experiences of Pre-service Teachers in a live-interactive portable Planetarium Program (Explorando las experiencias de maestros en servicio en un programa de planetario portátil interactivo en vivo, un estudio de caso). [Tesis Doctoral]. USA: Texas Christian University Forth Worth.
- Hernández, G. (2015). "La metáfora de las TIC como herramientas educativas: El aprendizaje y las tecnologías de la información y la comunicación" [versión electrónica]. DIDAC (pp. 31-38), 66 (jul-dic).
- Howard, S. K. y Mozejko, A. (2015). "Teachers: Technology, change and resistance" (pp. 1-14). Cambridge University Press. Recuperado de: <https://ro.uow.edu.au/sspapers/1830> (Fecha de consulta: 9 de julio de 2020).
- Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación (2018). *Banco de indicadores educativos*. INEE. Recuperado de: <https://www.inee.edu.mx/evaluaciones/ef-entidades-federativas/> (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020)
- Jardines, F., (2009). "Desarrollo histórico de la educación a distancia, Innovaciones de negocios" pp. 225-236). Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/12521/1/A5.pdf> (Fecha de consulta: 9 de diciembre de 2020).
- Likert, R. (1932). *A technique for measurement of attitudes*. USA: New York University.
- Maslow, A. (2003). Teorías de la personalidad, Dr. C. George Boeree. Recuperado de: <http://webpace.ship.edu/cgboer/maslowesp.html> (Fecha de consulta: 23 de noviembre de 2020).
- Meza, Jorge (2012). Diseño y desarrollo curricular. México: Tercer Milenio S.C.
- Mialaret, G. (1977). Ciencias de la educación. España: Oikos-Tau.
- Peña, H. (2017). "Revolución en el aula" [versión electrónica]. *Avance y Perspectiva* (pp. 29-31), 2(4).
- Puiggrós, A. (1990). "Sujetos, disciplina y currículum en los orígenes del sistema educativo argentino (1885-1916)" Recuperado de: https://campus.fahce.unlp.edu.ar/pluginfile.php?file=%2F184673%2F-mod_forum%2Fattachment%2F67064%2FPUIGGR%C3%93S%20-%20Sujetos%20disciplina%20y%20currículum.pdf (Consultado el 21 de enero de 2020).
- 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]. USA: Michigan University.
- Reynolds, S. (2002). *Portable Planetarium Handbook*. USA: International Planetarium Society.
- Rosa y Orey (2012). "The field of research in ethnomodeling: emic, ethic and dialectical approaches" [versión electrónica]. *Educ. Pesqui.* (pp. 865-879). Sao Paulo, 38 (04).
- Sampieri, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*, 5a. ed. México: The McGraw Hill/Interamericana.
- Secretaría de Administración e Innovación Gubernamental (2020). *Planetario Tabasco 2000*. Recuperado de: <https://tabasco.gob.mx/planetario-tabasco-2000-C> (Fecha de consulta: 6 de octubre de 2019).
- Sen, A. (2016). *La desigualdad económica*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Siqueiros, D. (2020). *Plataforma Pedagógica de Proyecto Siqueiros (Siqueiros pedagogo)*. México: Instituto Nacional de Bellas Artes y Sala de Arte Público Siqueiros.
- Stake, R. (1995). *Investigación con estudios de casos*. España: Morata.
- Summers, C.; Reiff, P. & Weber, W. (2008). "Learning in an immersive digital theater" [versión electrónica]. *Advances in Space Resarch* (pp. 1848-1854), 42 (11).
- Tyler, R. (1973). *Principios básicos del currículo*. Argentina: Troquel.
- Yu, K.C.; Sahami, K.; Sahami, V. & Session, L. (2015). "Using a digital planetarium for teaching seasons to undergraduates" [versión electrónica]. *Journal of Astronomy & Earth Sciences Education* (pp. 33-50). 2 (1).