South American Publishing

SAP Dentistry. 2025; 3:201
doi: 10.62486/dent2025201

ORIGINAL

3D biomodels to integrate an imaging diagnosis as an aid in learning clinical diagnostics in dentis-try

Biomodelos 3D para integrar un diagnóstico imagenológico como auxiliar en el aprendizaje del diagnóstico clínico en odontología

José Antonio Jerónimo Montes[1] ✉, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez[2] ✉, Juan Ignacio Cruz[1] ✉

[1]Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México.
[2]UNAM. Facultad de Estudios Superiores Zaragoza. México.

Cite as
Jerónimo Montes JA, Martínez Rodríguez AR, Cruz JI. 3D biomodels to integrate an imaging diagnosis as an aid in learning clinical diagnostics in dentistry. SAP Dentistry. 2025; 3:201. https://doi.org/10.62486/dent2025201

Publication History
Submitted: 26-03-2024
Revised: 05-08-2024
Accepted: 29-12-2024
Published: 01-01-2025

Corresponding Author
José Antonio Jerónimo Montes ✉

ABSTRACT

The work presented here corresponds to the purpose of the PAPIT Project IN306823 Emerging peda-gogies and open educational movement, particularly in digital and 3D printed format; applied in learning activities in Health Sciences, in dentistry. In the salud area, the challenge is to attract the attention and interest of students to learn anatomy, pathology and promote the integration of knowledge of the basic areas referred to above in the process of identifying lesions, in that formative experience focused on the use of radiographic images of patients. The learning experiences that are shared incorporate 3D printed models that have been generated with DICOM data obtained from CT scans, which are transformed into a geometry data. STL (Blue Sky Plan software) data are trans-formed into slices (SLICER) for 3D printing in the CURA program. These resources have been a support for teaching and learning. The 3D models are called Biomodels and have been tested in small groups as part of the Design Thiniking methodology; the results have been identified through open interview and online forms.

Keywords: 3D Printing; 3D Biomodels; Open Educational Resources.

RESUMEN

El trabajo que aquí se presenta corresponde con el propósito del Proyecto PAPIT IN306823 Pedago-gías emergentes y movimiento educativo abierto, en particular en formato digital e impreso 3D; apli-cados en las actividades de aprendizaje en Ciencias de la Salud, en odontología. En el área de la sa-lud el reto es atraer la atención e interés de los estudiantes para el aprendizaje de la anatomía, la patología y fomentar la integración de los conocimientos de las áreas básicas antes referidas en el proceso de identificación de lesiones, en esa experiencia formativa centrada en el uso de imágenes radiográficas de pacientes. En las experiencias de aprendizaje que se comparten se incorporan mode-los impresos en formato 3D que se han generado con datos DICOM obtenidos de tomografías compu-tarizadas, que se transforman a un dato de geometría. STL (Blue Sky Plan software), los datos, se transforman en cortes (SLICER) para impresión 3D, en el programa CURA. Estos recursos han sido un apoyo para la enseñanza y el aprendizaje. Los modelos 3D los denominamos Biomodelos y se han pro-bado en pequeños grupos como parte de la metodología Design Thiniking; los resultados se han iden-tificado, mediante la entrevista abierta y con formularios en línea.

Palabras clave: Impresión 3D; Biomodelos 3D; Recursos Educativos Abiertos.

© 2025; The Authors. This Open access article is distributed under the Creative Commons Attribution 4.0 license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

INTRODUCCIÓN

Tomamos como punto de partida los cambios vertiginosos que se viven en la práctica profesional del estomatólogo en el área de la salud, con el consecuente compromiso de innovar la formación profesional en el marco del acelerado avance tecnológico.

Con base en la reflexión de las experiencias educativas durante la pandemia, ha sido necesario ajustar o cambiar los patrones didácticos existentes, para dar respuesta a la problemática de un mundo complejo y, una realidad en constante cambio que considere entre otras cosas, evaluar la pertinencia de la información y la construcción de significados que tengan relación con la solución de problemas; con estudiantes que poseen sofisticadas destrezas tecnológicas; con docentes en su mayoría adultos mayores de 40 años muchos de ellos apenas incorporándose a las "nuevas tecnologías de la información y comunicación para proceso educativo. Los retos identificados hasta el momento han sido: desarrollar una práctica docente alternativa, explorar alternativas de comunicación y estrategias didácticas en línea, buscar estrategias creativas para la interacción mediante medios electrónicos de comunicación, generar recursos digitales, generar materiales y ejercicios lúdicos adecuados para facilitar el aprendizaje, el desarrollo de habilidades psicomotoras de los estudiantes, para el desarrollo del programa de estudio de la licenciatura estomatológica.

DESARROLLO

Las experiencias vividas durante la pandemia constituyeron la oportunidad de realizar una práctica para el aprendizaje colaborativo entre los docentes que entre otras cosas permitió:

- El descubrimiento de nuevos recursos para la enseñanza y el aprendizaje.
- La creación de materiales y ejercicios que facilitaran la comprensión y el aprendizaje de los contenidos teóricos y prácticos.
- Aceptar la ayuda de los estudiantes para solucionar problemas técnicos del uso de dispositivos "novedosos".
- Compartir experiencias y realizar trabajos colaborativos creativos para el desarrollo de las prácticas de laboratorio.

La relación del docente con los estudiantes también fue una experiencia de aprendizaje de ambos con la intermediación de los recursos educativos abiertos en un ambiente de:

- Aislamiento.
- Poca interacción con sus compañeros.
- Utilizar disposición para incursionar en experiencias de aprendizaje diferente.
- Recuperar experiencias comunicativas diversas.
- Colaborar y ofrecer alternativas para una mejorar interacción para el aprendizaje y desarrollo de habilidades en línea.

En este contexto recuperar el aprendizaje mediante procesos de interacción que propicien la adquisición de conocimientos, habilidades, aptitudes, actitudes y valores a través de experiencias diversas para solucionar problemas, que facilitan la recuperación de conocimientos y experiencias previas y dan como resultado un nuevo aprendizaje en un contexto determinado. Además, promover el entrenamiento entendido como el conjunto de procedimientos y actividades que se realizan para propiciar el análisis de procesos, identificar y comprender el resultado obtenido, que permita llegar a conclusiones que faciliten emitir un juicio o realizar acciones para solucionar uno o varios problemas.[1]

En Educación Superior el proceso de enseñanza, aprendizaje y entrenamiento implica entre otras cosas realizar funciones profesionales, comparar modelos y orientaciones que faciliten su formación profesional acorde al contexto histórico social en el que se inserte. En este contexto el proceso enseñanza y aprendizaje se ha modificado de manera significativa. Los docentes hemos tenido que aprender a mirar a los estudiantes desde otros lugares, identificar nuevos obstáculos y otras formas de percibir la realidad.[2]

Con base en la experiencia mencionada, después de la pandemia, tanto docentes como estudiantes enfrentamos nuevos retos al retornar a las actividades académicas presenciales en un clima de desolación por las pérdidas humanas y materiales, temor a infectarse y expectativas para aprender en un contexto diferente. Por lo que la práctica docente y la didáctica no podía ser las de antes de la pandemia y tampoco igual a las que se desarrollaron durante el aislamiento. Algunos retos que enfrentan los docentes:

- **I**ncorporar tecnologías digitales en el proceso de aprendizaje presencial.
- Resistencia y dificultad de los estudiantes para abordar un tema con las estrategias didácticas tradicionales.
- Dificulta para poner atención en un tiempo mayor a 10 minutos.
- Realizar una Práctica docente con base en un clima de respeto, colaboración, solidaridad y acompañamiento.
- Insertarse en un proceso de aprendizaje en situaciones sui generis, complejas de interacción para propiciar el desarrollo del programa de estudio.
- Interactuar con estudiantes que en los últimos dos años vivieron en un mundo interconectado, que implica acudir a las redes de información con la oportunidad de encontrar información accesible, simplificada que requiere de una búsqueda crítica que facilite identificar la información falsa o poco fundamentada de la que hace aportaciones válidas y significativas.

Así las cosas, se considera que el avance de la tecnología digital ofrece alternativas para realizar una práctica docente con Recursos educativos Abiertos (REA) lúdicos de 3D que faciliten la interacción con estudiantes de una generación que enfrenta situaciones de incertidumbre en una realidad de cambios acelerados, el uso cotidiano y en casos excesivo de las redes sociales. que los llevan a experiencias de aprendizaje individualizados en un contexto complejo.[1,3,4] En el caso del aprendizaje de la anatomía, este se simplifica mediante el uso de aplicaciones interactivas de imágenes y modelos en 3D, que facilitan el acceso a estructuras anatómicas complejas, mediante la relación del modelo, con la imagen, proceso afortunado para el aprendizaje del diagnóstico y

planeación del tratamiento.

En el contexto del primer año de la licenciatura de Cirujano Dentista en el Módulo Bases para el diagnóstico del sistema estomatognático, los estudiantes del primer año de la licenciatura se introducen en:

- El aprendizaje del lenguaje de la disciplina.
- En la identificación de estructuras anatómicas con marcadas diferencias entre sí.
- Estructuras que tienen semejanza con figuras geométricas, elevaciones, depresiones lineales, orificios, entre otras.
- Identificación de imágenes imagenológicas (radiografías y tomografías) (ver figura 1).
- Ejercicio para el que ha sido de gran utilidad el acceso a imágenes y modelos 3D, que ya se encuentran en aplicaciones como recurso educativo abiertos.

Figura 1. Radiografía panorámica

Figura 2. Aprendizaje de identificación de estructuras de cabeza y cuello en ser humano

En el proceso de enseñanza, aprendizaje para el diagnóstico imagenológico, los estudiantes tienen el reto de integrar los conocimientos adquiridos en otros módulos del mismo ciclo escolar. el entrenamiento para que el estudiante identifique las estructuras anatómicas de cabeza cara y cuello (ver figura 2), en una imagen de dos dimensiones con estructuras sobrepuestas, por lo que se requiere desarrollar habilidades para:

- Identificar cambios de tonos de negros, grises y blancos, que corresponden con estructuras anatómicas de acuerdo con su ubicación y grados de mineralización.
- Identificar la presencia de tejidos blandos y espacios entre las estructuras.
- Definir entre las imágenes cuáles son normales.
- Diferenciar las estructuras alteradas y la presencia de alguna patología.

Para facilitar este entrenamiento se propuso generar imágenes 3D que permitan observar por diferentes ángulos y planos las estructuras anatómicas presentes y diferenciar lo normal de lo anormal. Para el docente diseñar recursos educativos abiertos, que atraigan la atención e interés de los estudiantes, implica:

- Romper la resistencia.
- Un proceso de aprendizaje y capacitación.
- Actitud abierta y creativa.
- Desarrollar habilidades para el diseño de estos recursos.
- Contar con: escáner, impresoras 3D, el hardware y el software adecuado.

- Contar con un instructor que facilitara el aprendizaje y entrenamiento para el diagnóstico mediante recursos en 3D.

En la licenciatura de Cirujano Dentista se desarrolló un proyecto de innovación e investigación tecnológica para utilizar la tecnología de diseño e impresión 3D en apoyo al proceso de aprendizaje que consta de las etapas de la metodología de pensamiento en diseño (figura 3):

1. Empatizar y determinar los recursos 3D con los que se va a desarrollar el tema a partir de las necesidades planteadas por los aprendices.
    - En esta etapa se consideró entrevistar a los estudiantes considerando sus inquietudes y temores al utilizar una imagen del cráneo de un paciente obtenido mediante tomografía computarizada.
    - Elaborar una lista de patologías dentales frecuentes
    - En pequeño grupo los estudiantes elaboraron fichas con la imagen y la descripción radiográfica de algunas patologías frecuentes, (caries dental, bolsa periodontal, restos radiculares, entre otras).

2. Construir el modelo visual y el material con el propósito de probar el recurso con los estudiantes, para observar su interés, habilidades para integrar conocimientos, identificar estructuras sanas y alteradas, así como su persistencia para repetir el ejercicio.

Figura 3. Etapa de Empatizar, aprendices en actividad de aprendizaje con modelos 3D-Biomodelos

El modelo digital 3D desarrollado tanto en imagen como físico tiene los siguientes propósitos (figura 4):

- Identificar estructuras anatómicas.
- Identificar alteraciones y patologías.
- Integrar un diagnóstico con base en el modelo 3D.
- Diseñar y realizar tratamientos virtuales que faciliten identificar el proceso clínico.
- Analizar la efectividad de las alternativas terapéuticas mecánicas y elaborar los aparatos propuestos.

Figura 4. Actividad de aprendizaje con Biomodelo 3D comparando radiografía de paciente

Para el diseño del modelo se utilizaron los recursos obtenidos con el proyecto PAPIIT y con un software (Blue Sky), un hardware (Laptop Procesador i7, RAM 16 GB, Tarjeta gráfica rtx4060) y un escáner (DICOM). DICOM es una norma internacional utilizada para almacenar imágenes médicas como Tomografía Computarizada (CT) e Imágenes por Resonancia Magnética (MRI). Normalmente, cada porción de imagen de CT o MRI se guarda en un archivo DICOM individual, con la extensión de archivo ".dcm", aunque este no siempre es el caso. El proceso consistió en: Definir las estructuras anatómicas que se quieren segmentar,

para esto se evalúan diferentes tomografías, de diferentes pacientes lo importante aquí es tener los datos DICOM (archivos puros tomográficos), lo siguiente consiste en definir con que programa se van a transformar los datos DICOM a un dato de geometría. STL (Blue Sky Plan software), una vez que los datos. STL han sido segmentados y procesados (optimización), se lleva al programa para hacer el corte (SLICER) para impresión 3D. En este caso se utilizó el programa CURA, ya que el método de impresión es. FDM, una vez calibrada, se recuperan experiencias de otros autores en el campo de la odontología (figura 5).[5]

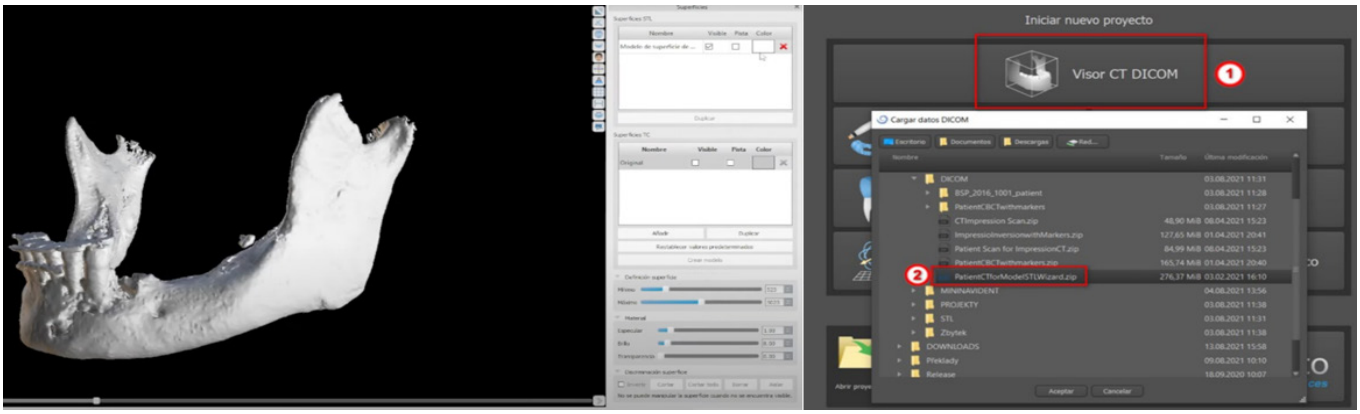

Figura 5. Software Blue Sky Plan de conversión de datos DICOM para el diseño de biomodelo impreso 3D

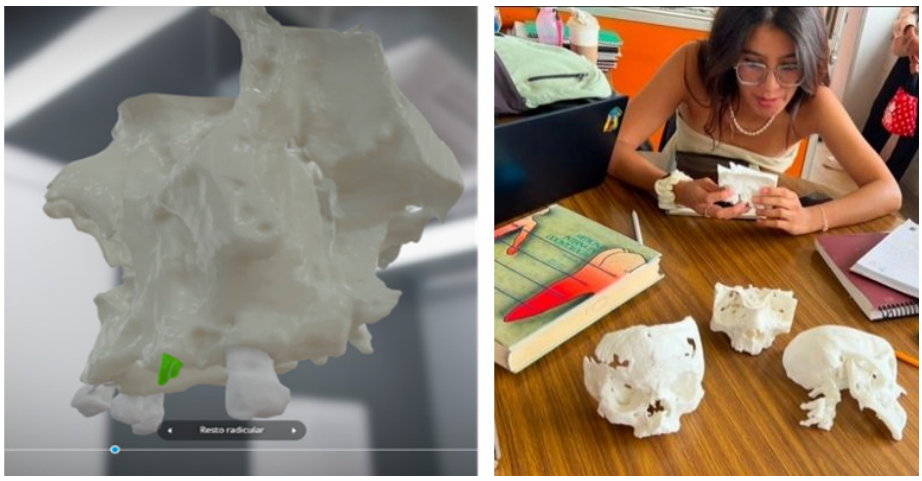

Figura 6. Biomodelos 3D proyecto PAPIIT

La impresión 3D se obtiene, proceso que tarda alrededor de 24 horas, al término de este tiempo se obtiene el biomodelo en 3D (figura 6).

3. El modelo visual en 3D se probó en un grupo de primer año de la licenciatura en Cirujano dentista de la FES Zaragoza, que consistió en:

- Mostrar la imagen en 3D de un paciente que tenía un resto radicular.
- Solicitar voluntarios para que pasarán a identificar las estructuras anatómicas presentes en la imagen 3D que se mostraba en una pantalla.
- Se dieron instrucciones para que los estudiantes voluntarios movieran la imagen de un lado a otro, la rotaran, y la fragmentaran.
- Se solicitó que identificaran algunas de las estructuras anatómicas presentes, ya conocidas y aprendidas en el Módulo de sistema estomatognático del área biológica.
- Señalaran alguna alteración, en este caso localizar un resto radicular.
- Se preguntó al grupo su opinión sobre el uso de esta tecnología para facilitar el aprendizaje para la identificación radiográfica:

a. El resultado preliminar obtenido mediante el interrogatorio didáctico fue:

I. Dificultad para expresar el resultado obtenido, sin embargo, algunos estudiantes dijeron: “Me di cuenta de que debo conocer bien la anatomía, me falta aprenderla mejor”

II. “Cuando va a subir la aplicación al aula virtual para jugar con ella”.

b. Se les preguntó que alteración encontraban y para esto se les sugirió que consultaran sus tarjetas informativas.

I. Tres estudiantes localizaron rápidamente el resto radicular, y otros afirmaron que “así lo tengo

en la tarjeta".

II. El proceso de reflexión sobre la experiencia permitió identificar la importancia de generar estos recursos para facilitar el aprendizaje de la anatomía y la identificación de estructuras.

III. Las necesidades de capacitación docente para el diseño y manejo de recursos educativos abiertos en 3D. El reto es trabajar con una imagen parecida a la radiografía, en este caso utilizar una tomografía, para realizar recursos didácticos abiertos para que los estudiantes a su ritmo incursionen a manera de juego en estos recursos y valoren su pertinencia para favorecer el aprendizaje significativo.

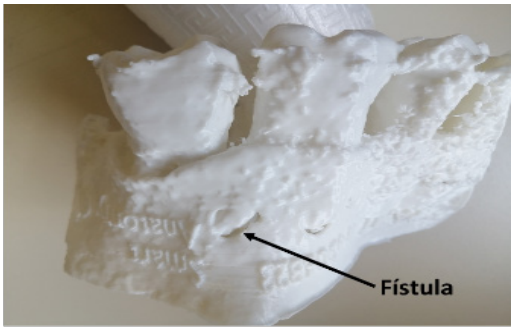

Imagen No 1. Obtenida por el equipo de trabajo del proyecto PAPIIT -IN306823 UNAM FES Zaragoza

Figura 7. Biomodelo proyecto PAPIIT, segmento de hueso maxilar

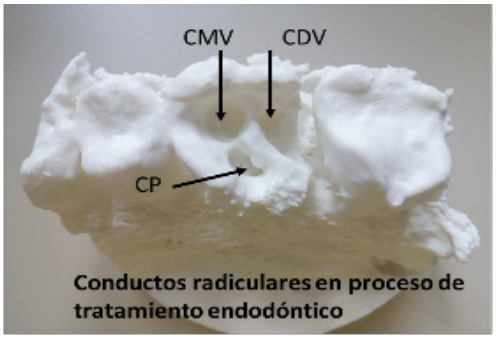

Imagen No 2. Obtenida por el equipo de trabajo del proyecto PAPIIT -IN306823 UNAM FES Zaragoza

Figura 8. Biomodelo proyecto PAPIIT, órgano dental afectado

En el proceso para probar la eficiencia del modelo físico 3D para el aprendizaje se consideró la imagen tomográfica de un segundo molar superior izquierdo de un paciente adulto, al que se le estaba realizando un tratamiento de endodoncia por lesión cariosa profunda que involucraba a la pulpa dental con un proceso infeccioso crónico.

Se utilizó una imagen en 3D de la región de molares superiores izquierdos en la que se puede evaluar la situación del tejido óseo adyacente al segundo molar en proceso de tratamiento endodóntico, por proceso infeccioso crónico; en una vista oclusal (vista horizontal superior) se observan los tres conductos radiculares ensanchados en proceso (figura 7).

En la imagen tomográfica, se observaba, una capa delgada de tejido óseo aparentemente integro. Al imprimir la imagen, en el modelo se puede observar en la poción vestibular en la parte inferior la falta de continuidad en la estructura ósea (figura 8).

Figura 9. Biomodelo proyecto PAPIIT. Maxilar superior

En una vista de la membrana de la cara interna del seno maxilar, perforada por procesos infeccioso crónico radicular, que no se percibía en la imagen tomográfica ni en la radiografía. Las impresiones 3D de imágenes tomográficas permiten visualizar alteraciones en los tejidos duros que clínica e imagenológicamente son difíciles de identificar ver figura 9.[6]

En el proceso de aprendizaje de las estructuras anatómicas integras o alteradas en modelos 3D son una herramienta didáctica objetiva y atractivas, los comentarios de los estudiantes fueron: tienen más modelos, queremos ver también las otras patologías que están en el programa y que solamente hemos visto radiográficamente. “Podemos tener modelos de todas las alteraciones”, “Que bonito ver la lesión en este modelo”.

CONCLUSIONES

El avance del proyecto de innovación tecnológica e investigación ha sido significativo y se ha logrado centrar las bases de un mini laboratorio maker, del cual se han logrado producir recursos en formato de biomodelos como impresión en formato 3D aplicados en los procesos de aprendizaje en Ciencias de la salud, en estomatología, ha permitido: captar el interés de los estudiantes, promover la observación minuciosa de cambios en las estructuras anatómicas mediante modelos en 3D, mediante actividades lúdicas de identificación de estructuras en imágenes 3D despertar la curiosidad, generar interés para profundizar en los conocimientos adquiridos. Si bien el desarrollo de estos modelos implica tiempo, se reconoce que facilitan una mejor interacción docente-estudiante en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la anatomía, patología y diagnóstico; facilita a los docentes el aprendizaje de recursos educativos innovadores, adquirir habilidades para el desarrollo de modelos visuales y materiales, incorporar estrategias de aprendizaje lúdicas, abrir espacios para el aprendizaje gamificado. El grupo de académico responsable del proyecto considera continuar esta línea de investigación educativa con el propósito de adquirir otros recursos para el mejor desarrollo de estos modelos para el fortalecimiento de la docencia y continuar en el proceso de investigación educativa en torno al aprendizaje mediado por Recursos educativos abiertos, entre otros.

AGRADECIMIENTOS

Con apoyo del proyecto UNAM-PAPIIT IN306823 “Pedagogías Emergentes y el movimiento educativo abierto en tiempos de incertidumbre para una modalidad educativa pospandemia”

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: José Antonio Jerónimo Montes, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez, Juan Ignacio Cruz.
Investigación: José Antonio Jerónimo Montes, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez, Juan Ignacio Cruz.
Metodología: José Antonio Jerónimo Montes, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez, Juan Ignacio Cruz.
Redacción – borrador original: José Antonio Jerónimo Montes, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez, Juan Ignacio Cruz.
Redacción – revisión y edición: José Antonio Jerónimo Montes, Angélica Rosalva Martínez Rodríguez, Juan Ignacio Cruz.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sobrino A. Aportaciones del conectivismo al modelo pedagógico post- constructivista. Propuesta educativa No. 42-Año 23. 2014; 39-48.

2. Fernández M. Siemens George, fundador del conectivismo: “La inteligencia artificial nos puede ayudar a dar sentido a un mundo complejo”. 2004.

3. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. Journal of Instructional Technology and Distance Learning. 2005; 2(1):3-10.

4. Bauman Z. Modernidad líquida. Fondo de cultura económica. 2003.

5. Oviedo-Quirós J, Campos-Zumbado BJ, Hernández-Montoya D, et al. Impresión 3D de modelos estereolitográficos con protocolo abierto. Odovtos-Int J Dent Sc. 2021; 23(2):126-136.

6. Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. International Endodontic Journal. 2018; 1-14.