

Integración curricular de un laboratorio virtual inteligente para talleres de habilidades en Odontología

Curricular integration of an smart virtual lab for skills workshops in Dentistry

Gleyvis Coro Montanet, Margarita Gómez Sánchez, Ana Suárez García, María José Muñoz Leal,
Montserrat Diéguez Pérez

gleyvis.coro@universidadeuropea.es, margarita.gomez2@universidadeuropea.es,
ana.suarez@universidadeuropea.es, mariajose.munoz@universidadeuropea.es,
montserrat.dieguez@universidadeuropea.es

Departamento de Odontología Infantil y Prótesis y CFGS de Higiene
Bucodental
Universidad Europea
Madrid, España

Resumen- Se diseñó una metodología estandarizada para integrar curricularmente un laboratorio de Simulación Digital Avanzada (Laboratorio Inteligente), con simuladores complejos SIMODONT -7 unidades-, vinculados a servidor y ordenador DELL (19")—Teach Station—, acoplado, a su vez, a proyector interactivo Epson EB 585Wi —para magnificar en vídeo streaming las prácticas digitales y hápticas sobre modelos virtuales en tercera dimensión-. Con base en el método de investigación-acción para estudiar, a profundidad, la validez científica de la intervención en los programas de las asignaturas y el empleo de modelos teóricos de integración de las TIC, se diseñó y aplicó la intervención educativa y se evaluó cuantitativa y cualitativamente, obteniendo como resultado un cambio de paradigma extensible a las prácticas tradicionales de la titulación y un modelo didáctico aplicable a otros entornos académicos en los que se hayan insertado o se pretenda introducir simuladores odontológicos con prestaciones virtuales similares, además de constituir un referente para el cambio y la mejora de los escenarios tradicionales de simulación clínica.

Palabras clave: *integración curricular, TIC, laboratorios virtuales, simodont, simulación clínica*

Abstract- A standardized methodology was designed to integrate in terms of curriculum an Advanced Digital Simulation Laboratory (Intelligent Lab), with SIMODONT complex simulators -7 units-, linked to a server and to a DELL (19") computer - Teach Station-, coupled, in turn, to an Epson EB 585Wi interactive projector - to magnify streaming digital and haptic practices on virtual 3D models-. Based on the research-action method to study, in depth, the scientific validity of the intervention in the programs of the subjects and the use of theoretical models of integration of the ICT, was designed and applied the educational intervention and quantitative evaluation and qualitatively, resulting in a paradigm shift that extends to the traditional practices of the degree and a didactic model applicable to other academic environments in which they have inserted or intend to introduce dental simulators with similar virtual benefits, as well as to be a reference to change and improve the traditional clinical simulation scenarios.

Keywords: *curricular integration, ICT, virtual lab, simodont, clinical simulation*

1. INTRODUCCIÓN

La introducción de un laboratorio inteligente para realizar talleres de habilidades con realidad virtual, tecnología háptica

y modelos 3D en las prácticas preclínicas en la titulación de Odontología, supone un hito tecnológico, pero sobre todo didáctico dentro de la enseñanza de la especialidad, todavía dependiente -de manera casi absoluta- del uso de tutoriales en PDF y prácticas en cabezas de maniquíes históricos.

Aunque muy eficaces para el desarrollo de destrezas psicomotoras variadas, los simuladores odontológicos más usados también han contribuido a establecer un modelo endogámico de aprendizaje donde el alumno asume el proceso de “aprender haciendo” de manera mayormente solitaria, pues el feedback constante docente y discente se encuentra muy limitado, dada la poca accesibilidad (campo operatorio pequeño y mal iluminado) de dichos simuladores.

La puesta en marcha de un laboratorio de Simulación Digital Avanzada (Laboratorio inteligente), con simuladores complejos SIMODONT -7 unidades-, vinculado a servidor y ordenador DELL (19")—Teach Station—, acoplado, a su vez, a proyector interactivo Epson EB 585Wi —para magnificar en vídeo streaming las prácticas digitales y hápticas sobre modelos virtuales en tercera dimensión—, con base en el modelo teórico TPACK —difundido por Judi Harris y creado por Mishra y Koehler (2006), (Herring, Koehler, & Mishra, 2016)— y el modelo MITICA (Uribe 2003) de integración de las nuevas tecnologías, constituyó un cambio de paradigma en las prácticas preclínicas de la titulación, que pudo considerarse pionero en su ámbito y que encontró su mayor riqueza en la introducción de nuevas metodologías que comenzaron a coexistir con los modos de simulación tradicionales, desencadenando los siguientes hitos cualitativos, emanados de la digitalización y proyección audiovisual magnificada de las prácticas:

1. Generó evidencia de aprendizaje disponible para un mejor estudio individual y grupal.
2. Mejoró la conciencia de lo realizado y profundizó la certeza del conocimiento.
3. Facilitó el feedback continuo individual y grupal en tiempo real.
4. Fomentó la evaluación formativa y de proceso, la coevaluación y la objetividad en las valoraciones de producto.

El desarrollo tecnológico de estos últimos años, signado por un cambio sustantivo en los modos de aprender, ha hecho que muchos centros docentes, dedicados a la enseñanza de la especialidad, apuesten por la adquisición de simuladores con mayores prestaciones tecnológicas, mecánicas y digitales que permitan desarrollar habilidades complejas de una manera más sistemática (Heiland & cols., 2004; Rhiemora, Haddawy, Khanal, Suebnukarn, & Dailey, 2010).

Sin embargo, el verdadero reto para las prácticas preclínicas innovadoras actuales, en torno a los nuevos dispositivos y equipos, consiste —más que introducirlos y darle un espacio dentro del panorama docente— en asimilarlos curricularmente de manera que generen un impacto educativo aprovechable y duradero.

Producto de una mala gestión histórica de la innovación en tecnología educativa, los procesos de producción de los equipamientos médicos para el aprendizaje se realiza, en el mejor de los casos, mediante contactos y testeos esporádicos con los centros de formación, generando procesos de producción en los que la aportación y el criterio clínico de los expertos en el ramo no acompaña tan cercanamente como debiera al diseño ingeniero.

Las universidades y centros de formación sanitarios, se encuentran, entonces, frente a la problemática de diseñar estrategias de asimilación didáctica que se adapten a la nueva tecnología, cuando el proceso verdaderamente eficaz debía ocurrir de forma inversa: que los nuevos equipos se produjesen bajo una política de creación acompañada y en respuesta directa a las necesidades educativas generales y de contexto, debidamente identificadas por los colectivos docentes.

Esta buena práctica comparte una serie de estrategias pedagógicas que han permitido, por un tiempo de dos cursos académicos, integrar curricularmente de manera sistemática y efectiva el simulador odontológico complejo Simodont —desarrollado por Moog— (Vervoorn & Wesselink, 2009) como un espacio de gestión laboral formativo y preclínico —Laboratorio Inteligente de Odontología— donde profesores y alumnos puedan aprovechar y gestionar, al máximo, sus prestaciones tecnológicas

2. CONTEXTO

Las prácticas de Simulación Digital Avanzada introducidas desde el curso 2015/2016 hasta la fecha, a punto de partida de la implementación de un laboratorio inteligente, respondieron a un proyecto de investigación-acción desarrollado en cinco asignaturas-piloto del plan de estudios formal: Odontopediatría I y II, Restauradora II y Prótesis III y IV, mediante las cuales se formaron un total de 579 alumnos con la estrategia digital innovadora.

En el diseño, planificación, ejecución y gestión administrativa de las actividades y el entorno participaron 22 docentes, una coordinadora de actividades preclínicas, experta en simulación y tecnología educativa, y tres directivos de la titulación de Odontología.

Se eligió el método de investigación-acción para estudiar, a profundidad, la validez científica de la intervención en los programas de las asignaturas. La valoración de elementos de causa-efecto y el análisis de la complejidad y funcionalidad

del método de enseñanza-aprendizaje introducido, permitió conocer cómo funcionaron todas las partes del fenómeno para verificar la hipótesis de partida: La creación de un laboratorio virtual inteligente para los talleres de habilidades de odontología, gestionado con un modelo didáctico a medida, generará un cambio de paradigma duradero en el tiempo y extensible a las prácticas tradicionales de la titulación.

Seleccionado el objeto de estudio (integración curricular de tecnología educativa novedosa: laboratorio de simuladores hapticos y de 3D para las prácticas de talleres), con base en el problema de la existencia de objetivos de aprendizaje y competencias del plan de estudio que resultaban de difícil consecución en las prácticas tradicionales, se determinaron los siguientes objetivos de intervención:

1. Diseñar una metodología estándar y a medida para la integración curricular de un laboratorio inteligente con entornos virtuales en 3D y tecnología háptica.
2. Evaluar la intervención educativa.

Primero, mediante pretesteo docente de los simuladores, sumado a un diagnóstico contextual de los problemas de aprendizaje existentes en las prácticas tradicionales, se trazó un diseño metodológico orientado al mejor aprovechamiento de las prestaciones tecnológicas del nuevo escenario.

Grupos focales constituidos por los profesores que impartían las asignaturas antes descritas determinaron los objetivos de aprendizaje y competencias que resultaban de difícil consecución en las prácticas preclínicas tradicionales – Trabajar sobre tejido cariado/ Ejecutar una adecuada presión y extensión de corte/ Diseñar previamente cavidades de Clase II para composites/ Diseñar y conformar cavidades de Clase V para amalgama/ Lograr conicidad de 3 a 10° en las paredes axiales/ Tallar líneas de terminación yuxtagingivales/ Realizar reducción de 1,5 mm en superficies oclusales y en cúspides activas de dientes pilares/ Tallar superficies oclusales respetando la anatomía y con espacio protético suficiente/ Desarrollar habilidades de visión indirecta/ Mantener posiciones ergonómicas correctas/ Desarrollar sinergias psicomotrices entre mano y pie rectores- y que podrían ser más fácilmente tratadas, si no resueltas, con la utilización de los recursos audiovisuales, hapticos y mecánicos de los simuladores integrados en el nuevo laboratorio inteligente, todo esto combinado con la posibilidad de ofrecer una asistencia docente más personalizada, al mejorar la relación profesor/alumnos -1 profesor/14 estudiantes- que se tradujo en una ratio aún más favorable, por diversa -1 profesor/7 estudiantes operadores/7 estudiantes en rol de observadores o coevaluadores.

3. DESCRIPCIÓN

La integración de los recursos tecnológicos se realizó como parte de un proceso gradual, con base en los modelos TPACK y MITICA, antes mencionados. Tomando, del primero, la combinación funcional de los componentes disciplinarios (contenidos y objetivos a integrar), pedagógicos (actividades y definición de roles de docentes y estudiantes y elaboración de nuevos estándares evaluativos) con los tecnológicos (simuladores, conectividad, sistema de magnificación acoplado y softwares para el uso y la edición de los recursos audiovisuales generados en el marco de una infraestructura TIC), organizados bajo la influencia de un apoyo institucional

favorable y la coordinación TIC, por parte de un experto que organizó y facilitó el proceso y mediante la práctica docente acompañada.

Para la evaluación de la intervención se realizó un estudio descriptivo-interpretativo con enfoque nomotético (positivista cuantitativo) y cualitativo abocado a comprender, en profundidad, el fenómeno en análisis y contó con las siguientes fases:

- a) Diseño y aplicación de la estrategia de intervención en respuesta a la situaciones-problemas.
- b) Elaboración de hipótesis.
- c) Localización de las fuentes de datos (observación formal o informal, entrevistas en distintas modalidades, análisis documental).
- d) Recogida de datos (grupos focales, entrevistas estructuradas y semiestructuradas a profundidad a profesores, diarios de profesores, evidencias fotográficas y audiovisuales, guías de asignatura, fichas de simulación, encuestas retrospectivas a estudiantes, estudio de encuestas a profesores y alumnos con preguntas tipo *Likert*, ordenadas de menor a mayor, de menos favorable a más favorable, en escala de 1 a 5).
- e) Análisis de los datos, evaluación y enunciación de conclusiones. Para el procesamiento de los datos cuantitativos se dispuso de ordenador con SPSS v.21 y se interpretaron los datos mediante estadígrafos de media y desviación típica, elaborando tablas y gráfico de barras. En los análisis cualitativos se utilizaron estrategias de triangulación, reunión del número suficiente de evidencias y el contraste de los resultados con los aportes de otros observadores, evitando los sesgos y las parcializaciones, lo que aumentó la validez del estudio.

4. RESULTADOS

Descripción de la metodología estándar diseñada a la medida del nuevo entorno o laboratorio inteligente:

A partir de estas necesidades docentes identificadas y con la finalidad de que el estudiante tuviese una información preliminar sólida de los talleres (ocho en total) se elaboró material digital original escrito, gráfico y audiovisual sobre la teoría de la habilidad.

De tal forma, se compartieron vía Blackboard:

- Ocho fichas-taller (una por cada actividad programada).
- Cuatro manuales tutoriales sobre el uso de los simuladores complejos.
- Ocho vídeos con más de 900 visualizaciones: –con y sin voz en off, subtítulados en inglés y español, editados con las propias prestaciones digitales y 3D de los simuladores, a través de herramienta de screencast instalada en la estación del profesor.
- Cinco cápsulas instructivas de orientación teórica sobre los procedimientos.

Toda la documentación estuvo disponible en lengua castellana e inglesa. La normativa y dinámica a seguir en los talleres fue incluida en las fichas-taller, contemplándose la realización de un examen —pretest— como requisito indispensable —de no aprobarse invalidante— para realizar la actividad.

Los talleres consistieron en ejercicios de 2/3 horas/clase con 9 casos virtuales (cubos virtuales, dientes y modelos 3D) con los simuladores Simodont. Asistieron un máximo de 14 alumnos por cada sesión.

La dinámica de los talleres fue la siguiente:

1. Los alumnos realizaron un pretest (examen comprobatorio previo al taller de habilidades). La aprobación del pretest fue requisito indispensable para tener acceso a la práctica.

2. El profesor realizó una breve explicación previa de la maniobra a realizar con demostración en simulador haptico y uso de vídeo original grabado de forma previa.

3. Los alumnos contaron con un tiempo de 15-18 minutos para realizar la actividad.

4. Mientras los alumnos, en rol de operadores, estuvieron realizando el ejercicio, el resto permanecía observando (en vídeo streaming) en pizarra de 65" (Figura 1).



Figura 1 Alumnos en rol de operadores y observadores/coevaluadores. Taller de habilidades Prótesis IV

5. En las asignaturas de Prótesis III y IV se introdujo la variante de coevaluación, mediante la cual el alumno observador coevaluó, con ayuda de checklist, la habilidad de su compañero de simulador (la nota del coevaluador representó el 20% de la nota total final, mientras que la evaluación del profesor representó el 80%).

6. Al finalizar el tiempo, sonó campana que indicaba el recambio inmediato de estudiantes.

7. Los alumnos que terminaron su habilidad, se incorporaron como observadores.

8. Los alumnos recibieron feedback por parte del profesor durante el ejercicio (Figura 2) y, al finalizar la actividad, se realizó un debriefing grupal tipo Delta Plus.

9. La calificación final de la actividad, con respecto de la variabilidad de los talleres, contempló la sumatoria ponderada de las calificaciones del pretest, la coevaluación del compañero y la calificación del profesor mediante checklist.



Figura 2 Feedback del profesor en tiempo real. Taller de habilidades Prótesis IV

Evaluación de la intervención educativa:

Evaluación cuantitativa:

La tabla 1 muestra el estudio preliminar diagnóstico de más impacto realizado con los docentes de mayor experiencia con la tecnología y que sirvió de base para el diseño metodológico posterior.

Tabla 1 Resultados de la satisfacción docente con indicadores educativos y tecnológicos en Taller inteligente de simulación avanzada. Estadística descriptiva. Media. Desviación Típica

Indicadores	Máximo	Media	Desviación típica
Feedback del profesor	5	5,00	0,000
Ergonomía	5	4,83	0,408
Visión indirecta	5	4,83	0,408
Aprender del error	5	3,83	1,472
Aprender observando	5	3,50	1,515
Aprender haciendo	5	2,67	0,816

Para la muestra de 22 profesores, las prestaciones mejor consideradas fueron, por su orden, Feedback en tiempo real del profesor, Desarrollo de la ergonomía, Visión indirecta y los diversos aprendizajes que la audiovisualidad del entorno facilitaron (Aprender del error del compañero, Aprender de la observación del trabajo del compañero y Aprender del propio trabajo como operador).

Debe notarse que las variables identificadas, primero de manera cualitativa y luego medidas mediante encuestas al equipo docente protagonista de la intervención, no fueron el resultado directo de evaluar al simulador de manera comparada con otras estrategias tradicionales, —estudios anteriores revisados indicaron resultados satisfactorios— Bakker, Lagerweij, Wesselink, & Vervoorn (2010); Bakr, Massey & Alexander, 2013; Parada Rosales, 2015). Tampoco nos enfocamos en analizar, de manera concreta, cuestiones hápticas o virtuales en desarrollo emergente.

Este análisis trascendió las cuestiones estrictamente técnicas y se centró en razones de peso didáctico en las que influyeron, sobre todo, un concepto integrador de la experiencia, donde el factor de cambio y mejora fue más el conjunto (el laboratorio como central de acción y producción:

conectividad, estación del profesor, proyector interactivo y pantalla), vinculado a las dinámicas de gestión del equipo humano que le dio uso, a la acción docente, el diseño creativo e integrado de los elementos técnicos que originaron una prestación global que superó, desde el punto de vista pedagógico, a todas las demás prestaciones individuales: la visualización unísona de los trabajos de todos en pantalla grande, que permitió el feedback personal, grupal y docente y generó evidencias y aprendizajes estrechamente compartidos.

Tabla 2 Resultados de la satisfacción estudiantil con indicadores educativos y tecnológicos en Taller inteligente de simulación avanzada. Estadística descriptiva. Media. Desviación Típica

Indicadores	Máximo	Media	Desviación típica
Visión indirecta	5	3,98	1,166
Ergonomía	5	3,97	0,931
Aprender observando	5	3,76	1,133
Feedback del profesor	5	3,72	1,136
Aprender haciendo	5	3,64	1,165
Aprender del error	5	3,52	1,227

La Tabla 2 refleja la estimación de los mismos parámetros por una muestra de 159 estudiantes. Se observa que los mejores resultados quedaron menos enfocados en la ganancia pedagógica integradora del entorno: el alumno valoró más las habilidades psicomotoras concretas y se mostró mucho más agradecido de desarrollar habilidades finas en el contacto estrecho con el simulador que de las bondades del aprendizaje audiovisual, tan altamente apreciadas por los profesores. Con todo, las valoraciones estudiantiles de los aprendizajes más generales, no son, ni mucho menos, desfavorables, en atención de sus medias.

La Figura 3 muestra una comparativa de la evaluación que, de estas mismas variables, hicieron los alumnos en las prácticas del laboratorio inteligente respecto a las prácticas de simulación tradicional. El gráfico muestra los resultados obtenidos con relación a la media.

Para la simulación tradicional, el indicador más valorado fue Aprender haciendo. Evidencia -común a los análisis cualitativos- de que las prácticas sobre simuladores consolidados continuaron siendo la principal estrategia de aprendizaje en la especialidad.

Sin duda la amplia gama de ejercicios y procederes clínicos y mecánicos que los entornos tradicionales han permitido desarrollar, resultan todavía superiores a las tecnologías y simuladores salientes, por prometedoras que estas sean (Rhienmora & cols., 2011; Suebnukarn & cols., 2009; Suebnukarn & cols., 2010). Pero la superación ligera de las medias -en comparación con las medias de la experiencia tradicional- de parámetros como visión indirecta, ergonomía, aprender observando y feedback del profesor en la simulación avanzada en el laboratorio inteligente resulta una prueba de peso que, a nuestro juicio, justifica el uso complementario de las nuevas herramientas y didácticas y privilegia la gestión del profesor.

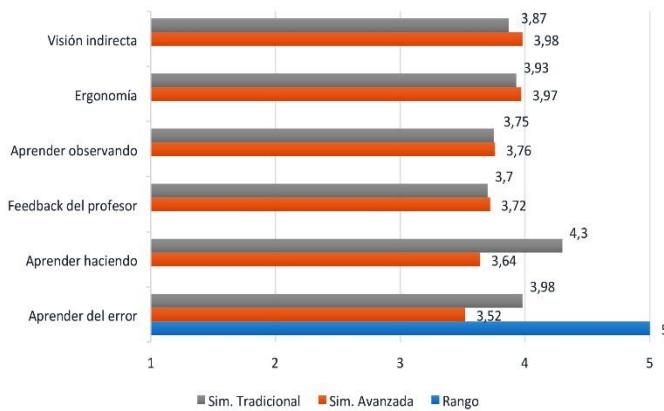


Figura 3 Resultados obtenidos del cuestionario de alumnos. Indicadores referentes a la simulación tradicional y avanzada. Estadística descriptiva. Media

Evaluación cualitativa:

El análisis en profundidad de los procesos cualitativos permitió generar las variables diagnósticas previas para realizar mediciones cuantitativas y contrastar los resultados de estas mediciones a través de análisis a profundidad de los procesos, obteniéndose los siguientes resultados descriptivos:

La mayoría de los docentes opinaron que la metodología empleada en el laboratorio inteligente permitió el mayor aprovechamiento de las prestaciones de los equipos y generó un cambio de paradigma en la gestión de los procesos que comenzó su migración paulatina hacia la simulación tradicional, facilitando la comprensión de la necesidad de integrar procesos y aparato logías para obtener aprendizajes más significativos.

Se evidenció que la estrategia de realizar un examen previo (pretest) fue un método esencial para el uso correcto y cuidadoso de la aparato logía compleja y frágil, así como para facilitar la asimilación de profesores y alumnos de las normas y principios teóricos de funcionamiento del nuevo escenario y asegurar la calidad del ejercicio simulado a realizar.

El pretest fue el primer elemento en trascender de la simulación avanzada a la tradicional, adoptándose también allí como práctica en otras asignaturas que comenzaron a apreciar la importancia de un briefing lo más ajustado posible a la habilidad concreta del taller como elemento facilitador de la práctica.

Los manuales de los simuladores complejos tuvieron una buena acogida por parte de los alumnos y facilitaron la fase demostrativa del profesor. Más que sumar contenido de estudio al estudiante o de más trabajo para el profesor, los manuales ofrecieron al estudiante facilidades para un desempeño más fluido en prácticas en las que el alumno dispuso de un tiempo límite de realización y al profesor le ahorró tiempo en la introducción del taller, permitiéndole focalizarse en elementos de más peso demostrativo o instructivo.

Las cápsulas instructivas consolidaron la importancia de elaborar y disponer de contenidos originales, orientados al contexto de desarrollo de las habilidades. Representaron una ganancia importante, al ser objetos de autoría digital de los

profesores y constituir un acervo de la experiencia del colectivo de profesores en torno a una habilidad determinada en cuya enseñanza acusan años de experiencia docente.

El feedback en tiempo real fue valorado por los docentes como elemento clave en el aprendizaje, identificándose el inconveniente de que los alumnos que trabajaban en primer lugar no tuvieron la visión retroalimentada de quienes ya habían observado trabajar a sus compañeros. Proponiéndose alternativas de compensación -más tiempo de ejecución para el primer grupo o la concesión de un plus en la evaluación a quienes participaban de primeros en los roles operatorios- con vistas a reducir este sesgo.

La suma de elementos cualitativos y cuantitativos presentados, permite darle solución al problema de la existencia de objetivos de aprendizaje y competencias del plan de estudio que resultaban de difícil consecución en las prácticas tradicionales de odontología, concluyendo que la puesta en práctica de la intervención y la posterior evaluación de la misma, permitieron comprobar la hipótesis planteada y abrieron paso a la extensión de la experiencia dentro y fuera de su contexto original.

5. CONCLUSIONES

Mediante la iniciativa de intervención educativa, se diseñó una metodología estándar y a medida del contexto para la integración curricular de un laboratorio inteligente con entornos virtuales en 3D y tecnología haptica en el que se realizaron diversas actividades de simulación avanzada durante dos cursos académicos, estrategia que se perfila como duradera en el tiempo, susceptible de aumentar el número de horas en oferta e integrar nuevas asignaturas del grado de la titulación.

La evaluación de la intervención aportó el valor añadido de considerar el entorno tecnológico y físico como un elemento más del proceso didáctico y aportó estrategias e iniciativas metodológicas para el mejor aprovechamiento de los avances técnicos; aportación que, como buena práctica, puede aplicarse a otros entornos nacionales e internacionales académicos en los que se hayan insertado o se pretenda introducir simuladores odontológicos con prestaciones virtuales y hapticas similares, además de que constituye un referente a revisar para producir cambios y mejoras necesarios en los escenarios tradicionales de simulación preclínica, donde puedan generarse resultados parecidos con la integración de elementos tecnológicos audiovisuales y digitales.

La estrategia de integración produjo un cambio de paradigma sostenido y transferible en la gestión de los talleres prácticos preclínicos de la titulación, con mayor impacto en la preparación previa de alumnos y docentes, el elevado aprovechamiento de las bondades de la audiovisualidad que permitió crear evidencias claras y mejorar la conciencia de aprendizaje, así como elevar la objetividad evaluativa y coevaluativa de los grupos de trabajo, mediante la retroalimentación constante y en tiempo real durante el trabajo colaborativo.

REFERENCIAS

- Bakr, MM., Massey, WL., & Alexander, H. (2013). Evaluation of Simodont® hapric 3D virtual reality dental training simulator. *International. International Journal of Dental Clinics*, 5(4), pp.1-6.

- Bakker, D., Lagerweij, M., Wesselink, P., & Vervoorn, M. (2010). Transfer of manual dexterity skills acquired on the Simodont, a dental haptic trainer with a virtual environment to reality. A pilot Study. *Bio-Algorithms and Med-Systems*, 6 (11), pp. 21-24.
- Heiland, M., Petersik, A., Pflessner, B., Tiede, U., Schmelzle, R., & Höhne, KH. (2004). Realistic haptic interaction for computer simulation of dental surgery. *International Congress*, 1268, pp.1226-1229.
- Herring, MC., Koehler, MJ., & Mishra, P. (2016). *Handbook of technological pedagogical content knowledge (TPACK) for educators*. New York: Routledge.
- Mishra, P., & Koehler, MJ. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108 (6), pp. 1017–1054.
- Parada, VJ. (2015). *Estudio exploratorio de simulador de realidad virtual como herramienta educativa odontológica en estudiantes de la Universidad de Chile del sexto semestre año 2014*. 2015, de Universidad de Chile. Sitio web: file:///C:/Users/Mail%C3%ADn/OneDrive/Documentos/Estudio-exploratorio-de-simulador-de-realidad-virtual-como-herramienta-educativa.pdf
- Rhienmora, P., Haddawy, P., Khanal, P., Suebnukarn, S., & Dailey, MN. (2010). A virtual reality simulator for teaching and evaluating dental procedures. *Methods Inf Med*, 4, pp. 396- 405.
- Rhienmora, P., Haddawy, P., Suebnukarn, S., & Dailey, MN. (2011). Intelligent dental training simulator with objective skill assessment and feedback. *Artificial Intelligence in Medicine*, 52, pp.115-121.
- Suebnukarn, S., Phatthanasathiankul, N., Sombatweroje, S., Rhienmora, P., & Haddawy, P. (2009). Process and outcome measures of expert/novice performance on a haptic virtual reality system. *Journal of Dentistry*, 37, pp. 658-665.
- Suebnukarn, S., Haddawy, P., Rhienmora, P., & Gajananan K. (2010). Haptic virtual reality for skill acquisition in endodontics. *Journal of endodontics*, 36 (1), pp. 53-55.
- Uribe, FGP. (2003). MITICA: *Modelo para Integrar las TIC al Currículo Escolar*. 2008, de Universidad UCSI. Sitio web: <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/Tema17>.
- Vervoorn, JM., & Wesselink, PR (2009, abril). *The perception of the level of realism of a dental training simulator (Simodont)*. Póster presentado a la 22nd Medicine Meets Virtual Reality Conference—NextMed/MMVR, Long Beach USA.