



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

Proyecto de Innovación
Convocatoria 2021/2022

Nº de proyecto: 174

Utilización de la herramienta DIAGNOdent pen en las prácticas clínicas de la asignatura Patología y Terapéutica Dental (PTD) II y su análisis mediante Inteligencia Artificial (IA)

Responsable del proyecto:
Vicente Vera González

Facultad de Odontología

Departamento: Odontología Conservadora y Prótesis Bucofacial

ÍNDICE

1.- OBJETIVOS PROPUESTOS	3
2.- OBJETIVOS ALCANZADOS	5
3.- METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO	7
4.- RECURSOS HUMANOS	8
5.- DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES	10

1.- OBJETIVOS PROPUESTOS

Como *objetivo general*, se plantea el uso de dos herramientas en prácticas preclínicas y en prácticas clínicas de las disciplinas de PTD I, PTD II y COI de forma monitorizada y secuencial. Estas son:

- DIAGNOdent™ pen: los alumnos obtendrán un diagnóstico objetivo de lesiones incipientes de caries y podrán planificar el tratamiento médico (reversible) y/o quirúrgico (irreversible) adecuado.

- Herramienta informática basada en el desarrollo de técnicas de Inteligencia Artificial en el ámbito de la visión por computador y el procesamiento de imágenes de radiografías para ayudar al diagnóstico y elección de tratamiento de lesiones de caries incipientes en odontología. Todo ello se integrará en una aplicación informática inteligente y accesible.

De forma más específica se proponen las siguientes líneas de *objetivos específicos*, junto con sus propuestas de valor, problemas que resuelven y necesidades a las que responden:

1. Formar al alumno en la utilización de la herramienta DIAGNOdent™ pen. El primer año en PTD I con dientes in-vitro, el segundo en PTD II tratando pacientes y el tercer año en COI también con pacientes. Aprender así a diagnosticar lesiones incipientes de caries, estableciendo una clasificación: a) con afectación de esmalte, b) con aparente afectación de dentina y esmalte y c) con aparente afectación de dentina y retracción de la pulpa dental.

1.1. Adquirir la competencia “de *saber y saber como hacer*”, de la herramienta DIAGNOdent Pen, sobre dientes in-vitro con lesiones incipientes de caries, en prácticas preclínicas de la asignatura PTD I.

1.2. Adquirir la competencia “de *demostrar hacer*” de la herramienta DIAGNOdent Pen, con pacientes y dientes in-vivo con lesiones incipientes de caries en las prácticas de la asignatura PTD IIs

1.3. Establecer metodología docente innovadora para mejorar el sistema de elección en clínica de PTD II del tratamiento de las lesiones incipientes de caries mediante: a) tratamiento médico (antisépticos, sustancias remineralizantes, ICOM, medidas higiénico-dietéticas y revisiones periódicas) y/o tratamiento quirúrgico (extirpación-exéresis de tejido enfermo y restauración con materiales).

2. Desarrollar métodos de clasificación y umbralización en imágenes para identificación de estructuras significativas y, en su caso, el grado de afectación de las mismas. Esto resolvería el problema de la identificación de distintas áreas por diferencias de intensidad y relaciones estructurales entre áreas. Por ejemplo, la lesión de caries se sitúa en la estructura dental, próxima a los bordes de ésta, presentando ambas zonas diferencias de intensidad relevantes.

Se distinguen los siguientes sub-objetivos:

2.1. Crear una base de datos de casos clínicos con datos clasificados en relación a los diferentes tratamientos médicos y quirúrgicos realizados.

2.2. Desarrollar nuevos métodos para la diferenciación de niveles de intensidad y relaciones estructurales. Se contemplan métodos basados en clasificación de patrones y multi-umbralización, así como métodos que permiten diferenciar diferentes tejidos dentarios.

3. Transferir el conocimiento al sector industrial y clínico de la Odontología. Aborda el problema de proporcionar una metodología de diagnóstico automático en odontología y resuelve la necesidad de disponer de una herramienta inteligente accesible y útil. Se concreta en los siguientes sub-objetivos:

3.1. Comunicar a la comunidad científica y clínica los resultados conjuntos obtenidos, mediante publicaciones en revistas especializadas, con preferencia en las que poseen índice de impacto.

3.2. Proteger los resultados como registro de la propiedad intelectual o mediante modelo de utilidad en relación al procedimiento en la interpretación de los valores medidos por el DIAGNOdent™ pen.

4. Mejorar la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje. Aborda un problema motivacional importante dentro del proceso enseñanza-aprendizaje. Así, se plantea un problema real, proporcionándose una solución informática aplicando conocimientos y técnicas específicas derivadas de las disciplinas docentes y aplicando en Odontología la posibilidad de estudio y análisis de datos de una forma accesible, automática y con posibilidad de su fácil reproducción. Todo ello, favorece la colaboración multidisciplinar, que además resuelve el problema de lo que se conoce como extracción de conocimiento en el ámbito de la inteligencia artificial, para trasladar el conocimiento implícito y explícito del experto (odontólogos) a los programas inteligentes, para que reproduzcan las capacidades de aquellos, a la vez que se favorece el trabajo en grupo.

4.1. Relacionar los contenidos específicos del DIAGNOdent™ pen. en las materias docentes en Odontología e inteligencia artificial con los resultados del proyecto para la realización de prácticas docentes, proyectos fin de grado, trabajos fin de máster e incluso tema de tesis doctorales.

4.2. Extraer conocimiento experto (Odontología) para aplicarlo en el programa inteligente.

4.3. Someter las materias involucradas a evaluación docente a través del programa DOCENTIA.

2.- OBJETIVOS ALCANZADOS

El grado de consecución de los objetivos propuestos en proyecto presentado en la convocatoria de 2021 es alto.

En cuanto al OBJETIVO GENERAL: Los alumnos han planificado y ejecutado el tratamiento médico (reversible) y/o quirúrgico (irreversible) basando su decisión en un diagnóstico objetivo de lesiones incipientes de caries mediante la implementación de las dos herramientas en la clínica de Grado: el DIAGNOdent™ pen y una aplicación informática basada en el desarrollo de técnicas de Inteligencia Artificial e instalada en ordenador portátil en las asignaturas de PTD I, PTD II Y COI.

Respecto de los OBJETIVOS ESPECÍFICOS planteados, en los siguientes puntos se proporcionan evidencias que avalan el alto grado de cumplimiento logrado:

1. Los estudiantes de 3 y 4 curso del grado en la disciplina de Patología y Terapéutica Dental I, II y COI en las prácticas preclínicas y posteriormente durante práctica clínica con pacientes recibieron cuatro seminarios de formación para utilizar el DIAGNOdent™ pen;

O1.1: Se estableció una metodología docente para completar el aprendizaje in vitro, con los 91 alumnos de la asignatura, los 5 aparatos DIAGNOdent les permitieron establecer un diagnóstico (clasificar la lesión de caries) y en consecuencia estableciendo una clasificación: a) con afectación de esmalte, b) con aparente afectación de dentina y esmalte y c) con aparente afectación de dentina y retracción de la pulpa dental.

1.1. Adquirieron la competencia “de *saber y saber como hacer*”, de la herramienta DIAGNOdent Pen, sobre dientes in-vitro con lesiones incipientes de caries, en prácticas preclínicas de la asignatura PTD I.

1.2. Adquirieron la competencia “de *demostrar hacer*” de la herramienta DIAGNOdent Pen, con pacientes y dientes in-vivo con lesiones incipientes de caries en las prácticas de la asignatura PTD IIs

1.3. Establecieron una metodología docente innovadora para mejorar el sistema de elección en clínica de PTD II del tratamiento de las lesiones incipientes de caries mediante: a) tratamiento médico (antisépticos, sustancias remineralizantes, ICOM, medidas higiénico-dietéticas y revisiones periódicas) y/o tratamiento quirúrgico (extirpación-exéresis de tejido enfermo y restauración con materiales).

2. Se desarrolló una metodología de umbralización y clasificación de las Imágenes Radiográficas mediante técnicas de procesamiento inteligente de imágenes para identificar la lesión de caries, presentando una diferencia significativa en cuanto a la intensidad entre estructura sana y caries.

O2.1: Se creó una base de datos con 60 casos clínicos con lesiones de la caries en sus distintos grados en el 2020 y 2021. Hemos implementado 40 nuevos casos (2022) incorporando el tratamiento (médico y/o quirúrgico) realizado sobre la lesión; desarrollando una metodología de clasificación de caries adecuada a las competencias de los estudiantes de cuarto curso, en cuanto a la elección del tratamiento de las lesiones mediante antisépticos, sustancias remineralizantes, ICOM, medidas higiénico-dietéticas, revisiones y/o extirpación-exéresis de tejido enfermo y restauración con materiales consideramos que tendríamos que continuar haciendo el

seguimiento de las lesiones tratadas y ampliar la base de datos con la incorporación de nuevos casos clínicos para alcanzar el objetivo planteado.

O2.2: Hemos desarrollado una nueva metodología para poder diferenciar los niveles de intensidad y su relación con las estructuras anatómicas basados en clasificación de patrones y multi-umbralización, así como métodos que permiten diferenciar diferentes tejidos dentarios.

3. Hemos transferido el conocimiento obtenido durante la realización de este proyecto al sector industrial (mediante reunión con Kavvo) y clínico en odontología ayudando a resolver el problema de proporcionar una metodología de diagnóstico automático en odontología y resuelve la necesidad de disponer una herramienta inteligente amigable y útil. Se concreta en los siguientes sub-objetivos:

O3.1 Estamos en proceso de publicar los resultados conjuntos obtenidos en revistas especializadas, con preferencia en las que poseen índice de impacto.

4. Al implementar ambas herramientas a los estudiantes de 4 curso en la consecución de las competencias clínicas se ha mejorado la calidad del proceso enseñanza-aprendizaje, motivando al estudiante para poder establecer el plan de tratamiento en los diferentes pacientes acorde con la posibilidad de clasificar la enfermedad.

O4.1: Mediante la implementación de técnicas inteligentes en el diagnóstico y elección de tratamiento de caries incipientes. Además, sigue en desarrollo una tesis doctoral que va a abordar los diferentes usos de ésta herramienta en Odontología.

O4.2: Se pudo extraer el conocimiento adquirido tras analizar las imágenes radiográficas para aplicarlo en la aplicación informática.

O4.3: Se ha sometido las materias involucradas a evaluación docente a través del programa DOCENTIA.

3.- METODOLOGÍA EMPLEADA EN EL PROYECTO

Para abordar el aspecto científico-técnico y formación integral en el proceso enseñanza-aprendizaje se diseñaron y se realizaron siete paquetes de trabajo, que se describen a continuación. El procedimiento metodológico constó de las siguientes fases:

- 1) Reuniones de inicio, análisis del punto de partida en función de los resultados obtenidos hasta el momento, definición de requisitos y distribución de actividades.
- 2) Reuniones de cada equipo (odontología, informática) para asignación de tareas específicas.
- 3) Estudio y análisis de datos recopilados y métodos inteligentes ya desarrollados y por desarrollar.
- 4) Desarrollo y pruebas de validación con reuniones de seguimiento (al menos una al mes).
- 5) En cada asignatura y en el momento oportuno: explicar el proyecto, elaborar material docente, proponer trabajos (Grado, Máster, Doctorado). Someter las asignaturas a DOCENTIA
- 6) Registrar y publicar los resultados obtenidos.
- 7) Plantear acciones conjuntas de futuro en relación con los avances conseguidos y problemática identificada.

4.- RECURSOS HUMANOS

El proyecto actual (2021-22) se solicitó sin asignación presupuestaria, al ser continuidad, monitorizado-secuencial del anterior proyecto 2020-21, (con referencia 317). Durante la realización de este han confluído dos grupos cuyos miembros son expertos en sus respectivos ámbitos, con aporte de personal joven en formación y experiencia en proyectos de investigación y docentes. Los perfiles de idoneidad de los integrantes de los dos grupos multidisciplinares son:

GRUPO FACULTAD ODONTOLOGÍA

1. Dr. Vicente Vera González (VV). Profesor titular. Evaluación Docente positiva, curso 2015-16. Coordinador-responsable de la asignatura de Patología y Terapéutica Dental II y coordinador de la asignatura Clínica Odontológica Integrada, área de Conservadora. Participación en varios proyectos de innovación docente.
2. Dr. Álvaro Enrique García Barbero (EG). Profesor titular. Sub-director del Departamento de Odontología Conservadora y Prótesis Buco-Facial. Coordinador-responsable de la asignatura de Patología y Terapéutica Dental I. Participación en varios proyectos de innovación docente.
3. Dr. Ignacio Aliaga (IA). Profesor Ayudante Doctor. Profesor en la asignatura de Patología y Terapéutica Dental I. Evaluación Docente excelente, curso 2017-18. Participación en varios proyectos de innovación docente.
4. Alfredo Saralegui Calvo. Profesor Ayudante Doctor. Profesor en la asignatura de Patología y Terapéutica Dental II y Clínica Odontológica Integrada. Participación en varios proyectos de innovación docente.
5. Dr. Marcial de la Peña Argacha. Profesor Asociado 6 horas de Patología y Terapéutica Dental II. Encargado de Practicas clínicas de la asignatura desde 2001 hasta la actualidad.
6. Dra. María Pedrera Canal (MP). Médico adjunto de la Unidad de Medicina nuclear del Hospital Clínico San Carlos Madrid. Participación en varios proyectos de innovación docente.
7. Daniel Aliaga (DA). Profesor colaborador Máster Cirugía Bucal de la Universidad de Alcalá de Henares. Con su tesis en proceso de trámite en el programa de ciencias de la salud por la Universidad de Alcalá de Henares. Participación en varios proyectos de innovación docente.
8. María Vera Rodríguez (MV). Residente y Fellowship del Master de Periodoncia de Universidad de Michigan (USA), desde 2019 a actualidad. Con su tesis en proceso de trámite en la Universidad de Michigan (USA).
9. Vicente Vera Rodríguez (VVR). Graduado en Odontología por la Universidad Alfonso X. Profesor colaborador en prácticas Departamento de Odontología Conservadora y prótesis buco-facial. Con su tesis en proceso de trámite en la Universidad Complutense.

GRUPO FACULTAD INFORMÁTICA

1. Dr. Gonzalo Pajares (GP): Catedrático. Coordinador de las asignaturas Ingeniería del Conocimiento y Visión por Computador involucradas en el proyecto. Director del grupo de investigación ISCAR de la UCM hasta Noviembre de 2018, actualmente miembro del mismo. Director de 23 tesis doctorales, investigador principal (IP) en 12 proyectos nacionales e internacionales competitivos en inteligencia artificial. IP en 6 proyectos de innovación docente, 4 en los últimos 4 años. Evaluaciones positivas (12) últimos 5 años.
2. Dr. Pedro Javier Herrera Caro (PH): Profesor titular. Colaborador externo actualmente ejerciendo labores docentes en la Escuela de Informática de la UNED con amplia experiencia en Visión por Computador, habiendo trabajado previamente en esta materia en el Centro de Automática y Robótica del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Realizó su investigación doctoral en el equipo del profesor GP.
3. Laura Hernández Muñoz (LH): Máster en Ingeniería de Sistemas y Control, actualmente inscrita en el programa de Doctorado de la Facultad de Informática, que ha obtenido un contrato predoctoral de personal investigador en formación por la UCM en la última convocatoria. Su tesis doctoral se sitúa en el ámbito de la Visión por Computador. Recursos materiales.

5.- DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

El plan de trabajo se estructuró en seis PTs, con desglose de actividades (Ax.y), identificando los objetivos específicos previos (Objetivos: Ox.y), cronograma, personas responsables (Responsable) y participantes (Participantes) (identificados por las iniciales, según la sección de recursos humanos), Hitos (Hx.y) y duración en meses desde Septiembre 2021- Mayo 2022.

PT1: Coordinación y gestión

A1.1: Gestión y seguimiento del proyecto, evaluación de riesgos según el material y los recursos disponibles, soluciones técnicas y decisiones docentes e investigadoras; Responsables: VV, GP; Participantes: todos. ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

H1.1: Documentación relativa a las decisiones adoptadas y la implantación docente. Responsables: VV, GP; Participantes: todos. ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

A1.2: Definición de requisitos odontológicos a cubrir en preclínica (proyecto (2019-20, con referencia 317) y en clínica (proyecto actual 2020-21) con la herramienta DIAGNOdent™ pen. con especial énfasis en los aspectos relativos a la manipulación por parte de los estudiantes del DIAGNOdent™ pen. y en aspectos relativos a la interpretación de los datos obtenidos, así como la obtención de radiografías, mostrando especial interés en las lesiones de caries. Responsable (VV, IA); Participantes (EG). ([Septiembre 2021](#)).

H1.1: Documentación relativa a las decisiones adoptadas y la implantación docente. Responsables: VV, GP; Participantes: todos. ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

A1.3: Definición de requisitos técnicos en Visión por Computador e Inteligencia Artificial y aplicaciones docentes. Responsable (GP); Participantes: (MP, DA, VVR). ([Septiembre 2021](#)).

PT2: Exploración clínica a los pacientes y selección de casos reales.

A2.1: Exploración con el DIAGNOdent™ pen. Responsable (VV, EG, AS); Participantes (IA, VVR, MP). ([Septiembre 2021-Abril 2022](#)).

H2.1: Base de datos con descripción de los ejemplos seleccionados. Responsable (GP); Participantes: (PH, LH, IA, MV, DA, VVR). ([Septiembre 2021 y Abril 2022](#)).

A2.2: Obtención de radiografías extraorales. Responsable (VV, EG, AS); Participantes (IA, VVR). ([Septiembre 2021- Abril 2022](#)).

A2.3: Plan de tratamiento y ejecución de tratamiento médico (reversible) y/o quirúrgico (irreversible). Responsable (VV, EG, AS); Participantes (IA, VVR). ([Septiembre 2021- Abril 2022](#)).

PT3: Técnicas de Visión por Computador en el ámbito de la Inteligencia Artificial

A3.1: Desarrollo de técnicas de clasificación y umbralización para la segmentación de imágenes, reconocimiento de bordes y regiones, descripción de texturas, aprendizaje automático. Todo ello encaminado a la clasificación y al diagnóstico de caries. Responsable: (GP); Participantes: (PH, LH, DA, MA, VVR). Objetivos: O2.1, O2.2. ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

H3.1: Herramienta informática inteligente (prototipo). Responsable: (GP); Participantes: (PH, LH, DA, MA, VVR). ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

PT4: Validación de los desarrollos

A4.1: Verificación de las técnicas inteligentes desarrolladas. Responsable: (VV, GP); Participantes: (EG, MP, DA). Objetivo: O1.2. ([Septiembre 2021- Febrero 2022](#)).

H4.1: Documento sobre el funcionamiento de la herramienta y análisis de los datos obtenidos. Responsable: (VV, GP); Participantes: (Todos). Objetivo: O1.2. ([Septiembre 2021](#)).

A4.2: Análisis estadístico de datos obtenidos de la utilización por parte de alumnos de pregrado de la herramienta DIAGNOdent™ pen. Responsables: (VV, IA); Participantes: (MV, MP, DA, VVR). Obj: O1.1, O1.3. ([Abril 2021- Mayo 2022](#)).

PT5: Difusión de resultados

A5.1: Difusión de resultados sobre elección del tratamiento quirúrgico y/o médico de lesiones incipientes de caries con la herramienta DIAGNOdent™ pen en la clínica de Grado. Responsables: (todos); Participantes: (todos). Objetivo: O4.1. ([Artículo en revisión. Marzo 2022](#)).

A5.2: Difusión de resultados de la herramienta inteligente. Responsable: (GP); Participantes: (todos). O3.1. ([Artículo en revisión. Marzo 2022](#)).

A5.3: Registro de la propiedad intelectual. Responsables: (GP, VV, IA); Participantes: (todos). O3.2. ([Pendiente de realizar](#)).

PT6: Implicaciones docentes

A6.1: Preparación de material docente (documentación, ejercicios, prácticas) para las asignaturas: Ingeniería del Conocimiento (Grado Ingeniería del Software), incluyendo métodos de extracción del conocimiento y Visión por Computador (Máster Ingeniería de Sistemas y Control). Responsable: (GP); Participantes: (GP, LH). Objetivos: O4.1, O4.2. ([Diciembre 2021- Enero 2022](#)).

H6.1: material disponible en el Campus Virtual. Responsable: (VV, GP); Participantes (IA, LH). ([Mayo 2022](#)).

A6.2: Preparación de material docente en la asignatura Clínica odontológica Integrada. Responsables: (VV, IA); Participantes: (EG, MP, DA). Objetivos: O4.1, O4.2. ([Septiembre 2021- Mayo 2022](#)).

A6.3: Someter las asignaturas previas a DOCENTIA. Participantes: (todos). ([Mayo 2022](#)).