



# **APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA PREDICCIÓN DE FRACASOS DE RESTAURACIONES DE RESINA COMPUESTA. (ESTUDIO PILOTO)**

MÁSTER DE CIENCIAS ODONTOLÓGICAS UCM.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

JUNIO 2013

Alumno: Ignacio Aliaga Vera

Tutor: Dr. Vicente Vera González



## INDICE

|  |         |
|--|---------|
| 1. Introducción  | Pág. 4  |
| 1.1. Bioinformática  | Pág. 5  |
| 1.2. Sistemas de razonamiento basados en casos (CBR)             | Pág. 7  |
| 1.3. Utilización de resinas compuestas en el sector<br>posterior | Pág. 19 |
| 2. Planteamiento del problema y justificación                    | Pág. 23 |
| 3. Hipótesis de trabajo y objetivos                              | Pág. 26 |
| 4. Material y Método   | Pág. 28 |
| 5. Resultados y discusión  | Pág. 46 |
| 6. Conclusión  | Pág. 88 |
| 7. Anexos  | Pág. 90 |
| 8. Bibliografía  | Pág. 99 |

# 1. INTRODUCCIÓN

---

### **1.1 Bioinformática**

Durante los últimos años, se han producido excelentes avances en el campo de la Biomedicina y la Bioinformática. La incorporación de técnicas computacionales como la minería de datos y la Inteligencia Artificial (IA) en este campo ha dejado notables progresos en la prevención y detección de diversas enfermedades (1). En la actualidad, estas técnicas se aplican en diversos problemas de medicina como pueden ser la genómica, el estudio de enfermedades como la meningitis y en campos como la odontología (1, 2). Dentro de las ramas existentes en la minería de datos se tienen las técnicas de extracción de conocimiento. Estas técnicas son habituales en la aplicación de mecanismos para la extracción de información relevante de diversos problemas, como por ejemplo los genómicos; aunque también se aplican en otros ámbitos como la optimización.

Los objetivos que persigue el aprendizaje automático no es tanto modelar el aprendizaje humano, sino superar los límites de los sistemas de IA habituales, cuyos límites vienen impuestos por el conocimiento que se les ha introducido, no siendo capaces de resolver problemas más allá. Partiendo de la premisa de que es imposible prever todos los problemas desde el principio, el aprendizaje automático pretende aportar a los programas de Inteligencia Artificial, la capacidad de adaptarse sin tener que ser reprogramados (1-3).

Entre las aplicaciones habituales de los sistemas de aprendizaje automático podemos encontrar las tareas difíciles de programar como el reconocimiento facial, las aplicaciones auto-adaptables como los interfaces inteligentes o los filtros anti-spam y la minería de datos que supone un análisis inteligente de grandes volúmenes de datos.

Como disciplina no hay una única forma de aprendizaje automático, diferenciándose distintos tipos en función de las características del aprendizaje. Apareciendo diferentes tipos de aprendizaje automático.

- ✓ Aprendizaje genético: aplica algoritmos inspirados en la teoría de la evolución para encontrar descripciones generales a conjuntos de ejemplos.
- ✓ Aprendizaje conexionista: busca descripciones generales mediante el uso de la capacidad de adaptación de las redes neuronales artificiales.
- ✓ Aprendizaje inductivo: crea modelos de conceptos a partir de la generalización de ejemplos simples buscando patrones comunes que expliquen estos ejemplos.
- ✓ Aprendizaje analógico: busca una solución a un problema nuevo, en base a la existencia de similitudes con problemas ya conocidos y adaptando sus soluciones. Los sistemas de razonamiento basados en casos se integran en este tipo de aprendizaje (2-4)

## **1.2 Sistemas de razonamiento basados en casos (CBR)**

Los sistemas de razonamiento expertos son una rama de la Inteligencia Artificial con demostrado éxito, sin embargo presentan una serie de problemas importantes.

- ✓ En muchos casos es difícil extraer de expertos humanos el conjunto de leyes y normas que permitan crear un sistema inteligente.
- ✓ La implementación de sistemas expertos es compleja.
- ✓ Una vez implementados, suelen ser lentos y tener problemas para acceder y manejar grandes volúmenes de información.
- ✓ Son difíciles de mantener (4-6).

Con la intención de superar estos problemas, Kolodner en 1983 (7, 8) propuso un modelo revolucionario: un Sistema de Razonamiento Basado en Casos (CBR, Case-Based Reasoning) que utiliza como base el modelo de razonamiento humano. Desde entonces los CBR se han aplicado con éxito a un amplio espectro de problemas (1), (9, 10).

Un Sistema de Razonamiento Basado en Casos (CBR) resuelve problemas por medio de la adaptación de soluciones dadas anteriormente. La memoria de un CBR almacena un número de problemas y sus soluciones; ante un nuevo problema recuperan casos similares y dan una solución, es decir resuelve problemas buscando soluciones dadas con anterioridad. Un CBR es un sistema dinámico en el cual los nuevos problemas son añadidos continuamente a su memoria, de tal forma que los problemas parecidos o similares se eliminan y paulatinamente se crean otros mediante la combinación de varios ya existentes. La idea que impulsó esta

metodología se basa en el hecho de que los humanos utilizan lo aprendido en experiencias previas para resolver problemas presentes (1, 10-13))

Los casos típicos admitidos para su análisis con CBR deben ser casos cuyo problema bien estructurado contenga la experiencia pasada y la información del contexto, por tanto serán (14, 15, 16):

- ✓ Casos que describen problemas y sus soluciones podrán utilizarse para generar nuevas soluciones en nuevos problemas.
- ✓ Casos compuestos por problemas y resultados que puedan emplearse para evaluar nuevas soluciones.
- ✓ Casos formados por problemas, soluciones y resultados que puedan utilizarse para evaluar resultados de posibles soluciones y por tanto, evitar riesgos así como posibles problemas.

Los casos se pueden presentar de forma diferente en función del problema pero toda la información debe ser funcional, fácil de entender, de interpretar y de recuperar (17).

## ESTRUCTURA GENERAL DEL CICLO DE VIDA DE UN SISTEMA CBR

Un sistema CBR obtiene la solución a un problema determinado analizando problemas pasados, comparando y adaptando el problema a la situación determinada. Para ello basan su conocimiento en los problemas almacenados en su memoria en forma de casos, realizando todas estas acciones de forma estructurada y cíclica donde generalmente se requiere la intervención humana.

Los sistemas CBR se pueden utilizar de forma individual o formando parte de un sistema convencional o inteligente, pero están especialmente indicados cuando las reglas que definen un sistema de conocimiento son difíciles de obtener, o el número y complejidad de las mismas es demasiado grande para un sistema experto.

El objetivo del sistema CBR es encontrar una solución a un determinado problema buscando en su memoria casos similares con sus soluciones. Una vez seleccionados estos casos se reutilizan para generar una solución inicial que se revisa y crea un nuevo caso almacenado en la memoria para su posterior utilización. Los casos de la memoria se pueden eliminar o mezclar para generar nuevas situaciones que solucionen los nuevos problemas introducidos.

Un sistema CBR se asemeja a la estructura general del conocimiento humano, si al buscar una solución esta es insatisfactoria, eliminará los casos y soluciones causantes de esta irregularidad buscando situaciones correctas y experimentadas en lugar de realizar asociaciones generales entre problemas con iguales características como haría un sistema de razonamiento basado en reglas o depender del conocimiento general de un determinado problema (18) (19, 20).

Un CBR es un sistema de aprendizaje incremental puesto que cada vez que resuelve un problema es posible crear otro y almacenarlo para su posterior

utilización. No obstante, requiere de la intervención humana en muchas situaciones especialmente en la fase de revisión de la solución y en la retención de nuevos casos; esto supone su mayor inconveniente ya que requiere de la presencia de un experto.

Cada problema a estudiar define la estructura del sistema CBR basándose en la necesidad de comparar las características sintácticas o semánticas de los casos y las soluciones.

El ciclo de vida de un CBR está compuesto por cuatro fases necesarias para la resolución de un nuevo problema:

1. Recuperación de los casos más relevantes.
2. Reutilización de los casos o problemas con la intención de solucionar el problema presente.
3. Revisión de la solución propuesta.
4. Retención o aprendizaje de la nueva solución como parte de un nuevo caso. (1, 16, 21, 22). Figura 1.

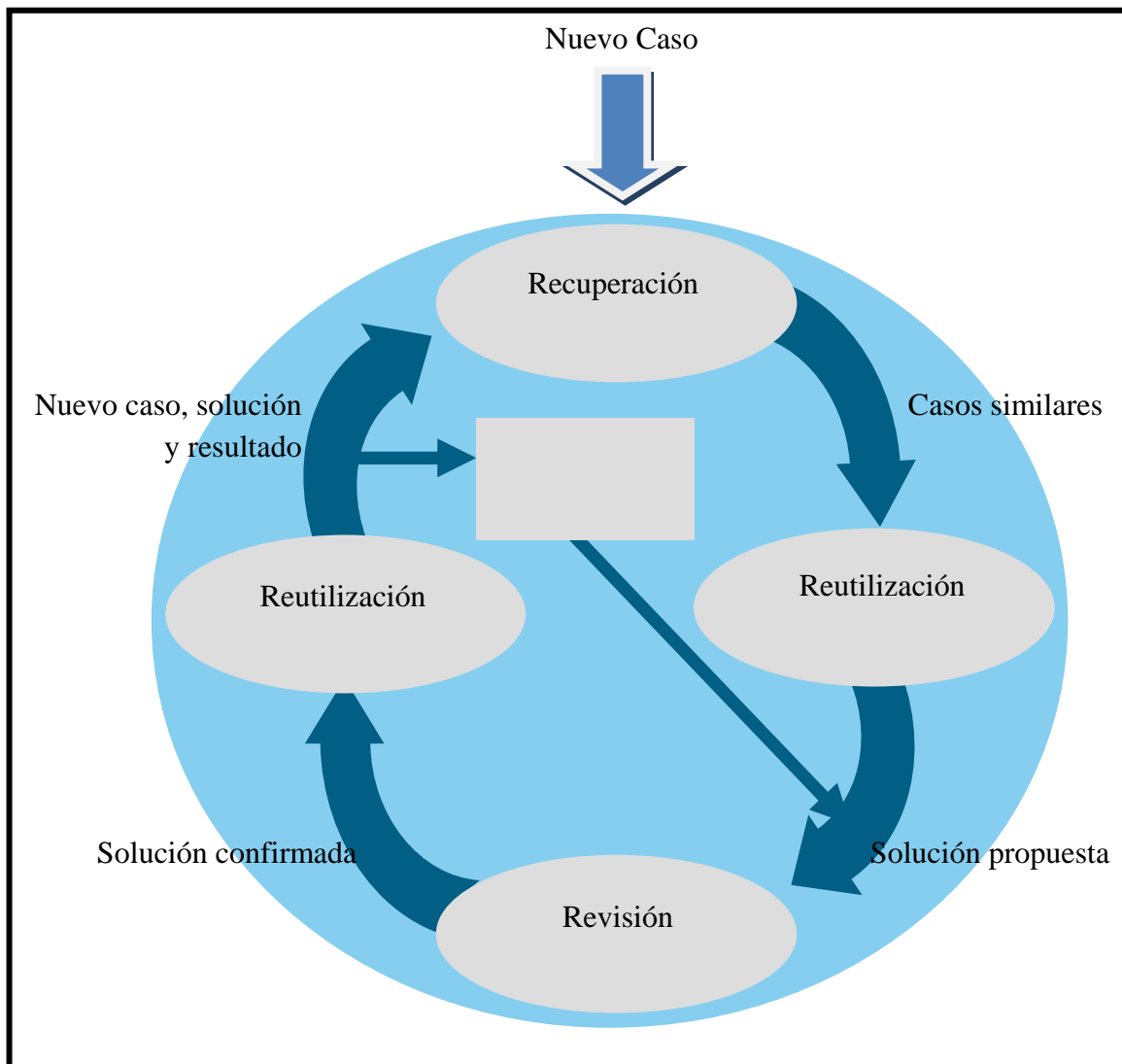


FIG. 1: ciclo de vida de un CBR (18).

## 1. Recuperación

En esta fase, el sistema CBR extrae los casos almacenados en su memoria más similares al problema que se desea solucionar. Esta fase funciona en tres etapas consecutivas que deben seguir el mismo orden:

- ✓ Identificación de las características que definen un problema.
- ✓ Comparación inicial de los casos más similares al problema mediante reglas predefinidas.
- ✓ Búsqueda y selección del caso o grupo reducido de casos que más similitud tiene con el problema presente por el que se empezará a definir la nueva solución.

Los casos más próximos al problema se seleccionan después de un estudio profundo de los casos recuperados inicialmente a partir de las características del problema. Esta selección es mucho más complicada que la elección inicial y en los sistemas actuales requieren la intervención humana lo que puede considerarse un gran inconveniente (23, 24).

## 2. Reutilización

En la fase de reutilización, el sistema CBR estudia las diferencias entre el caso o casos seleccionados anteriormente y el problema existente viendo cuáles son las características de los casos seleccionados que se pueden trasladar al problema presente.

En los problemas simples de clasificación, las diferencias entre los casos se ocultan y sólo se tienen en cuenta las similitudes, en este momento el problema adopta la solución del caso recuperado. En la mayoría de las ocasiones las diferencias son importantes y es necesaria una adaptación de las soluciones.

Las soluciones se pueden adaptar mediante:

✓ Reutilización transformacional.

Reutilizando soluciones dadas a problemas anteriores. La solución al caso presente no es la solución adoptada para esta situación pero existe una transformación que da lugar a una solución al presente problema a partir de las soluciones de los casos recuperados. El principal problema es determinar los algoritmos adecuados para la adaptación de los casos recuperados para generar la nueva solución.

✓ Reutilización derivacional.

Se reutilizan los métodos empleados para generar soluciones en los casos pasados. El caso recuperado debe contener la información relacionada con el método utilizado incluyéndose así para cada operación utilizada, objetivos, alternativas generadas, problemas encontrados en la búsqueda de la solución... en este tipo de reutilización se usa el método antiguo para resolver el nuevo problema (25).

### 3. Revisión

En esta fase la solución propuesta se examina minuciosamente. Si es aceptada, puede utilizarse durante la etapa de aprendizaje, pero si la solución es

insatisfactoria se puede modificar o reparar usando un conocimiento específico acerca del problema en cuestión.

La evaluación de una solución se realiza normalmente aplicando dicha solución a un problema real, y son sus características las que determinan cuándo se puede llevar a cabo esta evaluación, siendo en ocasiones necesario el uso de simuladores. Si la solución se debe modificar, es necesaria la identificación de los errores cometidos durante la generación de la solución y poder explicarlos usando técnicas basadas en explicaciones. Una vez identificados los errores la solución se repara usando la explicación al error y evitándolo cuando aparezca (26).

#### 4. Aprendizaje

Los sistemas CBR durante esta fase identifican los aspectos que pueden aprender o memorizar y por tanto incluir en la memoria. Deben tener en cuenta las modificaciones de la fase anterior para realizar sus tareas más importantes:

- ✓ Seleccionar la información contenido en los casos en que debe memorizarse.
- ✓ Definir como debe almacenarse la información obtenida.
- ✓ Establecer los mecanismos de indexación del nuevo problema para así poder reutilizarlo en un futuro.
- ✓ Definir la forma de integrar el nuevo caso en la estructura de la memoria determinando si las fuentes del aprendizaje son a partir de las características que describen un problema o a partir de la solución dada al problema.

Un CBR es un sistema dinámico donde su memoria debe modificarse continuamente a partir de los problemas resueltos, es decir, si un caso reutiliza y

adapta una nueva solución esta puede generalizarse o incluso crear un caso nuevo donde, en muchas ocasiones, es necesaria la ayuda de un experto para crear dicho caso.

La actualización de la memoria es el paso final de esta fase, lo que constituye el verdadero aprendizaje por medio de integración de varios casos e indexación de los mismos ajustando cada caso en función del éxito o no de su reutilización (16, 18).

Por tanto, la indexación de los casos tanto nuevos como reutilizados es un punto crucial en el aprendizaje del sistema CBR; dicho sistema admite índices predictivos lo suficientemente concretos como para identificar los casos de forma idónea, flexibles para adaptarse a los cambios necesarios y adecuados para el problema en el que se utilizan (6, 22).

Existen varios mecanismos de indexación de los casos, unos automáticos y otros que requieren la intervención manual de un experto. En general los métodos de indexación automática pueden ser:

1. Indexación basada en las características y atributos más representativos del problema, una vez analizados se ordenan y se indexan teniendo en cuenta el valor cuantitativo de sus características (26).
2. Indexación basada en diferencias, seleccionados los índices que forman las diferencias entre los casos se pueden separar las distintas soluciones de un problema. Ordenadas e indexadas se utilizan para solucionar nuevos problemas (7, 8).
3. Indexación basada en la generación de índices de similitud. Agrupando características similares y creando nuevos rasgos comunes a todos ellos se indexan soluciones a cada caso individual (27).

4. Indexación mediante aprendizaje inductivo. Identificando las características, estas se usan como índices y se indexan mediante algoritmos de inducción (28).
5. Indexación basada en explicaciones. Analizando cada caso y determinando cuáles son sus características fundamentales se utilizan en un determinado orden para identificar los nuevos casos (18, 29).

---

## TIPOS DE SISTEMAS CBR

Existen muchos sistemas de CBR; aunque todos comparten la misma estructura cada uno se adapta mejor a un tipo de problema en particular.

- ✓ Razonamiento basado en ejemplares: son sistemas que centran su aprendizaje la definición de conceptos. Los casos parecidos se agrupan en clases que absorben las características más importantes de los casos asociados; la solución buscada debe ser la que, en general, represente las características de cada problema en particular. La solución más similar al problema se utiliza como solución a este problema (4, 21).
- ✓ Razonamiento basado en instancias: son sistemas que basan su aprendizaje en ejemplares centrado en problemas con fuertes connotaciones sintácticas, es decir situaciones donde hay un número muy grande de casos que dan un amplio espectro de posibilidades. En problemas donde falta conocimiento general de las leyes que rigen el comportamiento del sistema.
- ✓ Razonamiento basado en memoria: estos sistemas tienen en su memoria una colección de casos y el razonamiento es un proceso de recuperación de estos casos almacenados.
- ✓ Razonamiento basado en casos: este tipo de aprendizaje requiere que:
  - ▲ -Un caso tenga un número de características distintivas y relevantes con una estructura interna relativamente compleja.

- ♣ -Un CBR debe ser capaz de adaptar la solución recuperada al contexto en el que está inmerso.
- ♣ -El sistema CBR requiere cierto conocimiento del problema general.
- ♣ -El algoritmo utilizado se debe basar en las teorías desarrolladas en el ámbito de la psicología cognitiva (7, 8).
- ✓ Razonamiento basado en analogías: estos sistemas intentan resolver un problema utilizando casos antiguos procedentes de un conocimiento diferente (30).

### **1.3 Utilización de resina compuesta en el sector posterior.**

El uso de resinas compuestas en el sector posterior es un hecho común en la práctica clínica diaria: hace unos años existía una controversia referente al uso de este material por las propiedades físicas, mecánicas y alternativas de las amalgamas de plata. Hoy es el tratamiento de elección en la práctica de nuestras clínicas.

Las resinas compuestas en el sector posterior pueden tener algunos problemas atribuibles a diversas causas, entre ellas destacamos la deficiencia de los materiales utilizados y problemas derivados de la técnica. Actualmente las posibles deficiencias de los materiales han sido solventadas por la industria al servicio de los clínicos.

*Problemas derivados del material*

1. Fatiga
2. Desgaste
3. Contracción
  - Microfiltración
  - Gaps
  - Deflexión
  - Fracturas de esmalte
4. Biocompatibilidad
5. Conversión
  - Efecto del oxígeno
  - Efecto del relleno
  - Efecto de los colorantes
6. Cambio de color
7. Rugosidad superficial

Los problemas clínicos derivados de la técnica usada pueden deberse a las habilidades adquiridas en el aprendizaje de los tratamientos a realizar y este apartado, es una secuencia a estudiar y analizar para poder aportar posibles soluciones y mejorar los resultados clínicos a nuestros pacientes.

Los problemas derivados de la técnica dependen del profesional o, como en nuestro estudio, del estudiante.

### Problemas derivados de la técnica

1. Defectos de relleno.
  - Resina líquida en los ángulos.
  - Atrapamiento de aire.
  
2. Defectos de polimerización.
  - Estado de la lámpara.
  - Los obstáculos al paso de la luz.
  - El modo de aplicación de la luz.
  
3. Punto de contacto.
  - Dificultad en la condensación de la resina compuesta.
  - Disposición de la matriz.
  
4. Fractura del composite.
  - Espesor insuficiente.
  - Oclusión excesiva.
  - Soporte inadecuado.
  
5. Fractura del tejido dentario.
  - La decisión de eliminar o no una pared debe hacerse en cada caso en función de factores como el tipo de antagonista, la fuerza de oclusión y las características del diente. Dejando el esmalte sin apoyo o paredes altas y estrechas aun con apoyo de dentina, es una situación de riesgo que dará lugar a un fracaso de la restauración.
  
6. Hipersensibilidad.
  - Debida al movimiento de fluidos que tiene lugar dentro de los túbulos dentinarios cuando el composite está mal sellado y hay cambios térmicos.

7. Daño pulpar.

- Eliminar por completo la dentina infectada.
- Conseguir un perfecto sellado a nivel del esmalte.
- Conseguir un perfecto sellado a nivel de la dentina.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN**

---

El fracaso de las restauraciones dentales es un problema importante a solucionar en la práctica clínica odontológica y en la enseñanza universitaria. Los profesionales y estudiantes deben ser conscientes de la longevidad de los tratamientos, y las razones del fracaso de las restauraciones (31, 32).

El éxito de las restauraciones dentales se ve influido por diversos factores; los materiales utilizados, estado de la pieza dentaria, edad, posición y tamaño del diente, el tamaño y el diseño de la restauración, número de superficies restauradas, nivel de experiencia del clínico y la ejecución adecuada de las diferentes fases clínicas en las que se basa el tratamiento (33).

El fracaso tiene lugar cuando una restauración alcanza un grado de degradación que pone en peligro el funcionamiento adecuado, bien por razones estéticas, funcionales o debido a la incapacidad para prevenir una nueva enfermedad (32, 34).

Investigaciones previas han demostrado que el retratamiento de restauraciones fracasadas, suponen el 50 al 78% de la actividad del Odontólogo en la práctica general (31). Este hecho sugiere cierto fracaso para la odontología restauradora. Además, otro de los problemas es que el retratamiento de la restauración, indudablemente va a terminar en el aumento del tamaño de la cavidad (38), debilitando la estructura dentaria y extendiendo el daño, pudiendo llegar a comprometer el tejido pulpar del diente, llegando a tener que realizar un tratamiento de los conductos (39).

La enseñanza y práctica odontológica tradicionalmente se han enfocado al tratamiento ideal y estético, menor atención ha sido prestada para el diagnóstico, prevención y tratamiento de restauraciones que han fracasado (34, 35, 36, 37).

Frente a estos hechos, parece interesante, estudiar y analizar las Restauraciones de Resina en el sector posterior realizadas por los estudiantes de odontología, de la asignatura Patología y Terapéutica Dental II (PTD II), en la práctica Odontológica Universitaria, mediante la aplicación de la herramienta de

Inteligencia Artificial, CBR, y nos va a permitir predecir qué variables influyen en los fracasos, con la finalidad de subsanar los defectos de los conocimientos cognitivos y de las habilidades, causantes de los fracasos de las restauraciones en el sector posterior.

Nuestro estudio, se centra en el desarrollo de un modelo inteligente que permita identificar los fracasos de las restauraciones de composite. Para ello, se procede a la toma de datos clínicos y radiográficos de los tratamientos restauradores realizados por estudiantes de 4º curso del Grado en Odontología de la Universidad Complutense en la asignatura de PTD II. Con los datos obtenidos se creará un modelo de inteligencia artificial, capaz de gestionar datos históricos y modelar el comportamiento y la evolución de restauraciones composite (43, 44).

### **3.HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS**

---

## HIPÓTESIS

La hipótesis de este trabajo se puede definir en los siguientes términos: los sistemas de razonamiento basados en casos (CBR), son una herramienta adecuada para predecir y pronosticar los factores determinantes en el fracaso de las restauraciones con composite en el sector posterior, mediante el análisis de las variables que influyen en el tratamiento

Para evaluar esta hipótesis, será necesario identificar un conjunto de datos históricos adecuados y completos, realizar una selección de variables y establecer los algoritmos que se utilizan en cada una de las cuatro fases de los sistemas de razonamiento basado en casos CBR.

## OBJETIVO PRINCIPAL

Establecer las variables que influyen en el fracaso de las restauraciones con resina compuesta en el sector posterior.

## HIPÓTESIS NULA

No existen variables que permitan predecir mediante la Inteligencia Artificial los fracasos de las restauraciones de resina realizadas por los estudiantes de odontología.

## 4. MATERIAL Y MÉTODO

---

### **Material**

Este trabajo ha sido realizado en colaboración con el Departamento de Informática y Automática de la Facultad de Informática de la Universidad de Salamanca.

Para la realización de este estudio hemos necesitado:

#### **Revisión bibliográfica:**

- ✓ Búsqueda bibliográfica, realizada a través de las bases de datos puede, Cochrane y complugo.
- ✓ Los artículos seleccionados se obtuvieron en la hemeroteca de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid, hemeroteca de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Salamanca y mediante descarga online.

#### **Recursos humanos:**

- ✓ Un odontólogo investigador del estudio.
- ✓ Estudiantes de 4 Curso de Odontología. Asignatura PTD 2.
- ✓ Muestra de pacientes tratados.
- ✓ Ingenieros informáticos del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca.

#### **Materiales clínicos:**

- ✓ Equipo dental.

- ✓ Material de exploración dental: espejo, sonda y pinzas para exploración.
- ✓ Guantes de látex y/o vinilo.
- ✓ Mascarillas.
- ✓ Aspiradores y jeringa de aire del sillón dental.

Material radiográfico:

- ✓ Placas radiográficas intraorales.
- ✓ Anillos posicionadores de radiografías.

Material informático:

- ✓ Cuestionarios I y II, relativos al estudio. (Anexos).
- ✓ Ordenador personal para la recogida de datos en tablas Excel<sup>®</sup>.
- ✓ Ordenadores del Departamento de Informática y Automática de la Universidad de Salamanca para el análisis mediante CBR. Los datos serán procesados por los Profesores Corchado y De Paz Santana pertenecientes a dicho departamento.

### Muestra del estudio:

El estudio se realiza a 40 pacientes, procedentes del Servicio Central de Recepción de la UCM, tratados por los estudiantes de 4º curso de PTD II de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid desde Noviembre de 2011 a Marzo de 2012.

La muestra debía cumplir los siguientes criterios:

#### Criterios de inclusión

- Pacientes tratados por estudiantes de la Asignatura PTD II durante las fechas del estudio.
- Pacientes con lesiones 1 y 2 de Mount y restauración con resina compuesta.
- Pacientes adultos, con plenas capacidades para tomar decisiones.
- Compromiso de asistir a revisión.

#### Criterios de exclusión

- Pacientes cuyas historias clínicas cumplían los criterios de inclusión pero no disponían de todas las variables que se estaban recogiendo.
- Pacientes que rehusaron a colaborar en el estudio.

### **Método**

En primer lugar, establecido el plan de tratamiento, aprobado por el profesor responsable, el estudiante explicara al paciente, la necesidad de realizar el tratamiento de las caries para restaurar el diente.

El evaluador-investigador explica al paciente que los datos obtenidos en esta revisión formaran parte de un estudio-piloto, explicando los objetivos del trabajo. Los pacientes conformes, firman el Consentimiento Informado, Anexo IV, y a continuación se procederá a rellenar la ficha-historia clínica recogiendo datos clínicos, radiográficos y las variables que vamos a analizar una vez que el estudiante ha finalizado el tratamiento. Anexo I y II.

El Odontólogo evaluador, será el encargado de supervisar el tratamiento poniendo una nota numérica.

Posteriormente el investigador-evaluador y el estudiante revisará a los 12 meses el tratamiento ejecutado, rellenando el cuestionario III.

## **ANEXO I**



### **CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN I**

#### **DATOS DEL ALUMNO**

Fecha de Exploración:

Grupo:

Sexo:

Edad:

Profesión:

Estudios:

Familiares Odontólogos:

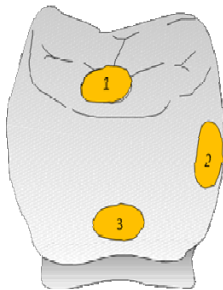
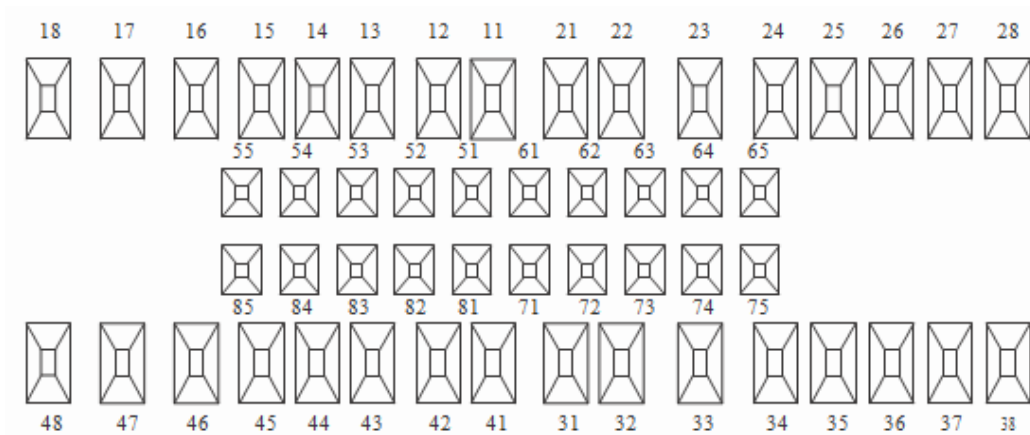
Hobbies:

Nota PTD 1 Endodoncia:

Nota PTD 1 Conservadora:

Numero de Obturaciones Previas:

**ODONTOGRAMA/ CLASIFICACION DE MOUNT**



|               |   |
|---------------|---|
| <b>Zona 1</b> | <b>Fosas, fisuras y defectos del esmalte en las superficies oclusales de los dientes anteriores, posteriores y otras superficies lisas.</b> |
| <b>Zona 2</b> | <b>Esmalte interproximal situado inmediatamente por debajo de los puntos de contacto con los dientes adyacentes.</b>                        |
| <b>Zona 3</b> | <b>Tercio gingival de la corona o, en caso de recesión gingival, raíz expuesta.</b>   |

EVALUACION 1:

EVALUACION 2:

EVALUACION 3:

EVALUACION 4:

## **ANEXO II**



### **CUESTONARIO DE EVALUACION II**

Nombre del paciente:

#### **ANESTESIA**

Hora de Comienzo:

Tipo de Anestesia:

Técnica Empleada:

Tiempo de Espera de Efecto de Anestesia:

Intentos Empleados:

Ayuda del Profesor:

Número de Carpules:

Grado de Anestesia (Bueno/Regular/Malo):

Incidencias:

Hora de Finalización:

## **AISLAMIENTO**

Hora de Comienzo:

Tipo de Aislamiento:

Localización de Piezas Aisladas:

Valoración del Aislamiento (Bueno/Regular/Malo):

Incidencias:

- Contaminación con Saliva y/o Sangre (Si/No):
- Cambio de Dique (Si/No):
- Otras:

Hora de finalización:

## **CAVIDAD**

Hora de comienzo:                      Pieza Dental:

Profundidad de la Lesión (Muy Profunda/Profunda/Poco Profunda):

Uso de Turbina/ Contra ángulo:

Tipo de Fresa:

Uso de Cucharilla:

Uso de Detector de Caries:

Numero de Paredes Afectadas:

Eliminación Total de Caries:

Eliminación Esmalte (Total/Parcial):

Grado de Dificultad (Alta/Media/Baja):

Exposición Pulpar (Si/No):

Uso de Base Cavitaria (Si/No):

Hora de Finalización:

## **OBTURACIÓN**

Hora de Comienzo:

Tipo de Adhesivo:

Tipo de Grabado:

Tiempo de Grabado:

Uso de Matriz:

Uso de Cuña:

Tipo de Matriz:

Valoración del Encofrado (Bueno/ Regular/Malo):

Tipo de Composite:

Técnica de Colocación:

Técnica de Incrementación:

Numero de Capas:

Contorneado Anatómico (Si/ No):

Uso de Turbina/ Contra ángulo:

Tipo de Fresa:

Uso de Discos/ Fresas de Pulido:

Ajuste de Oclusión (Si/ No):

Hora de Finalización:

Grado de Satisfacción (Muy Satisfecho/ Satisfecho/ Poco Satisfecho):

Incidencias:

**ANEXO III**



**CUESTIONARIO DE EVALUACION III**

*Nombre del alumno:*

*Fecha de Exploración:*

*Nombre del Paciente:*

*Grupo:*

*Fracaso:*

*Estudio radiográfico:*

*Motivo de fracaso:*

*Fractura de composite:*

*Fractura de tejido dentario:*

*Desgaste:*

*Decoloración:*

*Filtración:*

*Hipersensibilidad:*

*Empaquetamiento de comida:*

*Inflamación:*

*Fístula:*

### **Exploración clínica**

El estudiante realizará la inspección del diente a tratar para establecer el diagnóstico de caries lesión tipo 1 y 2 de Mount, que será supervisado por el profesor de prácticas.

### **Exploración radiográfica**

Para corroborar la exploración clínica, el alumno procederá a la realización de radiografías de Aleta de Mordida, con anillos posicionadores mediante la técnica de paralelización que nos ayudara a establecer el Plan de Tratamiento.

Una vez reveladas, se procederá al estudio de las mismas, revisándose de la siguiente manera:

Las radiografías serán estudiadas por el profesor. La inspección se realizara sin ningún tipo de instrumento de aumento. Se valoraban de mesial a distal y de oclusal a gingival, observando toda la anatomía general de la corona. Evaluando los parámetros contemplados. Las radiografías, se analizan con un orden predeterminado anotando los datos.

Dichas radiografías serán incorporadas a la historia clínica del paciente tras haberse digitalizado para su incorporación al archivo de este estudio.

Establecemos, una vez concluida ambas exploraciones, un plan de tratamiento para el paciente realizado por el estudiante.

## **Tratamiento realizado por el estudiante**

El protocolo clínico del estudiante, es evaluado durante cada *fase clínica* (Aislamiento y anestesia, preparación cavitaria, adhesión y obturación, pulido y acabado) del tratamiento de las lesiones zona I y II, que se compone el estudio por el examinador-profesor. Lesiones situadas en zona III, que la mencionaremos, no se encontró ninguna lesión con esas características.

### **1. Aislamiento**

La colocación del dique de goma es obligatoria. El dique de goma evita la contaminación y protege a los tejidos gingivales obteniendo un adecuado campo operatorio.

### **2. Preparación cavitaria**

Eliminará el tejido enfermo, teniendo presente que uno de los principios más importantes dentro de la odontología conservadora es limitar al máximo la remoción de tejido dental sano.

Iniciando la preparación cavitaria, con la remoción de la dentina cariada con instrumentos manuales y terminando la preparación con instrumentos rotatorios, y usando el detector de caries.

Las cavidades se clasifican en función del tamaño, Mount y Hume consideraron oportuna la realización de una nueva clasificación de caries acorde a los últimos conocimientos sobre el proceso carioso y a los materiales y técnicas de restauración actuales, la cual hace referencia a la localización de la lesión del tejido enfermo (40, 41, 42).

De este modo explican que las lesiones cariosas pueden aparecer en tres localizaciones diferentes en la corona (FIG. 2) coincidiendo con las zonas en las que se acumula la placa bacteriana y las clasifican de la siguiente manera (42):

- **Zona 1:** fosas, fisuras y defectos del esmalte en las superficies oclusales de los dientes anteriores, posteriores y otras superficies lisas.
- **Zona 2:** esmalte interproximal situado inmediatamente por debajo de los puntos de contacto con los dientes adyacentes.
- **Zona 3:** tercio gingival de la corona o, en caso de recesión gingival, raíz expuesta.

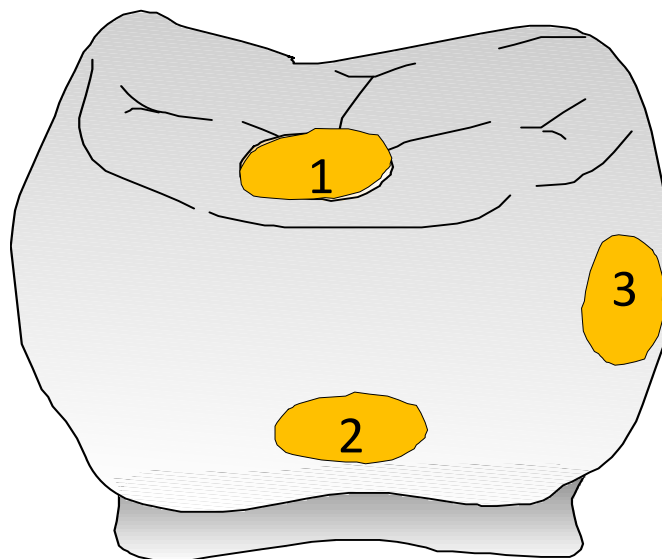


FIG. 2. Clasificación de Mount y Hume.

En nuestro estudio, una vez eliminado el tejido enfermo, las cavidades las vamos a clasificar en función del tamaño:

*Cavidades pequeñas*, solo afecta al esmalte, y el tratamiento es muy conservador, elimina el tejido enfermo, sin bisel en la cara oclusal, ya que los prismas del esmalte son cortados perpendicularmente y aumenta la retención por el grabado ácido.

*Cavidades medianas*, afecta a esmalte y a la dentina en un 25%.

*Cavidades grandes*, afectación de esmalte y dentina en el 50%, eliminamos la totalidad del tejido afectado debilitando en gran medida la estructura del diente.

### **3. Adhesión y obturación**

Colocación de la matriz y de cuña de madera o transparentes.

El objetivo es el encofrado de la cavidad, para obtener un adecuado ajuste marginal y punto de contacto. Dependiendo del caso clínico, indicábamos el uso de matriz transparente, metálica sectorial y metálica automatriz.

#### **Fase de adhesión**

Esta fase se realiza en correspondencia con el tamaño de la cavidad realizada.

Cavidades pequeñas, utilizamos adhesivos de grabado total, ExcITE® Soft Touch Single Dose.

Cavidades medianas y grandes, utilizamos adhesivos de autograbado, Futurabond NR VOCO®. Siguiendo las normas e instrucciones del fabricante.

#### **Fase de obturación y polimerización**

La obturación de la cavidad se realiza siguiendo la metodología de la técnica incremental y Iceberg.

La resina debe ser insertada en incrementos laminados y sucesivos para asegurar la polimerización apropiada y prevenir la contracción, de esta forma se mejora la adaptación marginal, reduciendo la filtración marginal, disminuye la deformación cuspídea y hace a las cúspides más resistentes hacia una subsiguiente fractura.

La polimerización se realiza en cada incremento y tiempo adecuado al tipo de lámpara.

#### **4. Fase de acabado y pulido**

##### Acabado

El estudiante procede al acabado de la restauración utilizando las fresas diamantadas de punta fina, de balón de rugby y de carburo de tungsteno, según la superficie a recortar.

##### Pulido

Finalmente procederá al pulido, empezando por las crestas marginales utilizando discos y tiras de grano diferente; en la cara oclusal utilizara para pulir copas y gomas de silicona.

##### Chequeo de oclusión

El ajuste de la oclusión se realiza con papel de articular de 5 micras.

### **Revisión anual del estudio**

Los pacientes son citados a los 12 meses para la evaluación clínica: inspección y radiografía intraoral de la obturación perteneciente a nuestro estudio. Anexo III.

El protocolo que seguiremos en los fracasos de las restauraciones evaluadas, será proceder al retratamiento siguiendo la sistemática clínica determinada anteriormente.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

---

|                      |         |
|----------------------|---------|
| Pacientes estudiados | 40      |
| Varones              | 23      |
| % varones            | 57.5%   |
| Mujeres              | 17      |
| % mujeres            | 42.5%   |
| Edad media           | 55 años |

Tabla 1.- Resultados de la muestra.

Se evaluaron un total de 17 mujeres y 23 hombres con edades comprendidas entre los 26 años y los 76 años. La edad media de los pacientes fue de 55 años y todos cumplían los criterios de inclusión establecidos previamente.

Los casos elegidos contenían toda la información necesaria para completar las 72 variables consideradas. Dichas variables contemplan toda la información relevante al paciente, historia médica, dental, sus hábitos y costumbres; pero además se valoraban datos relativos al estado previo del diente, su morfología, las fases de la técnica clínica utilizada y los resultados de la evaluación. De esta manera se contemplan el mayor número de variables capaces de influir en el fracaso del tratamiento restaurador del diente.

A partir de los datos descritos se realizó un estudio estadístico de las causas del fracaso, y se elaboró un sistema de predicción de los tratamientos llevados a cabo por los estudiantes-alumnos sobre los pacientes. Las predicciones se realizaron por medio de un sistema CBR que integró el clasificador MultiClassClassifier. El análisis de las causas realizado mediante un test estadístico, facilitó el estudio de predicciones automáticas realizadas por un sistema CBR por parte de un experto.

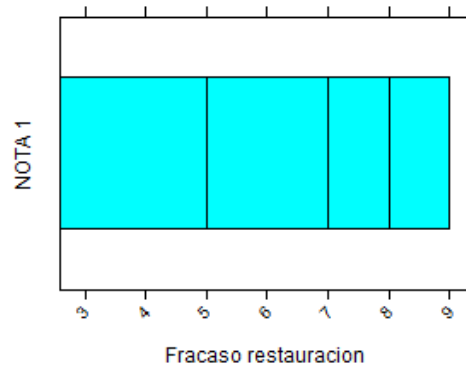
El análisis de los datos y la definición del sistema de predicción se realizaron de modo progresivo. En una primera etapa se llevó a cabo un pre procesamiento de los datos que consistió en un análisis para proceder a recodificar las variables y así permitir un resultado final óptimo. Posteriormente, se efectuó una comparativa de rendimiento del sistema de predicción basado en un CBR modificando las técnicas aplicadas durante la fase de adaptación.

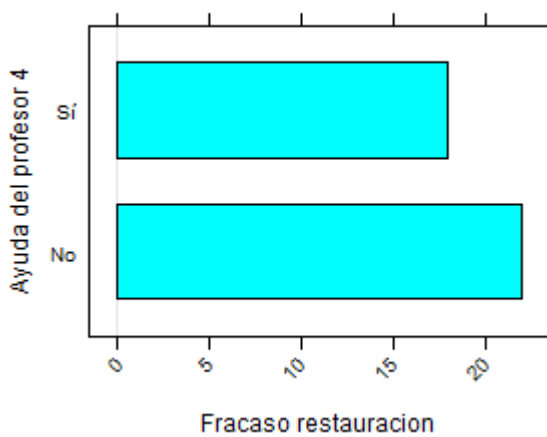
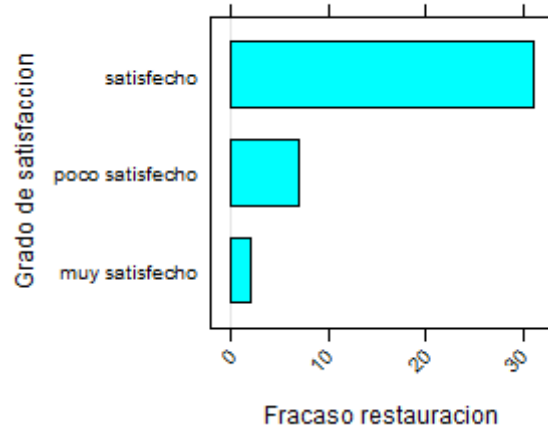
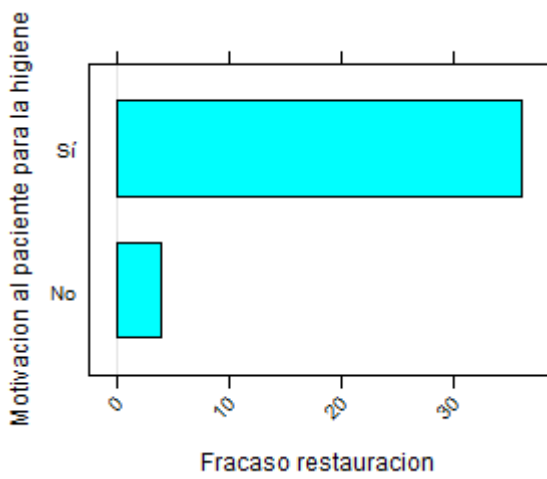
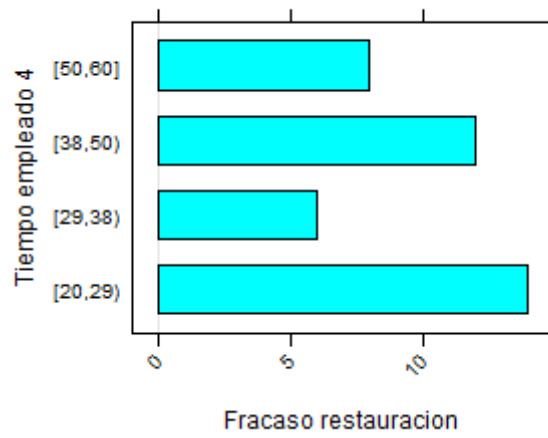
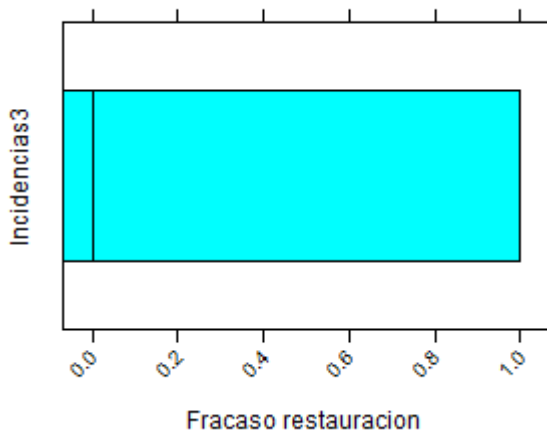
Como primer paso, previo análisis de los datos se determinaron las características de las variables. La observación directa de las variables es de importancia para determinar las características del problema que se pretende analizar y determinar posibles problemas en los datos, de los que dispone. Mediante la observación directa de las variables es posible determinar errores tipográficos que implicarían la aparición de diferentes categorías con frecuencias bajas. Además, es necesario evitar la existencia de un número alto de categorías por variables para que la aplicación de test estadísticos tenga mayor significatividad.

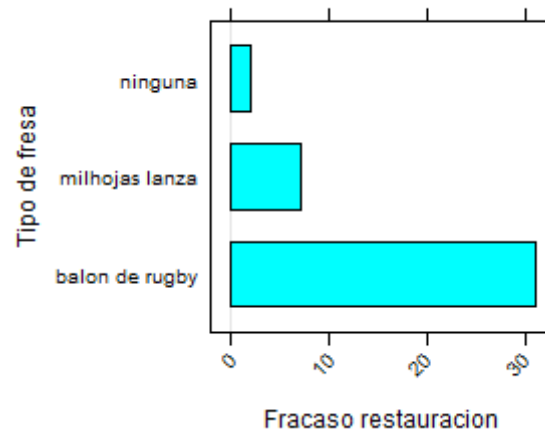
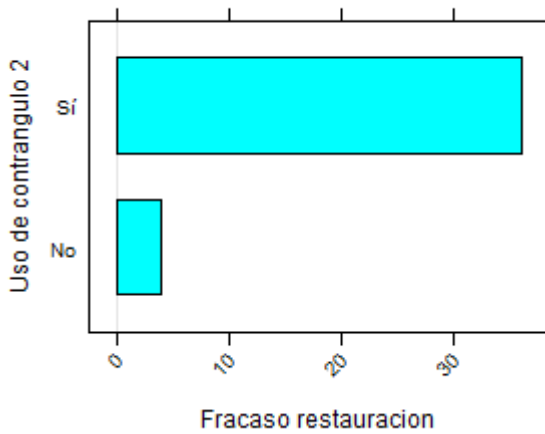
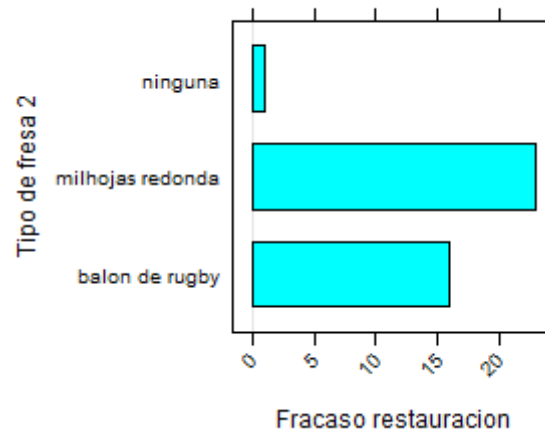
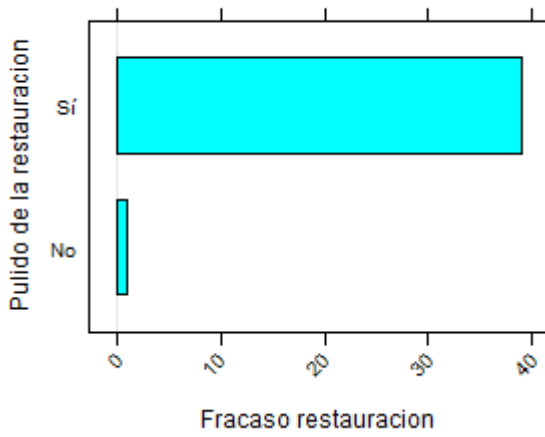
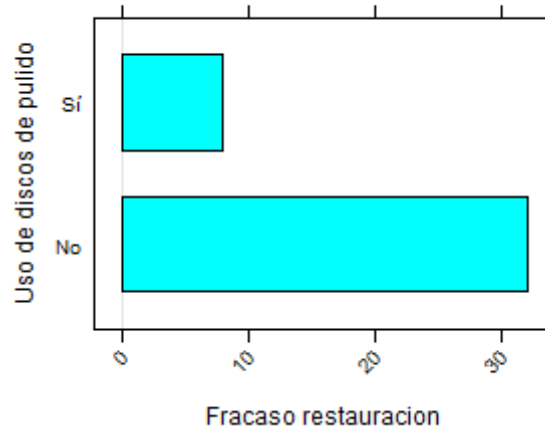
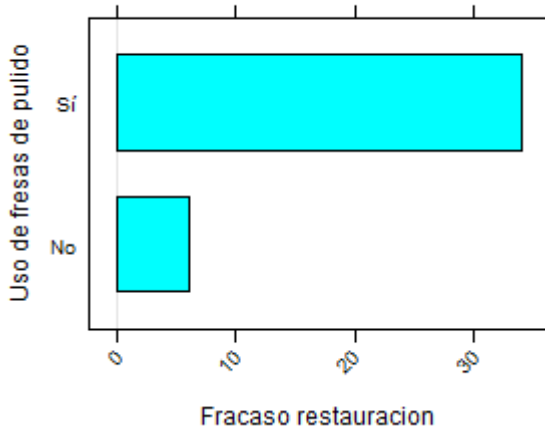
Inicialmente determinadas variables poseían un número de categorías muy alto por lo que se procedió a realizar una recodificación de las mismas para conseguir que el número de categorías finales por variable estuviera entorno a 3 ó 4 valores diferentes. Para las variables continuas se aplicó una recodificación basada en cantiles para crear una distribución homogénea de los valores.

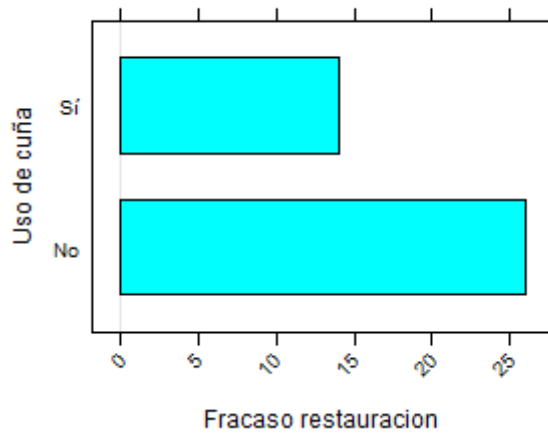
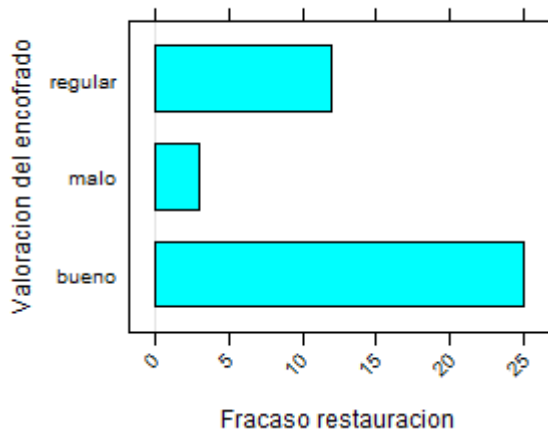
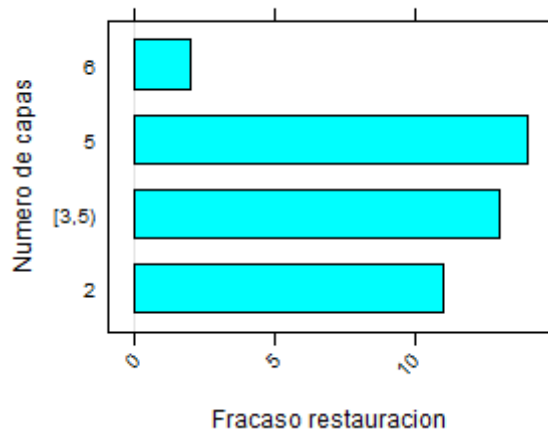
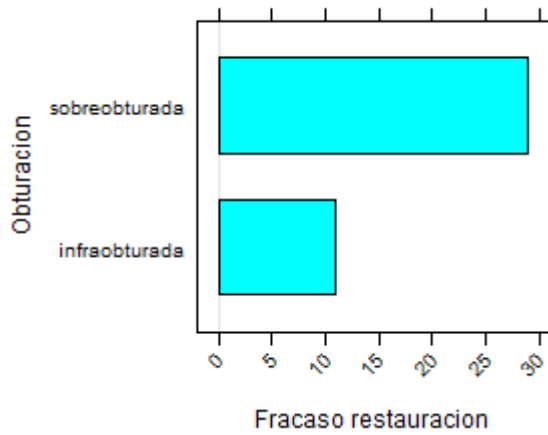
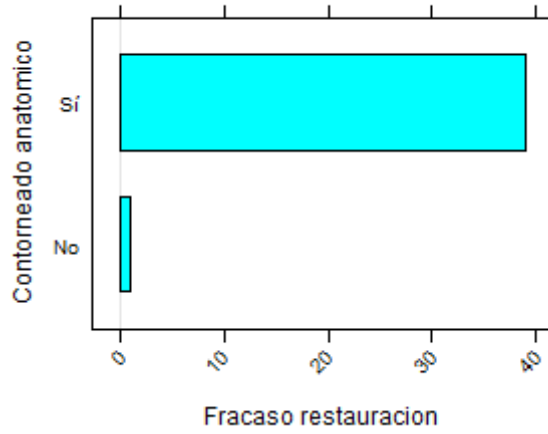
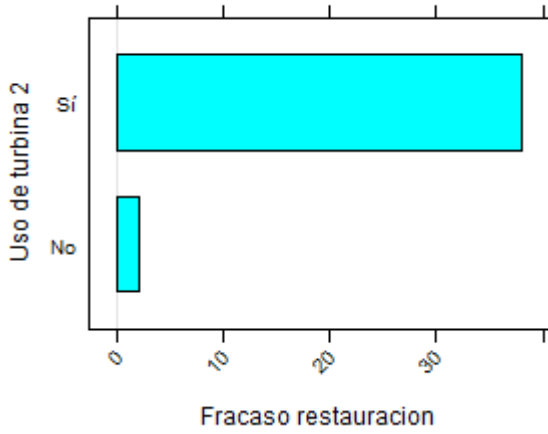
Resultados referentes a la frecuencia de las diferentes categorías para cada una de las variables. Tablas 2-73.

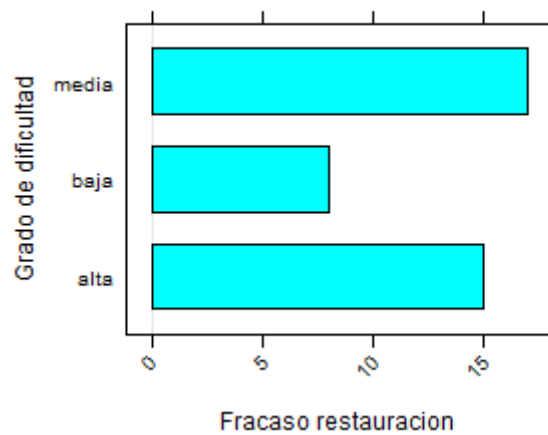
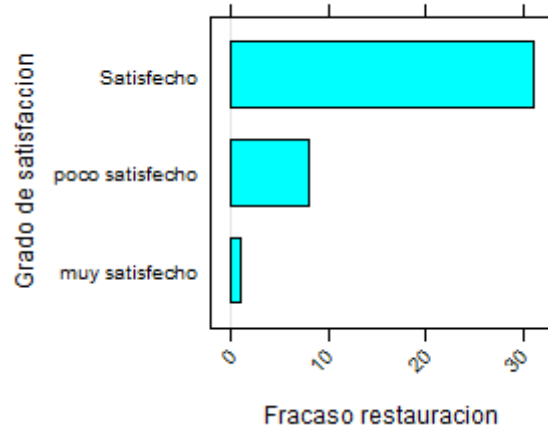
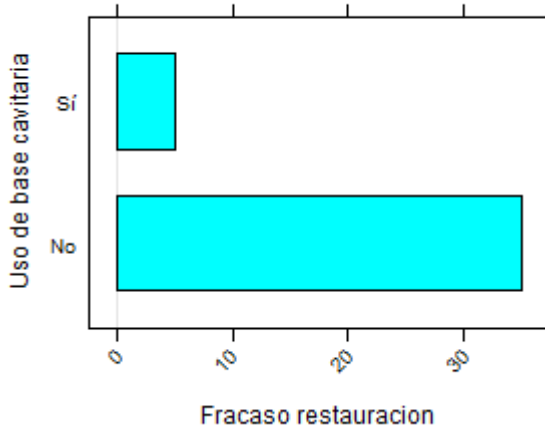
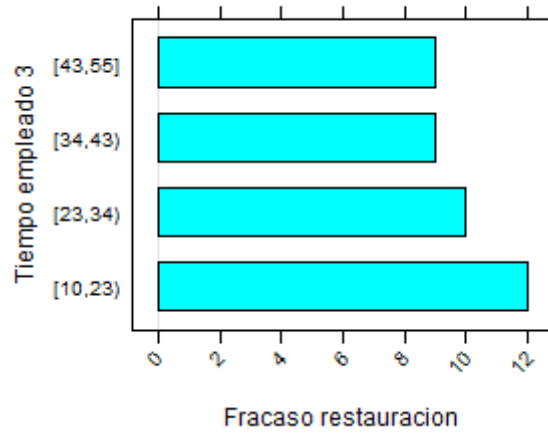
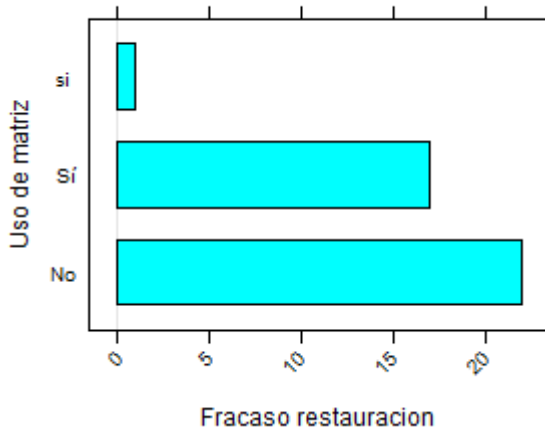
De forma muy rápida se pudo realizar una verificación de las variables y comprobar que no se necesitan nuevas recodificaciones de las variables ya que el número de categorías no es muy elevado para el número de datos de los que se dispone.

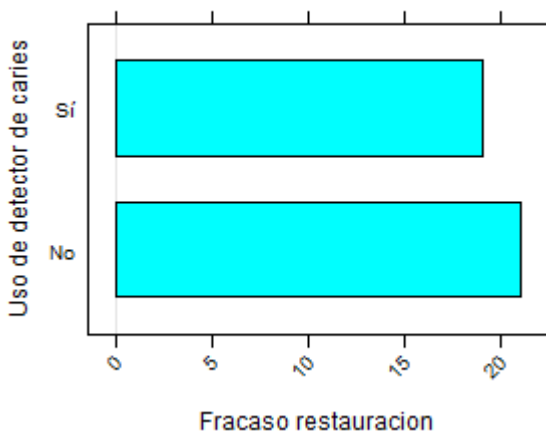
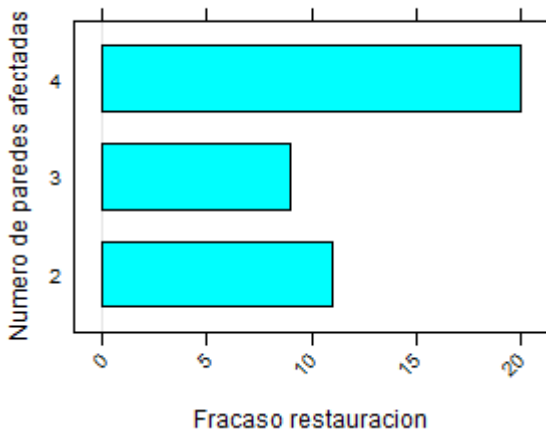
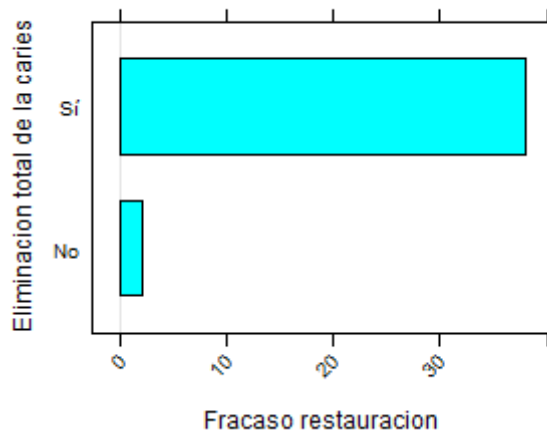
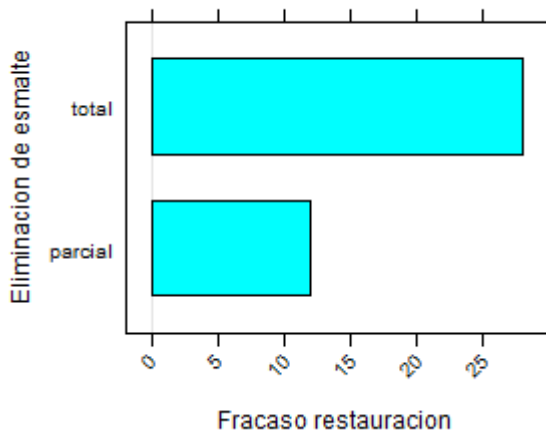


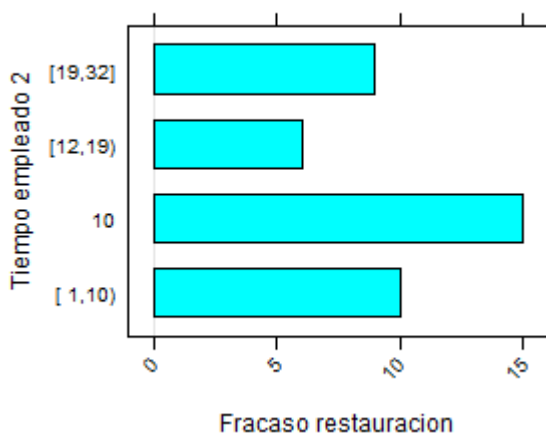
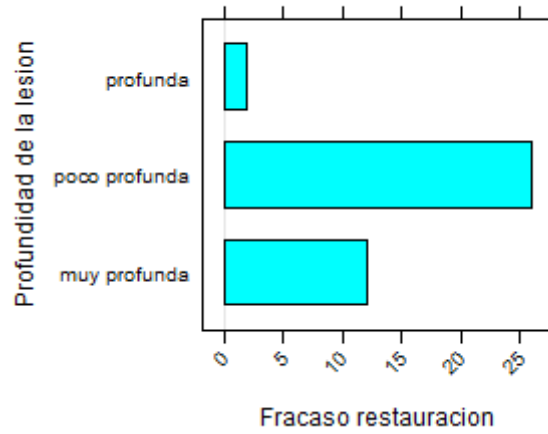
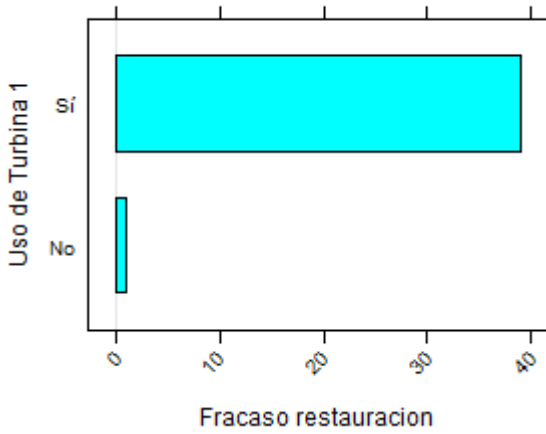


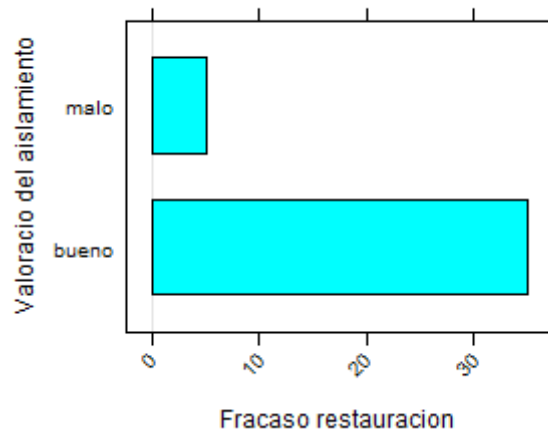
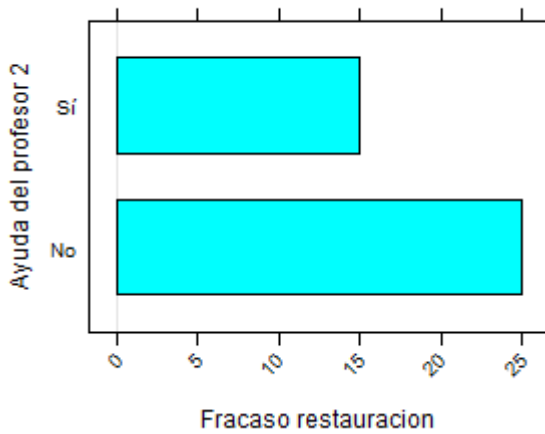
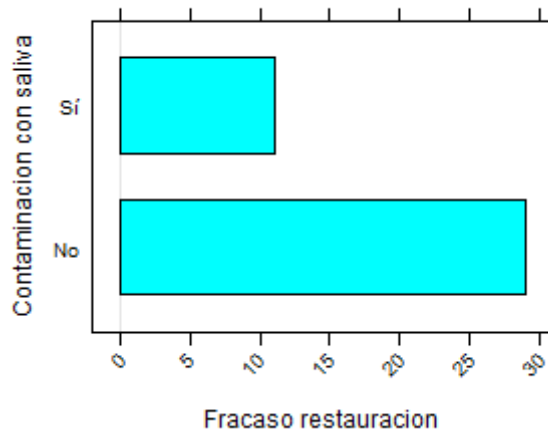
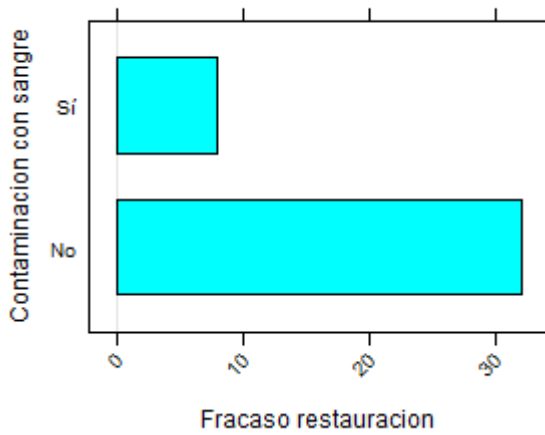
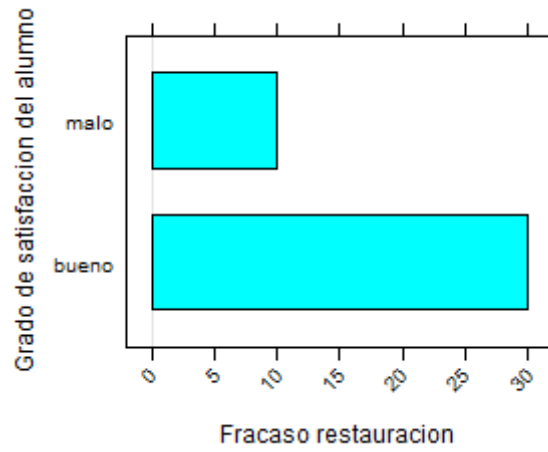
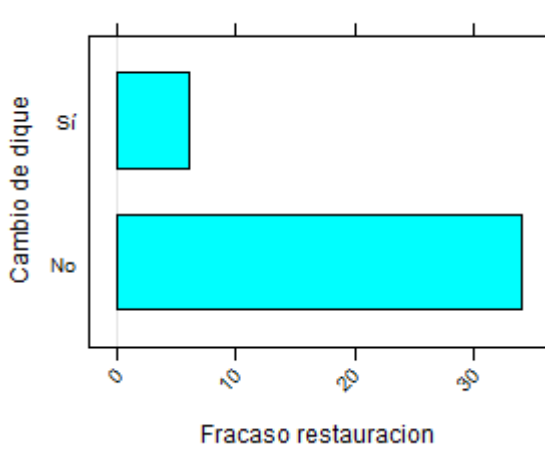


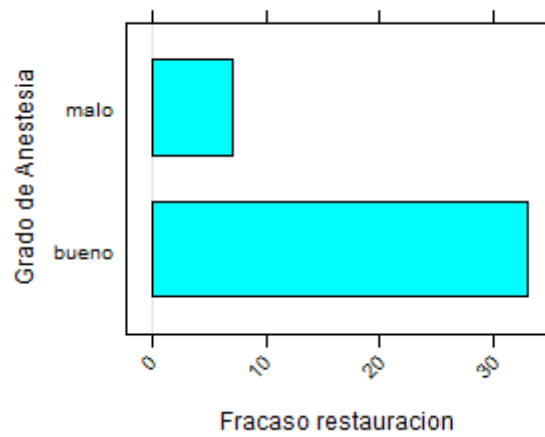
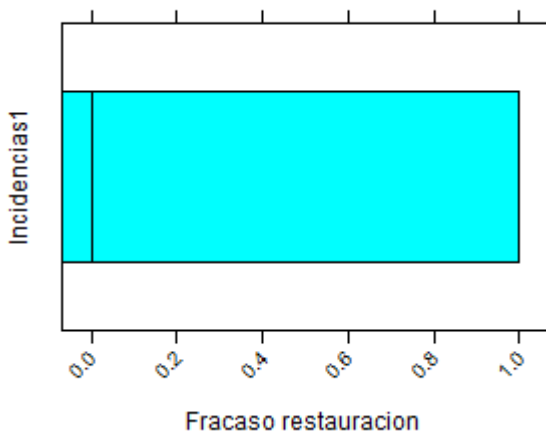
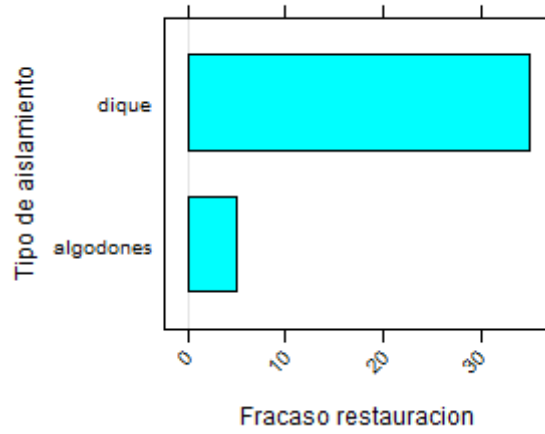
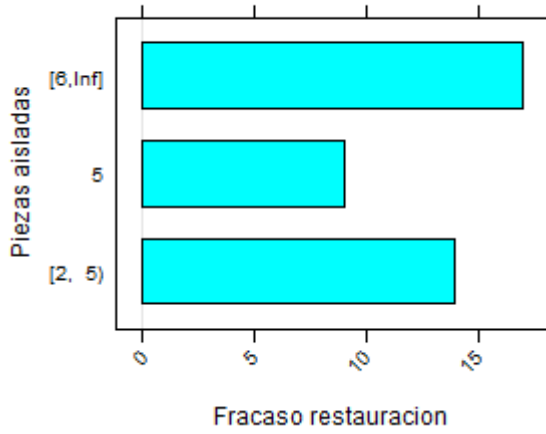


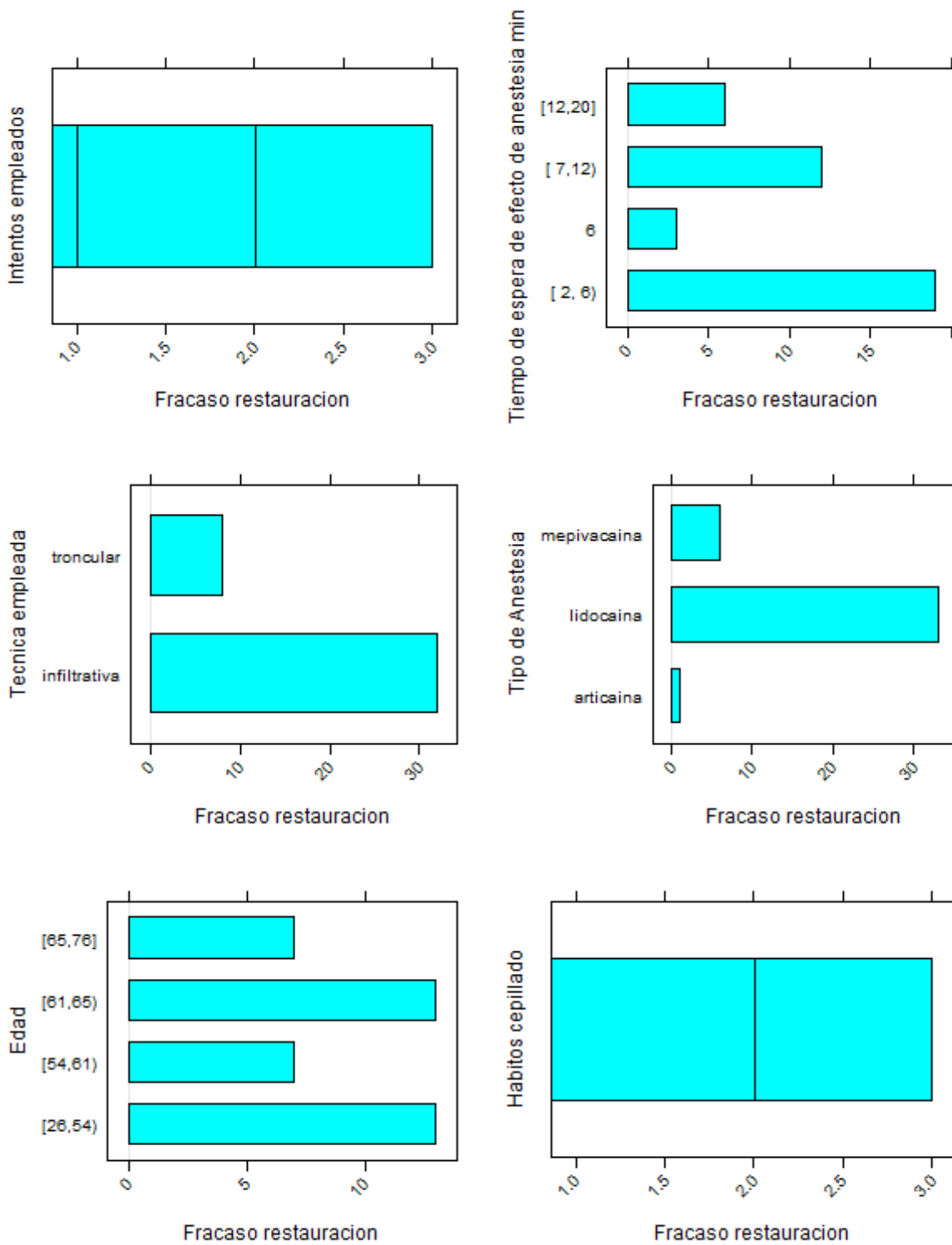


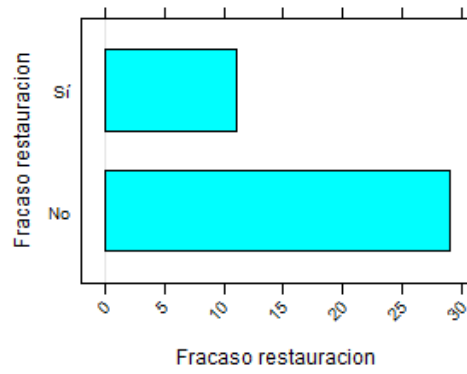
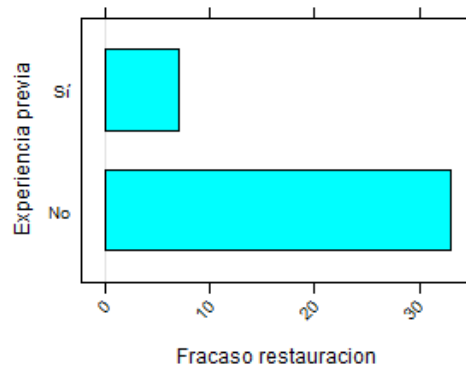
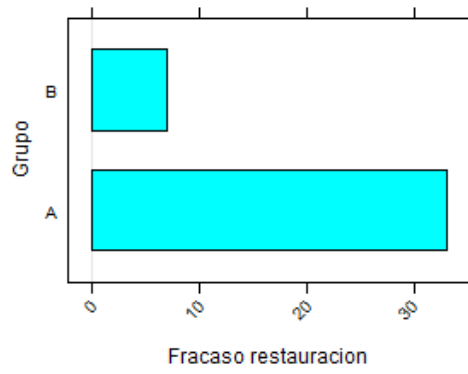
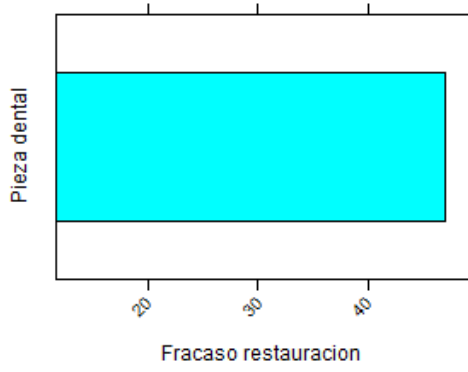












Una vez efectuado análisis visual de los datos se procedió al análisis de dependencia de la variable, se estudio el éxito o el fracaso con el resto de las variables. En caso de obtener resultados negativos significaría que no sería posible realizar un sistema de predicción si no se determina la dependencia de la variable en estudio con el resto. Para llevar a cabo este análisis se procedió a realizar un estudio estadístico de dependencia mediante un test de la ji cuadrado.

Hay que tener en cuenta que cuando los resultados de las frecuencias esperadas son menores que 5 el resultado no es correcto, por lo que se aplica una corrección por Yates para intentar mitigar este aspecto.

Además, se proporcionan también los resultados estadísticos de la ji cuadrado aplicando la simulación de Monte Carlo para verificar los resultados. Finalmente también se aplica un test exacto de Fisher que sería el método recomendado cuando el tamaño de la muestra sea pequeño y no se permita asegurar que el 80% de los datos de una tabla de contingencia tengan un valor superior a 5.

Para ambos test la hipótesis nula, las variables son independientes. En la tabla se representan en rojo los valores que son inferiores a la significación 0.1. Observamos que los resultados son muy similares para los diferentes test aplicados. Las variables asociadas a los valores serán las que permitan realizar una clasificación correcta, lo importante es determinar cómo se pueden combinar las variables para poder predecir el resultado final.

| Variable           | P valor     |                       |             |
|--------------------|-------------|-----------------------|-------------|
|                    | Ji Cuadrado | Test Exacto de Fisher |             |
|                    | Yates       | Monte Carlo           |             |
| Experiencia previa | 0,692049596 | 0,662168916           | 0,649663208 |
| Grupo              | 0,184172607 | 0,149925037           | 0,159191699 |
| Sexo               | 1           | 1                     | 1           |
| Pieza dental       | 0,840140556 | 0,943528236           | 0,944027986 |
| Hábitos cepillado  | 0,027139098 | 0,024987506           | 0,033983008 |
| Edad               | 0,02370644  | 0,019490255           | 0,030484758 |
| Tipo de Anestesia  | 0,78561823  | 1                     | 1           |

|   |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Técnica empleada                                | 1           | 1           | 1           |
| Tiempo de espera de efecto de anestesia minutos | 0,188610742 | 0,221389305 | 0,203398301 |
| Intentos empleados                              | 0,670126106 | 0,659170415 | 0,655672164 |
| Ayuda del profesor 1                            | 1           | 1           | 1           |
| Número de carpules                              | 1           | 1           | 1           |
| Grado de Anestesia                              | 0,59205091  | 0,370814593 | 0,369393775 |
| Incidencias1                                    | 0,142156418 | 0,067966017 | 0,075474856 |
| Tipo de aislamiento                             | 0,348820614 | 0,282858571 | 0,297529817 |
| Piezas aisladas                                 | 0,862390858 | 0,913043478 | 0,902548726 |
| Valoración del aislamiento                      | 0,893529168 | 0,617191404 | 0,602951636 |
| Ayuda del profesor 2                            | 1           | 1           | 1           |
| Contaminación con saliva                        | 0,242103466 | 0,228885557 | 0,137288923 |
| Contaminación con sangre                        | 1           | 1           | 1           |

|                                  |             |             |             |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Grado de satisfacción del alumno | 0,152399588 | 0,105447276 | 0,10280318  |
| Cambio de dique                  | 0,39926002  | 0,313343328 | 0,319345661 |
| Incidencias2                     | 0,893529168 | 0,595702149 | 0,602951636 |
| Tiempo empleado 2                | 0,55114507  | 0,612693653 | 0,573713143 |
| Profundidad de la lesion         | 0,626373742 | 0,886556722 | 1           |
| Uso de Turbina 1                 | 1           | 1           | 1           |
| Uso de contraángulo 1            | 1           | 1           | 1           |
| Tipo de fresa                    | 0,191117104 | 0,164917541 | 0,153046968 |
| Uso de cucharilla                | 1           | 1           | 1           |
| Uso de detector de caries        | 0,221254352 | 0,166416792 | 0,162832808 |
| Ayuda del profesor 3             | 0,365940267 | 0,297851074 | 0,293281805 |
| Número de paredes afectadas      | 0,557368503 | 0,59870065  | 0,665167416 |
| Eliminación total de la caries   | 0,122705354 | 0,07846077  | 0,070512821 |

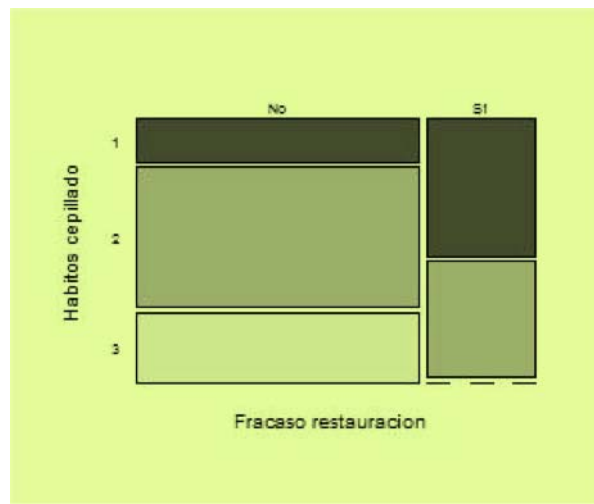
|                          |             |             |             |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Eliminación de esmalte   | 0,089131834 | 0,057471264 | 0,056323064 |
| Grado de dificultad      | 0,475914795 | 0,489755122 | 0,464767616 |
| Exposición pulpar        | 1           | 1           | 1           |
| Grado de satisfacción    | 0,248213134 | 0,325837081 | 0,31884058  |
| Uso de base cavitaria    | 0,348820614 | 0,286356822 | 0,297529817 |
| Tiempo empleado 3        | 0,058756206 | 0,058970515 | 0,055472264 |
| Uso de matriz            | 0,814222234 | 1           | 1           |
| Uso de cuña              | 0,79498443  | 0,716641679 | 0,715175452 |
| Valoración del encofrado | 0,200048508 | 0,143428286 | 0,182908546 |
| Número de capas          | 0,021511511 | 0,021989005 | 0,007496252 |
| Obturación               | 0,242103466 | 0,215892054 | 0,137288923 |
| Contorneado anatómico    | 1           | 1           | 1           |
| Uso de turbina 2         | 0,935252883 | 0,573213393 | 1           |

---

|                           |             |             |             |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Tipo de fresa             | 0,670602864 | 0,869565217 | 1           |
| Uso de contraángulo 2     | 0,636824849 | 0,56021989  | 0,300306379 |
| Tipo de fresa 2           | 0,772905512 | 1           | 0,805597201 |
| Pulido de la restauración | 1           | 1           | 1           |
| Uso de discos de pulido   | 0,249794722 | 0,1994003   | 0,182244164 |
| Uso de fresas de pulido   | 1           | 1           | 1           |

---

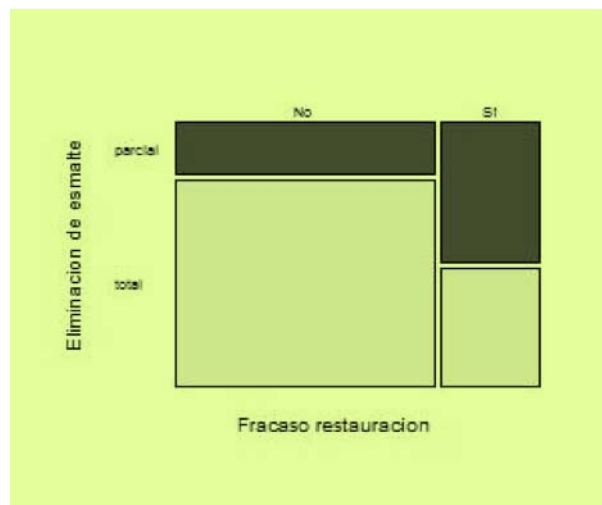
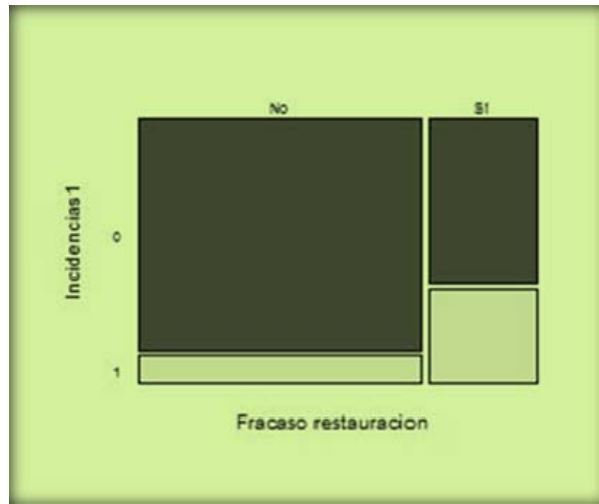
Para ver la influencia de las variables anteriores se representó gráficamente la información de las tablas de contingencia de cada variable con respecto a la variable éxito o fracaso. Por ejemplo, si se observa la variable Hábitos cepillado, se puede ver que para los pacientes con hábitos de cepillado de categoría 3 no existen fracasos.

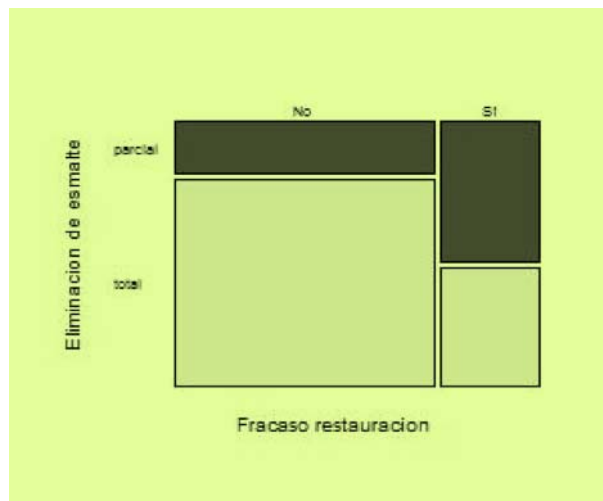
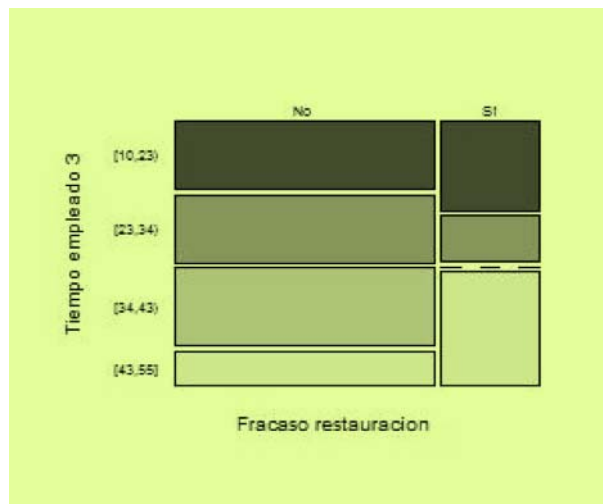
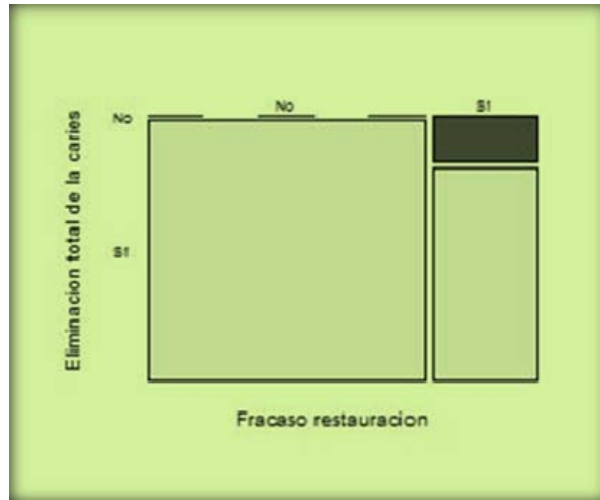


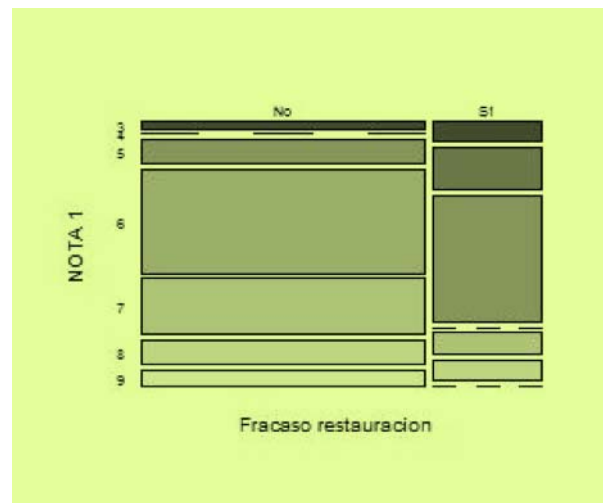
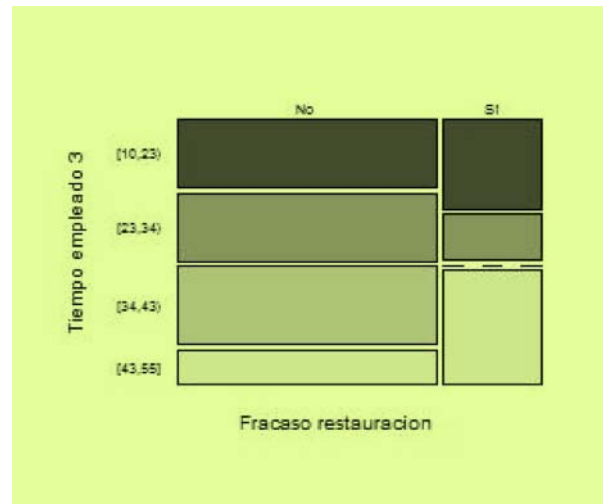
La tabla de contingencia mostrada a continuación, proporciona una información similar pero menos visual. Se puede ver que para el hábito 3 no se tienen 0 fracasos.

|   | No | Sí |
|---|----|----|
| 1 | 5  | 6  |
| 2 | 16 | 5  |
| 3 | 8  | 0  |

A continuación se muestran gráficamente los resultados de las tablas de contingencia. De forma rápida y visual se puede comprobar la relevancia de las variables detectadas como más influyentes en el fracaso de las restauraciones.







Una vez efectuado el estudio sobre la relevancia de las variables seleccionadas se procedió a la realización de un análisis sobre la funcionalidad del sistema CBR. Durante la fase de recuperación se procedió a realizar una selección de los casos de interés del problema estudiado; con esta circunstancia se corresponden los casos para los que se ha aplicado tratamiento.

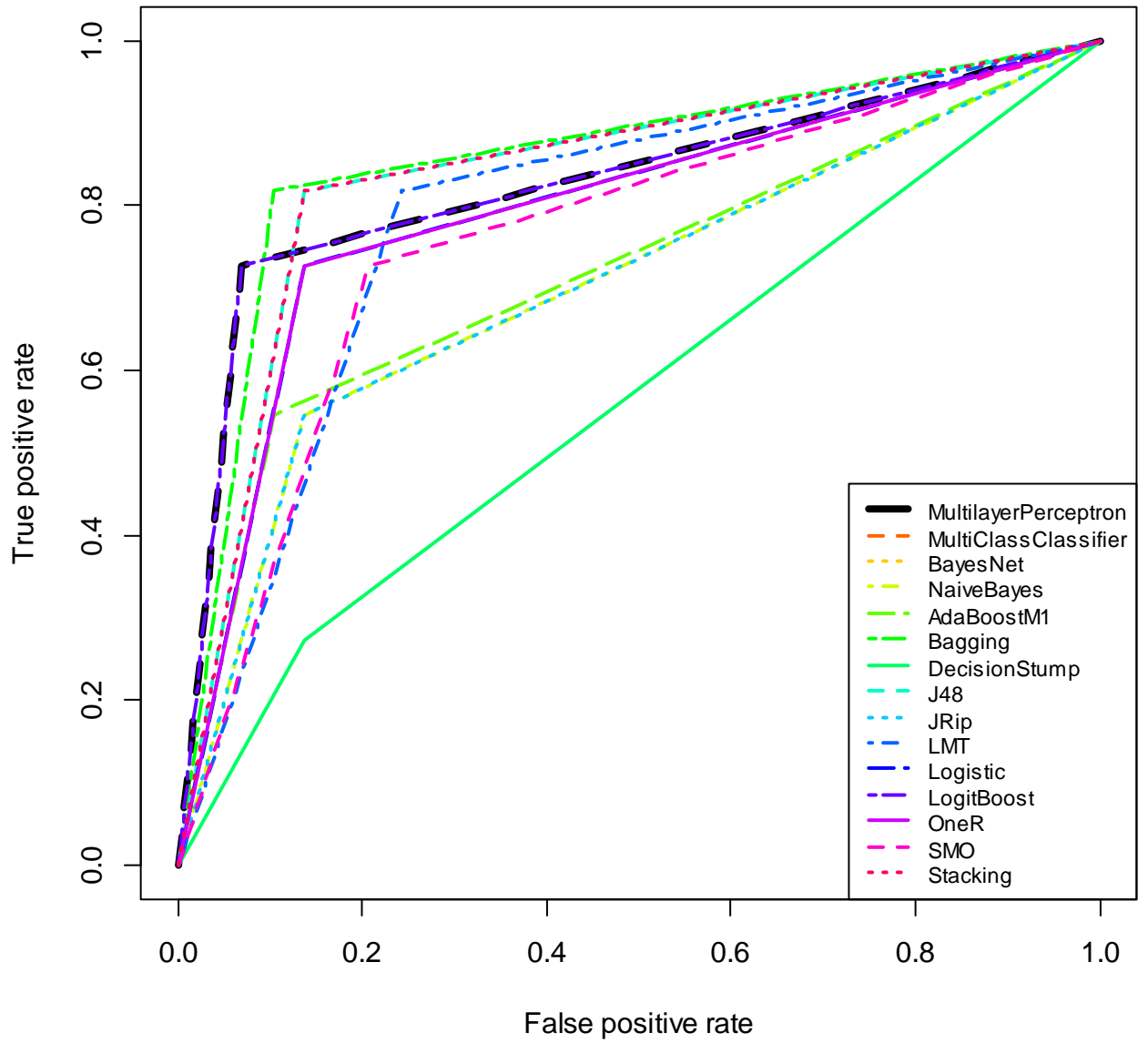
Realizamos el estudio de las capacidades de predicción de diferentes técnicas a integrar en el sistema CBR. Se realizó un test aplicando las técnicas MultilayerPerceptron, MultiClassClassifier, BayesNet, NaiveBayes, AdaBoostM1, Bagging, DecisionStump, J48, IBk, JRip, LMT, Logistic, LogitBoost, OneR, SMO durante la fase de reutilización. En la siguiente tabla se muestra el número de aciertos obtenido para cada uno de los métodos aplicando la técnica de leave one out sobre el sistema CBR.

| <b>Clasificador</b>         | <b>Acierto</b> | <b>Porcentaje</b> | <b>Kappa</b> |
|-----------------------------|----------------|-------------------|--------------|
| <b>MultilayerPerceptron</b> | 35             | 87,50             | 0.6774194    |
| <b>MultiClassClassifier</b> | 33             | 82,50             | 0.5731707    |
| <b>BayesNet</b>             | 31             | 77,50             | 0.4193548    |
| <b>NaiveBayes</b>           | 32             | 80,00             | 0.4684385    |
| <b>AdaBoostM1</b>           | 35             | 87,50             | 0.695122     |
| <b>Bagging</b>              | 28             | 70,00             | 0.1519435    |
| <b>DecisionStump</b>        | 34             | 85,00             | 0.6439169    |
| <b>J48</b>                  | 31             | 77,50             | 0.4193548    |
| <b>IBk</b>                  | 31             | 77,50             | 0.5054945    |
| <b>JRip</b>                 | 33             | 82,50             | 0.5731707    |
| <b>LMT</b>                  | 35             | 87,50             | 0.6774194    |
| <b>Logistic</b>             | 33             | 82,50             | 0.5731707    |
| <b>LogitBoost</b>           | 31             | 77,50             | 0.4797688    |
| <b>OneR</b>                 | 34             | 85,00             | 0.6439169    |
| <b>SMO</b>                  | 35             | 87,50             | 0.6774194    |

TABLA 74. Tabla resultados de predicción

En base a los resultados anteriores se procedió a realizar una representación mediante curvas ROC. Las curvas de ROC facilitan el análisis de diferentes clasificadores en función del área que representan bajo la curva. Cuanto mayor sea el área mejor es el clasificador. Tienen como principal ventaja que permiten diferenciar la relevancia de los falsos negativos frente a los falsos positivos. En este caso, se interpreta como positivo un éxito en el tratamiento.

En la siguiente figura se muestra la curva ROC para cada uno de los métodos con el resultado final obtenido, tal y como se puede ver, el resultado para SMO ha sido satisfactorio ya que el área bajo la curva es alta y no se presentan falsos negativos.



Para analizar en detalle, en la siguiente tabla, se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los procedimientos aplicando el sistema CBR con diferentes técnicas durante la fase de reutilización. Los valores mostrados indican la probabilidad de éxito, el valor complementario representaría la probabilidad de fracaso.

| Multilayer Perceptron | MultiClass Classifier | Bayesian Net | Naive Bayes | AdaBoost M1 | Bagging    | Decision Stump | J48 | IBk        | JRip       | LMT        | Logistic   | Logit Boost | One R | Simple Majority | Stochastic |
|-----------------------|-----------------------|--------------|-------------|-------------|------------|----------------|-----|------------|------------|------------|------------|-------------|-------|-----------------|------------|
| <b>0,99954154</b>     | 1                     | 0,99996269   | 0,99927572  | 0,99910456  | 0,90518339 | 0,92307692     | 1   | 0,02439024 | 0,92307692 | 0,91681257 | 1          | 0,99910937  | 1     | 1               | 0          |
| <b>0,99997336</b>     | 1                     | 0,99996867   | 0,99999873  | 0,99999876  | 0,90851673 | 0,92307692     | 1   | 0,97560976 | 0,92307692 | 0,99992817 | 1          | 0,999982376 | 1     | 1               | 0          |
| <b>0,89577455</b>     | 0,99999999            | 0,98941324   | 0,97995416  | 0,99875502  | 0,90851673 | 0,92307692     | 1   | 0,02439024 | 0,92307692 | 0,95637545 | 0,99999999 | 0,99580662  | 1     | 1               | 0          |
| <b>0,04285129</b>     | 2,88E-09              | 0,04277556   | 0,04601145  | 0,99931988  | 0,79941416 | 0,92307692     | 1   | 0,02439024 | 0,92307692 | 0,89468811 | 2,88E-09   | 0,99158383  | 1     | 0               | 0          |

|                 |          |      |      |       |      |        |      |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>0,980866</b> | 1        | 0,51 | 0,45 | 0,959 | 0,56 | 0,3333 | 0,75 | 0,97 | 0,96 | 0,75 | 1    | 0,86 | 0 | 1 | 1 |
| <b>07</b>       |          | 5247 | 2757 | 1795  | 6181 | 3333   |      | 5609 | 6666 | 5538 |      | 2483 |   |   |   |
|                 |          | 51   | 07   | 9     | 86   |        |      | 76   | 67   | 3    |      | 77   |   |   |   |
| <b>0,969843</b> | 0,99999  | 0,00 | 0,02 | 0,986 | 0,35 | 0,25   | 0    | 0,97 | 0,25 | 0,94 | 0,99 | 0,42 | 0 | 1 | 0 |
| <b>73</b>       | 083      | 8942 | 4168 | 7185  | 5882 |        |      | 5609 |      | 4742 | 9990 | 0188 |   |   |   |
|                 |          | 99   | 95   | 1     | 35   |        |      | 76   |      | 58   | 83   | 07   |   |   |   |
| <b>0,987877</b> | 1        | 0,91 | 0,97 | 0,999 | 0,82 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,90 | 1    | 0,94 | 1 | 1 | 0 |
| <b>42</b>       |          | 4693 | 5398 | 9563  | 5622 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 3000 |      | 4363 |   |   |   |
|                 |          | 96   | 3    | 3     | 03   |        |      | 76   | 92   | 03   |      | 95   |   |   |   |
| <b>0,998637</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,957 | 0,95 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,95 | 1    | 0,96 | 1 | 1 | 0 |
| <b>11</b>       |          | 9350 | 8417 | 3271  | 2202 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 7474 |      | 8185 |   |   |   |
|                 |          | 15   | 59   | 7     | 12   |        |      | 76   | 92   | 26   |      | 82   |   |   |   |
| <b>0,029051</b> | 4,04E-17 | 0,98 | 0,99 | 0,314 | 0,73 | 0,9615 | 0,96 | 0,02 | 0    | 0,12 | 4,04 | 0,27 | 1 | 0 | 1 |
| <b>6</b>        |          | 0893 | 8831 | 0951  | 8313 | 3846   | 1538 | 4390 |      | 0097 | E-17 | 3395 |   |   |   |
|                 |          | 25   | 64   | 6     | 79   |        | 46   | 24   |      | 6    |      | 13   |   |   |   |
| <b>0,984719</b> | 1        | 0,81 | 0,95 | 0,985 | 0,72 | 0,9230 | 1    | 0,02 | 0,92 | 0,89 | 1    | 0,41 | 1 | 1 | 0 |
|                 |          | 9118 | 9146 | 2921  | 7769 |        |      | 4390 | 3076 | 5948 |      | 1899 |   |   |   |

|                 |         |      |      |       |      |        |      |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|---------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>95</b>       |         | 02   | 82   | 9     | 39   | 7692   |      | 24   | 92   | 88   |      | 19   |   |   |   |
| <b>0,999888</b> | 1       | 0,99 | 0,98 | 0,999 | 0,91 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>5</b>        |         | 0315 | 9587 | 9921  | 8025 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 4456 |      | 8525 |   |   |   |
|                 |         | 33   | 9    | 4     | 8    |        |      | 76   | 92   | 61   |      | 76   |   |   |   |
| <b>0,965212</b> | 1       | 0,98 | 0,98 | 0,999 | 0,80 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>25</b>       |         | 3390 | 8838 | 9815  | 8025 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 2880 |      | 9823 |   |   |   |
|                 |         | 52   | 83   | 2     | 8    |        |      | 76   | 92   | 7    |      | 76   |   |   |   |
| <b>0,994081</b> | 0,99999 | 0,87 | 0,99 | 0,521 | 0,63 | 0,9230 | 1    | 0,02 | 0,92 | 0,70 | 0,99 | 0,48 | 1 | 1 | 0 |
| <b>79</b>       | 994     | 5809 | 6238 | 8824  | 9371 | 7692   |      | 4390 | 3076 | 0123 | 9999 | 0424 |   |   |   |
|                 |         | 44   | 08   | 1     | 95   |        |      | 24   | 92   | 16   | 94   | 68   |   |   |   |
| <b>0,999968</b> | 1       | 0,89 | 0,99 | 0,999 | 0,59 | 0,9230 | 0,92 | 0,02 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,95 | 1 | 1 | 0 |
| <b>13</b>       |         | 5619 | 9887 | 7484  | 2897 | 7692   | 3076 | 4390 | 3076 | 9952 |      | 2899 |   |   |   |
|                 |         | 76   | 06   |       | 6    |        | 92   | 24   | 92   | 4    |      | 27   |   |   |   |
| <b>0,997186</b> | 1       | 0,98 | 0,99 | 0,999 | 0,82 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>73</b>       |         | 8981 | 9985 | 3198  | 5718 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 8566 |      | 8116 |   |   |   |
|                 |         | 67   | 58   | 8     | 11   |        |      | 76   | 92   | 99   |      | 96   |   |   |   |

|                 |          |      |      |       |      |        |   |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|---|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>0,999604</b> | 1        | 0,98 | 0,99 | 0,999 | 0,63 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,97 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>96</b>       |          | 2122 | 2517 | 9563  | 9735 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 5230 |      | 1583 |   |   |   |
|                 |          | 55   | 15   | 3     | 2    |        |   | 76   | 92   | 24   |      | 83   |   |   |   |
| <b>0,998169</b> | 8,65E-07 | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,63 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,98 | 8,65 | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>42</b>       |          | 8818 | 9986 | 9563  | 9735 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 9783 | E-07 | 1583 |   |   |   |
|                 |          | 74   | 37   | 3     | 2    |        |   | 76   | 92   | 52   |      | 83   |   |   |   |
| <b>0,033337</b> | 1        | 0,15 | 0,89 | 0,186 | 0,63 | 0,9230 | 1 | 0,02 | 0,92 | 0,96 | 1    | 0,78 | 1 | 0 | 0 |
| <b>36</b>       |          | 7092 | 3770 | 5582  | 7431 | 7692   |   | 4390 | 3076 | 5588 |      | 0800 |   |   |   |
|                 |          | 13   | 26   | 4     | 39   |        |   | 24   | 92   | 06   |      | 01   |   |   |   |
| <b>0,001474</b> | 6,49E-07 | 0,09 | 0,91 | 0,018 | 0,53 | 0,3333 | 0 | 0,02 | 0    | 0,12 | 6,49 | 0,10 | 0 | 0 | 1 |
| <b>15</b>       |          | 2059 | 5279 | 1101  | 6908 | 3333   |   | 4390 |      | 9556 | E-07 | 3754 |   |   |   |
|                 |          | 63   | 97   | 7     | 09   |        |   | 24   |      | 8    |      | 91   |   |   |   |
| <b>0,999980</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,90 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>25</b>       |          | 9966 | 9999 | 9921  | 5808 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 9999 |      | 8525 |   |   |   |
|                 |          | 77   | 93   | 4     | 71   |        |   | 76   | 92   | 91   |      | 76   |   |   |   |
| <b>0,999869</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,991 | 0,80 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,98 | 1    | 0,96 | 1 | 1 | 0 |
|                 |          | 9948 | 9969 | 7131  | 0094 |        |   | 5609 | 3076 | 8535 |      | 2502 |   |   |   |

|                 |          |      |      |       |      |        |      |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>8</b>        |          | 4    | 51   | 9     | 42   | 7692   |      | 76   | 92   | 13   |      | 5    |   |   |   |
| <b>0,003739</b> | 0,99837  | 0,00 | 0,00 | 0,017 | 0,35 | 0,3333 | 0    | 0,02 | 0,33 | 0,63 | 0,99 | 0,08 | 0 | 0 | 1 |
| <b>64</b>       | 407      | 8343 | 0327 | 7296  | 6704 | 3333   |      | 4390 | 3333 | 3739 | 8374 | 5690 |   |   |   |
|                 |          | 34   | 39   | 6     | 96   |        |      | 24   | 33   | 34   | 07   | 13   |   |   |   |
| <b>0,999896</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,85 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,95 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>38</b>       |          | 9971 | 9922 | 9190  | 4882 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 6375 |      | 5806 |   |   |   |
|                 |          | 59   | 38   | 2     | 45   |        |      | 76   | 92   | 45   |      | 62   |   |   |   |
| <b>0,001594</b> | 1,12E-18 | 0,00 | 0,00 | 0,145 | 0,62 | 0,3333 | 0    | 0,02 | 0,33 | 0,05 | 1,12 | 0,36 | 0 | 0 | 1 |
| <b>74</b>       |          | 8448 | 7552 | 7411  | 3332 | 3333   |      | 4390 | 3333 | 3423 | E-18 | 0139 |   |   |   |
|                 |          | 69   | 12   | 3     | 92   |        |      | 24   | 33   | 84   |      | 67   |   |   |   |
| <b>0,632726</b> | 0,00359  | 0,87 | 0,97 | 0,800 | 0,48 | 0,25   | 0,25 | 0,98 | 0,25 | 0,94 | 0,00 | 0,46 | 0 | 1 | 0 |
| <b>58</b>       | 774      | 7731 | 3973 | 3521  | 7328 |        |      | 75   |      | 4742 | 3597 | 1288 |   |   |   |
|                 |          | 43   | 42   | 5     | 09   |        |      |      |      | 58   | 74   | 31   |   |   |   |
| <b>0,989593</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,80 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,86 | 1    | 0,90 | 1 | 1 | 0 |
| <b>62</b>       |          | 9097 | 4138 | 2604  | 1082 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 1656 |      | 7809 |   |   |   |
|                 |          | 27   | 66   | 9     | 08   |        |      | 76   | 92   | 37   |      | 91   |   |   |   |

|                 |          |      |      |       |      |        |   |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|---|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>0,999211</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,87 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>46</b>       |          | 9835 | 9361 | 7878  | 2510 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 8408 |      | 926  |   |   |   |
|                 |          | 68   | 69   | 4     | 65   |        |   | 76   | 92   | 77   |      |      |   |   |   |
| <b>0,999927</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,87 | 0,9230 | 1 | 0,98 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>13</b>       |          | 9996 | 9997 | 9195  | 2510 | 7692   |   | 75   | 3076 | 1923 |      | 8702 |   |   |   |
|                 |          | 28   | 8    | 9     | 65   |        |   |      | 92   | 04   |      | 37   |   |   |   |
| <b>0,001207</b> | 6,49E-07 | 0,09 | 0,91 | 0,018 | 0,49 | 0,3333 | 0 | 0,02 | 0,33 | 0,12 | 6,49 | 0,10 | 0 | 0 | 1 |
| <b>09</b>       |          | 2059 | 5279 | 1101  | 5695 | 3333   |   | 4390 | 3333 | 9556 | E-07 | 3754 |   |   |   |
|                 |          | 63   | 97   | 7     | 97   |        |   | 24   | 33   | 8    |      | 91   |   |   |   |
| <b>0,999952</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,91 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>28</b>       |          | 9974 | 9999 | 9921  | 6511 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 9207 |      | 8525 |   |   |   |
|                 |          | 67   | 89   | 4     | 15   |        |   | 76   | 92   | 21   |      | 76   |   |   |   |
| <b>0,999896</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,991 | 0,75 | 0,9230 | 1 | 0,97 | 0,92 | 0,98 | 1    | 0,96 | 1 | 1 | 0 |
| <b>27</b>       |          | 9948 | 9969 | 7131  | 4972 | 7692   |   | 5609 | 3076 | 0030 |      | 2502 |   |   |   |
|                 |          | 4    | 51   | 9     | 69   |        |   | 76   | 92   | 86   |      | 5    |   |   |   |
| <b>0,009993</b> | 6,52E-14 | 0,01 | 0,00 | 0,017 | 0,36 | 0,3333 | 0 | 0,02 | 0,33 | 0,00 | 6,52 | 0,08 | 0 | 0 | 1 |
|                 |          | 0925 | 0261 | 7296  | 1941 |        |   | 4390 | 3333 | 0730 |      | 5690 |   |   |   |

|                 |          |      |      |       |      |        |      |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>15</b>       |          | 98   | 87   | 6     | 39   | 3333   |      | 24   | 33   | 66   | E-14 | 13   |   |   |   |
| <b>0,999838</b> | 1        | 0,99 | 0,99 | 0,999 | 0,90 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,95 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>11</b>       |          | 9971 | 9922 | 9190  | 5485 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 6375 |      | 5806 |   |   |   |
|                 |          | 59   | 38   | 2     | 51   |        |      | 76   | 92   | 45   |      | 62   |   |   |   |
| <b>0,626859</b> | 0,99999  | 0,63 | 0,00 | 0,097 | 0,54 | 0,3333 | 0    | 0,02 | 0,33 | 0,18 | 0,99 | 0,43 | 0 | 0 | 1 |
| <b>45</b>       | 915      | 8680 | 4256 | 6826  | 9592 | 3333   |      | 4390 | 3333 | 3153 | 9999 | 1346 |   |   |   |
|                 |          | 13   | 67   |       | 07   |        |      | 24   | 33   | 72   | 15   | 9    |   |   |   |
| <b>0,003284</b> | 1,41E-15 | 0,12 | 0,02 | 0,795 | 0,57 | 0,3333 | 0,75 | 0,02 | 0,33 | 0,00 | 1,41 | 0,85 | 0 | 1 | 1 |
| <b>67</b>       |          | 0668 | 3263 | 8867  | 5361 | 3333   |      | 4390 | 3333 | 2071 | E-15 | 9681 |   |   |   |
|                 |          | 9    | 53   | 8     | 31   |        |      | 24   | 33   | 48   |      | 92   |   |   |   |
| <b>0,995394</b> | 1        | 0,00 | 0,00 | 0,097 | 0,19 | 0,25   | 0,2  | 0,97 | 0,25 | 0,02 | 1    | 0,29 | 0 | 1 | 0 |
| <b>14</b>       |          | 1945 | 1764 | 9650  | 4551 |        |      | 5609 |      | 8406 |      | 2058 |   |   |   |
|                 |          | 32   | 43   | 7     | 28   |        |      | 76   |      | 6    |      | 61   |   |   |   |
| <b>0,998631</b> | 1        | 0,92 | 0,77 | 0,992 | 0,79 | 0,9230 | 1    | 0,97 | 0,92 | 0,99 | 1    | 0,99 | 1 | 1 | 0 |
| <b>95</b>       |          | 7430 | 4786 | 2357  | 3501 | 7692   |      | 5609 | 3076 | 9995 |      | 4220 |   |   |   |
|                 |          | 47   | 37   | 2     | 35   |        |      | 76   | 92   | 93   |      | 97   |   |   |   |

|                 |          |      |      |       |      |        |      |      |      |      |      |      |   |   |   |
|-----------------|----------|------|------|-------|------|--------|------|------|------|------|------|------|---|---|---|
| <b>0,935253</b> | 9,30E-14 | 0,99 | 0,91 | 0,013 | 0,36 | 0,25   | 0    | 0,97 | 0,25 | 0,27 | 9,30 | 0,01 | 0 | 1 | 0 |
| <b>47</b>       |          | 4492 | 9485 | 8255  | 2820 |        |      | 5609 |      | 0764 | E-14 | 7201 |   |   |   |
|                 |          | 52   | 68   | 9     | 51   |        |      | 76   |      | 66   |      | 88   |   |   |   |
| <b>0,078532</b> | 0,14711  | 0,97 | 0,99 | 0,107 | 0,82 | 0,9615 | 0,96 | 0,02 | 0,96 | 0,04 | 0,14 | 0,07 | 1 | 0 | 1 |
| <b>2</b>        | 821      | 7173 | 8403 | 7152  | 5724 | 3846   | 1538 | 4390 | 1538 | 0294 | 7118 | 3733 |   |   |   |
|                 |          | 95   | 63   | 8     | 44   |        | 46   | 24   | 46   | 7    | 21   | 65   |   |   |   |
| <b>0,679371</b> | 7,75E-08 | 0,54 | 0,58 | 0,160 | 0,57 | 0,3333 | 1    | 0,97 | 0,93 | 0,53 | 7,75 | 0,79 | 0 | 1 | 1 |
| <b>03</b>       |          | 5620 | 2138 | 4612  | 3720 | 3333   |      | 5609 | 1034 | 2323 | E-08 | 0321 |   |   |   |
|                 |          | 43   | 99   | 3     | 89   |        |      | 76   | 48   | 65   |      | 41   |   |   |   |

TABLA 75. Tabla resultados probabilidad de fracaso

Esta tabla contiene en las filas los pacientes evaluados en el estudio con su solución final y en las columnas los diferentes valores predictivos de los sistemas CBR, utilizados en la fase de reutilización.

Los valores más cercanos al 0 predicen fracaso en el tratamiento y por tanto, el fracaso de la restauración, los valores más cercanos al 1 predicen éxito en el tratamiento. De todos los pacientes estudiados sólo hubo 5 casos en los que se erró la predicción, ofreciendo 87,50% de poder de predicción. En posteriores usos, se irían incorporando los datos de los nuevos casos (pacientes-estudio) y, aplicando todo el sistema CBR, se ofrecería una solución al problema planteado.

## **DISCUSIÓN**

La utilización de Sistemas de Razonamientos Basados en Casos aplicados en el campo de la biomedicina es un campo joven, hasta ahora se han utilizado en una gran variedad de problemas médicos: en residencias sanitarias como método de control, en hipotiroidismo, en pacientes hemodializados o diabéticos, como método diagnóstico del grado de estrés de los pacientes, como método predictivo de evolución de cánceres o de leucemias. La odontología es un campo todavía no explotado, pudiendo establecerse como una parte dinámica y adaptativa a los problemas dentales, ofreciendo a su vez modelos de razonamiento predictivo aplicables a la problemática dental (2), (14, 15).

En nuestra revisión bibliográfica no hemos encontrado trabajos similares a este estudio piloto y por tanto, sólo podemos discutir nuestros resultados y nuestra metodología.

En base a los datos obtenidos tanto en las tablas de contingencia como en el cálculo de los índices estadísticos observamos que hay una relación estadísticamente significativa entre algunas variables y el riesgo de fracaso del tratamiento. Esto puede ser un cambio importante para establecer, a priori, las causas que llevarían al fracaso de una restauración realizada por el estudiante.

En nuestro estudio encontramos que la variable Incidencia en la Fase Aislamiento, es estadísticamente significativa, esto coincide con estudios realizados por Mjor (34) en donde la utilización del dique de goma u otro método de aislamiento es considerado como un factor de

riesgo en el fracaso de las restauraciones, por la contaminación del campo operatorio, dificultando la fase de adhesión.

La variable Tiempo Empleado, no es una variable relevante en la bibliografía sin embargo desde que se empieza la restauración hasta que se obtura, los resultados de nuestro estudio evidencian que es una variable esencial para predecir el fracaso del tratamiento, por la precipitación y no realización de forma adecuada de las fases clínicas. Es por tanto, una variable importante para comprobar en posteriores estudios.

Las variables número de capas, eliminación incompleta de caries y cavidades grandes, pertenecientes a las Fases de preparación cavitaria y obturación, son significativas en nuestros resultados; estas variables, tienen una importancia fundamental ya que los estudiantes para ahorrar tiempo, temor a dañar el tejido pulpar e inadecuado diagnóstico establecido inicialmente, son causantes del fracaso de la restauración, que fácilmente puede ser evitado y mejoraría los resultados clínicos en los pacientes.

Respecto a la edad del paciente y los hábitos de cepillado, observamos que los pacientes de edad más avanzada y con hábitos de escaso cepillado, la incidencia del fracaso de las restauraciones realizadas por los estudiantes es mayor, estos resultados coinciden con estudios anteriormente realizados por Mjor (35) y posteriormente por Qvist (36), aunque dichos estudios son realizados en prácticas privadas y por profesionales con más experiencia.

En cuanto al análisis con CBR, los datos obtenidos han sido relevantes, ya que se puede prever en un 87.5% de los casos la solución final del tratamiento. Durante la etapa de reutilización se aplicaron diferentes algoritmos obteniendo los mejores resultados con el SMO, Van den Bradem (14) aplicando el algoritmo redes bayesianas, en su estudio alcanzó un 85% de predicción en problemas aplicados al registro de datos de pacientes en las historias clínicas.

No obstante, son necesarios más casos para ampliar los problemas y soluciones que el experto introduce en el sistema inteligente y de esta forma elevar la capacidad predictiva del CBR. Además, incrementando la muestra se podrían establecer verdaderas diferencias entre las variables de riesgo y las variables confundidoras de los fracasos.

El principal problema que hemos encontrado ha sido localizar una muestra que contuviera todos los criterios de inclusión establecidos, y por tanto, nuestro estudio piloto ha quedado reducido a 40 pacientes, siendo el criterio de inclusión, revisión anual, el que ha empobrecido la muestra a cuarenta pacientes.

Podemos afirmar que en el diseño del estudio es importante solucionar el problema de número de pacientes. No obstante, al tratarse de un estudio piloto, es muy difícil establecer un número mínimo de casos necesarios.

Por otro lado, son necesarios más estudios pormenorizados de todas las variables señaladas como variables de riesgo para el fracaso que pudieran aclarar si realmente influyen o no influyen.

El estudio realizado es, en este momento, un punto de partida para posteriores investigaciones más pormenorizadas y establecer una metodología adecuada, dirigida a los estudiantes con el objetivo de mejorar en el futuro tanto la enseñanza de la práctica odontológica como optimizar resultados en la práctica privada ante la problemática del fracaso de las restauraciones de resina compuesta y pronosticar el éxito o

fracaso de los diferentes tratamientos dentales que se realizan a los pacientes.

## **6. CONCLUSIONES**

---

1. Los sistemas de inteligencia artificial basados en casos, CBR, es una herramienta adecuada en la predicción del fracaso de las restauraciones de resina compuesta en el sector posterior realizadas por estudiantes de PTD II.

2. El sistema SMO ofrece un poder predictivo del fracaso del tratamiento de un 87.5 % de acierto sin establecer falsos positivos.

3. En nuestro estudio el CBR determina que las variables estadísticamente más influyentes en el fracaso de las restauraciones son:

- Incidencias en la fase de aislamiento: incompleto o perforación del dique.
- Eliminación incompleta de la caries.
- Hábitos de cepillado, pobre higiene bucal.
- La edad del paciente, cuanto mayores son más riesgo hay de fracaso de la restauración.
- Tiempo empleado en la realización del tratamiento.
- Numero de capas de la obturación.
- Cavidades grandes realizada por el alumno.

4. Consideramos necesario un nuevo estudio más amplio, *a partir de este estudio piloto*, con estas características pero con una muestra mayor para aumentar el poder predictivo del sistema CBR y estandarizar su utilización.

## **7. ANEXOS**

---

**ANEXOS. CUESTIONARIOS Y CONSENTIMIENTO**

El alumno que realice la restauración deberá rellenar el Cuestionario 1 (Anexo I) y Cuestionario II (Anexo II).

El Odontólogo evaluador, será el encargado de supervisar el tratamiento poniendo una nota numérica.

El investigador rellenara por cada paciente, de un total de 40 pacientes, una hoja Excel<sup>®</sup> con las 72 variables del estudio. Tras 12 meses se realiza la revisión a cada paciente y se cumplimentara el Cuestionario III (Anexo III).

Todos los pacientes firmaron una hoja de consentimiento informado antes de la exploración clínica y radiológica, el Anexo IV.



## **ANEXO I**

### **CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN**

DATOS DEL ALUMNO:

Fecha de Exploración:

Grupo:

Sexo:

Edad:

Profesión:

Estudios:

Familiares Odontólogos:

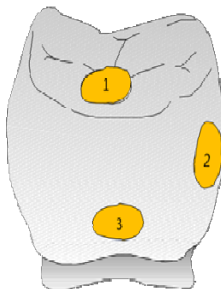
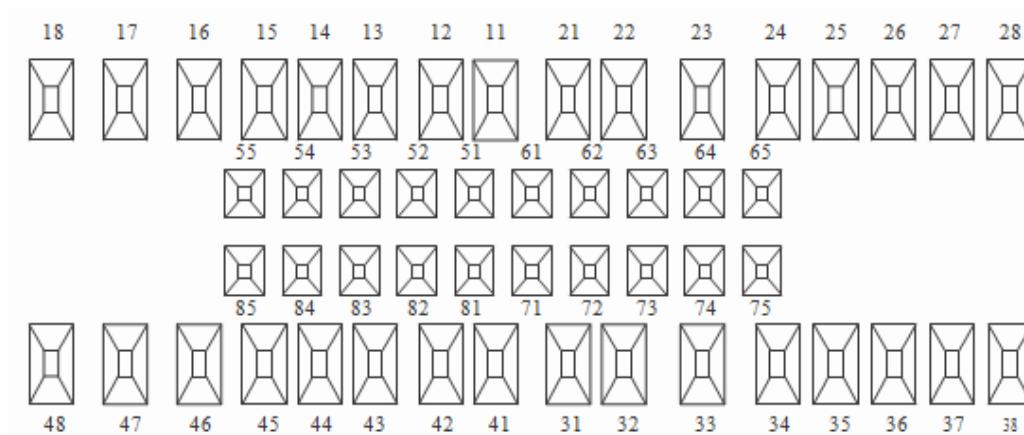
Hobbies:

Nota PTD 1 Endodoncia:

Nota PTD 1 Conservadora:

Numero de Obturaciones Previas:

## ODONTOGRAMA/ CLASIFICACION DE MOUNT



|               |   |
|---------------|---|
| <b>Zona 1</b> | <b>Fosas, fisuras y defectos del esmalte en las superficies oclusales de los dientes anteriores, posteriores y otras superficies lisas.</b> |
| <b>Zona 2</b> | <b>Esmalte interproximal situado inmediatamente por debajo de los puntos de contacto con los dientes adyacentes.</b>                        |
| <b>Zona 3</b> | <b>Tercio gingival de la corona o, en caso de recesión gingival, raíz expuesta.</b>   |

EVALUACION 1:

EVALUACION 2:

EVALUACION 3:

EVALUACION 4:

## **ANEXO II**



### **CUESTONARIO DE EVALUACIÓN**

Nombre del paciente:

#### **ANESTESIA**

Hora de Comienzo:

Tipo de Anestesia:

Técnica Empleada:

Tiempo de Espera de Efecto de Anestesia:

Intentos Empleados:

Ayuda del Profesor:

Numero de Carpules:

Grado de Anestesia (Bueno/Regular/Malo):

Incidencias:

Hora de Finalización:

#### **AISLAMIENTO**

Hora de Comienzo:

Tipo de Aislamiento:

Localización de Piezas Aisladas:

Valoración del Aislamiento (Bueno/Regular/Malo):

Incidencias:

- Contaminación con Saliva y/o Sangre (Si/No):
- Cambio de Dique (Si/No):
- Otras:

Hora de finalización:

## **CAVIDAD**

Hora de comienzo: Pieza Dental:

Profundidad de la Lesión (Muy Profunda/Profunda/Poco Profunda):

Uso de Turbina/ Contra ángulo:

Tipo de Fresa:

Uso de Cucharilla:

Uso de Detector de Caries:

Numero de Paredes Afectadas:

Eliminación Total de Caries:

Eliminación Esmalte (Total/Parcial):

Grado de Dificultad (Alta/Media/Baja):

Exposición Pulpar (Si/No):

Uso de Base Cavitaria (Si/No):

Hora de Finalización:

**OBTURACIÓN**

Hora de Comienzo:

Tipo de Adhesivo:

Tipo de Grabado:

Tiempo de Grabado:

Uso de Matriz:

Uso de Cuña:

Tipo de Matriz:

Valoración del Encofrado (Bueno/ Regular/Malo):

Tipo de Composite:

Técnica de Colocación:

Técnica de Incrementación:

Numero de Capas:

Contorneado Anatómico (Si/ No):

Uso de Turbina/ Contra ángulo:

Tipo de Fresa:

Uso de Discos/ Fresas de Pulido:

Ajuste de Oclusión (Si/ No):

Hora de Finalización:

Grado de Satisfacción (Muy Satisfecho/ Satisfecho/ Poco Satisfecho):

Incidencias:

### **ANEXO III**



### **CUESTIONARIO DE EVALUACION III**

*Nombre del alumno:*

*Fecha de Exploración:*

*Nombre del Paciente:*

*Grupo:*

*Fracaso:*

*Estudio radiográfico:*

*Motivo de fracaso:*

- *Fractura de composite:*
- *Fractura de tejido dentario:*
- *Desgaste:*
- *Decoloración:*
- *Filtración:*
- *Hipersensibilidad:*
- *Empaquetamiento de comida:*
- *Inflamación:*
- *Fístula:*

**ANEXO IV****FACULTAD DE ODONTOLOGÍA****INFORMACIÓN PARA EL PACIENTE O RESPONSABLE**

Nuestro estudio “Aplicación de la Inteligencia Artificial en la predicción de fracasos de Restauraciones de resina compuesta en sector posterior.” tiene como objetivo recoger datos clínicos y radiográficos de los tratamientos restauradores previamente para posteriormente analizarlos utilizando sistemas informáticos de inteligencia artificial.

Tras la primera exploración se realizará un examen radiográfico específico para la evaluación de los tratamientos endodónticos realizados.

Los datos serán tratados con total confidencialidad atendiendo a la Ley Orgánica 15/99 de protección de datos y de forma anónima.

Una vez informado al paciente de los objetivos y métodos de este estudio, si está en disposición de aceptar la colaboración en esta investigación, firme el presente impreso de consentimientos y, a continuación procederemos a la realización de la exploración clínica y radiográfica necesaria.

Gracias.

MADRID, a..... de..... de .....

Firmado (en caso de ser menor de edad, incapacitado o impedido firmarán los padres, tutores o representantes legales).

## **8.BIBLIOGRAFÍA**

---

1. Glez-Pena, D., et al., geneCBR: a translational tool for multiple-microarray analysis and integrative information retrieval for aiding diagnosis in cancer research. *BMC Bioinformatics*, 2009. 10: p. 187.
2. Corchado, J.M., et al., Model of experts for decision support in the diagnosis of leukemia patients. *Artif Intell Med*, 2009. 46(3): p. 179-200.
3. Joyanes, L., et al., Knowledge Management. Salamanca: University of Paisley, 2001.
4. Shortliffe, E.H. and J.J. Cimino, Biomedical informatics: computer applications in health care and biomedicine. New York: Springer, 2006.
5. Tapia, J., Arquitectura Multiagente para Entornos de Inteligencia Ambiental. Universidad de Ciencias de Salamanca: Salamanca, 2009.
6. Watson, I. and F. Marir, Case-Based Reasoning: A Review. Cambridge University Press. *The Knowledge Engineering Review*, 1994. 9(3).
7. Kolodner, J., Maintaining organization in a dynamic long-term memory. *Cognitive Science*, 1983. 7: p. 243-280.
8. Kolodner, J., Reconstructive memory a computer model. *Cognitive Science*, 1983. 7(281-328).
9. Corchado, J.M., et al., Intelligent Environment for Monitoring Alzheimer Patients. *Decision Support Systems*, 2007.
10. Corchado, J.M. and R. Laza, Constructing Deliberative Agents with Case-based Reasoning Technology. *Internacional Journal of Intelligent Systems*, 2003. 18(12): p. 1227-1241.
11. Corchado, J.M., et al., Model of experts for decision support in the diagnosis of leukemia patients. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2009(46): p. 21.

12. Corchado, M., et al., [The diagnostic spectrum in a series of 100 patients with hepatomegaly due to stasis]. *Aten Primaria*, 1989. 6(5): p. 363-4.
13. Vera, V., A. Barbero, and E. García, A case-based Reasoning System for Monitoring the Longevity of Dental Restorations. *Computing and Information Systems Journal*, 2002. 9(2): p. 14.
14. Van den Braden, M., et al., Integrating case-based reasoning with an electronic patient record system. *Artificial Intelligence in Medicine*, 2011. 51: p. 117-123.
15. Armengol, E., Classification of melanomas in situ using knowledge discovery with explained case-based reasoning. *Artif Intell Med*. 2013 51(2): p. 93-105.
16. Kolodner, J., *Case-based Reasoning*, ed. M. Kaufmann. 1993, San Mateo.
17. Simpson, R.L., A computer model of case-based reasoning in problem solving: an investigation in the domain of dispute mediation. Technical Report GTI-ICS, 1985.
18. Editorial, G., Advances in Case-based reasoning in the health sciences. *Artif Intell Med*, 2011. 51: p. 75-79.
19. Fraile, J.A., et al., Applying wearable solutions in dependent environments. *IEEE Trans Inf Technol Biomed*. 2012, 14(6): p. 1459-67.
20. Bichindaritz, I. and S. Montani, Advances in case-based reasoning in the health sciences. *Artif Intell Med*. 2012, 51(2): p. 75-9.
21. Aamodt, A. and E. Plaza, Case-Based Reasoning foundational issues. Methodological Variations and Systems Approaches. *Artificial Intelligence Communications*, 1994. 7(1): p. 39-59.
22. Watson, I., *Applying case-based Reasoning: Techniques for Esterprise System*, ed. M. Kaufmann. 1997.

- 
23. Lopez, B., et al., eXiT\*CBR: A framework for case-based medical diagnosis development and experimentation. *Artif Intell Med.* 2011. 51(2): p. 81-91.
  24. Aha, D., D. Kibler, and M.D. Albert, *Instance-based Learning Algorithms.* *Machine Learning*, 1991. 6(1).
  25. Allemange, D., *Review of EWCBR-93.* *Artificial Intelligence Communications*, 1993. 7(1).
  26. Kristian, J., *Hammond: Case-based Planning.* Academic Press. 1989.
  27. Hammond, K.J., *Case-Based Planning.* Academic Press, 1989.
  28. Goodman, M., *CBR in Battle Planning*, in *Proceedings of the DARPA Case-Based Reasoning Workshop*, Hammond, Editor. 1989, Morgan Kaufmann Publisher: San Francisco.
  29. Simodius, E., *Using case-based reasoning for customer technical support.* *IEEE Trans Inf Technol Biomed*, 1992. 7(5): p. 7-13.
  30. Veloso, M.M. and J. Carbonell, *Derivational analogy in PRODIGY.* *Machine Learning*, 1993. 10(3): p. 249-278.
  31. Burke, F.J. et al. "Restoration longevity and analysis of reasons for the replacement of restorations provided by vocational dental practitioners and trainers in the United Kingdom". *Quintessence Int.* April 1999. 30 (4):234-42.
  32. Burke, F.J. et al. "Influence of patient factors on age of restorations at failure and reasons for their placement and replacement". *J Dent.* July 2001; 29(5):317-24.
  33. Mjor, I.A. "Placement and replacement of restorations". *Oper. Dent.* June 1981.(6):49-54.

- 
34. Mjor, IA. "The reason of replacement and the age of failed restoration in general dental practice". *Acta Odontol. Scand.* January 1997. 55 (1): 58-63.
35. Mjor, IA., Toffeneti, F. "Placement and replacement of amalgam restorations in Italy". *Oper. Dent.* . March 1992. 17(2): 70-3
36. Qvist, V., Thylstrup, A., Mjor, I.A. "Restorative treatment pattern and longevity of amalgam restorations in Denmark". *Acta Odontol Scand.* December 1986. 44(6): 343-9.
37. Qvist, J., Qvist, V., Mjor, IA. "Placement and longevity of amalgam restorations in Denmark". *Acta Odontol. Scand.* October 1990. 48(5): 297-303.
38. Mjor, I.A. "Change in size of replaced amalgam restorations: A methodological study". *Oper Dent.* September 1998. 23(5):272-7
39. Craig, R. "Materiales dentales restauradores". 7a edición, Mundi. 1988. p 81- 86. Cap 9;
40. Mount GJ. Minimal Intervention Dentistry: Rationale of Cavity Desing. *Operative Dentistry.* 2003; 28: 92-99
41. Mount GJ. Defining, Classifying, and Placing Incipient Caries lesions in perspective. *Dent Clin N Am.* 2005; 49: 701-723
42. Mount GJ, Tyas MJ, Duke ES, Lasfargues JJ, Kaleka R, Hume WR. A proposal for a new classification of lesions of exposed tooth surfaces. *International Dental Journal* 2006; 56: 82-91
43. Stacey DG, Whittaker JM. Predicting academic performance and clinical competency for international dental students: seeking the most efficient and effective measures. *J Dent Educ* 2005; 69(2):270–80.

44. Vera, V., Corchado, E., Garcia, A.E. Applying soft computing techniques to optimise a dental milling process. *Neurocomputing*. Volume 109. 2013, 94-104