

Sistema de Apoyo al Aprendizaje Diagnóstico Utilizando Perfiles de Usuario: EndoDiag II

Estela D'Agostino¹, Ana Casali¹, Rosa Corti¹, Andrea Torres¹, Martha Siragusa² y Beatriz Lopez³

¹Departamento de Sistemas e Informática
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura -UNR

² Cátedra de Endodoncia
Facultad de Odontología – UNR

³Departamento de Electrónica, Informática y Automática
Universidad de Girona, España.

Resumen

En este trabajo se describe el desarrollo de EndoDiag II, un sistema de apoyo a la enseñanza diagnóstica en Endodoncia. Este sistema tiene como objetivo reforzar el conocimiento que adquieren los estudiantes a través de la práctica clínica. La resolución de distintos casos, planteados por EndoDiag II, que reflejan situaciones reales de la práctica profesional contribuye al entrenamiento del alumno en la tarea diagnóstica.

El sistema incluye una base de casos clínicos y utiliza un perfil de usuario, para almacenar la evolución del alumno. El perfil inicial, basado en el nivel académico del alumno y su experiencia en consultorio, se actualiza mediante la interacción con el estudiante, teniendo en cuenta la performance alcanzada en el tratamiento de los casos recorridos. Especialistas del área endodóntica opinaron que la base de casos es una incorporación importante del sistema y que el mismo realiza una selección adecuada de situaciones clínicas para cada alumno a través del uso de perfiles de usuarios.

Abstract

In this Technical Report we describe EndoDiag II, a learning support system to endodontics diagnosis. This system has the goal of strengthen the students knowledge acquired through the clinical practice. EndoDiag II allows the student's training by the resolution of different clinical cases reflecting real situations of the professional practice.

EndoDiag II incorporated a base of clinical cases and a user profile to store the student evolution, personalizing the selection of cases reflecting situations of the professional practice. The initial profile it is based in the academic level and clinical experience of the student. This profile is in turn updated by means of the students interaction with the system taking into account the performance he reached in the treatment of the different cases. Endodontic specialists considered that the base of clinical cases is an important extension to the system. They even find that the system, by means of the user profile, accomplishes an adequate selection of a clinical situation for each student.

Palabras claves: Inteligencia Artificial, Sistemas de Apoyo a la Enseñanza, Perfiles de Usuarios, Diagnóstico Endodóntico

1. Introducción

La Inteligencia Artificial trabaja desde sus comienzos en el desarrollo de sistemas que exhiban un comportamiento inteligente. En este sentido el desarrollo de los sistemas basados en el conocimiento y en particular, los sistemas expertos, han sido un área de gran importancia en las últimas décadas. Los sistemas expertos son capaces de tratar un problema de un dominio

específico como lo haría un experto humano y alcanzar soluciones válidas [10]. En la actualidad estos sistemas han quedado inmersos en un campo más amplio, denominado sistemas de agentes inteligentes [12,20], dentro de los cuales los sistemas expertos constituyen un tipo particular de agente, ya que en ciertos casos se los puede considerar como agentes deliberativos.

Paralelamente, la Inteligencia Artificial también ha abordado el desarrollo de sistemas inteligentes de apoyo a la enseñanza. Normalmente las propuestas pedagógicas tenidas en cuenta para lograr el aprendizaje se basan en distintas tareas que realiza el estudiante, entre las cuales se encuentra comprender, analizar, resolver problemas y evaluar aplicando los conocimientos adquiridos. Dentro de los sistemas virtuales de aprendizaje se pueden destacar los sistemas tutoriales inteligentes, hipermedia educativa y las simulaciones. Estas últimas se utilizan para estimular la participación del estudiante, potenciando sus conocimientos cercanos a la vida real, y para su aplicación en situaciones cotidianas. A través de situaciones hipotéticas el estudiante puede comprobar sus conocimientos y su capacidad de analizar alternativas y consecuencias en situaciones específicas. Todos estos sistemas virtuales son programas interactivos que tienen como objetivo facilitar el aprendizaje adecuando su funcionamiento a las características del alumno. Esta adaptación puede consistir en la selección del contenido de sus presentaciones de acuerdo con las acciones previas del estudiante, su nivel de conocimiento, sus preferencias u otras características. Esta información es procesada y almacenada en el perfil del usuario durante la interacción con el sistema y posteriormente analizada para adaptar nuevamente la información a presentar. Ejemplos de estos sistemas pueden verse en [1,2,9,15].

En las ciencias relacionadas con la salud humana, el proceso de diagnóstico es siempre complejo ya que exige la valoración de múltiples factores que interactúan en el caso que se examina. Como en todas las áreas que atañen a la salud, en la Odontología la tarea diagnóstica es fundamental para arribar a una conducta terapéutica acertada. El diagnóstico es una actividad personal, individual y cognitiva donde el profesional eficiente articula sus conocimientos científicos y su experiencia clínica con sentido común. En el área de la Endodoncia, como parte de la Odontología, enseñar a diagnosticar es una actividad fundamental dentro de la formación de los profesionales [16, 22]. Para el aprendizaje del diagnóstico médico, además del conocimiento teórico adquirido, es necesaria la experiencia en casos clínicos y la práctica de consultorio puede verse reforzada mediante herramientas automatizadas basadas en alguna representación del conocimiento [6].

La Inteligencia Artificial, tiene una larga tradición en el desarrollo de sistemas informáticos en el área de la salud, dentro de los cuales, los sistemas de apoyo a la toma de decisión han ocupado un lugar importante. Estos sistemas son útiles como herramientas educativas y de entrenamiento, y hay varios desarrollos de software orientados a la formación continua de profesionales del área. En el campo de la Odontología, se han desarrollado sistemas de apoyo a la decisión por más de dos décadas. Estos sistemas han utilizado distintas técnicas y siguen en continuo desarrollo (ver por ejemplo la revisión completa al respecto realizada por Stuart White en [24]).

Dada la importancia del diagnóstico en endodoncia y la necesidad de contar con elementos que apoyen el proceso de formación en esta área, se implementó en una primera etapa un prototipo de EndoDiag. Este sistema basado en conocimiento ha sido desarrollado con el objetivo de dar apoyo a la tarea de aprender a diagnosticar en el área de Endodoncia y ha sido descrito por Casali et al. en [4]. EndoDiag consiste en un sistema experto que tiene como objetivo guiar al alumno usuario en la resolución del caso clínico que él está analizando. Involucra los siguientes módulos: evaluación de la actitud del paciente, diagnóstico a partir de la inspección bucal (presuntivo y definitivo) y análisis radiográfico.

Se experimentó EndoDiag con un grupo de alumnos de grado avanzados, y algunos de posgrado, a partir de lo cual se pudo concluir que el sistema es amigable, y las preguntas en general son claras. Si bien los consultados consideraron que la cantidad de información requerida

es importante, esto acuerda con uno de los objetivos del sistema, que es guiar al alumno a una observación y revisión detallada del paciente, a fin de mejorar su proceso diagnóstico [5]. En esta experiencia se notó que al alumno le resultaba dificultoso presentar un caso y además, tendía a elegir aquéllos asociados a las patologías más agudas, cuyo diagnóstico diferencial es más claro.

A partir de la evaluación de esta primera versión del sistema EndoDiag se planteó la importancia de su extensión mediante una base de casos clínicos. Para este nuevo desarrollo se consideró fundamental tener en cuenta la actividad de cada usuario en particular, modelizando al alumno y manteniendo actualizada su historia, de modo de seleccionar los casos más adecuados para el mismo. Para lograr este objetivo, se planteó el uso de sistemas adaptativos [8, 11]. Estos utilizan perfiles de usuarios, son interactivos y capaces de ajustarse a sí mismos según las necesidades de un alumno particular, en cada etapa de uso.

En este trabajo se describe el desarrollo de EndoDiag II, un sistema de apoyo a la enseñanza basado en la simulación, que incluye una base de casos clínicos y utiliza perfiles de alumnos. Estos perfiles guardan la información personalizada de cada uno de los alumnos que utilizan el sistema, de modo que en cada nuevo ingreso del usuario, se recuperará su perfil y se le presentarán los nuevos casos teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los recorridos anteriores. Para un nuevo usuario, el perfil inicial se construirá en base a su nivel académico y su experiencia clínica.

El reporte se estructura de la siguiente forma, en la sección 2 se analizan los perfiles de usuario, sus contenidos, técnicas de creación y de adaptación, fundamentalmente vinculando su uso a sistemas educativos. En la sección 3 se describe brevemente el sistema EndoDiag y luego, en la sección 4 se describe la extensión de este sistema, denominada EndoDiag II, destacando los módulos incrementales. Por último, en la sección 5 se presentan ciertas conclusiones y se mencionan líneas de trabajo futuro.

2. Perfiles de usuarios

Un perfil es el modelado de un objeto en forma compacta mediante sus características primordiales. En el caso de un perfil de usuario de un sistema de software, éste puede comprender tanto datos personales y características del sistema computacional, como también patrones de comportamiento, intereses personales y preferencias. Este modelo de usuario está representado por una estructura de datos adecuada para su análisis, recuperación y utilización. En términos computacionales: *un perfil de usuario es la representación de un conjunto de características que describen a una persona, en su rol de usuario de algún sistema adaptativo.*

Un perfil de usuario se almacena en la mayoría de los casos en forma de pares atributo-valor. El sistema guarda, analiza y deja disponible esta información para la parte de adaptativa. Los aspectos que se deben tener en cuenta para el desarrollo de perfiles de usuario son: cuál es la información relevante, cómo obtenerla, cómo representarla, cómo mantenerla actualizada, qué métodos de recuperación implementar y cómo utilizar esa información para adaptar el sistema en forma automática.

Dentro de los sistemas de apoyo a la enseñanza, es importante lograr que se adapte al usuario-alumno, de modo de tener un comportamiento más amigable, flexible y enriquecedor. Los sistemas educativos tales como sistemas tutoriales inteligentes (ITSs), cursos adaptativos, hipermedia educativa, entre otros, son programas interactivos que facilitan el aprendizaje realizando una personalización de acuerdo a las características del estudiante. La información del mismo es procesada y almacenada en su perfil durante la interacción con el sistema y posteriormente analizada para adaptar su comportamiento. Como ejemplos de este tipo de desarrollo se pueden mencionar AST, sistema de hipermedia educativa que usa una estructura de

conceptos para sugerir cuales de ellos deben ser aprendidos previamente para comprender el concepto objetivo; ELM-ART, marca los links, según el concepto actual, cuyos destinos están listos o no para ser aprendidos [3]; MAS-PLANG, sistema multiagente que adapta la selección del contenido didáctico dependiendo del estilo de aprendizaje del estudiante [19]; ARTHUR, sistema de educación basado en Web que provee instrucción adaptativa según los estilos de diferentes instructores [11].

2.1. Contenido de un perfil y su representación

El contenido de un perfil de usuario está evidentemente condicionado por los objetivos del mismo, dentro del dominio de aplicación. Hay parte del contenido del perfil de usuario que puede ser independiente del dominio como sus datos personales o la experiencia en la utilización de sistemas informáticos. El contenido dependiente del dominio es el que más influencia tiene en la adaptación del sistema. En los sistemas educativos, el conocimiento del usuario sobre el tema es una de las características más importantes y la más usada por las técnicas de adaptación. También pueden considerarse otras características como la necesidad de explicaciones y el estilo de enseñanza que prefiere el alumno. Algunos sistemas tienen en cuenta lo que desagrada o molesta al usuario.

Otra forma de clasificar el contenido de un perfil de usuario, es considerar su comportamiento en relación al cambio [7]. Parte de la información de un perfil de usuario es estática, como la fecha de nacimiento, el nombre, password, etc., información que por lo general es introducida por el usuario por una única vez. Otra parte del contenido es dinámica, por lo que sufrirá modificaciones como consecuencia de la interacción con el sistema. Ejemplos de este tipo de información son los intereses y preferencias del usuario, los cuales son adquiridos automáticamente y/o periódicamente por parte del sistema. En sistemas educativos el conocimiento del usuario es dinámico, por lo que un sistema tendrá que reconocer los cambios de estado y actualizar el perfil del alumno. Por ejemplo, el contenido que almacena el sistema ARTHUR consiste en un historial de conceptos aprobados, y una descripción de las fallas por las cuales otros conceptos no han sido correctamente adquiridos [11]. En cambio, en [8], el contenido educativo se almacena en una red de conceptos y el perfil del estudiante consiste en una calificación para cada concepto.

Se debe dar una estructura al contenido que conforma el perfil de usuario de acuerdo a la interacción con los demás módulos del sistema. Cualquier estructura de datos puede ser útil para la representación del perfil, dependiendo del diseño del software subyacente, pero la forma más sencilla y más utilizada es la de pares atributo-valor.

En todos los casos las estructuras que representan la información del usuario están determinadas por la metodología que posteriormente se utilizará para gestionar el perfil. Por ejemplo en el caso de inferencia con Redes Bayesianas, la propia red conforma la representación del contenido del perfil [21,25]. Cuando la gestión del perfil se realiza con técnicas de *aprendizaje automático*, la representación del usuario consiste en conjuntos de vectores de atributos comúnmente llamados *datasets* [13,18]. Otra forma de representación es la de estructuración en casos, para su posterior gestión del perfil utilizando Razonamiento Basado en Casos (RBC) [17,19,21].

2.2. Creación de perfiles y adaptación del sistema.

La construcción de un perfil de usuario requiere la previa recopilación de información. Existen varios métodos para recabar los datos que luego serán procesados, para constituir un nuevo perfil o para actualizar uno existente. Estos métodos pueden clasificarse en explícitos o implícitos [7]. En el caso de los métodos explícitos el usuario incorpora manualmente sus datos a

través de formularios. Por ejemplo, el sistema SATELIT [1] distingue el nivel de experiencia del usuario ofreciéndole un cuestionario con preguntas acerca de ciertos conceptos y lo califica de acuerdo a una distancia entre la respuesta ingresada y la correcta. Para obtener información del estudiante el sistema ARTHUR [11], cada vez que un alumno termina de recorrer un concepto propone una evaluación de respuestas múltiple y almacena una calificación del alumno relativa al concepto involucrado. En el caso de los métodos implícitos, los datos se extraen, crean, modifican y/o actualizan automáticamente recurriendo a técnicas programadas tales como captura de clicks, creación de las llamadas *cookies*, almacenamiento de historiales acerca de la interacción del usuario con el sistema, etc. La creación del perfil puede recurrir a uno o ambos métodos. En ambos casos, el usuario puede o no estar informado de la construcción de su perfil.

El *profiling* es la técnica de crear y gestionar perfiles. Una vez diseñados la estructura de datos y los métodos de adquisición, el problema se centra en la confección de los perfiles de acuerdo a la interacción que éstos tendrán con el componente adaptador del sistema. Existen distintas técnicas para crear perfiles de usuarios. Una de ellas las constituyen las redes bayesianas, que han sido utilizadas en varios sistemas dedicados a la recuperación de la información. También se han utilizado técnicas de machine learning como Razonamiento Basado en Casos [11], redes neuronales, clasificadores Naive Bayes, o k-vecinos próximos.

3. Sistema EndoDiag

EndoDiag se ha desarrollado en forma modular para separar explícitamente el conocimiento involucrado en las distintas etapas de este proceso diagnóstico y dar lugar a una evaluación parcial de las conclusiones a las que arriba el alumno-usuario. En el primer prototipo se desarrollaron tres módulos: Actitudinal, Diagnóstico y Confirmación Radiográfica, este sistema ha sido descrito primeramente en [4] y posteriormente, con más detalles y conclusiones sobre su experimentación en [5]. En esta sección se presenta una breve descripción de sus puntos más relevantes.

El módulo *actitudinal* está orientado a ayudar al usuario a hacer una buena valoración del paciente. La esencia del procedimiento diagnóstico se fundamenta en la capacidad para escuchar, observar y relacionar adecuadamente los datos recolectados. En esta primera parte se concluye el grado de colaboración y temor de cada paciente. Estas conclusiones son importantes para los especialistas.

En el módulo *diagnóstico* se guía al alumno para tomar decisiones en dos etapas, de la misma forma que lo realizan los profesionales. La primer etapa se basa en los síntomas referidos por el paciente y su aspecto general en la entrevista previa a su examen odontológico, logrando un grupo de diagnósticos presuntivos. Luego se realiza la inspección bucal ingresando los datos correspondientes, y a partir de las observaciones relevantes se concluye un diagnóstico final.

Para arribar a los diagnósticos presuntivos se ha considerado en una primera instancia el dolor como motivo de la consulta. A través del recorrido de una serie de ventanas, el sistema permite almacenar algunas de las características del paciente relevantes para el análisis. Con estos elementos el sistema y el usuario pueden concluir un diagnóstico presuntivo (o grupo de diagnósticos). En la Figura 1 se muestra una pantalla de conclusión del sistema.

En la etapa de diagnóstico final, el usuario debe volcar datos sobre distintos aspectos de la cavidad bucal, como las encías, mucosa, y demás características de las piezas dentales. Con estos datos tanto el alumno como el sistema pueden concluir un diagnóstico final.

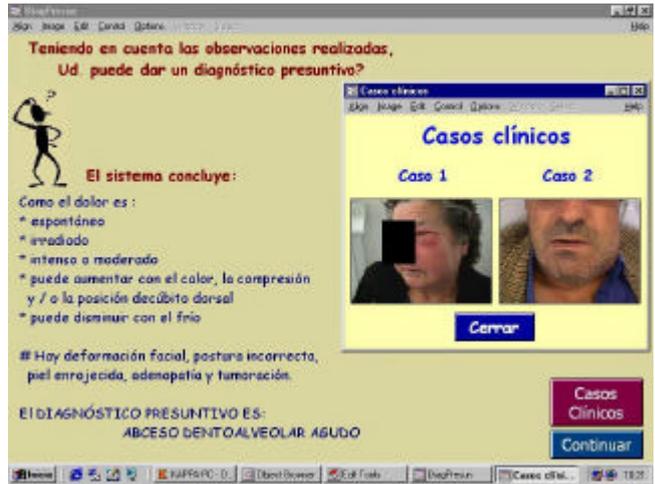


Figura 1 – Pantalla de Diagnóstico Presuntivo

En ambas etapas se le da la posibilidad al usuario de seleccionar un diagnóstico candidato, que refleje su conclusión sobre la posible patología del paciente. Esta es contrastada con el diagnóstico al que arribó EndoDiag. Como consecuencia de que exista o no acuerdo entre ambas partes el sistema muestra una ventana con explicaciones. Esta comparación pretende generar una conducta reflexiva en el usuario del sistema, la cual es muy importante dentro del proceso de aprendizaje.

En el módulo de coherencia radiográfica se conduce al usuario-alumno a realizar un correcto y exhaustivo análisis de las imágenes del caso en curso, solicitándole que ingrese sus observaciones. Una de las pantallas con las que el sistema guía este proceso se muestra en Figura 2.

Luego el sistema analiza la coherencia entre los hallazgos clínicos y las interpretaciones de las imágenes radiográficas, determinando el acuerdo o no entre ellos. Este módulo también conduce al alumno a un proceso de revisión y reflexión.

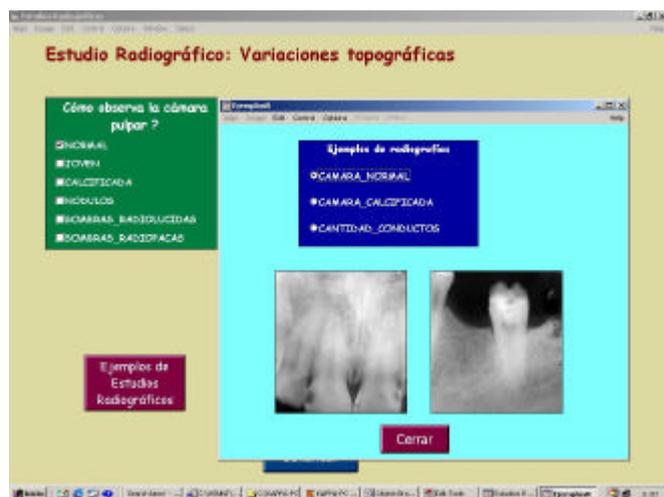


Figura 2 – Variaciones topográficas.

4. Sistema EndoDiag II

Para escalar el sistema de apoyo al aprendizaje diagnóstico EndoDiag, se incorporó en primer lugar una base de casos clínicos, redactados por especialistas en Endodoncia. Para lograr que la nueva versión tenga las características de un apoyo personalizado, se incorporaron perfiles de usuario y se agregaron una serie de módulos constituyendo un nuevo ambiente de trabajo. En la figura 3 se esquematiza la arquitectura del sistema desarrollado y se muestran los nuevos módulos agregados en EndoDiag II, un ambiente adaptativo para el apoyo a la enseñanza del diagnóstico en endodoncia. La descripción detallada de estos módulos puede verse en [23], en este reporte se presentan las características más relevantes.



Figura 3 – Arquitectura de EndoDiag II.

En EndoDiag II existen tres tipos distintos de interacción con el usuario :

- ofrecer un caso de acuerdo al perfil del usuario,
- mostrar los posibles casos y que el usuario seleccione uno entre ellos e
- ingresar un caso. Esto corresponde a la versión anterior (EndoDiag) y se ha dejado disponible.

La interfaz de EndoDiag II se construyó basándose en la interfaz anterior y se adicionó lo necesario para soportar las nuevas funcionalidades incorporadas.

A continuación se describe el perfil del usuario utilizado en EndoDiag II y la funcionalidad de los módulos incrementales del nuevo sistema.

4.1. Perfil del usuario de EndoDiag II

En EndoDiag II, los conceptos a presentar son los casos clínicos cuidadosamente seleccionados, de acuerdo al perfil del usuario y redactados por especialistas del área. Estos casos son almacenados en la base de datos incluida en el sistema. La selección de los casos a recorrer tiene alguna similitud con lo implementado en otros sistemas de apoyo a la enseñanza, donde el contenido del curso suele representarse como un grafo o red de conceptos y se personaliza el recorrido para cada alumno utilizando algún modelo del estudiante, como por ejemplo en el Dynamic Courseware Generator (DCG).

El perfil inicial en EndoDiag II se adquiere explícitamente [7] a partir del nivel académico y la experiencia clínica del alumno. Este se almacena en la tabla Usuarios de la base

de datos, la cual es la encargada de administrar la información de los alumnos del sistema. Los campos de esta tabla son: nombre, contraseña, nivel académico, experiencia clínica y un identificador de usuario.

A medida que el alumno interactúa con el sistema recorriendo distintos casos, se actualiza su perfil en forma implícita utilizando otras dos tablas relacionadas de la base de datos. Estas tablas son generadas automáticamente por el módulo de autenticación y almacenarán los casos recorridos por el alumno y la performance alcanzada.

idcaso	puntajep	puntajef	dpi	dfi	np	Cond	orden
1	4	6	SI	SI	1	Ofrecido	1
2	6	7	SI	SI	1	Elegido	3
4	0	0	NO	NO	1	Ofrecido	4
5	0	0	NO	NO	1	Ofrecido	5
7	10	8	SI	SI	1	Ofrecido	2

Tabla 1: Actualización perfil de usuario (tbl82)

puntajep	puntajef	diagcor	diagapp	Diagapf	orden
10	7	PERIODONTITIS	PERIODONTITIS	PULPITIS_ABC	1
10	7	PERIODONTITIS	PERIODONTITIS	PULPITIS_ABC	2
5	8	PULPITIS_INFIL	PERIODONTITIS	PULPITIS_ABC	3

Tabla 2: Actualización perfil de usuario(tbli82)

La primera de estas tablas almacena (ver ejemplo Tabla 1):

- casos que el estudiante ha recorrido (campo idcaso),
- interpretación correcta del texto asociado a cada etapa (campos dpi y dfi),
- el puntaje obtenido en cada etapa (campos puntajep y puntajef),
- la cantidad de veces que el alumno ha recorrido el caso (campo np),
- si el caso fue elegido por él u ofrecido por el sistema (campo cond)
- un número que indica en que orden el usuario ha estudiado los casos (campo orden).

La segunda tabla almacena (ver ejemplo Tabla 2):

- información de los casos que el usuario ingresa de un determinado paciente, como ser, el diagnóstico que emite el usuario en cada etapa (campos diagapp y diagapf)
- el diagnóstico inferido por el sistema que es tomado como diagnóstico correcto (campo diagcor)
- los puntajes obtenidos (campos puntajep y puntajef).

En definitiva, el perfil de usuario contiene datos que identifican al usuario, nivel académico, experiencia clínica del mismo y la lista de casos que ha recorrido. Además, para cada caso analizado se almacena un identificador, información de como ha interpretado el alumno el caso, el puntaje obtenido por emitir un diagnóstico en las etapas presuntiva y final, y el número de veces que el usuario ha recorrido dicho caso.

4.2. Módulo de autenticación

La funcionalidad de este módulo es gestionar el ingreso de los usuarios al sistema. Consta de una interfaz, funciones de registro y reconocimiento de alumnos. La interfaz permite el ingreso de los datos, tanto sea de un nuevo usuario para registrarse en el sistema o de un alumno ya existente para ser reconocido.

La primera vez que un estudiante desea utilizar el sistema, se le requiere información que se usará para definir su perfil inicial. Estos datos se refieren a su nivel académico (pregrado, graduado o postgrado) y su experiencia clínica (mayor o menor de tres años). En sucesivos ingresos al sistema el alumno ya identificado brinda su nombre de usuario y contraseña para ser chequeados y mantener la privacidad. Lo fundamental en esta situación, es que mediante la autenticación, el sistema recupera la información del perfil del alumno para adaptar su comportamiento.

4.3. Módulo de Ofrecimiento de un Caso

Este módulo es una parte fundamental de las modificaciones introducidas en EndoDiag II. Es el que se ocupa de adaptar la ejecución del sistema al usuario actual, utilizando su perfil. Cuando un alumno solicita que se le presente un caso, el sistema recupera de la base de datos su perfil, y selecciona un caso de las tablas correspondientes. La tabla “Casos” de la base de datos consta de: un identificador del caso, treinta atributos que lo describen y el diagnóstico correcto. Los atributos que describen la patología junto con el diagnóstico son información obtenida del conocimiento representado en el sistema EndoDiag. Cuando el sistema tiene elegido un caso para ofrecer al alumno, recupera el registro correspondiente de la tabla, mostrando al alumno el relato asociado. Los módulos de autenticación y selección de casos son los clientes de la base de datos .

El sistema ofrece ejemplos de casos extraídos de la realidad, relatados de manera que el estudiante enfrente situaciones similares a las que encontrará en su práctica profesional. El usuario deberá interpretar el texto presentado e ingresar los datos solicitados en la interacción con EndoDiag II. Por lo tanto se evaluará su capacidad de interpretar el caso y también su conducta diagnóstica.

El ofrecimiento de casos se realiza de acuerdo al perfil del usuario. El perfil se actualiza a medida que el alumno utiliza el sistema. Para esta actualización se tiene en cuenta los casos recorridos en cada sesión y los resultados alcanzados en las evaluaciones ya mencionadas. La selección del caso a presentar se realiza en dos etapas, primero se elige el diagnóstico y luego el caso particular.

El diagnóstico se selecciona de la siguiente manera:

1. Se establece el nivel del usuario (de 1 a 5) según grado académico y experiencia.
2. Se tiene en cuenta la proporción de casos evaluados respecto al total de casos para cada patología, definiendo una serie de etapas como se muestra en la *Tabla 3*.

Etapas	Cantidad de Casos Recorridos
1	Hasta 4
2	Entre 5 y 8
3	Entre 9 y 14
4	Desde 15

Tabla 3: Asignación de la etapa de usuario.

Esta distribución en etapas es conveniente para ir adaptando el curso de manera progresiva. Estas etapas varían en forma incremental la cantidad de posibles diagnósticos candidatos a ser elegidos.

Para cada nivel de usuario existe un orden de preferencia para el ofrecimiento de diagnósticos. Este orden es dependiente del dominio y está determinado por el grado de dificultad que presenta la resolución de cada caso. La *Tabla 5* muestra el número de orden asignado a las patologías endodónticas (ver referencias de abreviaturas en *Tabla 4*). Una vez

establecido el diagnóstico, EndoDiag II elige un caso asociado correspondiente a esta patología que no haya sido previamente recorrido.

Diagnóstico	Abreviatura
Pulpitis Infiltrativa Moderada	P.I.M.
Pulpitis Abcedosa	P.A.
Periodontitis Apical Aguda Leve	P.A.A.L.
Periodontitis Apical Aguda Moderada	P.A.A.M.
Abceso Dentoalveolar Agudo	A.D.A.
Abceso Fenix	A.F.

Tabla 4: Referencia de diagnósticos.

Diagnóstico	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
P.I.M.	6	6	5	4	2
P.A.	5	5	4	2	1
P.A.A.L.	4	4	2	1	3
P.A.A.M.	3	2	1	3	4
A.D.A.	2	1	3	5	5
A.F.	1	3	6	6	6

Tabla 5: Ordenamiento para presentación de diagnósticos según el nivel

Si todos los casos, asociados con el diagnóstico, ya fueron recorridos, se busca alguno en el cual el alumno haya tenido problemas de interpretación para que pueda revertir esa situación, dando prioridad a los casos mal interpretados en la etapa presuntiva. Si todos los casos fueron evaluados y bien interpretados se informa al alumno que ha alcanzado los objetivos de este sistema de apoyo. Para tal alumno, el sistema no ofrecerá más casos, pero el usuario puede continuar ingresando casos propios o eligiendo uno de los que tiene almacenado el sistema.

Síntesis del algoritmo de ofrecimiento de un caso

Selección del diagnóstico:

- Recuperar los casos y sus respectivos puntajes ya evaluados por el usuario.
- Calcular las proporciones de casos evaluados por diagnóstico.
- Calcular el nivel del usuario y la etapa de uso del sistema.
- Seleccionar un diagnóstico de acuerdo al nivel, la etapa y la proporción.

Selección del caso, conocido el diagnóstico:

Si todos los casos de todos los diagnósticos ya fueron evaluados, y fueron todos correctamente interpretados:

- Comunicar al alumno que ha alcanzado los objetivos de este sistema de apoyo.
- Ofrecer opciones de ingresar un nuevo caso o seleccionar alguno de los existentes.

Si queda alguno sin interpretar correctamente:

- Elegir alguno de cualquier diagnóstico mal interpretado preferentemente en la etapa presuntiva.
- Presentar el texto asociado que lo describe y las interfases para interpretarlo.

Si quedan casos aún sin evaluar:

- Elegir cualquiera del diagnóstico dado.

- Almacenarlo en el perfil del usuario.
- Presentar el texto asociado que lo describe y las interfaces para interpretarlo.

En EndoDiag II se modificó la interfase de usuario de EndoDiag abriendo una ventana inferior que expone el relato narrado por el especialista correspondiente al caso que se está recorriendo, como se muestra en la *Figura 4*.



Figura 4 – Interfase de usuario de EndoDiag II

4.4. Módulo de selección de un caso

El usuario tiene la posibilidad de recorrer la base de casos y seleccionar uno de su interés. Cuando el alumno selecciona un caso de la lista, se evalúa la interpretación del texto y su capacidad diagnóstica. En esta modalidad de trabajo el sistema procede de la misma forma que en la opción descrita en el módulo anterior.

4.5. Módulo de chequeo de interpretación

Cuando el alumno opta por utilizar las extensiones de EndoDiag, tanto sea solicitando al sistema el ofrecimiento de un caso o seleccionando uno entre varios, el sistema le presenta un caso de los que almacena en la base de casos. El alumno debe saber interpretar tal relato asignando valores a un conjunto de atributos que describen el caso y son requeridos por el sistema. Este módulo es el encargado de confrontar los atributos ingresados por el alumno en las etapas de diagnóstico presuntivo y final, con los valores de los campos de la base que lo describen. El sistema almacenará y mostrará en la pantalla los resultados de este chequeo de interpretación.

4.6. Módulo de evaluación

Una vez presentado un caso en forma de relato, el alumno debe enfrentarse a dos dificultades: la interpretación de la narración y la asignación del diagnóstico presuntivo y final. Es importante destacar que el sistema deducirá el diagnóstico de acuerdo a la interpretación del usuario, independientemente que esta sea correcta o no, es decir, el diagnóstico que asigna el usuario debe ser coherente con la interpretación que el mismo realizó del caso. Esto conduce a tener situaciones diferentes.

Luego de corregir la interpretación, si el alumno emite un diagnóstico, el sistema asigna un puntaje de acuerdo al mismo, si no, se considera puntaje ‘cero’. Si el alumno ha realizado un diagnóstico correcto en la etapa presuntiva, el puntaje correspondiente es ‘diez’, caso contrario, el sistema muestra el diagnóstico correcto para permitir al alumno que lo corrija y así pasar a la etapa final. Los puntajes asignados son dependientes del dominio y en este caso se ha seguido el criterio de que los puntajes decrecen con la distancia entre el diagnóstico dado y el correcto. Los puntajes que se han utilizado pueden verse en la *Tabla 6*.

D. Emitido / D. Correcto	P.I.M.	P. A.	P.A.A.L.	P.A.A.M.	A.D.A.	A.F.
P.I.M.	10	8	5	3	2	1
P.A.	8	10	7	5	3	3
P.A.A.L.	7	7	10	7	5	4
P.A.A.M.	5	6	8	10	8	6
A.D.A.	3	5	6	8	10	8
A.F.	1	3	4	6	7	10

Tabla 6: Asignación de puntajes

Síntesis del algoritmo de evaluación

Si el usuario emitió un diagnóstico:

- Comparar el diagnóstico correcto con el emitido por el estudiante.
- Asignar un puntaje según *Tabla 6*.
- Actualizar el perfil de usuario.
- Mostrar los resultados

En caso contrario:

- Asignar puntaje cero.

Este algoritmo de evaluación funciona de la misma manera para los tres modos de uso del sistema.

Tras recorrer la etapa final, el alumno puede reafirmar el diagnóstico emitido en la etapa presuntiva o emitir uno que considere más adecuado. En este punto se repite el proceso de evaluación asignando un nuevo puntaje.

5. Conclusiones y Trabajos Futuros

Para el aprendizaje del diagnóstico médico es indispensable tener una amplia experiencia en casos clínicos. La práctica de los alumnos en consultorio puede verse reforzada por herramientas automatizadas de simulación, basadas en la representación del conocimiento de los expertos y en un adecuado seguimiento de los estudiantes.

Además EndoDiag II permite distintas modalidades de uso. En una de ellas, utilizando su base de casos clínicos, el sistema dirige el recorrido del alumno orientando la elección de casos según su perfil. De esta manera el sistema puede establecer una estrategia de entrenamiento que le aporte diversidad en los casos recorridos tanto en el grado de dificultad como en su presentación clínica. Es difícil obtener resultados cuantitativos que evalúen la importancia de mantener y utilizar perfiles de usuario en sistemas de información en general, y en particular, en sistemas de apoyo a la práctica diagnóstica. A partir de la evaluación realizada por especialistas en el área de la cátedra de Endodoncia participante del proyecto, se puede concluir cualitativamente que este tipo de sistema de apoyo a la práctica diagnóstica en Endodoncia, se ve favorecido mediante la inclusión de perfiles de usuarios. Los perfiles de los alumnos son un

aporte que ayuda a generar una secuencia idónea de casos y colabora para lograr una interacción más amigable con el sistema, beneficiando así el entorno de aprendizaje.

Hasta el momento no se cuenta con resultados cuantitativos. Los mismos serán adquiridos con el trabajo futuro que se plantea a continuación.

Como trabajo futuro se plantea ampliar la base de casos y usar el sistema con alumnos de postgrado, que realizan la especialización en Endodoncia en la Facultad de Odontología de Rosario. Esta experimentación permitirá hacer una evaluación del sistema, mediante la información almacenada en los perfiles de los alumnos y encuestas a los usuarios. Además se planea la incorporación a los perfiles de usuario, de los contenidos necesarios para abordar el módulo de análisis de la coherencia radiográfica de EndoDiag. Considerando que su tratamiento por parte del alumno y su posterior evaluación, será un elemento más para adaptar el sistema e intervenir en la selección de un caso. Por otra parte, se plantea la incorporación de otras características para la construcción y valoración del perfil, como la apertura de ayudas e imágenes consultadas, que permitan la adaptación del sistema en la forma de presentación de sus contenidos.

En relación a la base de casos, también puede resultar interesante explorar técnicas de comparación de perfiles de usuario, para poder seleccionar casos, no solamente en función de la experiencia de un usuario, sino de acuerdo a la experiencia de otros usuarios, teniendo en cuenta los avances realizados en sistemas de recomendación [17].

Finalmente, es interesante remarcar el interés por trasladar la experiencia obtenida en este sistema de aprendizaje para el diagnóstico de endodoncia a otro ámbito, como el diagnóstico de Ictus agudo. Ésta es una enfermedad con un alto índice de mortalidad y que su tratamiento es ciertamente desconocido por la comunidad sanitaria debido a su reciente implantación [14].

Agradecimientos

Este trabajo cuenta con el soporte del proyecto AECI Intercampus A/1562/04.

Referencias

- [1] Akoulchina I. and Ganascia J.G.. *Satelitagent: An adaptive interface based on learning interface agents technology*. In A. Jameson, C. Paris, and C. Tasso, ed., *Proceedings of the Sixth International Conference, UM97*, 21–32. Springer, Vienna, New York. (<http://um.org>), 1997.
- [2] Brusilovsky P. *Adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction*, 11:87–110, 2001.
- [3] Brusilovsky, P., Schwarz, E., & Weber, G. *ELM-ART: An intelligent tutoring system on World Wide Web*. In Frasson, C., Gauthier, G., & Lesgold, A. (Ed.), *Intelligent Tutoring Systems (Lecture Notes in Computer Science, Vol. 1086)*. Berlin: Springer Verlag. 261-269, 1996.
- [4] Casali A., Corti R., D'Agostino E., and Siragusa M. *Sistema Basado En Conocimiento De Apoyo Al Diagnóstico De La Patología Pulpar Y Periapical*. *Anales 31 JAIIO, Actas de SIS – ISSN 1666-1125*, vol 5, pp 192-196. Santa Fe, 2002.
- [5] Casali A., Corti R., D'Agostino E., and Siragusa M.. *Herramienta tecnológica como apoyo al diagnóstico endodóntico*. *Electronic Journal of Endodontics Rosario*. ISSN 1666-6143 Año 3 - Volúmen 1, 2004.
- [6] Chester D., Kay J.; King N.; *A Web-based Medical Case Simulation for Continuing Professional Education*. *Proceedings Workshop ITS 2002*, San Sebastian, España, Junio 2002.
- [7] da Cruz R., García Peñalbo F. and Romero L. *Perfiles de usuario en la senda de la personalización*. Technical report, Universidad de Salamanca – Departamento de Informática y Telemática, Enero 2003.
- [8] da Silva P., Van Durm R., Duval E., and Olivie H.. *A simple model for adaptive courseware navigation*. http://www.wis.win.tue.nl/infwet97/proceedings/da_silva_2_full.html, 1997.

- [9] da Silva P., Van Durm R., Duval E., and Olivé H. *Concepts and documents for adaptive educational hypermedia: model and prototype*. Technical report, Eindhoven University of Technology, 1998. Proceedings of the 2nd Workshop on Adaptive Hypertext and Hypermedia at the 9th ACM International Hypertext Conference, Hypertext'98. Computer Science Report, 35-42, 1998.
- [10] Giarratano J., Riley G., *Sistemas Expertos. Principios y programación*. International Thomson Editores, Mexico, 2001.
- [11] Gilbert J. E. and Han C. Y.. *Adapting instruction in search of a 'significant difference'*. Journal of Network and Computer Applications - <http://www.idealibrary.com> 22(jnca.1999.0088), 1999.
- [12] Jennings N; Wooldridge M.; *Software Agents*. IEE Review, pp 17-20, January 1996.
- [13] Kuroпка D. and Serries T.. *Personal information agent*. Informatik 2001 Proceedings, pages 940 – 946, 2001.
- [14] López B., Aciar S., Innocenti B., Cuevas I. *How multi-agent systems support acute stroke emergency treatment*. IJCAI Workshop on Agents Applied in Health Care, 2005
- [15] Macías J. A. and Castells P.. *Diseño interactivo de cursos adaptativos*. 2do Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE2000). Puertollano (Ciudad Real.), 2000.
- [16] Marshall, I; Krasnyr, R.; Ingle, I; col.: *Procedimientos para el Diagnóstico*. Endodoncia Y.I.Ingle - Y.F.Taintor. Cap. 9 - 3^o Edición en español. Editorial Interamericana. 1957.
- [17] Montaner, M., López, B., de la Rosa, J. Ll. *Improving Case Representation and Case-Based Maintenance in Recommender Agents*. Lecture Notes in Computer Science (Artificial Intelligence) 2416:234-248, 2002. ECCBR'02.
- [18] Peña C.I., José L. Marzo J.L. and de la Rosa J. L. *Intelligent agents in a teaching and learning environment on the web*. 2nd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT 2002) - Kazan (Russia), 2000.
- [19] Russel S.; Norvig P. *Inteligencia Artificial, un Enfoque Moderno*. Prentice Hall, México, 1995.
- [20] Schiaffino S. and Amandi A. *User profiling with case-based reasoning and bayesian networks*. Proceedings de Iberamia 2000 (Congreso Iberoamericano de Inteligencia Artificial), Open Discussion Track, 2000.
- [21] Siragusa, M.; De Paul Z.; García, S.; Dietrich, G., *Diagnóstico en Endodoncia*. Fac. de Odontología, Universidad Nacional de Rosario, Editora U.N.R. 1991.
- [22] Torres A. *Aplicación de Herramientas de la Inteligencia Artificial para el desarrollo de Perfiles de Usuarios*. Tesina Licenciatura en Ciencias de la Computación, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Noviembre 2004.
- [23] Vassileva J. and Deters R. *Dynamic courseware generation on the www*. British Journal of Educational Technologies, 29(1):5–14, 1998.
- [24] White, S.C., *Decision-Suport Systems in Dentistry*. School of Dentistry, Technical Report, UCLA, 2000.
- [25] Wong S. and Butz C.. *A bayesian approach to user profiling in information retrieval*. Technology Letters, 4(1):50–56, 2000.

Datos de Contacto: Nombre y Apellido: Rosa Corti.

Dirección Postal: Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. UNR Pellegrini 250 2000 Rosario.

E-mail. : rcorti@fceia.unr.edu.ar