

Herramienta
Tecnológica
como Apoyo al
Diagnóstico
Endodóntico.

Casali, Ana^a // Corti, Rosa^a // D'Agostino, Estela^a //
Siragusa, Martha^b

*^aDpto. de Sistemas e Informática. Facultad de Cs. Exactas, Ingeniería y
Agrimensura (FCEIA). (UNR)*

^bcátedra de Endodoncia. Facultad de Odontología (FOR). (UNR)

Introducción

Las ciencias relacionadas con la salud humana, tienen como tarea interpretar los procesos Salud-Enfermedad como hechos dinámicos considerando al paciente en forma integral. Dentro de esta concepción de estudiar al paciente como un todo, el diagnóstico de la problemática es la llave del éxito que permite 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 [Marshall et al, 1957]. El profesional que se estime en su capacidad diagnóstica deberá fortalecer sus cualidades para: tener conocimiento, interés, intuición, curiosidad, paciencia y a veces, saber derivar [Siragusa et al, 1991].

En particular, 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.

Los odontólogos para realizar un diagnóstico, deben recabar información desde el mismo ingreso del paciente al consultorio a través de una atenta observación. Luego mediante el interrogatorio obtienen otros datos relevantes los cuales son corroborados con el examen bucal y distintas pruebas que consideren necesarias realizar. Posteriormente, evalúan la importancia de los signos y síntomas y realizan diagnósticos diferenciales. Finalmente, procesan y sintetizan toda la información disponible para arribar a una conclusión, a veces presuntiva, a veces definitiva.

Por otro lado, 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, ha sido un área de gran importancia a partir de los años 70s [Giarratano,1994]. En la última década, éstos han quedado inmersos en un campo más amplio y actual, denominado sistemas de agentes inteligentes [Russel, 1995] [Jennings, 1996], dentro de los cuales los sistemas expertos constituyen un tipo particular de agente, ya que se los puede considerar como agentes deliberativos.

Los sistemas expertos son capaces de tratar un problema de un dominio específico como lo haría un experto humano y alcanzar soluciones válidas. Dentro de los sistemas expertos, la representación del conocimiento más utilizada ha sido la basada en reglas de producción, la cual ha demostrado ser efectiva en distintos dominios, donde los expertos son capaces de expresar la forma en que resuelven los diferentes problemas. En estos sistemas, los razonamientos se construyen a partir de distintos encadenamientos de reglas, que se ejecutan a partir de los datos obtenidos sobre el caso que se trate.

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 [Turban, 1995]. Estos son creados con el objetivo de mejorar la calidad de atención al paciente, ayudando al clínico a tomar mejores decisiones. Muchos de estos sistemas se abocan al problema de brindar asistencia en la tarea diagnóstica y de planificación de tratamientos. Estos sistemas son útiles como herramientas educativas y de entrenamiento, y hay varios desarrollos de software orientados a la formación continua de profesionales de la medicina [Chester et al, 2002]. Además, éstos ayudan a mejorar la consistencia diagnóstica entre un grupo de clínicos, permitiendo estandarizar la terminología y el conjunto de diagnósticos.

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, hay una completa revisión al respecto hecha por Stuart White de la UCLA, [White, 2000].

Dada la importancia del diagnóstico en endodoncia y la necesidad de contar con elementos que apoyen el proceso de formación en esta área, se utilizó la experiencia en el desarrollo de sistemas diagnósticos dentro de la Inteligencia Artificial, en dominios variados [Casali et al, 1998] y en especial en el área de la salud, para implementar EndoDiag. Este sistema tiene como objetivo asistir a los profesionales en la delicada y compleja actividad de enseñar y aprender a diagnosticar.

Este sistema se utilizará con alumnos de grado avanzados, o en algunos cursos de postgrado, donde se quiera jerarquizar el proceso de razonamiento seguido por un profesional experto para arribar a un diagnóstico correcto, analizando al paciente en forma integral y las diversas causas que lo han llevado a realizar una consulta.

Materiales y Metodología

Para el desarrollo del sistema se ha seguido la metodología utilizada por la Ingeniería del Conocimiento, en el desarrollo de sistemas expertos, la cual incluye las siguientes fases fundamentales: identificación, conceptualización, formalización e implementación [Nebendahl, 1991].

La fase de identificación consiste fundamentalmente en determinar el problema a resolver, estableciendo los límites del dominio de aplicación y los objetivos del sistema. En este caso, se determinó el desarrollo de un sistema de apoyo al proceso diagnóstico de la patología pulpar y periapical, donde los usuarios finales serían alumnos avanzados de la carrera de grado en odontología o de post-grado. También se analizó la viabilidad del mismo, considerando otros sistemas y experiencias afines, los cuales han sido abordados en la introducción. En la fase de conceptualización se han explorado primero las etapas en que se divide naturalmente el proceso de diagnóstico y todos los conceptos involucrados en cada una. Estos incluyen las observaciones necesarias para determinar la actitud del paciente, todos los signos, síntomas y resultados del examen bucal a tener en cuenta para arribar a un diagnóstico presuntivo o final y la interpretación de las imágenes radiográficas. La adquisición del conocimiento, es una actividad de gran importancia para este tipo de sistemas que se lleva a cabo a lo largo de todas las fases, pero que juega un rol fundamental en las iniciales.

Dentro de la fase de formalización se establece la representación del conocimiento a utilizar en el sistema, de acuerdo con las características del conocimiento involucrado. Por último la implementación se describe dentro del desarrollo del sistema, explicado en el punto correspondiente a resultados

Tratamiento del conocimiento

Esta tarea comprende fundamentalmente la adquisición y representación del conocimiento experto. La primera etapa consiste en coleccionar el conocimiento experto necesario para el buen diseño del sistema. Este proceso fue abordado mediante entrevistas periódicas con los profesionales del área endodóntica. Se analizaron las particularidades del proceso de diagnóstico involucrado identificando sus fases y características. Se fue logrando un vocabulario común dentro del equipo de trabajo interdisciplinario. Dada las diferentes formaciones de los profesionales involucrados que no habían abordado proyectos previos en común, el objetivo de lograr una metodología de trabajo para el equipo insumió mucho esfuerzo. Se comenzó realizando entrevistas no estructuradas hasta que se alcanzó un conjunto de diagnósticos candidatos a tratar. A partir de este momento las reuniones se estructuraron con una agenda centrada en ciertos diagnósticos específicos o grupos de ellos, a fin de establecer las observaciones significativas para cada uno.

Dentro del conjunto de diagnósticos posibles, se han considerados fundamentalmente aquellos en los cuales el paciente se presente a la consulta con dolor, en una primera etapa se ha completado los diagnósticos ligados al dolor espontáneo.

En EndoDiag se seleccionó una representación del conocimiento basada en la combinación de reglas de producción y una estructura de objetos. Las reglas de producción son adecuadas para plasmar los caminos de razonamiento de la forma: condición, luego conclusión, utilizados en problemas diagnósticos. Además son estructuras fácilmente modificables, comprensibles para los expertos, y permiten un desarrollo incremental.

Para poder modelizar la estructura del dominio se utiliza una red de entidades, donde cada entidad tiene características propias y constituyen una jerarquía [Booch, 1994]. Una vista parcial de la misma se muestra en la Figura 1.

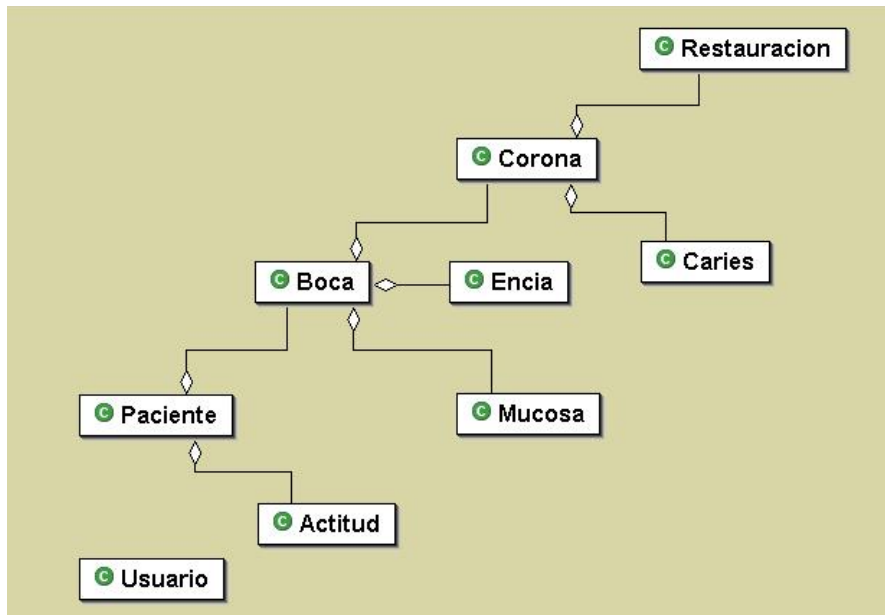


Figura 1 – Jerarquía de clases (muestra parcial)

La entidad paciente tiene el fin de modelizar todas las evidencias percibidas, observadas y examinadas por el usuario. La entidad usuario representa las opiniones y conclusiones alcanzadas por éste, en el transcurso de la consulta, como la evaluación de la actitud del paciente, el diagnóstico presuntivo o final. Las conclusiones del usuario pueden o no concordar con las del sistema.

Resultados

El resultado de este trabajo es un prototipo del sistema, EndoDiag. El cual 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 han desarrollado tres módulos: Actitudinal, Diagnóstico y Confirmación Radiográfica.

Módulo actitudinal:

La esencia del procedimiento diagnóstico se fundamenta en la capacidad para escuchar, observar y relacionar adecuadamente los datos recolectados. Teniendo en cuenta que para muchas personas resulta traumático concurrir a un consultorio odontológico, el profesional debe desarrollar su habilidad para evaluar la situación y actitud del paciente. El dolor, que es una observación crítica para el diagnóstico, es subjetivo y depende del umbral propio de cada paciente, EndoDiag está orientado a ayudar al usuario a hacer una buena valoración del mismo. En este módulo se concluye el grado de colaboración y temor de cada paciente analizado. Estas conclusiones son importantes para los especialistas y se tendrán especialmente en cuenta cuando se aborde el tratamiento y su pronóstico futuro.

Módulo de diagnóstico:

El odontólogo efectúa un diagnóstico en dos etapas. 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 realiza la inspección bucal ingresando los datos como muestra la Figura 2, y a partir de las observaciones relevantes concluye un diagnóstico final.



Figura 2 – Pantalla de Ingreso de datos

Para arribar a los diagnósticos presuntivos se ha considerado en una primera instancia el dolor como motivo de la consulta, ya sea éste espontáneo o provocado por un estímulo externo. A través del recorrido de una serie de ventanas, el sistema permite almacenar algunas de las características del dolor narradas por el paciente o requeridas por el profesional. Después, la observación del paciente se focaliza sobre alteraciones faciales y bucales. Con estos elementos el sistema y el usuario pueden

concluir un diagnóstico presuntivo (o grupo de diagnósticos). En la Figura 3 se muestra una pantalla de conclusión del sistema.

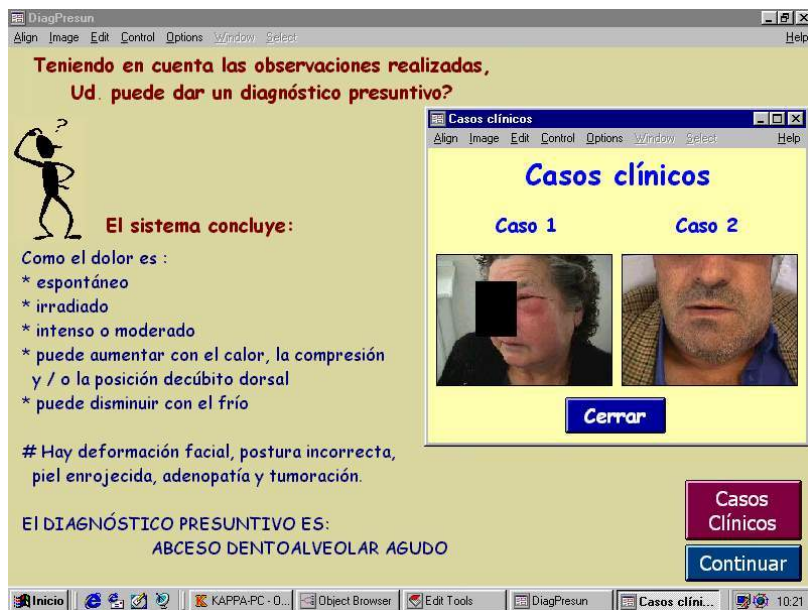


Figura 3 – Pantalla de Diagnóstico Presuntivo
fotos: [http:// www.odontocat.com](http://www.odontocat.com)

En la etapa de diagnóstico final, el profesional debe llegar a una conclusión a partir de realizar la inspección bucal sobre el paciente. Debe volcar datos sobre distintos aspectos de la cavidad bucal, como las encías, mucosa, y demás características de las piezas dentales. Con estos datos el sistema concluye un diagnóstico final, como se muestra en la Figura 4.



Figura 4 – Diagnóstico final.
fotos: <http://www.odontocat.com>

En ambos módulos se le da la posibilidad al usuario de seleccionar uno o varios diagnósticos candidatos, que reflejen su conclusión sobre las posibles patologías del paciente. Estas son

contrastadas con los diagnósticos a los que arribó EndoDiag. Como consecuencia de que exista o no acuerdo entre ambas partes el sistema muestra una ventana explicativa. Esta comparación pretende generar una conducta reflexiva en el usuario del sistema, la cual es muy importante dentro del proceso de aprendizaje.

Módulo de análisis radiográfico:

En este módulo se conduce al usuario-alumno a realizar un correcto y exhaustivo análisis de las imágenes radiográficas del caso en curso. Una de las pantallas con las que el sistema guía este proceso se muestra en figura 5.

Luego el sistema analiza la coherencia entre los hallazgos clínicos y las interpretaciones de las imágenes radiográficas.

Implementación

EndoDiag está implementado utilizando la herramienta de software Kappa-PC de Intellicorp S.A./ Mountain View, es un software comercial que ha sido presentado en el mercado hasta la versión 2.4, y actualmente la empresa ha liberado el código a los usuarios (licencia GPL).

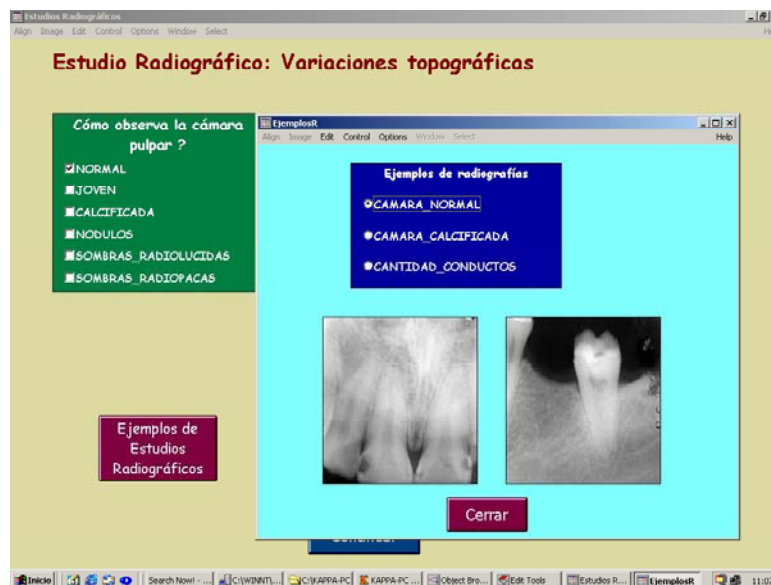


Figura 5 – Variaciones topográficas.

Esta herramienta consta de los formalismos de representación del conocimiento que se adaptan a este desarrollo. La interface gráfica del usuario consta de una serie de pantallas donde se intercambia información sobre el paciente, entre el sistema y el usuario. En distintos puntos de la sesión este último puede visualizar e imprimir el valor de los atributos que ha ingresado hasta el momento, para tener presente el caso clínico analizado.

Experimentación

Se realizaron sesiones de prueba del sistema con alumnos de carrera de Especialización en Endodoncia, también se citó a alumnos de grado como observadores del mismo. El objetivo de esta prueba era ver la respuesta de usuarios potenciales, analizando la facilidad de uso del sistema y la interacción con el mismo, con el fin de refinarlo en etapas sucesivas.

Con este objetivo se dejó a los alumnos recorrer el sistema con un caso supuesto dentro de las situaciones de dolor espontáneo. Se analizaron coincidencias en las conclusiones, las discrepancias y distintas observaciones realizadas por los alumnos. Si bien la interacción con el sistema fue individual, en los casos en que hubo más de un alumno recorriendo un problema diagnóstico, fue muy interesante el rol del sistema como generador de un entorno de discusión.

Luego de la interacción con EndoDiag se realizó una encuesta anónima con el fin de poder recabar información sobre la opinión que merecía el sistema en distintos aspectos referentes a su interfase y utilización. Dentro de los puntos contemplados se destacan:

Al 64% le resultó amigable en la interacción y al 36% restante muy amigable;

El 55% consideró que la cantidad de información requerida por el sistema era media y el 45%, alta,

El 82% evaluó que la claridad de las preguntas era alta y el 18% media

El 73% consideró al sistema de alta utilidad para formación de grado y el 91% de alta utilidad para postgrado

El 64% no propuso modificaciones.

A partir de esta experiencia se puede concluir que el sistema es amigable, las preguntas en general son claras y si bien los alumnos consideran que la cantidad de información requerida es importante, esto acuerda con algunos de los objetivos del sistema como guiar al alumno a una observación y revisión detallada del paciente, a fin de mejorar su proceso diagnóstico. Si bien se lo considera de utilidad para cursos de grado, el mayor porcentaje lo considero muy adecuado para enseñanza de postgrado.

Discusión

El desarrollo del primer prototipo de EndoDiag formó parte del proyecto “Nuevos Enfoques para el Estudio de la Patología Pulpar y Periapical: Propuesta para una Clasificación Clínica con Apoyo de un Sistema Basado en Conocimientos”. Con el desarrollo de este primer prototipo orientado al diagnóstico de los casos vinculados al dolor espontáneo, se ha probado la viabilidad y conveniencia del uso de estas herramientas de la Ingeniería del Conocimiento para el apoyo a las tareas diagnósticas.

La adquisición del conocimiento en EndoDiag ha llevado a los expertos a un importante proceso de revisión diagnóstica. El desarrollo de este sistema permite compartir y transmitir el conocimiento de la clasificación de la patología pulpar y periapical, planteada. Con este fin, EndoDiag será puesto a consideración de otros grupos de expertos para que puedan analizar fácilmente los caminos diagnósticos propuestos y revisar la clasificación sugerida. El proyecto en el cual se enmarca este desarrollo busca establecer estándares odontológicos, luego creemos que este sistema es un aporte en tal sentido como un ambiente de discusión y medio de transferencia de la terminología científica. Los conocimientos representados en EndoDiag transpolados a la enseñanza de grado y de postgrado irán paulatinamente haciendo su aporte tendiente a lograr un odontólogo que valore las estrategias del diagnóstico precoz y la prevención de las enfermedades del órgano pulpo dentinario y sus tejidos de soporte.

Las perspectivas futuras de este trabajo son ampliar el desarrollo del sistema incluyendo los diagnósticos correspondientes a otros motivos de consulta. También se analizará la posibilidad de integrarlo a un ambiente de aprendizaje en endodoncia. EndoDiag formaría parte de un sistema ampliado para dar apoyo a la formación de profesionales en el área [Peña et al, 2002].

Conclusiones

Con este desarrollo se ha contribuido a la formación de recursos humanos, enfatizando el trabajo interdisciplinario, que ha favorecido no sólo la incorporación de nuevos conocimientos, sino que ha permitido la integración humana para desarrollar un sistema que apoye la actividad profesional.

El uso de las tecnologías de la Ingeniería del conocimiento ha probado no sólo ser viable en éste área, sino también de utilidad en esta tarea de revisión diagnóstica. También se espera que sea una herramienta valiosa, en el proceso de enseñanza-aprendizaje, del diagnóstico de patologías endodónticas.

Referencias

- [Booch, 1994] Booch G., Análisis y Diseño Orientado a Objetos con Aplicaciones. Addison Wesley/Diaz de Santos, 1994 USA.
- [Casali et al, 1998] Casali, A., Corti R., D'Agostino E., Dip L., Faccini D., Leguizamón E., Pluss J., Sistema Interactivo para el Tratamiento Integral de Malezas. 1 Identificación de Malezas. Pesquisa Agropecuaria Brasileña. 1998, Brasilia, v.33, n6, p.809-821.
- [Chester et al, 2002] Chester D., Kay J.; King N.; A Web-based Medical Case Simulation for Continuing Professional Education. Proceedings Workshop ITS 2002, Junio 2002, San Sebastian, España
- [Giarratano,1994] Giarratano J., Riley G., Sistemas Expertos. Principios y programación. International Thomson Editores 2001, Mexico Booch G., Análisis y Diseño Orientado a Objetos con Aplicaciones. Addison Wesley/Diaz de Santos, 1994 USA.
- [Jennings, 1996]Jennings N; Wooldridge M.; Software Agents. IEE Review, January 1996, pp 17-20.
- [Marshall et al, 1957] Marshall, I; Krasnyr, R.; Ingle, I; col.: Procedimientos para el Diagnóstico. Endodoncia Y.I.Ingle - Y.F.Taintor. Cap. 9 - 3º Edición en español. Editorial Interamericana. 1957
- [Nebendahl, 1991] Nebendahl D., Sistemas Expertos. - Tomo I Ed. Marcombo. 1991.
- [Peña et al, 2002] Peña C.I.; Marzo J.L.; De la Rosa J.L.; Intelligent Agent in Teaching and Learning Enviroment on the Web (to be presented) 2nd IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT2002), Kazan (Russia), September 2002.
- [Russel, 1995] Russel S.; Norvig P.,Inteligencia Artificial, un Enfoque Moderno. Prentice Hall, México,1995.
- [Siragusa et al, 1991] Siragusa, M.; De Paul Z.; García, S.; Dietrich, G., Diagnóstico en Endodoncia. Fac. de Odontología, Universidad Nacional de Rosario, Editora U.N.R. 1991.
- [Turban, 1995] Turban, Decisión Support Systems and Expert Systems, Prentice Hall, 1995.
- [White, 2000] White, Stuart C., Decision-Suport Systems in Dentistry. School of Dentistry, Technical Report, UCLA, 2000.