

UNA VISIÓN GENERAL SOBRE LAS IMÁGENES DEL ÁREA DE LA SALUD: UNA PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA ONTOLOGÍA*

*Virgínia Bentes Pinto***

Departamento de Ciências da Informação. Universidade Federal do Ceará. Brasil.

Henry de Holanda Campos

Departamento de Medicina Clínica. Universidade Federal do Ceará. Brasil.

Jefferson Leite Oliveira Ferreira

Ex-Bolsista do PIBIC/CNPq.

Resumen: Las imágenes del área de la salud son de gran importancia para confirmar la existencia o no de una enfermedad, lo que permite una mayor precisión en los diagnósticos y el tratamiento de patologías. Son ricas fuentes de información y, por lo tanto, requieren una organización informacional. Es en ese contexto que se inscribe este artículo en donde se presentan los resultados de una investigación cuyo objetivo es planificar y construir una ontología de la imagen del campo de la nefrología destinado a la representación de la indización y la recuperación de imágenes en ámbitos electrónicos. El *corpus* de este estudio son las historias clínicas electrónicas de los pacientes. La ontología del texto verbal se construyó con el software *Protégé -Universidad de Stanford-* e importada para el *Active Media Software - Ontology Based Annotation system -Universidad Sheffield-* para la construcción de la ontología de la imagen. Los resultados muestran que es posible construir ontologías de textos verbales y no verbales con la unión de estos dos programas.

Palabras clave: Ontología; imágenes; salud; nefrología; methontology.

Title: SOME VIEWS ABOUT IMAGES OF THE HEALTH CONTEXT: A PROPOSAL FOR CONSTRUCTION OF AN ONTOLOGY.

Abstract: The images of the field of health are of great importance to confirm or deny the existence of a disease, allowing a greater accuracy in diagnostic investigations and treatment of diseases. They are rich sources of information and therefore require treatment of information. In this context, this article is part and

* Artículo publicado originalmente en lengua portuguesa en BENTES PINTO, V. y SOARES, M.E. (Orgs.). *Informação para a área de saúde: prontuário de pacientes, ontologia de imagem, terminologia, legislação e gerenciamento eletrônico de documentos*. Fortaleza: Edições UFC, 2010, p. 39-65.

** vbentes@ufc.br

Recibido: 31/07/2011; aceptado: 06/09/2011.

BENTES PINTO, V.; CAMPOS, H.H. y OLIVEIRA FERREIRA, J.L. Algunas miradas sobre las imágenes del área de la salud: una propuesta de construcción de una ontología. *Anales de Documentación*, 2011, vol. 14, nº 2. <<http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/137401>>.

presents the results of a research whose objective is to design and build an image domain ontology from nephrology aiming indexal representation and retrieval of imagery in the electronic environment. The corpus of the study was the electronic patient record. The ontology of the verbal text was built in Protégé-software-Stanford University and imported into the software Active Media Software - Ontology-based Annotation system Sheffield University, to build the ontology of the image. The results show that it is possible to build ontologies from texts verbal and nonverbal, with the union of these two softwares.

Keywords: Ontology; images; nephrology; methontology.

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, las imágenes -sean artísticas o no, relativas a dibujos, fotografías, radiografías, resonancias y/o cuadros-, desarrollan cada vez más un papel fundamental en la sociedad. Entretanto, no siempre nuestros sentidos son capaces de sentir ni de comprender lo que nos dicen. Muchas veces miramos una imagen y nos cuestionamos qué nos quiere decir o para qué sirve. Pero, como argumenta Bentes Pinto (2009), es en el contexto del lenguaje, de lo simbólico, de la ciencia, donde vamos a comprender que todas las imágenes nos dicen o comunican alguna cosa. Las imágenes son constituidas, entre otras cosas, por un conjunto de textos, frases y enunciados portadores de información. Por tanto, podemos decir que la imagen puede ser percibida como enunciación y como un texto narrativo, pues expone, expresa o narra algo – sin necesidad de verbalizarlo - y enuncia un objeto a alguien. En el área de la salud, tampoco es diferente: las imágenes sorprenden a las personas corrientes que la ven pero no las perciben, pues raramente identifican un órgano, un músculo, y mucho menos, una enfermedad. Se produce una metáfora del texto verbal ya que en el área de la salud la imagen constituye un medio para capturar conocimiento para el médico especialista, técnico radiológico u otros profesionales de la salud, pues, “dice” algo sobre la existencia o no de una enfermedad.

Ese hecho despierta nuestro interés en estudiar estas imágenes, percibiéndolas como un documento fundamental para el área de la salud, no con la finalidad de que nosotros podamos sentirlas y seamos capaces de percibir lo transmiten, pues no somos expertos en ese contexto ni profesionales del área de la salud, pero, sí tenemos interés en comprenderlas, como un texto particular que necesita ser tratado y representado por intermedio de sus atributos visuales (color, textura y forma) y/o verbales (palabras), para facilitar la recuperación de su contenido. En el área de la salud, el acceso a la información textual no verbal (icónica) es fundamental entre otras cosas, por la cuestión del tratamiento informacional de la imagen ya que se constituyen en el patrimonio de nuestra salud juntamente con los demás textos verbales que componen la historia clínica de los pacientes.

El proyecto “Construyendo una ontología de imágenes del área de la salud a partir de los atributos visuales, informes e historias clínicas de los pacientes para la preservación y

recuperación de información Universal/CNPq”, viene al encuentro de esas reflexiones. En ese proyecto de investigación, nuestro objeto de estudio fue la construcción de una ontología de imágenes del campo de la nefrología, tomando como referencia los informes y los datos de las historias clínicas de los pacientes. Pero, la implementación de cualquier tipo de investigación exige algún tipo de planificación de acciones para hacer viables los recursos invertidos. De acuerdo a esto formulamos la siguiente cuestión que orientó el rumbo de este trabajo: ¿cómo planificar y construir una ontología de imágenes visuales del campo de la nefrología a partir de los informes y los registros de las historias clínicas de los pacientes buscando la organización de la información y la recuperación de imágenes en un medio electrónico? Con la finalidad de responder a esta cuestión y contribuir con soluciones teórico-prácticas para la construcción de ontologías se hizo la propuesta de investigación, cuyos resultados presentamos en este artículo, y que tiene como objetivos básicos: planificar y construir una ontología de imagen del campo de la nefrología para la representación de la indización y la recuperación de imágenes en ambientes electrónicos; organizar la terminología sobre nefrología para la construcción de una ontología; definir las propiedades, los axiomas y los individuos a fin de que sea posible establecer las instanciaciones de los conceptos; mapear las imágenes del dominio de la nefrología para la construcción de la ontología a partir de los informes y del registro de la historia clínica de los pacientes.

2. LAS IMÁGENES VISUALES EN EL CAMPO DE LA SALUD

Actualmente, los especialistas del área de la salud como médicos, dentistas y fisioterapeutas, por ejemplo, se benefician de una variedad de imágenes: resonancias magnéticas, radiografías, rayos X, ecografías) y, consecuentemente, de una cantidad enorme de información multimodal y digital. Esas imágenes visuales son fundamentales para el diagnóstico, para la investigación y la enseñanza. Su contribución en ese dominio del conocimiento comenzó con la invención de Rayos X por el físico William Konrad Roentgen, en el año 1895. Las evoluciones de la física y de las investigaciones en el campo de la informática en salud, ingeniería electrónica, entre otros campos, posibilitaron la producción de equipamientos y *softwares* para la generación de informaciones en soporte digital. Así, según Bentes Pinto (2006), “Además de otras invenciones e innovaciones, la combinación de Rayos X con la informática posibilitó el apareamiento del *scanner* que “hace copias perfectas” de nuestro cuerpo digitalizándolo, en muchos casos, fragmentándolo y haciéndolo transparente”. En ese sentido, Fridman (2000, p. 17) dice que “los seres humanos son narrados, editados, definidos y enseriados en lenguajes de colores, sonidos y movimientos en una duplicación de la experiencia que no es mas que una distorsión; [...] el contacto visual con todo lo que es humano permite narrativas mediáticas que rellenan la subjetividad contemporánea de colecciones de sensaciones e impresiones huidizas”.

Del mismo modo, Bentes Pinto (2009, p.20), afirma que, independientemente del campo de conocimiento, colores, formas, textura y las tecnologías electrónicas y digitales

adquieren importancia vital para esta área, una vez que por su mediación es posible acceder a la parte más profunda del cuerpo humano para encontrar la certeza o no para un diagnóstico o aún para una investigación científica sobre cada órgano. Un ejemplo emblemático de ese hecho son las imágenes del cerebro que muestran cada acción y reacción delante del 'toque' sensitivo con el fin de percibir una realidad. Es el cuerpo visible, transparente y abierto – sin corte–, no en el sentido artístico de la embriaguez, propuesta por Nietzsche (2000, p. 70), en el que la imagen u otra manifestación artística no demanda que los espectadores se atengan a los conceptos de "verdadero" y "no-verdadero". Contrariamente a eso, en el "ámbito de la salud, la imagen busca lo 'verdadero' y el 'no-verdadero' sea para identificar o conocer la verdad y tener certeza de que una enfermedad existe o incluso para negarla. (Bentes Pinto, 2009, p. 23). Con otras palabras, la imagen, en el área de la salud también tiene por objetivo básico ofrecer el acceso a la información eficaz. Por consiguiente, la imagen es percibida como la extensión del cuerpo humano, inclusive con los movimientos después de la captura de un órgano enfermo o no, posibilitando nuevos descubrimientos sobre el estado de salud de una persona y, consecuentemente, un mayor acierto en los diagnósticos y el tratamiento de las patologías. En la categoría de imágenes en movimiento, las nuevas tecnologías han posibilitado su registro a partir de la última mitad del siglo XX. Así, en la actualidad se dispone de potentes máquinas especializadas en capturar interna y externamente cada uno de los elementos que constituyen órganos del cuerpo humano con sus respectivas especificidades. Es el caso de las imágenes referentes al cerebro y a las neuronas o aquellas que presentan la carrera de los espermatozoides en búsqueda del óvulo para formar el ser biológico que, actualmente, parece dejar de pertenecer a la familia "hominidae" para formar parte de una nueva familia, la de los "hominivirtual" (Bentes Pinto, 2009). Por tanto, cada vez más se percibe que las imágenes desempeñan un papel destacado en ese campo, una vez que constituyen la memoria interna del cuerpo, porque comunican, o no, los síntomas y los signos de las enfermedades. En determinadas situaciones, solamente por medio de ellas es posible llegar a alguna conclusión sobre las quejas de las personas enfermas. Más que nunca, son consideradas como fuentes de información impares, son las "musas" que presentan contribuciones decisivas para la conclusión y la calidad de los diagnósticos, auxiliando en la rapidez del tratamiento de las personas acuciadas por alguna enfermedad.

Aunque Katia Canton (2002) trata la imagen en el contexto de las Artes, sus reflexiones también contemplan las imágenes digitales/electrónicas del área de la salud que están en plena expansión. Todos los días son producidas infinidad de imágenes: ecografías, radiografías, tomografías, resonancias magnéticas, Rayos X etc. y, también, otros exámenes que tienen como productos las imágenes. Son las "nuevas imágenes" que traspasan el campo estético. En ese sentido, Friedman y Friedland (2000, *apud* Galvão, 2000, p. 18) dicen que, en diciembre de 1896, un médico fue condenado por un juez, debido a una práctica indebida de la Medicina. En aquel episodio un estudiante de Derecho promovió dicha acción porque "[...] teniendo fracturada la pierna izquierda el

médico le aconsejó realizar ejercicios, lo que le provocó una desalineación ósea documentada por un examen radiológico”.

Además de esa constatación, las imágenes se destacan como uno de los principales temas de investigación no sólo para el área de la Salud o de la Informática, sino también, para el campo de la Ciencia de la Información, solamente para citar algunos de ellos. Este último campo de conocimiento busca, entre otras cosas, estudiar el fenómeno de la información registrada, independientemente del soporte y de la forma en que ella se presente, teniendo en consideración el comportamiento y las propiedades de la información, las maneras de tratarla, almacenarla, acceder a ella, usarla y gestionarla. Es en ese contexto más que nunca las imágenes se configuran como una de las fuentes de información más utilizadas en la contemporaneidad. Aún con todo el exceso y la importancia de esas fuentes, a ejemplo del que acontece con los textos verbales, la dificultad para el acceso es infinitamente más grande. Constatando esas dificultades, los investigadores invierten esfuerzos en estudios que puedan ofrecer mejores formas no solamente de acceder a ellas (en el sentido informático) sino también para mejorar su uso, para dirimir dudas y perfeccionar conocimientos, como es el caso del área de la salud, pero también en otras áreas como publicidad, educación o en el derecho, entre otras.

2.2 Un ejercicio ontológico

Es conveniente señalar que el término ontología tiene su origen en la filosofía antigua que es percibida como originaria de la metafísica, y cuyo sentido lleva a la búsqueda de la esencia del ser (Platón, Aristóteles, Porfirio y sus seguidores). Conforme defiende Bentes Pinto (2006), a partir del final del siglo XX, el concepto de ontología reaparece en el campo de las Ciencias Cognitivas con un nuevo significado relacionado con las informaciones divulgadas en el territorio del ciberespacio. Con esa “plástica”, la ontología tiene como finalidad la colaboración y la transmisión de conocimientos fundamentados en el tratamiento, organización, recuperación y gestión de información con valor agregado, a la vez que busca la esencia en la información ofrecida como respuesta a las demandas de los usuarios. De esta manera, la ontología se estructura en flujos de “nodos” conectando varios textos (verbales y/o no verbales) a fin de que la esencia del “ser información” tenga la posibilidad de convertirse en ser. En la contemporaneidad, la ontología es vista bajo varias miradas, pasando por la representación del conocimiento, redes semánticas y mapas conceptuales, el tratamiento, representación, recuperación y gestión de informaciones en el contexto de la *web* semántica. En el campo de las Ciencias Cognitivas, de un modo general, la ontología constituye un modelo estructurado por nociones de dominio, clases, subclases -de primera, segunda, tercera...-, propiedades, axiomas, individuos que poseen relaciones entre sí. Si tomáramos como ejemplo el campo de la nefrología, un paciente representa una noción de dominio con una serie de atributos correspondientes a los datos de identificación, evolución etc., que se relacionan entre sí a fin de que sea construido un sentido correspondiente a su estado de salud.

En el contexto de la Inteligencia Artificial, Gruber (1993) dice que la ontología es “una especificación formal, explícita y compartida de una conceptualización”. En las Ciencias Cognitivas, la construcción de ontologías se lleva a cabo por medio de conocimientos estructurados en clases, subclases, relaciones, funciones, propiedades, axiomas, instancias e individuos. En esa perspectiva, la ontología se aproxima un poco a la estructura de los sistemas de clasificación, encabezamientos de materia y tesauros hace mucho tiempo estudiados y construidos para las prácticas de la Biblioteconomía y de la Ciencia de la Información, más recientemente. Estos dos campos del conocimiento fueron pioneros en análisis de imágenes con el fin de representar su contenido informativo, utilizando el texto verbal. Cuando hablamos de ontología en el contexto de las Ciencias de la Información, queremos referirnos a la representación informacional de un dominio por medio de los conceptos terminológicos o clases y subclases, presentándose las relaciones jerárquicas y asociaciones existentes entre ellas, a fin de que sean estructuradas las bases del conocimiento (*knowledge base*), con vistas a la recuperación y a la gestión de la información. La clase principal tiene un árbol de subclases y sus respectivas propiedades de los conceptos (*slots* o roles) que describen los atributos relacionados con los conceptos, pudiendo tener restricciones en sus valores (facetas). Por ejemplo, la clase nefrología representa todos los estudios del riñón, mientras que nefropatías específicas constituyen las instancias de esta clase. También en el contexto de las ciencias cognitivas, especialmente en las Ciencias de la Computación y Ciencias de la Información, el concepto de ontología ha evolucionado, más allá del texto verbal, que ya viene siendo repensado en el contexto del texto no verbal - imagen, debido a la enorme proliferación de tales documentos y de su polisemia, especialmente después de la adopción de la indización automática usando los atributos visuales de la imagen, como es el caso de los sistemas de recuperación de imágenes basado en contenido (CBIR).

Todos los intentos de tratamiento informacional de las imágenes tienen su origen en los primeros experimentos realizados manualmente por los bibliotecarios basados en las ideas de Erwin Panofsky para el análisis descriptivo de las imágenes considerando los niveles preiconográfico, el iconográfico y el iconológico. Pero no debemos olvidar que la imagen puede ser vista como “una gran frase compuesta por varios textos relacionados con los atributos visuales de textura, forma y color. Por lo tanto, al representar su contenido sólo a través del vocabulario, no será posible una recuperación efectiva y viceversa” (Bentes Pinto, 2006, p. 45).

En Brasil, la tecnología de la representación de la indización de las imágenes fue introducida por la profesora Johanna Wilhelmina Smit en la década de 1986 y posteriormente, continuada por otros investigadores en el campo de la Ciencia de la Información, de la Informática, y también de la gestión de información. En términos de la ontología de las imágenes destacamos la ontología propuesta por Alex Sandro Santos Miranda, en su tesina de máster (CI / UNB), quien construyó una ontología de la imagen a partir de las categorías de Shatford (1986), las que a su vez derivan de Panofsk y contemplan los siguientes elementos: quién, qué, cuándo, dónde y sobre. Asimismo, cabe

mencionar también la tesis doctoral de Ramón Alfredo Moreno, quien elaboró una ontología de la historia clínica de los pacientes y también de las imágenes del Servicio de Archivos Médicos e Estadística (SAME) del Instituto del Corazón (Incor) del Hospital Clínico de la Facultad de Medicina de la Universidad de São Paulo (USP) y, naturalmente, esta investigación.

En el campo de la salud, debido al avance acelerado de las imágenes debido a los modernos aparatos de para la captura de imágenes, pronto se percataron de la necesidad de desarrollar alternativas relativas al almacenamiento y transmisión de estas imágenes médicas digitales. Así, en 1983, el Colegio Americano de Radiología (ACR) y la *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) formaron un comité para desarrollar una norma universal que devino en el *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM). El objetivo principal de esta norma es organizar y estandarizar los encabezamientos de las imágenes médicas independientemente de los fabricantes y las modalidades de imágenes por resonancia magnética (MRI) y tomografía computarizada (TC) o de otros tipos de imágenes.

Por lo tanto, creemos que la génesis de las ontologías de imágenes viene de la indización manual de imágenes basadas en el modelo de Panofsky (pre-iconográfico, iconográfico e iconológico) y, más recientemente, los sistemas de indización y recuperación de información basados en CBIR. Así, ya no es una ontología apoyada solamente en las palabras, pero también en los atributos visuales de color, forma y textura, con el fin de recuperar imágenes basadas en contenido, integrando así los descriptores.

En el ámbito de la salud existen algunas ontologías de textos verbales y pocas dedicadas a los textos no verbales o imágenes, en particular. Entre ellas destacamos las desarrolladas por el grupo de investigación Visages de Rennes, Francia. Se trata de una ontología de la imagen del campo de la neurología llamada OntoNeuroBase (Temal *et al.*, 2006). También, cabe mencionar la ontología de la imagen desarrollada por el grupo de investigación Greyce (Caen) de Renouf *et al.*, (2007).

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para realizar esta investigación, como cualquier otra, hicimos la revisión de la literatura con el fin de identificar el "estado del arte", en referencia a la ontología y también para identificar los conceptos del campo de la nefrología, con el fin de estructurar la taxonomía y construir la OntoNefro. La investigación se llevó a cabo sobre documentos impresos y electrónicos, especialmente libros, artículos de periódicos y fuentes terminológicas como la Clasificación Internacional de las Enfermedades (CIE-10), Descriptores en Ciencias de la Salud (DECS), *Medical Subject Headings* (MeSH), Sistema Unificado de Lenguaje Médico (UMLS), así como en las bases de datos de referencia y de textos completos del Portal de Periódicos de la Coordinación del Personal de Nivel Superior (CAPES).

Buscamos también otras ontologías dedicadas exclusivamente a la nefrología, a fin de que fuese posible su reutilización, pues una de las propuestas ontológicas es la reutilización de ontologías existentes para crear una red de conceptos relativos a un dominio, para que al final se tuviera un mapa conceptual de ese dominio. Sin embargo, encontramos solamente ontologías referentes al sistema respiratorio y endocrino, que excede la delimitación del dominio del asunto que estudiábamos, es decir, específicamente la nefrología. La utilidad principal de esta fase fue la de mapear los conceptos que se referían al dominio de la nefrología. El mapeamiento se realizó de manera manual y después se elaboró la taxonomía construida en el *software Protégé*.

Protegé es un proyecto desarrollado por el Grupo Modelización del Conocimiento (KMG) del Departamento de Informática Médica (SMI - Stanford Medical Informatics) de la Facultad de Medicina de la Universidad de Stanford. Es una herramienta tecnológica que permite la construcción y la edición de las ontologías a través de la descripción de las clases, subclases, propiedades, axiomas, individuos y de instancias relativas a un campo particular del conocimiento para la *Web* semántica. En las ontologías, las clases son conceptos del dominio, consistiendo de un sistema de elementos con propiedades similares y ordenadas según las jerarquías taxonómicas que incluyen superclases e subclases herederas de sus propiedades. En ese modelo de estructuración del conocimiento son, también, presentadas las instancias de esas clases, llamados individuos. De ese modo, utilizando *Protegé*, describimos las propiedades y los atributos de las clases, instancias y constantes que especifican las restricciones de las informaciones adicionales sobre las propiedades. También se pueden especificar los axiomas, considerados como las verdades absolutas, y que se basan en *frames* -construcciones de bloques de una base de conocimientos-. Utilizan la arquitectura de metaclasses, cuyas instancias también son *clases-templates*, utilizadas para definir nuevas clases en una ontología. Con la herramienta *Protegé*, formalizamos e implementamos de manera automatizada los componentes ontológicos del dominio de la nefrología basado en la *Web Ontology Language* (OWL).

Para orientar la construcción de la OntoNefro adoptamos la *methontology*. Esa metodología consiste en la sistematización de las etapas de la construcción de los sistemas de representación basados en el conocimiento que fue desarrollado por la profesora Gómez-Pérez y Cocho (2002) y su equipo del Departamento de Inteligencia Artificial de la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, que está de libre acceso en Internet.

Según Cocho, López y Gómez-Pérez (2003), durante el proceso de construcción de una ontología, es necesario tener en cuenta las actividades de adquisición de conocimientos, integración, evaluación, documentación y gestión de la configuración. Estos autores también defienden que esta metodología es de gran valor para ayudar en la planificación y construcción de ontologías, ya que permite la especificación, la

conceptualización, la formalización, aplicación y mantenimiento de una ontología. La *methontology* se estructura en tres actividades principales: administración, desarrollo y soporte que, a su vez, se subdivide respectivamente. Buscando el mejor entendimiento de esas actividades presentaremos de modo resumido cada una de ellas. En el caso de la OntoNefro, adoptamos la *methontology* comenzando con la fase de gestión, es decir, realizamos las actividades de planificación, control y aseguramiento de calidad. En esta etapa de la planificación definimos como tareas la búsqueda bibliográfica y el tiempo de ejecución de esta tarea entre mayo y agosto de 2008.

En relación a las tareas de desarrollo preparamos la especificación, conceptualización, formalización, aplicación y mantenimiento. Nuestro interés en la construcción de OntoNefro contempla dos objetivos: el primero es poder profundizar en la tecnología de construcción del conocimiento en el contexto de las ontologías, y el otro es una aplicación práctica para el tratamiento, recuperación y gestión de la información en el Servicio de Archivo Médico y Estadística (SAME) del Hospital Universitario Walter Cantídio (HUWC) de la Universidade Federal de Ceará. Es decir, sus usuarios finales serán los clientes del HUWC, o sea, los pacientes, el equipo de salud, los gestores del SAME y los investigadores, en general. También deseábamos que el OntoNefro se pudiera reutilizar por otros constructores de ontologías de este dominio. En la conceptualización, estructuramos el dominio del conocimiento en un modelo conceptual a partir de la estructuración del árbol taxonómico de la nefrología, de la definición de las propiedades, axiomas, individuos e instancias. A partir de esa conceptualización se han generado los esquemas y meta datos en los lenguajes de programación XML, OWL etc. Así como los esquemas de meta datos XML, RDF *Schema*, para que la ontología pueda ser visualizada, manipulada y publicada en la Web.

Debido a que la ontología está abierta a revisiones, la fase de mantenimiento permite la actualización y corrección constante de OntoNefro, y proporciona también la actualización y la reutilización por otras personas interesadas, siempre y cuando tengan la competencia necesaria en el área cubierta por la ontología, incluso en lo que respecta a la terminología, conceptos y relaciones (Figura 1).

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/" ?>

  <owl:Ontology
    rdf:about="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
    dc:title="The RDF Schema vocabulary (RDFS)" ?>

    <rdfs:Class rdf:about="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource">
      <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" ?>
      <rdfs:label:Resource</rdfs:label>
      <rdfs:comment:The class resource, everything.</rdfs:comment>
    </rdfs:Class>

    <rdfs:Class rdf:about="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class">
      <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" ?>
      <rdfs:label:Class</rdfs:label>
      <rdfs:comment:The class of classes.</rdfs:comment>
      <rdfs:subClassOf rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource" ?>
    </rdfs:Class>

    <rdf:Property rdf:about="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subClassOf">
      <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" ?>
      <rdfs:label:subClassOf</rdfs:label>
      <rdfs:comment:The subject is a subclass of a class.</rdfs:comment>
      <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class" ?>
      <rdfs:domain rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class" ?>
    </rdf:Property>

    <rdf:Property rdf:about="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subPropertyOf">
      <rdfs:isDefinedBy rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#" ?>
      <rdfs:label:subPropertyOf</rdfs:label>

```

Figura 1. Lenguaje OWL generado dinámicamente por Protégé.

En lo relativo a ontologías de imágenes, *Protégé* todavía no dispone de una herramienta con la que se pueda asociar una imagen a un valor relacionado con el atributo (paciente), no obstante permite cargar una imagen con la taxonomía, que se puede visualizar en formato HTML a través de un *plug-in* llamado *OwlDoc*, con sus posibles relaciones, como se ejemplifica en la Figura 2 y Figura 3.

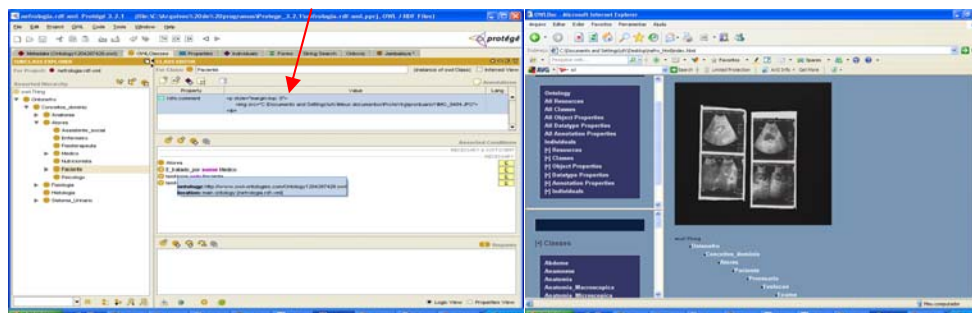


Figura 2. Ontología de la nefrología construida en el software Protégé.

Figura 3. Codificación de la ontología de la nefrología HTML.

También llevamos a cabo una búsqueda en Internet para localizar algún *software* libre que nos posibilitara la implementación de OntoNefro a partir de las imágenes. Encontramos varios *softwares* libres y optamos por *PhotoStuff*, desarrollado por la

Universidad de Maryland. Se trata de un *software* desarrollado en Java que persigue la marcación semántica de imágenes como se puede observar en la Figura 4.

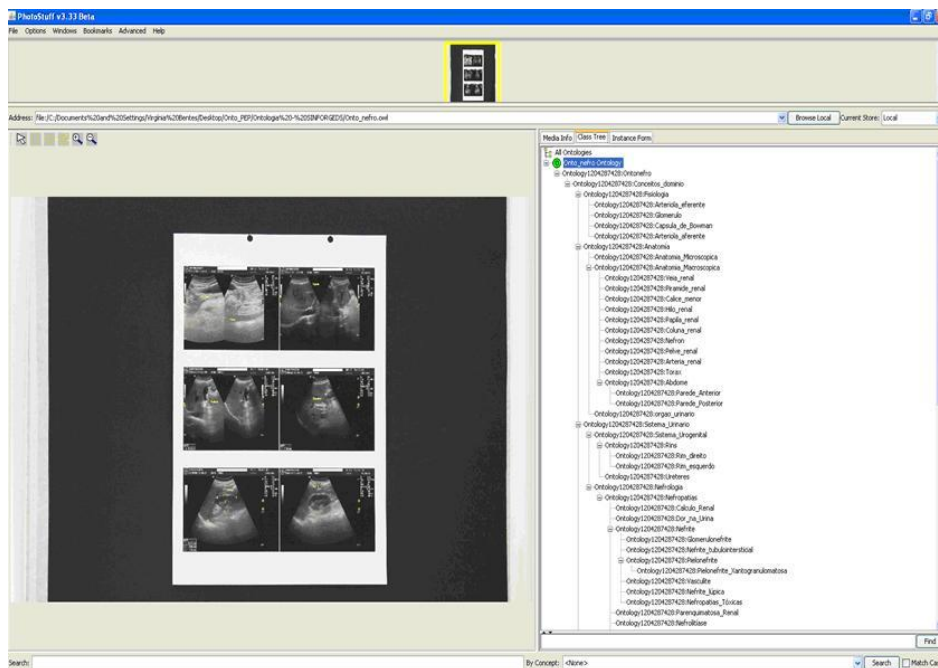


Figura 4. Interfaz de ontología de imagen. Fuente: PhotoStuff.

La primera acción del programa es seleccionar la ontología de base para la indexación de las imágenes. Para eso, el usuario debe seleccionar la opción *load ontology*. Una vez cargada la ontología en la parte superior izquierda, el usuario puede comenzar a hacer la vinculación de los términos, conceptos y relaciones de la imagen. La identificación y recuperación de las imágenes se realiza mediante la asignación de las palabras clave, que identifican cada imagen con un conjunto de ellas, pudiendo vincularlas a categorías como Exámenes de rayos X, Ultrasonido, Informes médicos, etc. La atribución de los descriptores se produce en el mismo momento de la importación de la ontología a la *interface* de la aplicación (véase Figura 5).

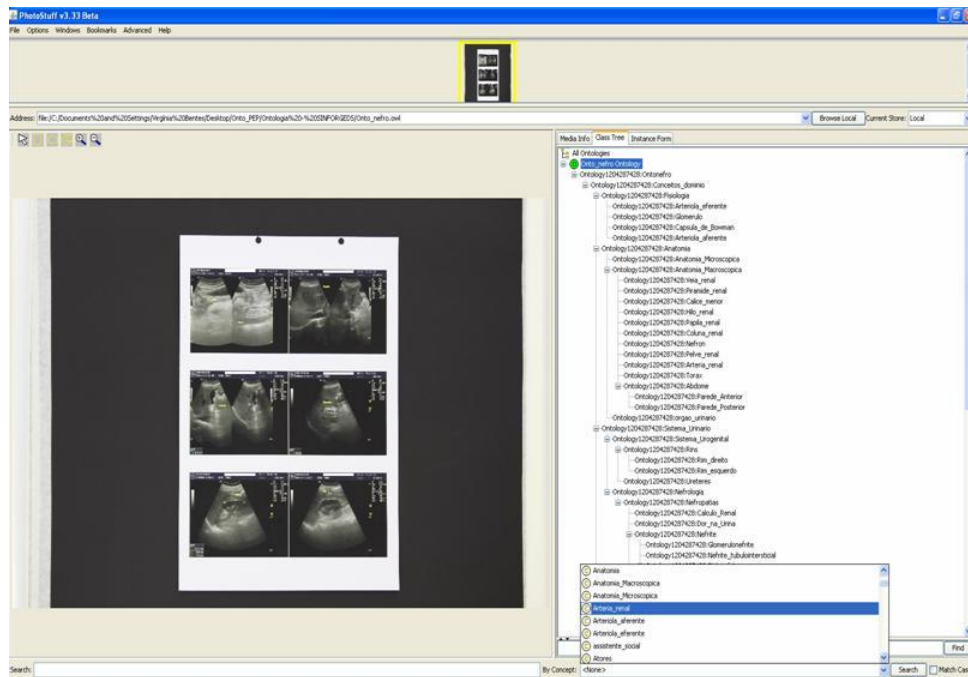


Figura 5.

4. DISCUSIÓN

Para la construcción de la ontología en el contexto de las Ciencias Cognitivas es necesaria la elaboración de una taxonomía. Así, la taxonomía fue constituida con *Protégé* en donde representamos las clases y subclases. Para la OntoNefro, definimos una gran clase denominada “madre”. Esta clase está constituida por las clases “Concepto del dominio”, que por su vez tiene seis subclases: “Anatomía”, “Actores”, “Fisiología”, “Historia Clínica del Paciente” y “Sistema urinario”, con sus respectivos herederos estructurados en 29 subclases. Esas subclases originaron otras 38 subclases de cuarto y quinto orden, que se encuentran representadas en el árbol de la Figura 6.

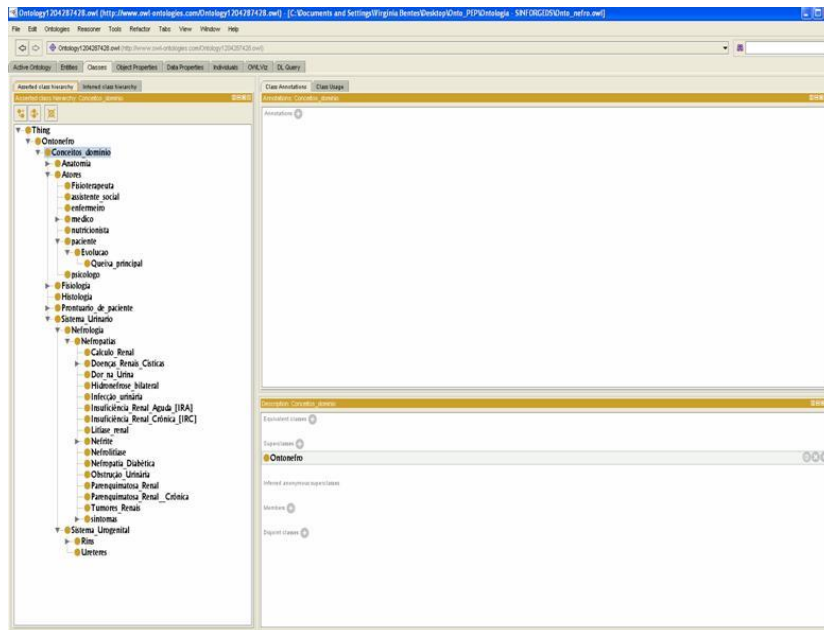


Figura 6. Árbol taxonómico de OntoNefro. Fuente: Pesquisa *in loco*.

Después de la estructuración de las clases y subclases, explicitamos las 22 propiedades, a fin de establecer las relaciones asociadas a sus respectivas clases y subclases (Figura 7).

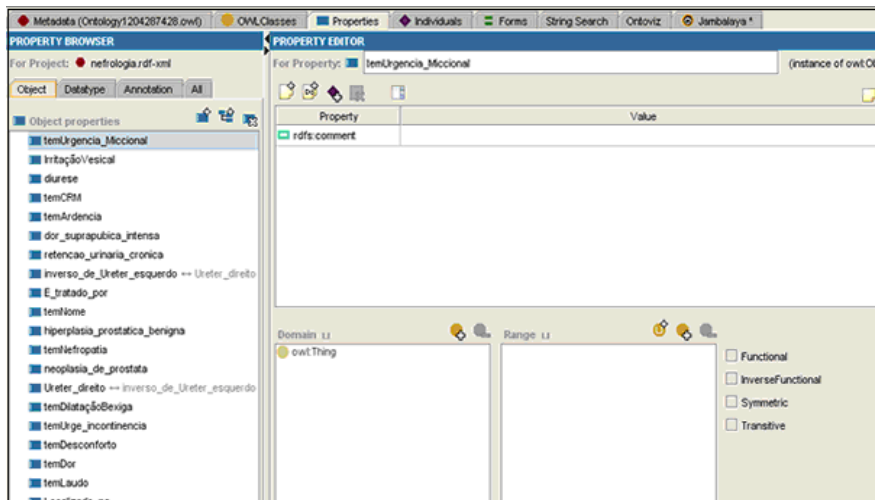


Figura 7. OntoNefro – propiedades. Fuente: Pesquisa *in loco*.

Para crear las instancias de las personas, optamos solamente por los pacientes, psicólogos y médicos, éstos últimos según sus especialidades. Señalamos que los nombres, números de registro de las historias clínicas del paciente y registros de consejos profesionales que constan de esta ontología son ficticios, en cumplimiento de la legislación vigente, en materia de ética y bioética. Esas instancias eran necesarias, ya que presentan la relación entre los individuos para hacer posible la visualización de los datos referentes al paciente. Por ejemplo, los médicos y psicólogos pueden ver los datos del paciente, el registro de su historia clínica, las imágenes e informes en una única interfaz, con el fin de hacer comparaciones y ofrecer su opinión sobre la salud de un determinado paciente y, así, el diagnóstico concluyente. Esas instancias son presentadas en la Figura 8.

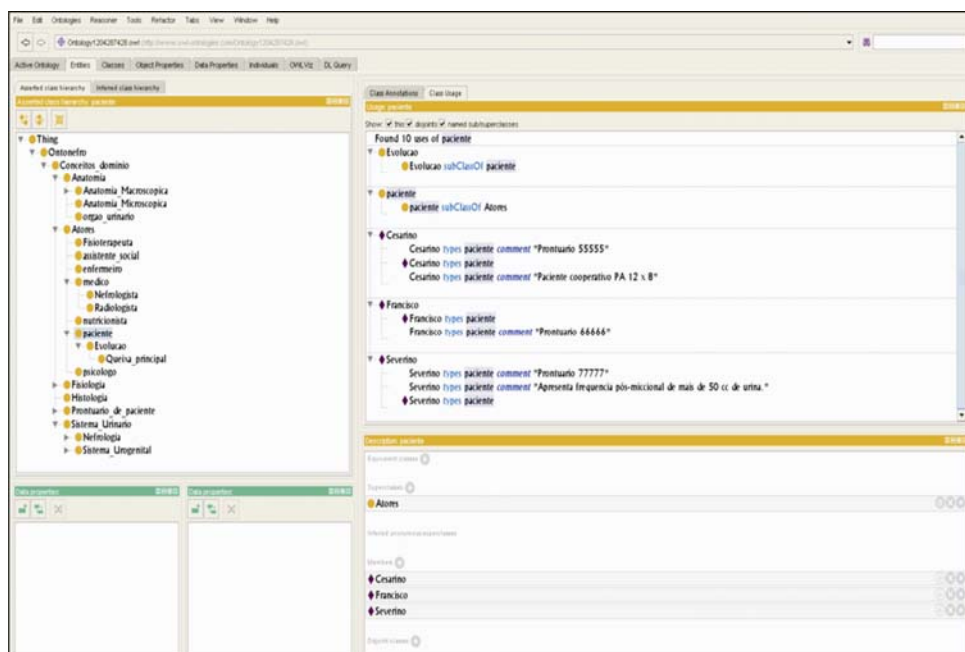


Figura 8. OntoNefro. Plugin de instancias. Fuente: Pesquisa *in loco*.

Como ya hemos mencionado *Protégé* no disponía de herramientas suficientes para la construcción de una ontología de imágenes, de ahí la utilización de *PHOTOSTUFF*, que como también se ha señalado permitió la anotación semántica de las imágenes a través de los términos, conceptos y sus relaciones presentes en la OntoNefro, como se puede apreciar en la Figura 9.

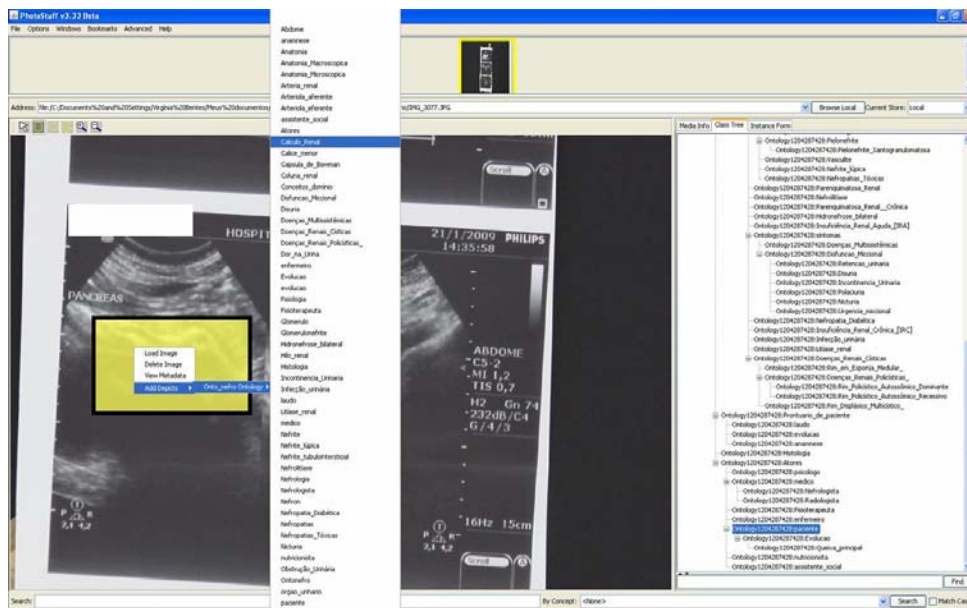


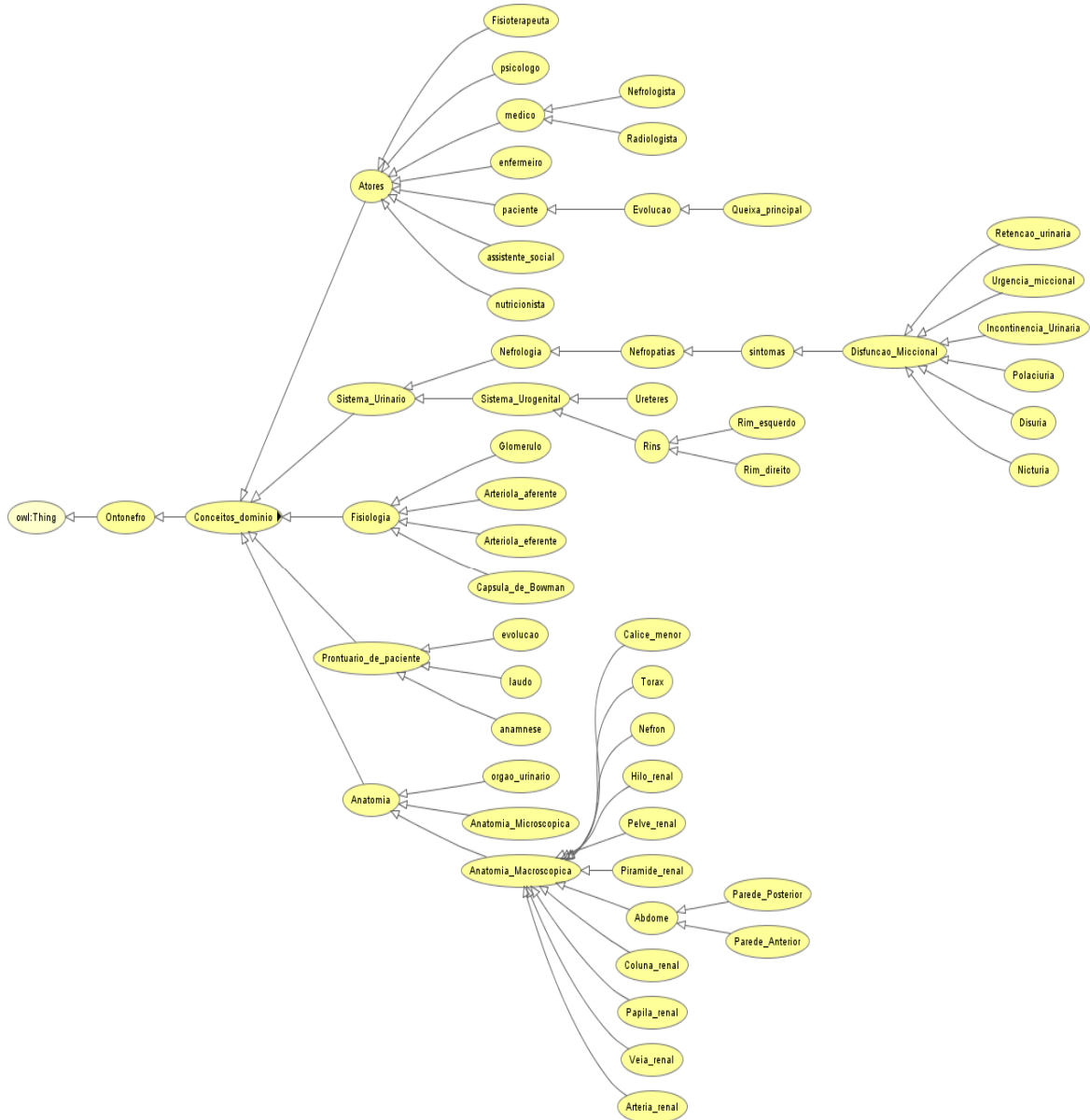
Figura 9. Ejemplo de aplicación de OntoNefro para construcción de ontología de imágenes.
Fuente: Pesquisa *in loco*.

5. REFLEXIONES FINALES

En este artículo hemos presentado una ontología del campo de la nefrología teniendo en cuenta el texto verbal de las historias clínicas del paciente, los informes médicos, así como las imágenes visuales. Del mismo modo, hemos mostrado todo el proceso de la construcción de la ontología explicitando que las ontologías que utilizan palabras e imágenes se pueden articular para producir resultados positivos para una dada aplicación, haciendo que los sistemas de recuperación puedan ofrecer respuestas con una eficacia más grande. En este sentido, expresamos a continuación algunas reflexiones referentes a la construcción de la OntoNefro, que tiene como objetivo la representación y la recuperación de la información en el ambiente electrónico.

Con respecto a la agregación del valor semántico y representacional del conocimiento almacenado en el ciberespacio, entendemos que esta ontología es de gran valor, puesto que posibilita la construcción de redes semánticas estructuradas en clases, subclases, propiedades, axiomas e instancias. Así, a partir de la ontología es posible mapear la terminología de un campo específico, teniendo como resultado una base de conocimiento en la cual las relaciones existentes entre los conceptos se puedan observar.

Modelamos y estructuramos conceptualmente el dominio de la nefrología. Las clases, las subclases, las propiedades, los axiomas y las instancias se conceptuaron y pusieron en ejecución en la herramienta del *Protégé*. Dos grandes clases, “OntoNefro” y “dominio del concepto” se definieron, poniéndose en ejecución solamente 50 subclases, que heredan su semántica de la ascendencia. También, se definieron solamente 22 propiedades, 13 individuos y 8 axiomas (Figura 10).



Teniendo en Figura 10. Owl Viz con la taxonomía OntoNefro. Fuente: Pesquisa *in loco*.

Teniendo en cuenta estos resultados, consideramos que se alcanzaron los objetivos planteados. En relación a la investigación empírica, con los especialistas del dominio del objeto del estudio, todavía no fue posible hacerlo, según lo que preceptúa uno de los

principios de la construcción de la ontología. Esa decisión se tomó en virtud de disponer en el equipo de investigación un investigador (médico, especialista en nefrología, con amplia experiencia en nefropatías y responsable de los primeros trasplantes de riñón realizados en el HUWC-UFC). Aclaremos que la OntoNefro está abierta a la reutilización de aquellos interesados en este tema.

Con respecto a la ontología de la imagen asociada a los textos verbales de las historias clínicas y de los informes médicos, concluimos que los recursos disponibles en el *software Protégé*, aunque sea un aplicativo largamente referenciado para la construcción de ontologías, su *interface* no ha posibilitado la carga de imágenes, así como la asociación de ellas a la ontología. Sin embargo, sí admite que los meta datos generados sean exportados a los *softwares* del tratamiento ontológico de imágenes, en el caso de esta investigación, el *software Photostuff*. Los resultados conseguidos por medio de la experimentación con ese programa fueron suficientemente satisfactorios en la medida que complementan los recursos disponibles en *Protégé*.

Agredecimientos

Proyecto financiado por el Consejo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) brasileño (480475/2007-5: Construyendo una ontología de imágenes para el área de la salud a partir de atributos visuales, informes y registros de pacientes para la preservación y la recuperación de información).

BIBLIOGRAFÍA

- ACR. Disponible en: <<http://www.acr.org>> [Consulta: 20 de julio de 2009].
- AKTive Media - Ontology based annotation system. Disponible en: <<http://nlp.shef.ac.uk/wig/tools/aktivemedia>> [Consulta: 12 de junio de 2009].
- BENTES PINTO, V. Relatório de pesquisa: Projeto construindo ontologias. Fortaleza, 2009. (Financiado pelo CNPq-Processo- 480475/2007-5).
- BENTES PINTO, V. Ontologie: un jouet de mots pour donner des identités au web. En: *SEMINAIRE DU DIC*. Montreal, 2006.
- BIREME. DeCS- Descritores em Ciências da Saúde. Disponible en: <<http://decs.bvs.br/>> [Consulta: 20 de septiembre de 2007].
- CANTON, K. Arte contemporânea e o corpo virtual. En: LEÃO, Lucia. *InterLab: labirintos do pensamento contemporâneo*. São Paulo: Editora Iluminuras/FAPESP, 2002, p. 362.
- CORCHO, O.; LÓPEZ, M.F. y GÓMEZ-PÉREZ, A. Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point? *Data & Knowledge Engineering*, 2003, nº 46, p. 41-64.
- DICOM. Disponible en: <<http://dicom.offis.de/dcmthk.php.en>> [Consulta: 19 de julio de 2009].
- DICOM. Disponible en: <<http://www.psychology.nottingham.ac.uk/staff/cr1/dicom.html>> [Consulta: 19 de julio de 2009].

- FRIDMAN, L.C. *Vertigens Pós-Modernas – Configurações Institucionais Contemporâneas*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.
- FRIEDMAN, M. y FRIEDLAND, G.W. *As dez maiores descobertas da medicina*. São Paulo: Editora Schwarcz, 2000.
- GALVÃO, P.B. de A. Tecnologia e medicina: imagens médicas e a relação médico-paciente. *Bioética*, 2000, vol. 8, nº 1, p. 127-136.
- GÓMEZ-PÉREZ, A. y CORCHO, O. Ontology Languages for the Semantic Web. *IEEE Intelligent Systems*, 2002, vol. 17, nº 1, p. 54-60.
- GRUBER, T. What is an Ontology? Disponible en: <<http://www.wkslstanford.edu/kst/what-is-anontology.html>> [Consulta: 9 de agosto de 2005].
- MIRANDA, A.S.S. *Ontologias: indexação e recuperação de fotografias baseadas na técnica fotográfica e no conteúdo*. Brasília: Universidade de Brasília, 2007. (Tesis de Máster en Ciencias de la Información).
- MORENO, R.A. *Visualizador contextual de imagens médicas*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. (Tesis de doctorado).
- NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. Medical Subject Headings. Disponible en: <<http://www.nlm.nih.gov/mesh/>> [Consulta: 12 de marzo de 2009].
- NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. Unified Medical Language System (UMLS). Disponible en: <<http://www.nlm.nih.gov/research/umls/>> [Consulta: 22 de marzo de 2008].
- NEMA. Disponible en: <<http://www.nema.org>> [Consulta: 19 de julio de 2009].
- NIETSCHE, F. *Crepúsculo dos ídolos (ou como filosofar com o martelo)*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2000.
- OMS. *Classificação Estatística Internacional de Doenças e Problemas Relacionados com a Saúde (CID 10)*. Disponible en: <<http://evandro.net/artigos/tiss-cid10.html>> [Consulta: 10 de marzo de 2007].
- PANOFSKY, E. *Meaning in the visual arts*. New York: Doubleday, 1955.
- PORTAL DE PERIÓDICOS DA CAPES. Disponible en: <<http://www.periodicos.capes.gov.br/portugues/paginaInicial/paginaInicial.htm>> [Consulta: 12 de abril de 2008].
- PROTÉGÉ. Disponible en: <<http://protege.stanford.edu/>> [Consulta: 15 de septiembre de 2006].
- RENOUF, A. *et al.* How to formulate image processing applications? En: *ICVS: 2007. Proceeding*, Bielefeld, Germany, March, 2007, p. 1-10.
- SHATFORD, S. Analyzing the subject of a picture: a theoretical approach. *Cataloging & Classification Quarterly*, 1986, vol. 6, nº 3 p. 39-62.
- SMIT, J.W. A representação da imagem. *Informare: Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação*, Rio de Janeiro, 1996, vol. 2, nº 2, p. 28-36.
- TEMAL *et al.* *OntoNeuroBase: a Multi-Layered Application Ontology in Neuroimaging*. Disponible en: <<http://www.loa-cnr.it/OntoNeuroBase.pdf>> [Consulta: 22 de junio de 2009].