

Tipo de artículo: Artículo original

# Ontología para la representación del conocimiento en el Servicio de Cuerpo de Guardia Médico del policlínico Ernesto Guevara

## *Ontology for the representation of knowledge in the Medical Guard Service of the Ernesto Guevara polyclinic*

Daniellys La O Cervante<sup>1\*</sup> , <https://orcid.org/0009-0008-6759-5498>

Yoan Antonio López<sup>2</sup> , <https://orcid.org/0000-0001-5615-375X>

<sup>1</sup> Departamento Gestión Organizacional, Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas. Correo electrónico: [dlao@uci.cu](mailto:dlao@uci.cu)

<sup>2</sup> Departamento Gestión Organizacional, Facultad 3, Universidad de las Ciencias Informáticas. Correo electrónico: [yalopez@uci.cu](mailto:yalopez@uci.cu)

\* Autor para correspondencia: [dlao@uci.cu](mailto:dlao@uci.cu)

### Resumen

En Cuba, el MINSAP constituye uno de los sectores beneficiados con la aplicación de las TIC para proporcionar mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades que diariamente se efectúan en cada uno de los servicios hospitalarios, siendo uno de ellos el Servicio de Cuerpo de Guardia Médica (SCGM). La función principal del mismo consiste en brindar atención médica de urgencia las 24 horas del día a pacientes que lo requieran, garantizando así la seguridad y el bienestar de la comunidad. En el Policlínico Docente Ernesto Guevara de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), durante encuentros sostenidos con especialistas del SCGM, se evidenció que cada uno de ellos utiliza la terminología que entiende más adecuada durante los estudios de casos para la toma de decisiones. La causa de este problema surge por la heterogeneidad en la terminología empleada. La ambigüedad semántica es otra de las causas por las cuales pudieran existir confusiones y/o malentendidos en la comunicación. En este trabajo se diseñó un método basado en ontología para representar el conocimiento del SCGM del policlínico de la UCI para aumentar la eficiencia y la eficacia en el proceso de toma de decisiones durante la atención al paciente. Como parte de la validación de los resultados se comprobó el cumplimiento de los requisitos, la calidad del diseño y el sistema lógico formal de la ontología. Se aplicó además la técnica de Iadov para constatar la satisfacción de los usuarios finales y se realizó un cuasi experimento para comprobar la hipótesis de la investigación.

**Palabras clave:** salud; Cuerpo de Guardia Médico; método; Ontología

### Abstract

*In Cuba, the MINSAP constitutes one of the sectors benefited from the application of ICT to provide greater efficiency in the development of the activities that are carried out daily in each of the hospital services, one of them being the Medical Guard Corps Service. (SCGM). Its main function is to provide emergency medical care 24 hours a day to patients who require it, thus guaranteeing the safety and well-being of the community. At the Ernesto Guevara Teaching Polyclinic of the University of Informatics Sciences (UCI), during meetings held with SCGM specialists, it was evident that each of them uses the terminology that they understand most appropriate during the case studies for decision making. The cause of this problem arises from the heterogeneity in the terminology used. Semantic ambiguity is another cause why there may be confusion and/or misunderstandings in communication. In this work, an ontology-based method was designed to represent the knowledge of the SCGM of the ICU polyclinic to increase efficiency and effectiveness in the decision-making process during patient care. As part of the validation of the results, compliance with the requirements, the quality of the design and the formal logical system of the*



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

*ontology were checked. The Iadov technique was also applied to verify the satisfaction of end users and a quasi-experiment was carried out to verify the research hypothesis.*

**Keywords:** *health; Medical Guard Corps; method; Ontology*

**Recibido:** 14/08/2023

**Aceptado:** 10/10/2023

**En línea:** 12/10/2023

## Introducción

La rápida evolución de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en beneficio de la actividad humana, adquiere en gran medida, el desarrollo de una cultura informática en la sociedad para la construcción de un nuevo entorno donde se facilite el quehacer diario del hombre. Cuba no está exenta de este acelerado ritmo si de tecnologías e informática se trata, por lo que también se encuentra en vías de desarrollo, perfeccionando de esta manera las labores sociales que cada día se realizan. Por tal motivo, actualmente existen incontables soluciones informáticas que son utilizadas para lograr una mayor dinámica en sus procesos de negocio en organizaciones pertenecientes a esferas tan importantes como la educación, la industria y la salud (Avila de la Cruz, Dominguez López, & Bolmey Romero, 2008).

El Ministerio de Salud Pública (MINSAP) constituye uno de los sectores beneficiados con la aplicación de las TIC para proporcionar mayor eficiencia en el desarrollo de las actividades que diariamente se efectúan en cada uno de los servicios hospitalarios (Mojena Alpízar & Vázquez Moreno, 2011), siendo uno de ellos el Servicio de Urgencias y Emergencias Médicas (SUEM) o simplemente Servicio de Cuerpo de Guardia Médica (SCGM). El mismo, es un servicio que se encuentra disponible en hospitales y centros de atención médica las 24 horas del día, los siete días de la semana y su función principal es brindar atención médica de urgencia a pacientes que requieren atención inmediata fuera del horario habitual de consulta asegurando así la seguridad y el bienestar de la comunidad.

En el Policlínico Docente Ernesto Guevara de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), durante encuentros sostenidos con especialistas del SCGM, se evidenció que cada uno de ellos utiliza la terminología que entiende más adecuada para escribir en la Microhistoria Clínica (MHC) del paciente, sin embargo, el médico que releva el turno de guardia pudiera no entender o escribir con diferentes terminologías para referirse a lo mismo. La causa de este problema está dada por la heterogeneidad en la terminología empleada por los especialistas del servicio en las discusiones de casos. La heterogeneidad en este entorno se manifiesta de dos formas, la primera se refiere al vocabulario que utiliza el especialista para referirse a igual concepto con diferente terminología (mucoviscidosis, fibrosis quística, disfunción de la proteína RTFQ, mutación de la región 7q31 del cromosoma 7) (Zweigenbaum,



1999), la segunda se refiere al empleo del mismo término para referirse a conceptos distintos (proteinuria como un trastorno renal o como el resultado de una prueba de laboratorio). Ambas variantes de heterogeneidad pueden provocar pérdida o redundancia en la información.

Como consecuencia de la situación planteada anteriormente se define como problema científico de la investigación: ¿cómo representar el conocimiento en el SGCM del policlínico Ernesto Guevara para aumentar la eficiencia y eficacia en el proceso de toma de decisiones durante la atención al paciente? centrándose en el objeto de estudio: ontologías aplicadas a la salud; enmarcado en el campo de acción: la representación del conocimiento en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara.

Todo lo anterior, conllevó a la búsqueda de técnicas y herramientas que proporcionen un vocabulario común para resolver el problema de heterogeneidad identificado, con el objetivo de reducir la pérdida o desaprovechamiento del conocimiento.

El análisis realizado a varias ontologías y taxonomías médicas (Ontología TAMBIS (TaO), Ontología de enfermedades (Disease Ontology), SNOMED (Systematized Nomenclature of Medicine clinical Terms), NCI (National Cancer Institute), arrojó un conjunto de ontologías aplicadas al dominio de la salud. Las mismas, como solución a la problemática actual, llegan a ser incompletas, generalizadoras de este dominio, no abordan todos los términos o las relaciones surgidas en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara. Estas ontologías no representan una solución factible para el problema en cuestión porque dentro de toda la información obtenida de ellas, quedó evidenciado que son dependientes a plataformas de trabajo predeterminadas o presentan características propias para una institución determinada. Sumado a esto quedó claro que son herramientas propietarias y cuentan con costos elevados para la adquisición de sus licencias, lo que limita la toma de decisiones en el servicio médico del cual se aborda en este trabajo. Además, se constató la ausencia de información respecto a las metodologías usadas para su desarrollo.

Por todo lo anterior, se decide desarrollar una ontología en la UCI, abarcando los conceptos fundamentales y adaptándolas a las necesidades del SCGM del policlínico Ernesto Guevara de la Universidad de las Ciencias Informáticas teniendo como principal objetivo organizar y comunicar el conocimiento acumulado en el proceso de atención al paciente.

## Materiales y métodos

Durante el proceso de atención al paciente en el SCGM se transita por varias etapas que permiten organizar y gestionar de manera eficiente los recursos y el flujo de trabajo en el servicio:



Esta obra está bajo una licencia *Creative Commons* de tipo **Atribución 4.0 Internacional**  
(CC BY 4.0)

- **Recepción y registro:** En esta clase se realiza la recepción del paciente en el servicio de urgencias, se recopila su información personal y médica, se le asigna un número de expediente y se registra en el sistema.
- **Triage:** En esta clase se realiza la evaluación inicial del paciente para determinar su nivel de gravedad y prioridad de atención. Se utilizan protocolos de triage para clasificar al paciente en una de las categorías mencionadas anteriormente.
- **Atención médica:** Esta clase incluye la atención médica propiamente mencionada, donde se realiza el diagnóstico, tratamiento y seguimiento del paciente. Puede involucrar la realización de pruebas diagnósticas, administración de medicamentos, procedimientos médicos, entre otros.
- **Atención de enfermería:** En esta clase se brinda el cuidado y atención necesarios para el paciente, como la administración de medicamentos, curaciones, control de signos vitales, entre otros.
- **Apoyo diagnóstico y terapéutico:** Esta clase incluye los servicios de laboratorio, radiología y otros estudios complementarios que puedan ser necesarios para el diagnóstico y tratamiento del paciente.
- **Seguimiento y alta:** En esta clase se realiza el seguimiento del paciente durante su estancia en el servicio de urgencias y se planifica su alta, incluyendo la entrega de instrucciones de cuidado en casa, prescripción de medicamentos y derivación a otros especialistas si es necesario.

Durante la realización de las etapas anteriormente descritas y obviamente en presencia de los especialistas del servicio se pudo identificar los conceptos base que conformaron la propuesta ontológica en la investigación, además se realizó la revisión de once MHC con sus respectivas evoluciones realizadas a pacientes que por su nivel de enfermedad fueron atendidos en el servicio hasta que se les dio el alta o se les realizó traslado a otros servicios médicos.

Luego de contar con los conceptos resultantes de la revisión documental, se aplica el método de entrevista con el objetivo de contar con la experiencia de personas capacitadas en el proceso de atención a pacientes ingresados en las UCI. Durante la puesta en práctica del mencionado método se presentaron de forma individual los conceptos a la especialista en enfermería Lic. Yadira Gutiérrez Márquez, enfermera del SGCM, a la doctora del SCGM Lic. Cecilia, a la subdirectora Lic. Olga Elena López Fernández y al director Lic. Osmundo Almaguel Speck, todos especialistas del policlínico Ernesto Guevara, los cuales emitieron su criterio relacionado con los mismos, proponiendo elementos que pudieran ser aplicados en la solución. Una vez concluida la aplicación de los métodos mencionados anteriormente se procedió al diseño de un método basado en ontologías para la representación del conocimiento en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara.

Durante la realización del método basado en ontología para la representación y el análisis el conocimiento en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara, resultó necesario utilizar elementos correspondientes a las Ciencias del



Diseño (CD). Este paradigma guía el proceso de construcción y evaluación de artefactos encaminados a resolver problemas relevantes en los sistemas de información (Grass, 2018). Por otra parte, según plantea (Offermann, Schönherr, & Bub, 2010) es un conjunto de actividades, posiblemente en un orden, que son realizadas por personas para apoyar el desarrollo de un sistema, razón por lo que es utilizada durante el desarrollo de esta solución. Las CD conciben tres tipos de artefactos: constructos, modelos y métodos. En correspondencia con su definición, para esta investigación se consideraron los siguientes artefactos:

- Constructos: Ofrecen el lenguaje en el que se definen el problema y la solución (Castro, 2017). Fueron definidos como tal, los principios y premisas del método a partir de la problemática de la investigación y los resultados de la revisión de las HC.
- Métodos: Conjunto de pasos llevados a cabo para desempeñar una tarea (W. Vaishnavi & V.K, 2005). Ofrecen reglas sobre cómo actuar e instrucciones para resolver un problema (S.A & C. Hevner, 2010). El método que se propone consiste en la utilización de una ontología para representar el conocimiento en las Unidades de Cuidados Intensivos, de manera que se aumente la eficiencia y la eficacia en el proceso de toma de decisiones durante la atención al paciente grave.

Las actividades que incluye el método elaborado para la representación del conocimiento en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara se muestra en la Figura 1: revisar MHC y Protocolos médicos, revisar Base de Conocimiento, identificar conceptos aplicables a la ontología, identificar elementos no descritos en la ontología, actualizar ontología y representar el conocimiento en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara.

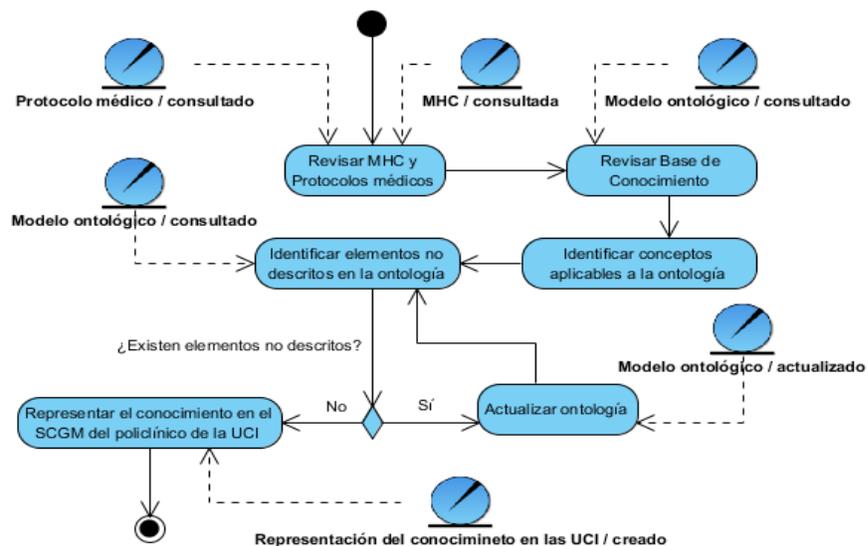


Figura 1. Diagrama de actividades del método propuesto. Fuente: Elaboración propia.



Para guiar el proceso de desarrollo fue utilizada la metodología Methontology, la cual proporciona guías sobre cómo llevar a cabo el desarrollo de la ontología a través de las actividades de especificación, conceptualización, formalización, implementación y mantenimiento, también identifica actividades de gestión (planificación, control y aseguramiento de la calidad), y de soporte (adquisición de conocimientos, integración, evaluación, documentación y gestión de la configuración). Como herramienta de modelado para la construcción y creación de las clases, propiedades, instancias, axiomas de la ontología se utilizó Protégé en su versión 5.0. Como lenguaje OWL, se trata de un lenguaje diseñado para usarse cuando la información recopilada necesita ser procesada por programas o aplicaciones.

## Resultados y discusión

La solución ontológica se desarrolla con la finalidad de resolver un problema de heterogeneidad que existe entre los especialistas del SCGM del policlínico Ernesto Guevara de la UCI, así como para representar el conocimiento presente en los Protocolos Médicos de emergencia. A continuación, se describen cada una de las etapas definidas por la metodología Methontology para guiar el proceso de desarrollo.

### Actividad 1: Especificación

Con la utilización de esta ontología se pueden responder algunas interrogantes con el objetivo de lograr mayor eficiencia y eficacia durante la atención al paciente de emergencia que representa el dominio de la ontología:

1. ¿Según su diagnóstico, ¿cuál es el estado del paciente?
2. ¿Cuáles son los pacientes que ha atendido un médico en específico?
3. ¿Qué protocolo es el que más se ha utilizado en una misma fecha?
4. ¿Cuáles son los síntomas que más aparecen en la misma fecha?
5. ¿Cómo determinar la prioridad de los pacientes según el nivel de atención en una situación excepcional dada?
6. ¿Cuál es el equipamiento médico que más se utiliza en el SCGM?
7. ¿Con cuántos especialistas se cuenta en el SCGM?
8. ¿Hacia cuál o cuáles servicios externos se ha remitido pacientes en un rango de fechas determinado?
9. Según el estado de emergencia, ¿cuál protocolo es el más conveniente a usar?
10. ¿Cuáles son los criterios de selección que se utilizan para priorizar a un paciente según su lesión, trauma o dolor?
11. ¿Qué elementos se utilizan para describir el estado de salud de un paciente?



12. Según su padecimiento/diagnóstico, ¿cuál es la clasificación de un paciente?
13. ¿Cómo determinar la prioridad de los pacientes según el nivel de atención en una situación excepcional dada?
14. ¿Con cuáles diagnósticos y/o tratamientos está relacionada una decisión determinada?
15. ¿Quién fue el especialista que realizó un diagnóstico determinado?
16. ¿Qué tratamiento se le orientó a un determinado paciente?
17. ¿Cuáles decisiones fueron tomadas por un especialista determinado?
18. ¿En qué fecha fue tomada una decisión determinada?
19. ¿Cuáles decisiones fueron tomadas en una fecha determinada?
20. ¿Cuántos pacientes se encontraban en un estado determinado en una fecha determinada?

Para precisar el alcance de la ontología se elaboró el Documento de Especificación de Requisitos de la Ontología (DERO), estos requisitos constituyen la principal referencia para comprobar la calidad de la ontología.

## Actividad 2: Conceptualización

La actividad de conceptualización se encarga de organizar y convertir una percepción informal del dominio en una especificación semi-formal, para lo cual utiliza un conjunto de representaciones intermedias (RRII), basadas en notaciones tabulares y gráficas, que pueden ser fácilmente comprendidas por los expertos de dominio y los desarrolladores de ontologías. Methontology recomienda realizar una serie de tareas de conceptualización en un orden determinado como son (Vitelli, 2011):

1. Construcción del glosario de términos.
2. Construcción de la taxonomía de conceptos.
3. Construcción del diagrama de relaciones binarias.
4. Construcción del diccionario de conceptos.
5. Describir relaciones binarias.
6. Describir atributos de instancias
7. Describir atributos de clases
8. Describir constantes
9. Describir axiomas formales
10. Describir reglas
11. Describir instancias



El glosario de términos incluye los términos relevantes del dominio dígase (conceptos, instancias y relaciones entre conceptos). En la presente investigación los conceptos fueron identificados a partir de la aplicación de los métodos científicos definidos.

Las taxonomías de conceptos representan mediante las clases y las instancias de esas clases una realidad contextualizada, que permite la organización y recuperación de los conceptos representados. Para la construcción de la taxonomía de conceptos, se seleccionan del glosario de términos aquellos términos que son conceptos. Dicha tarea se puede llevar a cabo de tres maneras: top-down, bottom-up y mezclando los dos procesos anteriores (Castañeda Martínez, Parker Leyva, Fernández Pérez, & López Rodríguez, 2018). En el presente trabajo se utilizó top-down.

Después de haber construido la taxonomía, se construyen los diagramas de relaciones binarias, que tiene como objetivo establecer las relaciones existentes entre clases. Con el modelo conceptual mostrado en la Figura 4, se puede constatar que todas las relaciones que existen son relaciones binarias.

Después de haber generado las taxonomías de conceptos y haberse construido el diagrama de relaciones binarias, se define cuáles son las propiedades que describen cada concepto de la taxonomía y las instancias de cada uno de los mismos. El diccionario de conceptos contiene todos los conceptos del dominio, sus relaciones e instancias.

Para cada regla, Methontology se propone incluir la siguiente información: nombre, descripción en lenguaje natural, expresión que describe formalmente la regla, conceptos y relaciones utilizados en la regla. Además, propone especificar las expresiones de las reglas utilizando el formato si <condiciones> entonces <consecuente>. La parte izquierda de la regla es una conjunción de condiciones simples, mientras que la parte derecha es una simple expresión de un valor de la ontología.

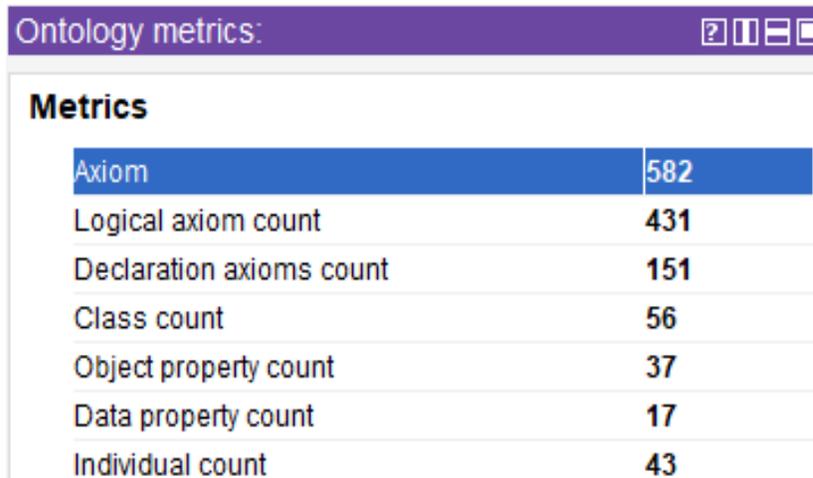
El resultado de esta actividad es el modelo conceptual de la ontología que se muestra en la Figura 2:





Una vez definidas las relaciones entre clases y con el objetivo de describir a cada una de las entidades de la ontología, fueron representados los atributos. Para ello fue empleada la pestaña Data Properties de la herramienta Protégé. Al agregar un nuevo atributo es importante representar además del nombre, el dominio y el rango, para garantizar la consistencia de los datos de la ontología.

Una vez definidos clases, relaciones entre clases y atributos, así como operaciones que se realizan sobre la ontología, desde crear una clase hasta representar un individuo; se encuentran los axiomas. En este caso se muestra que existen hasta el momento un total de 582 axiomas, entre ellos 56 clases, 37 relaciones, 17 propiedades y 43 individuos. Es importante destacar que el número total de axiomas se va incrementado en la medida que se utilice la ontología. La Figura 3 muestra la estadística relacionada con la ontología.



Ontology metrics:	
<b>Axiom</b>	<b>582</b>
Logical axiom count	431
Declaration axioms count	151
Class count	56
Object property count	37
Data property count	17
Individual count	43

Figura 3. Estadística relacionada con la ontología. Fuente: Elaboración propia.

#### Actividad 4: Implementación

La actividad de implementación construye modelos computables en un lenguaje de ontologías (Ontolingua, RDF Schema, OWL, etc.). La mayor parte de las herramientas de ontologías permiten llevar a cabo esta actividad de manera automática. Una vez finalizada la ontología, existen varios lenguajes en los que se puede exportar, en este caso la ontología OntoUCIMed se exportó en el lenguaje OWL.

OWL facilita un lenguaje para definir ontologías estructuradas basadas en Web con esto procura proporcionar un lenguaje para describir clases, las propiedades de las clases y la relación entre las clases. OWL está construida sobre RDF, por lo que ofrece una base apropiada para desarrollar ontologías.

#### Actividad 5: Mantenimiento



La actividad de mantenimiento se encarga de la actualización y/o corrección de la ontología, en caso necesario. Al llevar a cabo esta actividad se tendrán en cuenta las modificaciones que puedan haber aparecido durante el proceso, además de valorar los cambios que se puedan producir durante la atención al paciente que acude al SCGM de la universidad. De producirse cambios, estos podrán incluirse en la ontología.

## Validación de la ontología

El proceso de validación de las ontologías, según (Guerrero y Martínez, 2013) no representa solo una etapa puntual para un momento determinado, sino que se desarrolla durante todo el ciclo de vida realizándose comprobaciones de las propiedades lógico-formales por medio de razonadores que garantizan aislar los errores en contextos más reducidos. En (López, 2016) se propone utilizar casos de prueba, razonadores y una lista de chequeo con los errores más comunes detectados. En el diseño de una ontología se debe comprobar que:

- Las condiciones y propiedades como sistema lógico formal, se verifican a través de razonadores.
- El diseño estructural, se verifica con listas de chequeos.
- El cumplimiento de los requerimientos definidos, se verifica con casos de prueba.

## Verificación del sistema lógico formal

La posibilidad de inferir conocimiento a partir del que ya está expuesto, representa una de las bondades que ofrecen las ontologías. Según (Silega, 2015), con este fin, las propiedades lógico formales son indispensables para:

- Chequear la consistencia de la ontología para asegurar que no contiene hechos contradictorios.
- Determinar si es posible que una clase tenga instancias.
- Clasificar la ontología a partir de las relaciones de subclase entre todos los conceptos declarados explícitamente para construir la jerarquía de clases.
- Inferir cuáles son las clases a las que directamente pertenece una instancia. Si además se utiliza la jerarquía inferida mediante la clasificación anterior, es posible obtener todas las clases a las que indirectamente pertenece una instancia dentro de la ontología.

A partir de bibliografías consultadas (Cruz Segura, 2018; Silega, 2015; Rojas, 2018; Dbpedia, 2020; Vaishnavi, 2020) se coincide que la mejor forma de comprobar las propiedades lógico formales de una ontología es mediante el uso de los razonadores. En este caso se utilizó el razonador Pellet v2.2.0.

## Comprobación del diseño



Para comprobar el diseño de la ontología se utilizó como herramienta la propuesta de (López, 2016), donde se establece una lista de chequeo con los errores que por lo general aparecen en esta actividad.

**Tabla 1.** Lista de chequeo de errores comunes en el diseño de ontologías. Fuente: (López, 2016)

Tipo de error	Elemento a verificar
I	Una misma clase es definida como subclase y superclase al mismo tiempo en diferentes niveles de la taxonomía.
II	Uso excesivo de la relación es-un.
III	Existencia de más de un concepto principal.
IV	Existencia de clases incompletas que provocan ambigüedad por no estar correctamente documentadas.
V	Falta de conocimiento disjunto. No se declara la disyunción entre conceptos provocando una incorrecta formalización del conocimiento.
VI	Falta de exhaustividad. Se declaran subclases sin tener en cuenta la división completa de los conceptos en partes.
VII	Existencia de conceptos repetidos.
VIII	Poca especificación o delimitación de las propiedades que provoca un pobre razonamiento.
IX	No se corresponden los elementos del dominio con los conceptos declarados o no se corresponde el conocimiento del dominio con los conceptos, relaciones y axiomas declarados.
X	Existencia de redundancia entre las extensiones disjuntas de un concepto.
XI	No se tiene en cuenta la traducción de los conceptos de la taxonomía a otros idiomas.
XII	Falta de estandarización. Los nombres de los términos no siguen un estándar.

Ya obtenida la primera versión del diseño de la ontología, se comenzó la aplicación de la lista de chequeos de forma reiterada. En las diferentes evaluaciones realizadas se obtuvo errores de tipo II, VIII, XI. Todos los casos fueron corregidos, a excepción del XI que se determinó que no aplica. En la Tabla 2 aparece el resultado relacionado a la aplicación de la lista de chequeo.

**Tabla 2.** Acciones realizadas luego de la aplicación de la lista de chequeo.

Elemento verificado	Solución aplicada
II: Uso excesivo de la relación es-un.	Se identificó el número de relaciones de tipo es-un, fueron analizadas y reducidas en lo posible.
VIII: Poca especificación o delimitación de las	Se analizó el modelo conceptual diseñado y se



propiedades que provoca un pobre razonamiento.	agregaron atributos al mismo que posteriormente se convirtieron en propiedades de las clases o conceptos.
XI: No se tiene en cuenta la traducción de los conceptos de la taxonomía a otros idiomas.	Se determinó que no aplica pues la ontología se ejecuta en el marco de proyectos definidos con idioma español.

### **Comprobación de los requisitos**

Las preguntas de competencia (PC) o requisitos funcionales se pueden verificar a través de la ontología, los mismos se encuentran descritos en el DERO. Para verificar la forma en que la ontología responde a las PCs se utilizó un caso de prueba con la siguiente estructura: pregunta de competencia que representa, escenario de prueba, resultado esperado y resultado obtenido.

Luego de ser aplicados los casos de prueba, se pudo comprobar que todos arrojaron resultados satisfactorios, lo que demuestra que la ontología satisface los requisitos para los cuales fue creada.

### **Verificación de la incidencia de la solución en la eficiencia del proceso de atención al paciente en el SCGM**

En la eficiencia del proceso de atención al paciente en el SCGM intervienen dos factores principales, el tiempo empleado para el desarrollo del proceso y los recursos humanos que intervienen en su implementación. Seguidamente se muestra el análisis realizado para comprobar la incidencia de la solución propuesta sobre ambas dimensiones.

### **Diseño experimental para verificar la incidencia de la solución en el tiempo de ejecución del proceso de atención al paciente en el SCGM**

Para validar el indicador tiempo se utilizó un cuasi experimento con pre y post prueba. Se determinó esta variante debido a que la selección de la muestra no fue aleatoria. Se tomó como población el SCGM del policlínico de la UCI. Se seleccionó como muestra 7 especialistas, lo que representa un 76% de la población, por lo que se considera representativa, siendo mayor al 10 % estimado el límite mínimo de confiabilidad (Hernández y Coello, 2002).

Para obtener los datos se diseñó un instrumento de captación de datos, y se aplicó a los participantes seleccionados. Este instrumento se diseñó utilizando las PC descritas para la ontología, que aparecen reflejadas en el DERO. Como resultado en la primera medición, se obtuvo el tiempo empleado para responder las PC identificadas para la ontología.



En la segunda medición realizada, para corroborar los resultados se evidenció disminución del tiempo y cero errores introducidos. Comparando este resultado con la media del tiempo en la primera medición, se puede apreciar que el tiempo del proceso sin la solución supera el tiempo de la ontología. De esta forma queda preliminarmente demostrado que el uso del método tiene un efecto positivo en la agilización del proceso de atención al paciente en el SCGM.

### **Verificación de la incidencia de la solución en los RRHH que intervienen en el proceso de atención al paciente en el SCGM**

(Ayala, 2004) plantea que el presente y el futuro de determinada organización depende mayormente de lo bien que se administre el personal, la habilidad, satisfacción, cooperación y entusiasmo de los trabajadores deben de elevarse al máximo para el logro de sus fines propuestos. De ahí la importancia de realizar una correcta utilización de los RRHH para el desarrollo exitoso de la organización. La utilización del método desarrollado influye en la reducción de los RRHH que intervienen en la realización del proceso de atención al paciente en el SCGM. Se valoraron beneficios como:

- Facilita la planificación de los RRHH que necesita el SCGM para llevar a cabo el proceso de atención al paciente. Esta última actividad se evidencia en la ontología mediante las siguientes entidades: Médico, Enfermera, Administrativo, Personal\_de\_Apoyo.
- Constituye una herramienta de ayuda en la formación de los RRHH, pues queda definido el conocimiento necesario para planificar y controlar el proceso de atención al paciente.

### **Verificación de la incidencia de la solución en la eficacia del proceso de atención al paciente en el SCGM**

La eficacia del proceso de atención al paciente en el SCGM se refiere a la capacidad del sistema de salud para brindar una respuesta rápida y efectiva ante situaciones de emergencia, con el objetivo de salvar vidas y minimizar el impacto de la enfermedad o lesión. Esta puede evaluarse a través de varios indicadores, como el tiempo de respuesta, el tiempo de llegada al lugar de la emergencia, el tiempo de estabilización del paciente, la calidad de los cuidados brindados y los resultados clínicos.

Un proceso eficaz de atención al paciente en el SCGM implica una coordinación adecuada entre los diferentes actores involucrados, así como las diferentes áreas externas al servicio, ya sea, dentro o fuera de la institución hospitalaria (bancos de sangre, hospitales especializados, y otros), también implica contar con personal capacitado y recursos adecuados, como equipamiento médico y medicamentos necesarios. Esta puede ser mejorada a través de la



implementación de protocolos y guías clínicas basadas en evidencia científica, así como el uso de tecnología y sistemas de comunicación avanzados.

Con el experimento desarrollado: Diseño experimental para verificar la incidencia de la solución en el tiempo de ejecución del proceso de atención al paciente en el SCGM se pudo comprobar que la solución propuesta es capaz de responder todas las PC definidas. Esto demuestra que la misma contribuye a elevar la precisión y objetividad del proceso de atención al paciente en el SCGM, influyendo en el aumento de la eficiencia y eficacia durante el proceso y elevando la posibilidad de éxito en su desarrollo.

### **Aplicación de la técnica de Iadov**

La técnica de Iadov, también conocida como el método de análisis de decisiones basado en objetivos, es una herramienta que puede ser aplicada en diferentes ámbitos para mejorar la eficacia de los procesos. En el caso específico del proceso de atención al paciente en emergencia médica, esta técnica puede ser utilizada para identificar y abordar las áreas de mejora.

Se consideró el uso de la técnica Iadov en la validación, debido a que permite conocer la satisfacción de los usuarios del presente método, razón por la que se aplicó un cuestionario a siete especialistas. La estructura interna del cuestionario posee una relación entre tres preguntas cerradas y tres abiertas. La relación entre las preguntas cerradas se establece a través del "cuadro lógico de Iadov" y las abiertas permiten conocer la opinión de los usuarios sobre el método.

El número resultante de la interrelación de las tres preguntas indica la posición en la escala de satisfacción siguiente: clara satisfacción (A), más satisfecho que insatisfecho (B), no definida (C), más insatisfecho que satisfecho (D), clara insatisfacción (E), contradictoria (C).

A partir de la cantidad de respuestas por categoría es posible calcular el Índice de Satisfacción Grupal (ISG) siguiendo la siguiente fórmula:

$$\text{ISG} = \frac{A(+1) + B(+0.5) + C(0) + D(-0.5) + E(-1)}{N}$$

Donde  $N$  es la cantidad total de respuestas, en este caso  $N = 7$

El valor del ISG permite identificar las siguientes categorías grupales:

- Insatisfacción: desde (-1) hasta (-0,5)
- Contradictorio: desde (-0,49) hasta (+0,49)

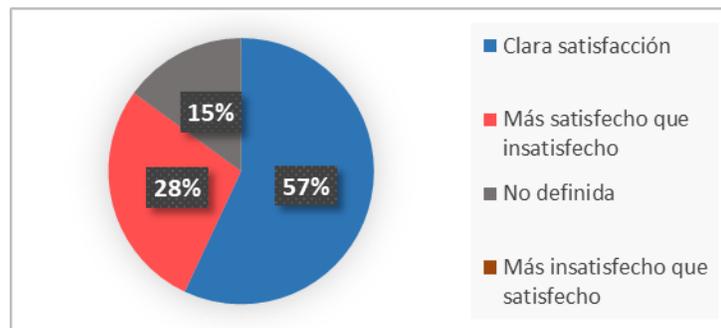


- Satisfacción: desde (+0,5) hasta (1)

El resultado de la aplicación del cuestionario según la técnica de Iadov se muestra en la Tabla 3. A partir de los datos obtenidos en la encuesta, se determinó un valor de 0.71 en el ISG, lo que implica satisfacción con el método propuesto. En la Figura 4 se aprecia el resultado de la evaluación con el método.

**Tabla 3.** Acciones realizadas luego de la aplicación de la lista de chequeo.

Total de usuarios de la muestra (N)	7	Escala
Clara satisfacción	4	A
Más satisfecho que insatisfecho	2	B
No definida	1	C
Más insatisfecho que satisfecho	0	D
Clara insatisfacción	0	E
Contradictoria	0	C



**Figura 4.** Estadística relacionada con los axiomas de la ontología. Fuente: Elaboración propia.

La inclusión en el cuestionario de tres preguntas abiertas basadas en los elementos positivos y negativos considerados por los encuestados, permitió conocer las causas que influyen en los diferentes niveles de satisfacción alcanzados. Las respuestas obtenidas expresan recomendaciones que deben considerarse para mejorar la propuesta presentada:

- Creación de un sistema web que permita aprovechar la base de conocimiento de la ontología y facilite la interacción del usuario con las operaciones a desarrollar.

Con la aplicación de esta técnica se conoció de la aceptación de los usuarios por el método basado en ontología para representar el conocimiento del SCGM del policlínico Ernesto Guevara. Los resultados obtenidos validan los criterios satisfactorios de los encuestados hacia el método.



## Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la investigación permiten llegar a las siguientes conclusiones:

- La revisión bibliográfica, así como la interacción con especialistas del SCGM del policlínico Ernesto Guevara permitió identificar la heterogeneidad en la terminología empleada por los especialistas del servicio en las discusiones de casos, también la ambigüedad semántica que en ocasiones se presenta en la comunicación entre el personal médico y los pacientes. A partir del estudio de los trabajos relacionados se comprobó la factibilidad de las ontologías para resolver estos problemas, favoreciendo la automatización del proceso de software y la calidad de la descripción.
- Se desarrolló una ontología siguiendo una metodología sólida lo que contribuyó a garantizar su calidad. La ontología incluye los conceptos más relevantes relacionados con el proceso de atención al paciente en el SCGM, lo que permite el análisis formal de la información registrada.
- El método desarrollado, basado en OntoUCIMed, incluye un conjunto de actividades cuya ejecución contribuye a aumentar la eficiencia y eficacia del proceso de atención a los pacientes en el SCGM del policlínico Ernesto Guevara. El método considera buenas prácticas identificadas en la revisión de la literatura.
- La validación de la ontología corroboró que está correctamente diseñada, cumple con las especificaciones como sistema lógico formal y satisface los requisitos para los que fue creada. Se obtuvieron valoraciones satisfactorias por parte de los usuarios encuestados, sobre el método basado en OntoUCIMed, y se identificaron oportunidades de mejoras de la propuesta de solución.

## Conflictos de intereses

Los autores no poseen conflictos de intereses.

## Contribución de los autores

1. Conceptualización: Daniellys La O Cervante, Yoan Antonio López
2. Curación de datos: Daniellys La O Cervante
3. Análisis formal: Daniellys La O Cervante
4. Investigación: Daniellys La O Cervante
5. Metodología: Daniellys La O Cervante
6. Administración del proyecto: Daniellys La O Cervante



7. Software: Yoan Antonio López
8. Supervisión: Yoan Antonio López
9. Validación: Yoan Antonio López
10. Visualización: Daniellys La O Cervante, Yoan Antonio López.
11. Redacción – borrador original: Daniellys La O Cervante, Yoan Antonio López.
12. Redacción – revisión y edición: Daniellys La O Cervante, Yoan Antonio López.

## Financiamiento

La investigación no requirió fuente de financiamiento externa.

## Referencias

- Avila de la Cruz, L. d., Dominguez López, R., & Bolmey Romero, Y. (2008).* Sistema de Gestión de Información en el Proceso de Planificación de Materiales Gastables de Uso Médico. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas: Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.
- Castañeda Martínez, A., Parker Leyva, C., Fernández Pérez, Y., & López Rodríguez, Y. (2018).* Ontología de apoyo a las pruebas de software en la UCI. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas.*
- Castro, I. L. (2017).* Ontology Matching based On Class Context: to solve interoperability problem at Semantic Web. University of Balearic Islands.
- Grass, O. Y. (2018).* Método para la descripción y validación de procesos de negocio de gestión empresarial basado en ontología. Tesis de Maestría, Universidad de las Ciencias Informáticas.
- Guerrero Proenza y García Martínez (2013).* «Ontología para la representación de las preferencias del estudiante en la actividad de aprendizaje en entornos virtuales», *Revista Cubana de Educación Superior.*
- Hernández León, Rolando Alfredo y Coello González, Sayda (2002).* El paradigma cuantitativo de la investigación científica. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas.
- López Rodríguez, Y., Hidalgo Delgado, Y., & Silega Martínez, N. (2016).* Método para la integración de ontologías en un sistema para la evaluación de créditos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas.*



- Mojena Alpízar, J., & Vázquez Moreno, R. (2011).* Sistema para la gestión de nomencladores. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas: Trabajo de Diploma para optar por el Título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.
- Nemury Silega Martínez (2015)* «Método para la transformación automatizada de Modelos de Procesos de Negocio a Modelos de Componentes para sistemas de gestión empresarial.», Doctor en Ciencias Técnicas, UCI, La Habana.
- Offermann, P. S., Schönherr, M., & Bub, U. (2010).* Artifact types in information systems design science a literature review. International Conference on Design Science Research in Information Systems.
- S. Sabino Ayala Villegas (2004)* «Administración de recursos humanos», Perú Prim. Edicion, vol. 1.
- S.A, & C. Hevner. (2010).* Design research in information systems: theory and practice. Springer Science & Business Media.
- Vitelli, I. (2011).* Aplicación de Methontology para la Construcción de una Ontología en el Domino de la Microbiología. Caracas, Venezuela.
- W. Vaishnavi, & V.K. (2005).* Design Research in Information Systems. «DAML Ontology Library», DAML Ontology Library, dic-2020.
- Yordani Cruz Segura (2018)* «Método basado en ontología para representar decisiones de diseño de software en la actividad productiva de la UCI», Maestria, UCI, La Habana, 2018.
- Zweigenbaum P. (1999)* Encoder l'information médicale: des terminologies aux systèmes de représentation des connaissances. Innovation Stratégique en Information de Santé.
- DBpedia, DBpedia, dic-2020*

