

Sub-ontología para la medición del ritmo cardiaco como registro de una historia clínica electrónica

Sub-ontology for heart rate measurement as a record of an electronic health record

Alexandra Corral y Patricio Espinel

Departamento de Eléctrica y Electrónica

Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga

macorral@espe.edu.ec, gpespinel@espe.edu.ec

Recibido: Agosto 2015, **Publicado:** Diciembre 2015

Resumen—Actualmente la gran mayoría de los centros hospitalarios públicos en el Ecuador cuentan únicamente con sistemas de gestión de historias clínicas con bajos procesos de automatización, lo cual obliga a que un mismo paciente tenga una historia en cada consultorio donde se atiende. Casos de atención de salud complejos son pacientes con enfermedades crónicas, en el que se requiere la intervención de múltiples profesionales de la salud para la toma de decisiones, una intervención correcta de este tipo de pacientes implica un análisis preciso de la información y de la intervención estándar por parte de los profesionales. En este trabajo se describe una subontología para representar el conocimiento semántico de una condición observable de enfermedades crónicas como la medición del ritmo cardiaco de un paciente. La subontología toma terminología desde una ontología médica estándar, como SNOMED CT, y la validación se realizó a través de una herramienta de modelado conceptual avanzado que garantice el diseño y construcción.

Palabras Claves— Ontologías, Historia Clínica Electrónica, Methontology, SNOMED-CT.

Abstract— Currently the vast majority of public hospitals in Ecuador have only management systems with low medical records automation processes, which requires that one patient has a history in every office where they attend. Cases of complex health care are patients with chronic diseases, in which the involvement of multiple health professionals for decision-making is required, a proper intervention of these patients involves a precise analysis of the information and intervention Standard by professionals. This paper presents subontology to represent the semantic knowledge of an observable condition of chronic diseases such as heart rate measurement of a patient. The subontology taken from a standard medical terminology ontology like SNOMED CT, and validation was performed through an advanced conceptual modeling tool that ensures the design and construction.

Key words— Ontologies, Health Electronic Record, Methontology, SNOMED-CT

I. INTRODUCCIÓN

Una ontología es la representación concreta del conocimiento de un dominio, su origen se remonta a los antiguos filósofos que estaban interesados en la conceptualización del mundo, en el área de las ciencias de la computación una ontología es definida "como una especificación explícita formal de una conceptualización compartida para un dominio de interés "[1]. Esta conceptualización es la representación del conocimiento sobre el mundo en términos de entidades (las cosas, las relaciones que mantienen y las limitaciones entre ellos), la especificación es la representación concreta de esta conceptualización y una especificación explícita significa que el modelo debe especificarse en un lenguaje sin ambigüedades[2]. Las ontologías en el campo de la informática han prestado interés en áreas como la gestión del conocimiento, la integración de la información, sistemas de información y comercio electrónico [2], a su vez, se ha dado enfoque a la construcción de sistemas inteligentes modernos, la reutilización y el intercambio de conocimiento declarativo [3], actualmente las ontologías han recibido un importante impulso por la llamada Web Semántica acuñada por [4]. La ontología forma un modelo de dominio de información especializada en áreas como la medicina para la descripción de objetos comunes [5].

El estándar Ontology Web Language (OWL) de la World Wide Web Consortium (W3C) permite la expresión de ontologías en un formato procesable por computadoras. Las ontologías definidas en OWL, en combinación con herramientas de inferencia, son capaces de derivar razonamientos lógicos encontrando nuevas reglas e informaciones basadas en ellas y en informaciones actuales.

Las ontologías se han aplicado en muchas áreas dentro del sector de la salud. Algunas normas terminológicas existentes incluyen: SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms), LOINC

(Logical Observation Identifiers Names and Codes) y UMLS (Unified Medical Language System) que contiene muchas ontologías biomédicas incluyendo SNOMED CT y LOINC[6].

Al definir ontologías para conceptos básicos que componen los sistemas de salud, como son las personas, usuarios, profesionales, instituciones, servicios y prestaciones, es posible construir una base semántica consistente para todo el sistema de salud desde la cual genera información y servicios con capacidad de interoperabilidad semántica global y de negocio.

La historia clínica electrónica (HCE) única, interoperable y estándar es un ejemplo concreto y preciso de lo que puede lograrse mediante la estandarización en el ámbito de la salud. Es fundamental contar con ella. La HCE consiste principalmente en la descripción de un paciente, condición médica, los tratamientos administrados, y los resultados obtenidos. Estas descripciones son sobre entidades concretas de la realidad. El ejemplo más claro de un sistema de información que apunte a una asistencia sanitaria oportuna y de calidad es la HCE única de cada persona, que da acceso transversal y longitudinal a la información de salud de un individuo; esto es, información registrada en distintos centros de salud y durante toda la vida, desde su nacimiento[7].

Crear una ontología para HCE es un campo amplio, por lo que el presente artículo se centra específicamente en una sub-ontología en la que se enfoque los datos del paciente relacionados con la medición del ritmo cardiaco de una persona, la cual va ser validada a través de la utilización de una herramienta de modelado conceptual avanzado que garantice su diseño y construcción.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Ontología en salud

Las ontologías, que permiten el razonamiento automatizado, son muy adecuadas para modelar el conocimiento médico. En el dominio de la medicina, hay una fuerte necesidad de determinar la relación y la separación entre ontologías, y sistemas de codificación (como SNOMED CT) [8]. La integración del modelo de significado (es decir, la ontología), el modelo de códigos (es decir, la terminología) y el modelo de información, es importante en la representación de conocimiento que permita generar un lenguaje como OWL.

Las ontologías en el desarrollo de aplicaciones médicas permiten recuperación de información, búsqueda de respuestas en fragmentos de textos que responden preguntas y a clasificación de documentos.

B. SNOMED –CT

SNOMED CT es una terminología clínica, multilingüe, que se basa en tres pilares fundamentales: conceptos, descripciones y relaciones[9]. A su vez, los conceptos se

agrupan en jerarquías [10]. SNOMED es un conjunto de términos enumerados que intentan comunicar información en forma no ambigua. O más específicamente, SNOMED se compone de Términos + Códigos + Capacidad de representar significados mediante la combinación de conceptos.

En SNOMED CT se encuentran conceptos que pertenecen a una amplia variedad de ejes semánticos. En el nivel superior se encuentra el concepto raíz de la terminología, un concepto único que actúa como origen de todos los significados (ver Figura 1).

— 138875005|SNOMED CT Concept (SNOMED RT+CTV3)|

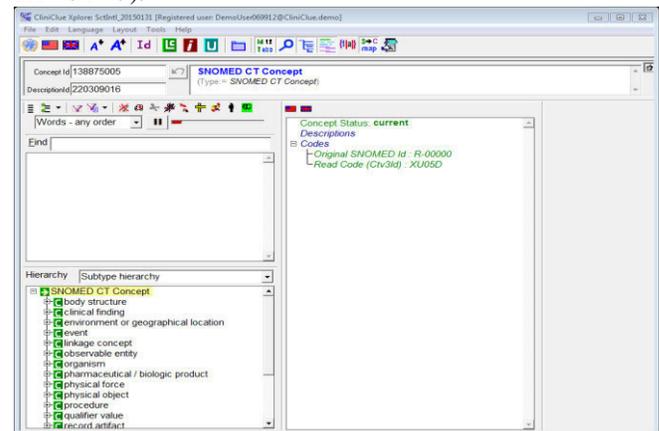


Fig. 1: Terminología Snomed-CT en nivel superior

Por debajo del concepto raíz, se encuentran 19 jerarquías que incluyen las siguientes categorías de alto nivel:

- Hallazgos clínicos
- Procedimientos
- Entidades observables
- Estructuras corporales
- Organismos
- Sustancias
- Productos farmacéuticos/biológicos
- Especímenes
- Conceptos especiales
- Objetos físicos
- Fuerzas físicas
- Eventos
- Ambientes/localizaciones geográficas
- Contexto social
- Categorías dependientes del contexto
- Estadificaciones y escalas
- Conceptos de enlace
- Calificadores
- Elementos de registro

Existen dos tipos de relaciones que se conectan entre conceptos SNOMED-CT:

- *Relación Es_Un*: Conecta conceptos en relaciones simples. Este tipo de relaciones son las que conectan los conceptos dentro de una jerarquía (relación padre-hijo). Todo lo que es verdad del concepto padre es verdad para todos sus descendientes. Las relaciones *Es_Un(a)* permiten la recuperación selectiva de enfermedad y permiten ejecutar consultas como “ritmo cardíaco” que a su vez recopilarán hijos de este concepto. Los sistemas informáticos representan el concepto de enlace *Es_un(a)* con el identificador 116680003.
- *Atributo*: Las relaciones basadas en atributos permite conectar conceptos entre diversas jerarquías. Sirven para aportar más detalles al significado de un concepto. Por ejemplo, el atributo agente causal (ConceptID: 246075003) permite indicar que una neumonía (concepto de la jerarquía hallazgo clínico) está causada por un virus (concepto de la jerarquía organismos).

Los atributos mínimos de SNOMED- CT son:

- Sitio del hallazgo
- Sitio del procedimiento
- Morfología Asociada
- Método

C. Herramientas SNOMED-CT

Algunos navegadores de terminologías con soporte de SNOMED- CT son detalladas a continuación:

- ClinClue Xplore: Navegador gratuito de SNOMED CT.
- SNOB: Navegador gratuito de SNOMED CT.
- Integrated Terminology Server (ITS): Servidor de terminología.
- Description Lookup Service: Un servicio de IHTSDO para obtener las descripciones de un concepto a partir de su identificador (concept ID).

En el ámbito más específico de la salud, es decir, el campo clínico, openEHR ha propuesto un nuevo modelo clínico conocido como un arquetipo. Este modelo es adoptado por el CEN TC / 2512 en sus informática Salud - Comunicación Historia Clínica Electrónica (EN 13606) norma europea. Un arquetipo es un modelo de conocimiento de dominio específico, en este caso, el conocimiento clínico. Cada arquetipo describe un concepto conocimiento clínico completo como "diagnóstico" o "resultado de la prueba"[6].

D. Terminologías médicas

La tabla 1 describe referencias cruzadas con otras terminologías utilizada en el campo de la salud.

Códigos específicos para mensajes	DICOM HL7 IEEE
Códigos de diagnóstico y procedimientos	CIE-9-MC CIE-10 CIAP-2 CIE-11
Códigos de Laboratorio	LOINC
Códigos de enfermería	NIC NANDA NOC PNDS HHCC OMAHA NMMDS
Código de Farmacología	MedDRA ATC RxNORM
Otros códigos	DSM-IV Snomed-RT Gabrieli MEDCIN Snomed-III

E. Metodología para La construcción de la Ontología

La metodología utilizada para el desarrollo de la ontología de la historia clínica fue la de Methontology; la selección de la metodología es por que describe una serie de pasos bien definidos y rigurosos para su construcción.

Methontology describe las siguientes actividades[11]:

1. Proceso de gerencia
2. Proceso de desarrollo
 - 2.1 Especificación
 - 2.2 Conceptualización
 - 2.3 Formalización
 - 2.4 Implementación
3. Proceso de soporte
 - 3.1. Adquisición de conocimiento
 - 3.2. Evaluación de la ontología
 - 3.3. Integración
 - 3.4. Documentación
 - 3.5. Gestión de configuración

Para el presente trabajo se tomó las actividades del proceso de desarrollo y dos subactividades del proceso de soporte para la construcción de la subontología.

1. Proceso de desarrollo

Las actividades de desarrollo incluyeron las siguientes actividades:

1.1. Especificación

La especificación establece el propósito y alcance de la ontología, esta fue realizada en lenguaje natural.

- a. Propósito: El dominio de la ontología de la HCE comprende a todos los conceptos y sus relaciones relativos a la interacción clínica existente entre paciente, síntomas y diagnóstico. No considera otras interacciones involucradas en HCE.

TABLA 1
REFERENCIAS DE TERMINOLOGÍAS EN EL CAMPO SALUD
SNOMED CT

- b. Alcance: La ontología del tema de estudio del presente trabajo está orientada a determinar el cuerpo conceptual de la historia clínica general, es decir lo que corresponde a la sintomatología de una enfermedad en particular.

Los casos complejos de atención a la salud son los pacientes con enfermedades crónicas que requieren la interacción coordinada de múltiples profesionales. Una intervención correcta de este tipo de pacientes implica el análisis preciso de las condiciones de cada paciente y la adaptación de las pruebas basadas en los planes de intervención estándar a éstas condiciones[8]

El artículo, presenta una subontología basada en arquetipos para representar el contenido semántico, extraída de una ontología como SNOMED CT que permite determinar terminología en el ámbito de la salud.

Se aplica como ejemplo una subontología que describe la información para la capturar de la medición del ritmo cardiaco, esta subontología puede ser vista como la representación de conocimiento que define una estructura de información válida.

1.2. Conceptualización

El objetivo de esta actividad es organizar y estructurar el conocimiento adquirido durante las actividades de adquisición de conocimiento usando representaciones que son independientes de los paradigmas de representación de conocimiento e implementación en las cuales la sub ontología será formalizada e implementada. En nuestro caso, utilizaremos la Norma Técnica de Salud SNOMED CT, para la definición de un conjunto de términos que se convertirá en nuestro glosario inicial.

La subontología toma conceptos relacionados a la medición del ritmo cardiaco cuyos conceptos y relaciones son descritos en la tabla 2.

TABLA 2
TÉRMINOS ENCONTRADOS DE LA MEDICIÓN DEL RITMO CARDIACO

Termino	ConceptID SNOMED-CT	Tipo de concepto
Ritmo cardíaco	364075005	Entidad observable
Hallazgo ritmo cardiaco	301113001	Hallazgo clínico
Estructura del sistema cardiaco	24964005	Estructura corporal
Estructura del sistema cardiovascular	113257007	Estructuras corporales
Procedimiento de examen físico	5880005	Procedimientos
Postura examen	163674002	Hallazgo clínico
Rango normal	76863003	Hallazgo clínico
Rango irregular	361138002	Hallazgo clínico
Examen cardiovascular	211883001	Hallazgo clínico
CTG	47101004	Procedimientos
Postura sentado	33586001	Hallazgo clínico
Postura acostado	255576009	Hallazgo clínico
Es_Un	116680003	Concepto de vinculación

Interpreta	363714003	Concepto de vinculación
Sitio de hallazgo	363698007	Concepto de vinculación
Sitio de procedimiento	363704007	Concepto de vinculación

La herramienta utilizada para navegar conceptos SNOMED-CT es CliniClue Xplore como se ilustra en la figura 2.

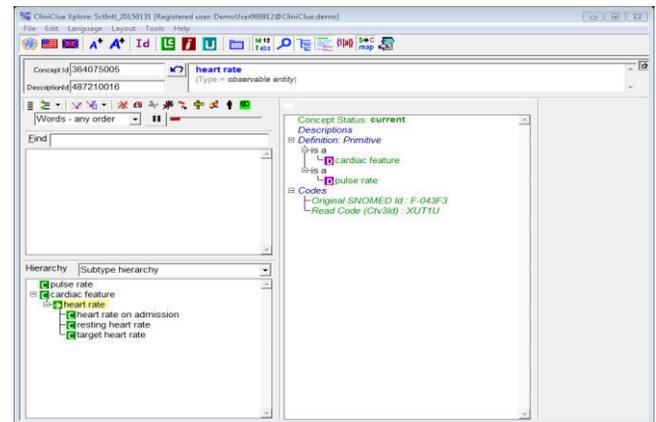


Fig. 2: Navegador Snomed Cliniclue

Las ontologías describen la información en un contexto general, a diferencia de un arquetipo que describe la información en un contexto operacional.

1.3. Formalización

La representación de la ontología es a través de un lenguaje semiformal en lenguaje natural estructurado y estricto. En SNOMED CT la lateralidad puede ser aplicada añadiendo un atributo calificador de lateralidad (que se aplica a una topografía) y el valor correspondiente. 272741003 | laterality (attribute) |

En el presente artículo se utiliza la codificación que detalla los conceptos y atributos a través de un topográfico informático SNOMED-CT como se describe a continuación:

Ritmo Cardiaco: 364075005 | heart rate (observable entity)
 301113001 | finding of heart rate (clinical finding) |
 24964005 | cardiac conducting system structure (body structure) |
 113257007 | structure of cardiovascular system (body structure) |
 5880005 | physical examination procedure (procedure) |
 163674002 | posture (clinical finding) |
 76863003 | normal heart rate (clinical finding) |
 361138002 | irregular heart rate (clinical finding) |
 47101004 | cardiocogram (procedure) |
 33586001 | sitting position (clinical finding) |
 255576009 | telling untruths (clinical finding) |

116680003 | is a (linkage concept) |
 363714003 | interprets (linkage concept) |
 363698007 | finding site (linkage concept) |
 363704007 | procedure site (linkage concept) |

1.4. Implementación

ICOM es una herramienta avanzada de modelado conceptual, que permite al usuario diseñar diagramas ER o UML con restricciones inter e intra-modelo[12].

La especificación del modelo es verificado a través de un razonador lógico, empleado por la herramienta que permite inferir hechos implícitos, diseñar restricciones y verificar inconsistencias.

En el presente artículo se incluyó esta herramienta para la representación semiformal del modelo, permitiendo mostrar la subontología del dominio medición del ritmo cardiaco como parte de la historia clínica general en un nivel alto de abstracción.

En la figura 3 ilustra la representación del dominio para medición del ritmo cardiaco utilizando la herramienta ICOM

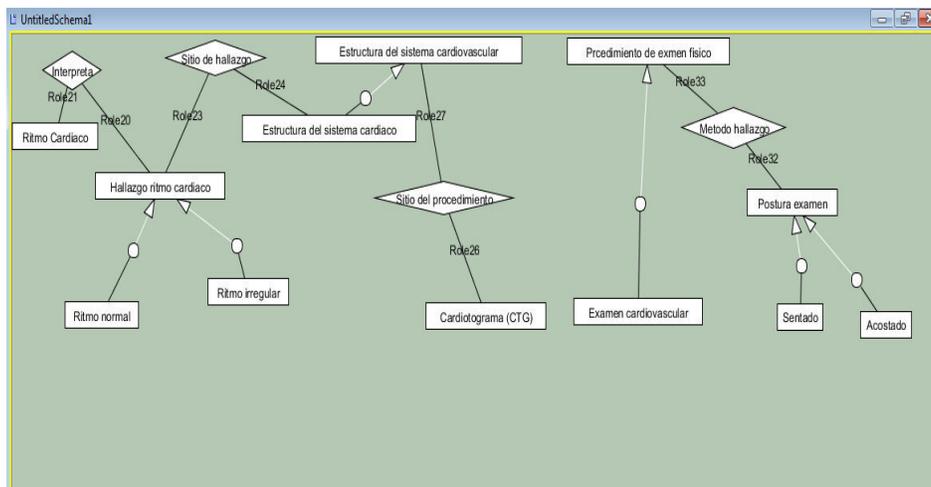


Fig. 3: Ontología para la medición del ritmo cardiaco

2. Proceso de soporte.

Las actividades de soporte fueron ejecutadas en paralelo con las actividades de desarrollo.

2.1 Adquisición de conocimiento

Las fuentes de información fueron adquiridas de investigaciones realizadas respecto a lo que se refiere a ontologías en historias clínicas tomando como referencia las normas que definen terminología de salud pública como SNOMED-CT.

2.2. Evaluación de la ontología

Habiendo delimitado el alcance, y diseñado la subontología se ha validado la consistencia del modelo utilizando la herramienta ICOM a través de un razonador lógico como RacePro.

III. RESULTADOS

El uso de estándares en informática médica permite generar importantes desarrollos en la atención clínica. En el presente trabajo se consideró a SNOMED.CT como base terminológica para el intercambio de información médica, ya que se le considera como una ontología pesada, con un formalismo declarativo basado en descripciones lógicas cuyo propósito es facilitar el desarrollo de sistemas de HCE que permitan el intercambio de información entre diferentes sistemas. La nomenclatura que utiliza SNOMED-CT permite conocer la prevalencia de una enfermedad crónica y sus complicaciones (p.ej., ritmo cardiaco). En HCE la armonización del intercambio de información a través de la interoperabilidad semántica, permite a los médicos tratantes consultar el historial del paciente aun cuando éste se traslade a diferentes instituciones de salud.

Para nuestro caso la subontología desarrollada permite ver los conceptos y relaciones establecidas para una enfermedad crónica, pudiendo ser utilizada como base para la descripción del dominio de interés, el modelo fue probado a través de la herramienta ICOM utilizando un razonador lógico con el que se comprobó la consistencia del modelo ontológico.

IV. CONCLUSIONES

El desarrollo de una ontología no es una tarea fácil ya que se debe tener el conocimiento de expertos, los sistemas de información y los nuevos requerimientos que se presenten a fin de poder obtener ontologías de calidad que sean útiles en la web semántica.

Se utilizó a SNOMED-CT como base de terminología médica para la construcción de la subontología para la medición del ritmo cardiaco, apoyada de la herramienta CliniClue Xplore como navegador de conceptos-códigos y descripciones relacionados en el campo de la salud.

En el presente trabajo se utilizó la herramienta ICOM para diseñar y mantener la ontología verificando la consistencia del modelo a través de un servidor de descripción lógica como RacePro.

REFERENCIAS

- [1] T. R. Gruber, "A translation approach to portable ontology specifications," *Knowledge acquisition*, vol. 5, pp. 199-220, 1993.
- [2] S. Staab and R. Studer, *Handbook on ontologies*: Springer Science & Business Media, 2013.
- [3] M. Ivanović and Z. Budimac, "An overview of ontologies and data resources in medical domains," *Expert Systems with Applications*, vol. 41, pp. 5158-5166, 2014.
- [4] T. Berners-Lee, J. Hendler, and O. Lassila, "The semantic web," *Scientific american*, vol. 284, pp. 28-37, 2001.
- [5] N. Mamani-Macedo, F. Ticona-Pacheco, O. Canchumani, V. Jara, and J. Pariona, "Inference in the electronic health record using Semantic Web technologies," in *Health Care Exchanges (PAHCE), 2014 Pan American*, 2014, pp. 1-6.
- [6] A. K. Sari, W. Rahayu, and M. Bhatt, "Archetype sub-ontology: Improving constraint-based clinical knowledge model in electronic health records," *Knowledge-Based Systems*, vol. 26, pp. 75-85, 2012.

- [7] S. Indarte and P. Pazos Gutiérrez, "Estándares e interoperabilidad en salud electrónica: Requisitos para una gestión sanitaria efectiva y eficiente," 2011.
- [8] D. Riaño, F. Real, J. A. López-Vallverdú, F. Campana, S. Ercolani, P. Mecocci, R. Annicchiarico, and C. Caltagirone, "An ontology-based personalization of health-care knowledge to support clinical decisions for chronically ill patients," *Journal of biomedical informatics*, vol. 45, pp. 429-446, 2012.
- [9] H. Wasserman and J. Wang, "An applied evaluation of SNOMED CT as a clinical vocabulary for the computerized diagnosis and problem list," in *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2003, p. 699.
- [10] M. G. Rojo, "Normalización semántica en anatomía patológica. Uso práctico de SNOMED CT e informes normalizados."
- [11] M. Fernández-López, A. Gómez-Pérez, and N. Juristo, "Methontology: from ontological art towards ontological engineering," 1997.
- [12] P. R. Fillotrani, E. Franconi, and S. Tessaris, "The ICOM 3.0 intelligent conceptual modelling tool and methodology," *Semantic Web*, vol. 3, pp. 293-306, 2012.



Alexandra Corral D. Nació en Latacunga Provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduada de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga-Ecuador en Sistemas e Informática en el año 1998 y cuenta con: Diplomado en Gestión del Desarrollo de Software en la Escuela Politécnica del Ejército, Diplomada en Gerencia de Marketing en la Universidad Autónoma de los Andes, un Masterado en Ingeniería de Software de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga-Ecuador y

actualmente está postulándose en el Doctorado en Ciencias de la Informática en la Universidad Nacional de Argentina. Actualmente Docente Tiempo Parcial del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE Extensión Latacunga. Email: macorral@espe.edu.ec.

Espinel Patricio. Nació en Latacunga Provincia de Cotopaxi en Ecuador. Es graduado de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga-Ecuador en Sistemas e Informática en el año 1999 y cuenta con: una Especialidad en Gestión de las Comunicaciones y Tecnologías de la Información de la



Escuela Politécnica Nacional Quito-Ecuador, y un Masterado en Ingeniería de Software de la Escuela Politécnica del Ejército, Latacunga-Ecuador. Actualmente Docente Tiempo Completo del Departamento de Eléctrica y Electrónica de la ESPE Extensión Latacunga. Email: gpespinel@espe.edu.ec.