

2do Simposio Argentino de Informatica Industrial, SII 2013

Modelo Conceptual para la Integración de PRONTO con el Estándar ISO 15926

M. Soledad Sonzini¹, Marcela Vegetti¹, Horacio P. Leone¹

¹ INGAR, Instituto de Desarrollo y Diseño (3000), Avellaneda 3657, Santa Fe, República Argentina.

¹{ssonzini, mvegetti, hleone}@santafe-conicet.gob.ar

Abstract. En el presente trabajo se propone un modelo conceptual basado en el estándar ISO 15926, con el fin de extenderlo y hacer explícita la representación de variantes de productos propuestos por PRONTO. Esta extensión permitirá introducir el modelo de producto en un entorno colaborativo, donde los sistemas de información son capaces de intercambiar información de productos con otros sistemas. La interoperabilidad de sistemas tiende a aumentar la consistencia de modelos ante la diversidad de interpretaciones. Por ello, la propuesta introduce nuevos elementos al modelo de datos del estándar, para tener un mapeo completo con los conceptos de PRONTO. Además, se representa en el tiempo los cambios producidos en la información de producto, a través del enfoque 4D.

Keywords: Interoperabilidad, Estándar ISO 15926, Familia de Productos, PRONTO, enfoque 4D, Web Semántica.

1 Introducción

El incremento en la demanda de nuevos productos, la presión de los clientes para una mayor variedad de los ítems, la globalización de los mercados, la reducción de los tiempos del ciclo de vida de los productos, el aumento de la flexibilidad requerida, la capacidad de respuesta a los cambios del mercado y la mejora rápida de las tecnologías de la información son los principales desafíos de las empresas que participan en los procesos de desarrollo de productos. El éxito de las empresas de manufactura globales depende en gran medida de la integración de su proceso de desarrollo de productos y operaciones de manufactura, las cuales se encuentran distribuidas geográficamente. Esta integración puede lograrse a través de un entorno colaborativo de manufactura [1].

En los entornos de manufactura colaborativos los sistemas PLM (Product Lifecycle Management) son considerados la columna vertebral de toda la información de las empresas. PLM es el término global para la gestión de datos e información sobre un producto, durante todo su ciclo de vida [2]. Los diversos actores, consumidores y/o productores de datos, de estos sistemas necesitan distintas vistas de la información ya que el tipo de información y el nivel de detalle requerido son diferentes. Consecuentemente, para lograr la implementación de este tipo de entornos de manufactura, el

conocimiento corporativo de los diferentes actores y de varias fuentes heterogéneas tiene que ser unificado [3]. Esta unificación requiere encontrar un modelo común que posibilite la interoperabilidad de los diferentes sistemas de información que intervienen en la administración del ciclo de vida del producto. Este modelo, a diferencia de los modelos de productos existentes, debe tener en cuenta la existencia de múltiples variantes y versiones para lograr una eficiente administración de la información de productos que permita dar respuesta a los rápidos cambios en el mercado.

En este sentido, existen varias propuestas para la representación de datos de productos y su intercambio entre diferentes sistemas. Entre ellas, el estándar ISO 10303 (STEP - STandard for Exchange of Product data model) [4] es uno de los más utilizados. Sin embargo, la aplicación de este estándar ha encontrado varias dificultades [1,5,6,7]. STEP representa las variantes de productos como productos distintos con la consiguiente duplicación de información. Por otra parte, captura la información de los productos como una foto en el tiempo y carece de la capacidad de representar cómo los productos evolucionan en el tiempo.

Esta deficiencia de STEP fue una de las motivaciones para la definición del estándar ISO 15926 parte 2 donde se define un modelo de datos genérico, que permite modelar la información con diferentes niveles de abstracción, posibilitando la representación tanto de los aspectos funcionales (abstractos) como los aspectos físicos de un objeto. Si bien ISO 15926 fue definido para plantas de producción de gas y petróleo, se convirtió en un estándar de amplia aceptación y aplicación en diferentes dominios industriales gracias a su generalidad y capacidad de extensión. Fue diseñado teniendo en cuenta una visión de los datos en 4 dimensiones (enfoque 4D) que permite representar la evolución de los mismos en el tiempo. Sin embargo, este estándar no es explícito en cuanto a cómo se representan las variantes de los productos.

Este trabajo propone extender el estándar ISO 15926 a fin de hacer explícito la representación de variantes de productos a través de los conceptos propuestos por PRONTO (PRoduct ONTOlogy) [8]. Esta ontología modifica el concepto de dos niveles de familia de productos (Familia - Producto) incorporando un nivel más (Familia - Conjunto de Variante - Producto) que permite la representación de información en diferentes niveles de abstracción y la representación de procesos de agregación y desagregación de información entre estos niveles. Esta característica es importante para las actividades de planificación de producción en sus diferentes niveles (estratégico, táctico y operativo).

Este artículo se organiza como sigue. La sección 2 introduce brevemente los conceptos fundamentales del estándar ISO 15926 y la ontología PRONTO. En la sección 3 se presentan los detalles del mapeo propuesto, que son aplicados a un caso de estudio que se presenta en la sección 4. Finalmente, la sección 5 plantea las conclusiones y los trabajos futuros.

2 Trabajos Relacionados

El compromiso de adoptar un modelo neutral, contribuye con el intercambio de datos en las plantas industriales. En base a esto, se propusieron diferentes estándares, entre los cuales, optamos por el estándar ISO 15926 por ser de gran aplicación y aceptación

debido a su modelo de datos genérico capaz de representar información de productos en diferentes dominios, que luego se implementa por medio de repositorios basados en Servicios Web y tecnologías de la Web Semántica. Asimismo, seleccionamos la ontología PRONTO por su característica de representación de variantes en la información de producto de forma consistente. Ambas propuestas son introducidas brevemente en esta sección.

PRONTO permite la representación de datos de productos en diferentes niveles de abstracción. Para ello se definen una jerarquía de abstracción (AH- Abstraction Hierarchy) y una jerarquía estructural (SH- Structural Hierarchy). La primera permite la representación de información no estructural de productos en diferentes niveles de abstracción y la representación de procesos de agregación y desagregación de información entre estos niveles. Por su parte, la SH permite la representación eficiente de toda la información concerniente a los productos y componentes que participan en la manufactura de productos.

El modelo de productos formaliza una representación del conocimiento que integra las jerarquías SH y AH, poniendo énfasis en el tratamiento de la información estructural. Como muestra la Figura 1, la AH consta de 3 niveles:

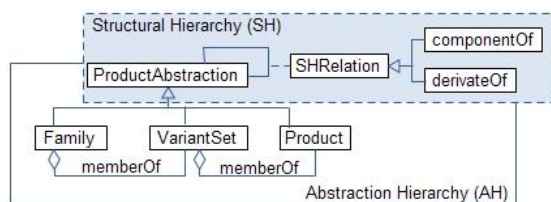


Fig. 1. Principales Conceptos de PRONTO.

- Familia (*Family*): Nivel más alto de abstracción que representa un conjunto de productos similares, que comparten una o más estructuras comunes.
- Conjunto de Variantes (*VariantSet*): Nivel intermedio que representa un subconjunto de integrantes del nivel Familia que comparten una misma estructura, la cual puede incluir modificaciones respecto de la estructura de la familia de la cual es miembro.
- Producto (*Product*): Nivel más bajo de abstracción que representa ítems individuales, que son miembros de un conjunto de variantes. Poseen una estructura y representan productos concretos con existencia real.

Estos tres niveles se relacionan entre sí mediante una asociación *memberOf*, indicando que las entidades que comprenden un nivel inferior, son miembros de una instancia de abstracción de un nivel superior. La SH considera dos tipos de relaciones de estructuras, que se especializan como *componentOf*, para aquellas estructuras que relacionan al producto con sus partes componentes, y *derivateOf*, para aquellas estructuras que enlazan al producto con sus derivados constituyentes. Esto quiere decir que una entidad puede tener otras entidades como componentes o derivados siempre en el mismo nivel de abstracción, lo cual permite representar las diferentes listas de materiales o BOMs (Bill of Materials) de productos que son manufacturados por medio del ensamblado de partes componentes o la desagregación de materias primas no atómi-

cas. Para acotar el alcance y tener una comprensión más sencilla de la propuesta, el presente trabajo se enfoca sólo en la relación *componentOf*.

Para una mayor comprensión de las dos jerarquías, se considera el ensamblado de piezas de computadoras DELL, descrito en el caso de estudio de la sección 4, donde la AH se integra de 3 niveles: el nivel de Familia DELL Laptop, conformada por los miembros del nivel de Conjunto de Variantes (CV) DELL Inspiron 14z, DELL Inspiron 1545 y DELL Inspiron M5030. Podrían nombrarse un gran número CV, pero a fin de acotar el alcance el caso de estudio se enfoca en el CV DELL Inspiron 14z, que a su vez, tiene como miembros Productos concretos, como DELL Inspiron 14z 2100-SLV. Por su parte, la SH concierne a la información del producto y sus componentes en el proceso de manufactura. Es decir, la Familia DELL Laptop se compone de las familias Memoria, Disco Rígido y Procesador. El CV DELL Inspiron 14z se compone de otros CV: DDR3, HD SATA y Dual Core, que se corresponden a cada Familia. A nivel Producto (DELL Inspiron 14z 2100SLV) podemos definir otros que lo componen como: DDR3 6Gb 1600MHz, HD 500Gb SATA, Intel Core i3 1.9GHz, siendo miembros respectivamente de los CV.

Por su parte, el estándar ISO 15926 establece un formato neutro para unificar los formatos de datos independientes para la interoperabilidad de sistemas de información de las industrias. Se organiza en varias partes, muchas de ellas aun están en evaluación. Prestamos especial atención al modelo de datos incluido en la parte 2. Este modelo permitirá representar la información de producto con las jerarquías AH y SH descriptas en el punto anterior. A partir es este modelo de datos, la Parte 4 del estándar crea una biblioteca de datos de referencia (RDL- Reference Data Library). Esta biblioteca organiza de forma tabular todos los elementos definidos con un número único de identificación, un nombre en inglés o en ruso, una breve descripción, el tipo de entidad del que es instancia y otros datos adicionales [9].

Table 1. Tipo de Entidades básicas del modelo de datos de ISO15926-2 [12].

thing: Es una cosa que puede ser pensado o percibido. Incluye objetos materiales, ideas, y acciones.	physical_object: Es un <i>possible_individual</i> que posee una distribución de materia o energía.
class_of_class_of_individual: indica que sus miembros son instancias de <i>class_of_individual</i> .	functional_physical_object: Son <i>physical_object</i> basados en la continuidad de la función pretendida
class_of_class_of_composition: Sus miembros son instancias de <i>class_of_composition_of_individual</i> .	materialized_physical_object: es un <i>physical_object</i> que tiene materia o energía permanente.
class_of_individual: Sus miembros son instancias de <i>possible_individual</i> .	class_of_relationship: Indica que sus miembros son miembros de <i>relationship</i> .
class_of_composition_of_individual: Sus miembros son instancias de <i>composition_of_individual</i> .	event: <i>possible_individual</i> que marca un límite temporal entre uno o más <i>possible_individual</i> .
possible_individual: Es un <i>thing</i> que existe en el espacio y en el tiempo.	temporal_bounding: Indica que la parte <i>event</i> es un límite temporal.
composition_of_individual: indica que un <i>possible_individual</i> es parte de <i>possible_individual</i> .	beginning / ending: Indican el inicio o fin de una extensión temporal.

Existen diferentes RDL que cubren distintas áreas de definición y su tamaño se ha incrementando con el tiempo, dificultando la lectura de las tablas. Dada la complejidad, se desarrolló un conjunto de plantillas (Parte 7) con el objetivo de crear una estructura neutra común para los participantes del intercambio. De esta forma, se mapean datos de la base de datos durante operaciones de importación y exportación de información. El uso de plantillas asegura que las entidades y relaciones utilizadas en las RDL tengan un significado preciso para la reusabilidad y el intercambio entre sistemas de información [10]. Las plantillas son requisito para la aplicación de la Parte 8 del estándar, la cual permite el mapeo y la transformación del contenido de las plantillas en declaraciones en lenguaje OWL. Actualmente existen aproximadamente 240 plantillas definidas y categorizadas [11], muchas de ellas están siendo evaluadas. En la Tabla 1 se presentan algunos conceptos básicos incluyendo un resumen de su definición. Estos conceptos serán aplicados en la Figura 2 y en las siguientes secciones.

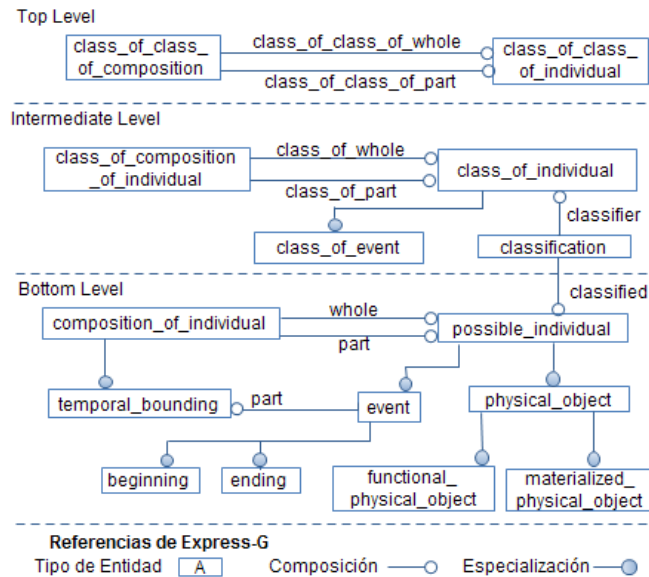


Fig. 2. Representación de los niveles de abstracción del ISO 15926 Parte 2

Con los tipos de entidades del modelo de datos del estándar se pueden organizar 3 niveles de abstracción de información: Top, Intermediate y Bottom. El nivel más alto ("Top Level") se representa mediante el tipo de entidad *class_of_class_of_individuals* y se relaciona con otras entidades, en el mismo nivel, a través de la relación de composición denominada *class_of_class_of_composition*, donde una entidad juega el rol de objeto compuesto o contenedor (*class_of_class_of_whole*) y la otra entidad juega el rol de componente o parte (*class_of_class_of_part*).

Para la representación de un nivel intermedio de abstracción ("Intermediate Level"), el modelo de datos dispone del tipo de entidad *class_of_individual* y, al igual que el nivel anterior, se relaciona con otras entidades en el mismo nivel a través de la relación de composición denominada *class_of_composition_of_individual*, donde los

participantes de la relación juegan el rol de *class_of_whole* y *class_of_part* respectivamente.

El nivel más bajo de abstracción ("Bottom Level") es representado mediante el tipo de entidad *possible_individual* que a su vez permite representar tanto los objetos físicos, a través de *physical_object*, como los eventos a través de *event*. La relación de composición en este nivel, es representada mediante el tipo de entidad *composition_of_individual* y los participantes desempeñan los roles de *whole* y *part*, respectivamente.

Como muestra la Figura 2, el tipo de entidad *classification* permite conectar un *possible_individual* en el nivel inferior con su clase (*class_of_individual*) en el nivel intermedio. En esta relación, los tipos de entidades mencionados desempeñan los roles de *classified* y *classifier*, respectivamente.

Adicionalmente, el estándar introduce el enfoque 4D para la representación espacio temporal de un objeto físico y establece que cada *physical_object* tiene dos partes, una temporal y otra espacial. Para la representación de esas partes, introduce los tipos de entidades *functional_physical_object* para expresar la función a desempeñar por el objeto físico, y *materialized_physical_object* para indicar que el objeto físico está desempeñando cierta función en un determinado período. La extensión temporal de este período se encuentra delimitada por la ocurrencia de eventos que nos indican el inicio ("*beginning*") o el fin ("*ending*") del objeto sobre su trayectoria temporal.

3 Mapeo de PRONTO con el estándar ISO 15926

En base a los diferentes niveles de abstracción establecidos en el modelo de datos del estándar es posible representar los 3 niveles de definición del producto propuestos por PRONTO. El tipo de entidad *class_of_class_of_individual* correspondiente al nivel más alto de abstracción en el estándar ISO 15926 representa el concepto de *Familia* definido en la ontología. Del mismo modo, *class_of_individual* representa el concepto de *Conjunto de Variantes*, y *physical_object* representa el de *Producto*. Por su parte, las relaciones de composición entre entidades de un mismo nivel, denominadas: *class_of_class_of_composition*, *class_of_composition_of_individual* y *composition_of_individual*, permiten representar la relación *componentOf* de la SH en cada uno de los niveles de la Jerarquía de Abstracción propuesta por PRONTO.

Para la representación de la relación *memberOf* de la AH se propone utilizar el tipo de entidad *classification* que vincula el nivel de producto, el cual desempeña el rol de *classified*, con el nivel de conjunto de variantes con el rol de *classifier*. Sin embargo, no existe en el estándar un tipo de entidad que enlace el nivel superior, que representa la *Familia*, con el nivel intermedio, que representa el concepto de *Conjunto de Variantes*. Esto se debe a que generalmente, en otras propuestas de aplicación del concepto de *Familia*, los elementos componente de una *Familia* se relacionan sólo en 2 niveles (la familia y los miembros de la misma), a diferencia de PRONTO que establece 3 niveles de abstracción. A fin de poder representar la relación *memberOf* entre los dos niveles superiores, se propone la definición de un nuevo tipo de entidad, sub-clase de *class_of_relationship* y superclase de *classification*, denominado *class_of-*

_classification (ver Figura 3). Tanto *class_of_relationship* como *classification*, son tipos de entidades básicas del modelo de datos de la ISO 15926-2 (ver Tabla 1). El nuevo tipo de entidad indica que *class_of_individual*, con rol *class_of_classified*, es miembro de *class_of_class_of_individual* con rol *class_of_classifier*. De esta forma se relaciona el nivel de *Conjunto de Variantes* con el nivel de *Familia* respectivamente, logrando enlazar los 3 niveles de definición de información de producto y completamos la representación de las dos jerarquías propuestas por PRONTO. En la Figura 3 se puede apreciar el nuevo elemento propuesto y el mapeo correspondiente del modelo de PRONTO con el modelo de datos de la Parte 2 del estándar.

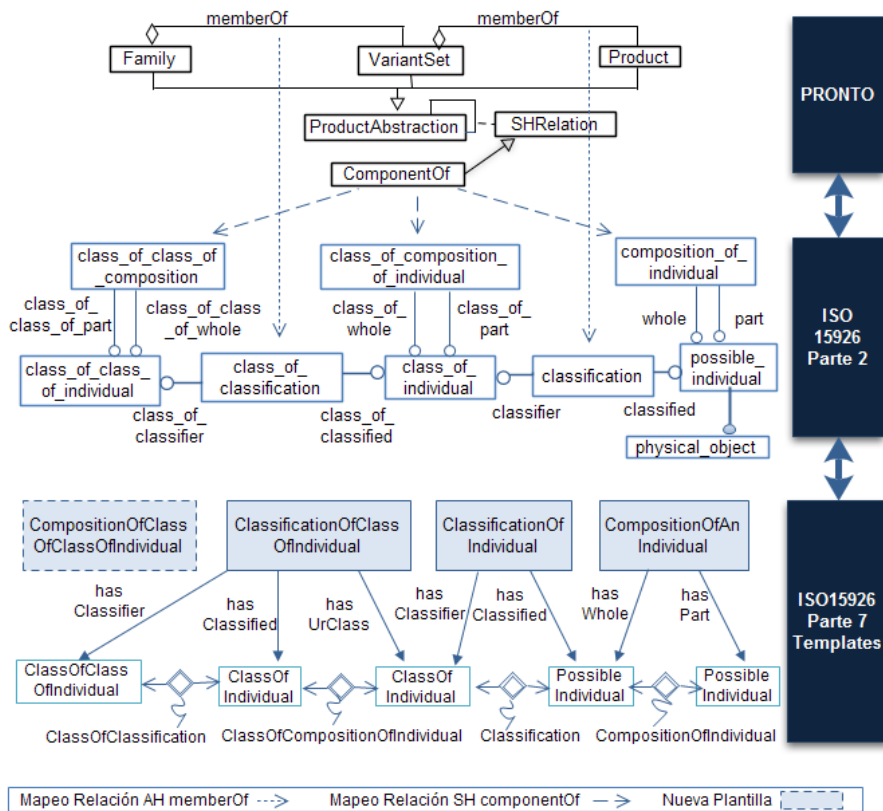


Fig. 3. Mapeo de Pronto con ISO 15926

Para simplificar la comprensión del modelo de datos mapeado se adoptan 3 plantillas, definidas en la Parte 7 del estándar, que permiten representar la información de producto como se muestra en la Figura 3. Cada plantilla posee un nombre y una especificación en lenguaje de lógica de primer orden así como la URI de cada elemento que la compone. La plantilla *CompositionOfAnIndividual* permite representar la relación *componentOf* a nivel de *Producto*. Por su parte, la plantilla *ClassificationOfClassOfIndividual* posibilita representar esta misma relación en el nivel de *Conjunto de Variantes* y la relación *memberOf* entre este nivel y el de *Familia*. La plantilla *Classi-*

ficationOfIndividual posibilita representar la relación *memberOf* entre el nivel de inferior y el intermedio. Finalmente, para completar la representación de las relaciones de ambas jerarquías, se propone la definición de una nueva plantilla con el nombre *CompositionOfClassOfClassOfIndividual*, para especificar la relación *componentOf* a nivel de *Familia*. La incorporación de esta nueva plantilla, fue necesaria para poder mantener la representación de los 3 niveles bien diferenciados uno del otro. En la Tabla 2 se expresan los aspectos relevantes de la especificación de la nueva plantilla propuesta, adoptando el formato publicado en el sitio web de POSC Caesar Association [14].

Table 2. Especificación de CompositionOfClassOfClassOfIndividual

TEMPLATES NAME
CompositionOfClassOfClassOfIndividual
DESCRIPTION
Composition Relationship of Class_Of_Class_Of_Individual
LIFTED AND LOWERED GRAPH
<p>The diagram illustrates the relationships between four classes: CompositionOfClassOfClassOfIndividual (top), ClassOfClassOfIndividual (left), ClassOfClassOfWhole (middle-left), and ClassOfClassOfPart (middle-right). CompositionOfClassOfClassOfIndividual has a 'has Whole' relationship with ClassOfClassOfIndividual and a 'has Part' relationship with ClassOfClassOfPart. ClassOfClassOfIndividual has a 'ClassOfClass OfWhole' relationship with ClassOfClassOfWhole. ClassOfClassOfPart has a 'ClassOfClass OfPart' relationship with ClassOfClassOfPart. A central diamond-shaped node labeled ClassOfClassOfComposition is connected to ClassOfClassOfWhole and ClassOfClassOfPart by wavy lines.</p>
SPECIFICATION IN FIRST-ORDER LOGIC
$CompositionOfClassOfClassOfIndividual(x1,x2) \leftrightarrow$ $ClassOfClassOfIndividual(x1) \& ClassOfClassOfIndividual(x2)$

En el nivel de producto, los objetos pueden tener una continuidad funcional más que material, y sus miembros pueden ser partes reemplazables (*materialized_physical_object*) sin afectar la función de ese objeto (*functional_physical_object*). Este caso puede ser representado con el enfoque 4D. Cabe destacar que el enfoque se aplica únicamente en el nivel más bajo de definición de la información de productos, debido a su existencia física. Sin embargo en la sección 4 vamos a adaptar este enfoque para representar niveles abstractos, mediante la superposición de capas que reflejen la versión del producto en distintos niveles a causa de cambios en su información. El problema de representación de versiones podría afectar la consistencia del modelo de PRONTO. Por ello se considera que es necesario contar con un mecanismo de trazabilidad de versiones que mantenga el registro de cambios y versiones. Sin embargo, por razones de espacio este aspecto no se contempla en el presente trabajo

4 Caso de Estudio

En la presente sección se aplica la propuesta a la representación de productos de una organización encargada del ensamblado de piezas de computadoras. En la Figura 4 se

muestra parte de la AH de la familia *DELL Laptop*. Esta jerarquía vincula, mediante la relación *memberOf*, a la mencionada familia con el Conjunto de Variantes (CV) *DELL Inspiron 14z*, la cual a su vez, tiene como uno de sus miembros al Producto *DELL Inspiron 14z 2100SLV*. La relación *componentOf* establece que la estructura de la familia *DELL Laptop* se compone de las familias *Memoria*, *Disco Rígido* y *Procesador*. De manera similar, la SH del CV *DELL Inspiron 14z* contiene los conjuntos de variantes *DDR3*, *HD SATA* y *Dual Core*. Cada uno de estos CV forman parte de una AH que los vinculan con una familia en el nivel superior como se muestra con las flechas punteadas, y con al menos un producto en el nivel inferior. Si bien, para mantener la claridad de la Figura 4, las relaciones de jerarquías de abstracción con el nivel inferior no se muestran, las mismas se representan manera similar a lo explicado para *DELL laptop*. En la parte inferior de la Figura 4, se muestra la SH para el producto *DELL Inspiron 14z 2100sLV*.

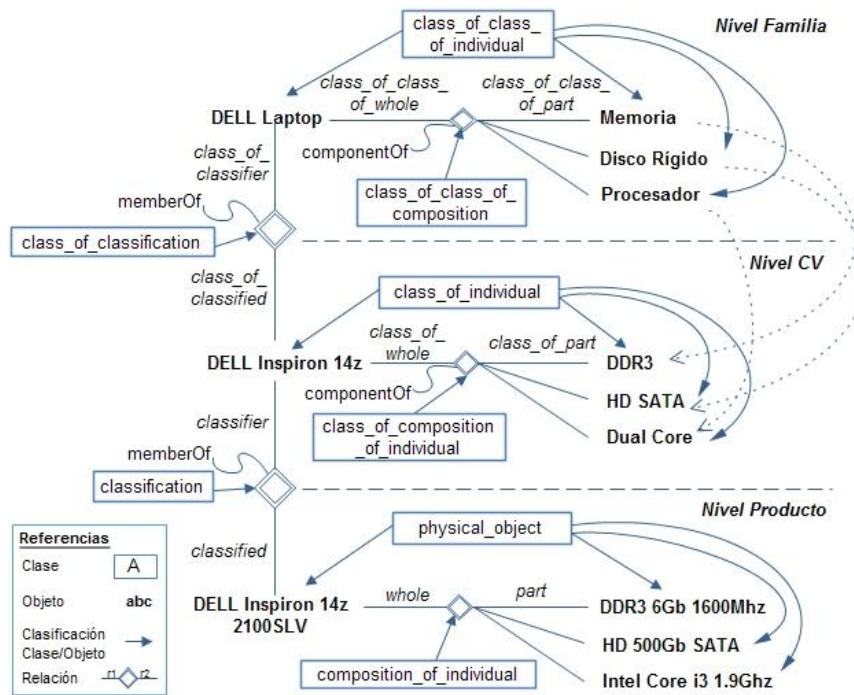


Fig. 4. Modelo de datos del caso de estudio

Cada uno de los elementos mencionados en los párrafos anteriores, son instancias de los tipos de entidad del modelo de datos propuesto en el estándar ISO15926 Parte 2. De esta forma, cada *Familia* es instancia del tipo de entidad *class_of_class_of_individual* y pueden tener una estructura compuesta de otras familias (*Dell Laptop*, por ejemplo) o no. En el caso de poseer una estructura de composición, esa relación es instancia de *class_of_class_of_composition*, donde las partes que se relacionan desempeñan los roles *class_of_class_of_whole* y *class_of_class_of_part*, res-

pectivamente. Cada familia posee un CV asociado mediante la relación *memberOf*, que es instancia del tipo de entidad *class_of_classification* propuesto en la sección anterior. En esta relación, la familia *DELL Laptop* desempeña el rol de *class_of_classifier* y el CV *DELL Inspiron 14z*, desempeña el rol de *class_of_classified*.

En el nivel intermedio de definición, se representa cada CV como instancias de *class_of_individual* y las relaciones de composición entre entidades de este nivel, como instancias de *class_of_composition_of_individual*, donde *Dell Inspiron 14z* tiene el rol de *class_of_whole* y los otros conjuntos mostrados (*DDR3*, *HD SATA* y *Dual Core*) desempeñan el rol de *class_of_part* en cada una de las relaciones.

En el nivel mas bajo, representamos los productos como instancias de *physical_object*, subclase de *possible_individual*, y su relación con un CV a través de la instanciación del tipo de entidad *classification*, donde el CV desempeña el rol de *classifier* y el Producto el de *classified*. La relación de la SH en el nivel de Producto se corresponde con una instancia del tipo de entidad *composition_of_individual*.

La representación del enfoque 4D considera que la ocurrencia de un evento indica un cambio en la información de la estructura de un producto. Tal evento podría ser por ejemplo, el caso de un inconveniente en el proceso de importación del componente *Procesador*, que implica la necesidad de reemplazarlo por otro modelo compatible e identificar la versión del producto para facilitar la trazabilidad de la información del mismo.

En la Figura 5 se representa el remplazo del producto *Intel Core i3 1.9Ghz* por el producto *Intel Core i3 2.4Ghz*. Como ya se mencionó anteriormente, el enfoque 4D se aplica a los productos con existencia física, representados en el nivel de Producto. Sin embargo, en la Figura 5 se representan los tres niveles de abstracción por medio de la superposición de capas. Para ello se incorpora, al gráfico de representación tradicional del estándar, un eje adicional que expresa los diferentes niveles.

Durante el cambio de los productos en la Figura 5, la continuidad funcional de *Procesador* (*functional_physical_object*), no se ve afectada, debido a que ambos productos desarrollan la misma función y son perfectamente reemplazables. El evento E1, además de indicar el fin (*ending*) del producto *Intel Core i3 1.9Ghz*, muestra que la información de producto ha sufrido una variación, poniendo fin a la versión 1, siendo Δt v1 su trayectoria en el tiempo. El evento E2 indica tanto el comienzo (*beginning*) de la materialización (*materialized_physical_object*) de la función *Procesador* del nuevo producto *Intel Core i3 2.4 Ghz* como el de una nueva versión.

Las áreas punteadas en la Figura 5 representan la continuidad material del producto. Esto implica que, a pesar de sustituir el producto *Intel Core i3 1.9Ghz* que materializa la función de *Procesador* en un producto de la familia *Dell Laptop*, este objeto (*Intel Core i3 1.9Ghz*), puede materializar la función en otra familia de productos diferente a la del caso de estudio.

El análisis aplicado en la capa de Producto puede ser utilizado en la capa de CV y en la capa de Familia. Sin embargo, el remplazo de alguno de sus componentes implica afectar a la capa de nivel inferior. Es decir, si el componente CV *Dual Core* es reemplazado por otro CV *Quad Core*, el componente *Intel Core i3 1.9Ghz* perteneciente a la capa de Producto (nivel inferior), se verá afectado debido a la consistencia en la relación de la AH de PRONTO.

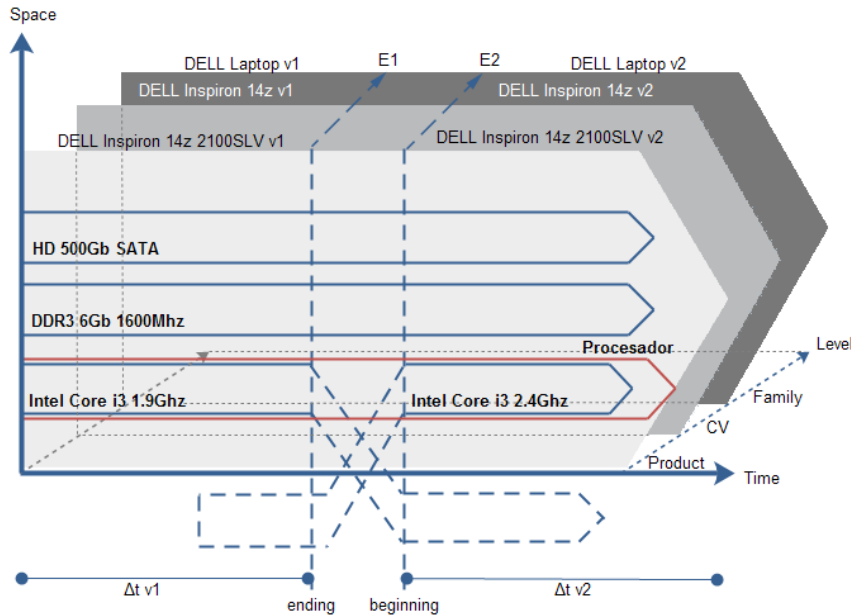


Fig. 5. Representación del enfoque 4D incluyendo niveles de abstracción

5 Conclusión

Las industrias actuales reconocen la importancia de la integración de diferentes sistemas de información, como clave para insertarse y competir en el mercado global que está en continuo crecimiento. La integración requiere un modelo de datos neutral capaz de soportar diferentes formatos de datos, propios de cada industria, para lograr la interoperabilidad de sus sistemas de información. Por este motivo esta propuesta presenta un mapeo entre los conceptos del estándar ISO15926 y la ontología PRONTO. De esta forma se busca integrar la ontología PRONTO con otras ontologías, por medio del estándar ISO 15926, contribuyendo con la interoperabilidad y colaboración de sistemas de información. El estándar ofrece un lenguaje orientado al usuario para representar, evaluar y mejorar las operaciones, pero no construye modelos de dominio. Además, a diferencia de STEP, posee la ventaja de tener un modelo extensible con bajo acoplamiento de información. El modelo de datos de la Parte 2 es bastante robusto y permitió representar la mayor parte de la información de Producto introducida por PRONTO. Para completar esta representación, fue necesario definir un nuevo tipo de entidad y una plantilla para el mapeo completo de ambas propuestas, debido a que los niveles de abstracción de la ontología, no estaban totalmente relacionados en el estándar.

Actualmente la parte 7 del estándar ISO 15926 está en desarrollo y muchas de las plantillas propuestas, aún están siendo evaluadas. La ventaja de tener definidas las plantillas es que, mediante la Parte 8 del estándar, pueden ser transformadas en decla-

raciones en lenguaje OWL, con el objetivo de llevar a cabo una implementación basada en tecnologías de la Web Semántica.

Ante la necesidad de representación de las versiones de la información de producto, se desarrollará como trabajo futuro, un modelo que introduzca elementos que nos permitan representar las diversas versiones, manteniendo la consistencia en los diferentes niveles de definición. Además, se trabajará en la especificación de una única plantilla, aplicada a un dominio particular, que simplifique el mapeo de PRONTO con el estándar ISO15926.

Agradecimientos. Este trabajo ha sido financiado en forma conjunta por CONICET, la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (PICT 2315) y la Universidad Tecnológica Nacional (PID 25-O156). Se agradece el apoyo brindado por estas instituciones.

Referencias

1. Valilai, O.F. y M. Houshmand. A collaborative and integrated platform to support distributed manufacturing system using a service-oriented approach based on cloud computing paradigm. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 29, 110-127. (2013)
2. Gopsill, J., H. McApline, B. Hicks. Trends in Technology and their Possible Implications on PLM: Looking Towards 2020. *Proceedings of International Conference on Product Lifecycle Management*. (2011)
3. Graube, M., J. Pfeffer, J. Ziegler, L. Urbas. Linked Data as integrating technology for industrial data. *Proceedings International Conference on Network-Base Information Systems*. (2011).
4. STEP. Product Data Representation and Exchange-Part 44, Product Structure Configuration. Standard ISO 10303. (1991)
5. Lee G, C. Eastman, R. Sacks. Eliciting information for product modeling using process modeling. *Data & Knowledge Engineering*, 62, 292-307. (2007)
6. Ball A, L. Ding, M. Patel. An approach to accessing product data across system and software revisions. *Advanced Engineering Informatics*, 22, 222-235. (2008)
7. Gielingh W. An assessment of the current state of product data technologies. *Computer-Aided Design*, 40, 750-759. (2008)
8. Vegetti, M., Leone, H., Henning, G. PRONTO: An ontology for comprehensive and consistent representation of product information. *Engineering Applications of Artificial Intelligence* 24 (8), pp. 1305-1327. (2011)
9. Reference Data Library ISO 15926-4 under the ISO/TS, <http://www.caesarsystems.co.uk/iso/ts/15926/-4/tech/reference-data-library/v-0/>
10. Johan W. Klüwer, Martin G. Skjæveland, Magne Valen-Sendstad. ISO 15926 templates and the Semantic Web. (2008)
11. List of templates, <http://www.infowebml.ws/TS/TS-details/index.htm>
12. Data model ISO 15926 Part 2, <http://www.infowebml.ws>
13. Templates Specification, http://15926.org/15926_template_specs.php.
14. Rafael Batres, Mathew West, David Leal, David Price, Katsube Masaki, Yukiyasu Shimada, Tetsuo Fuchino, Yuji Naka. An upper ontology based on ISO 15926. (2006)