

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

Ontología en la enseñanza de la física

Physics learning ontology

Patricia Morantes

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda

pmorantes@gmail.com

Venezuela

Rónald Rivas Suárez

Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda

rsael@unefm.edu.ve

Venezuela

Recibido: 10/07/2017

Aprobado: 25/09/2017

RESUMEN

Existen diversas tendencias educativas y nuevas propuestas de cómo implementar el proceso de enseñanza de la física, lo que ha conducido a una diversificación del lenguaje que tiende a dificultar la comunicación. La ontología en computación es un documento que define formalmente términos y las relaciones entre términos para determinar un vocabulario común. En este trabajo se clasifican algunas tendencias de la enseñanza de las ciencias según los principios de la ingeniería de modelos (metametamodelo, metamodelo, modelo) determinando a través de la ontología los conceptos utilizados más comúnmente, contribuyendo a la unificación de conceptos en los modelos de la enseñanza de la física, estableciendo estándares en este dominio.

Palabras Clave: Ontología, Enseñanza de la física, Ingeniería Dirigida por Modelos.

ABSTRACT

Diverse educative tendencies and new proposals exist of like implementing the process of education of the physics, which has lead to a diversification of the language that tends to make difficult the communication. Ontology in computation is a document that it

defines formally definitions and the relations between definitions to determine a common vocabulary. In this work some tendencies of the education of sciences are classified commonly under the principles of models engineering (metametamodel, metamodel, model) determining whit the ontology the most common used concepts, contributing to the unification of concepts in the models of the education of the physics, establishing a dominion standard.

Key Words: Ontology, physics learning, Model Driven Engineering.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias como disciplina autónoma ha sufrido a lo largo del tiempo importantes cambios que la han llevado desde una etapa adisciplinar hasta constituirse en una disciplina constituida [Adúriz-Bravo & Izquierdo Aymerich 2002], a la par de otras ramas de la didáctica. Esto ha requerido un proceso de reconocimiento y maduración por parte de los autores e investigadores en didáctica, la aparición de una comunidad de intereses y objetivos comunes, la creación de revistas y congresos especializados, y por supuesto, los primeros pasos de un lenguaje común en los que puedan comunicarse los investigadores de esta comunidad. Si uno de los objetivos actuales de la enseñanza científica es la comprensión de las prácticas y procesos de la ciencia [Tenreiro Vieira & Marques Vieira 2014], es imprescindible que el lenguaje común de la disciplina pueda ser definido y conocido por todos los miembros de la comunidad.

Sin embargo, es importante destacar que dicho proceso no es simple, y está matizado por la competencia entre diferentes corrientes que buscan ser la base desde la cual pueda construirse el edificio conceptual de la didáctica de las ciencias [Adúriz-Bravo & Izquierdo Aymerich 2002].

Pero de igual manera como la ciencia influye y marca fuertemente los contextos de nuestra vida cotidiana [Tenreiro Vieira & Marques Vieira 2014] también la ciencia y su didáctica se verán necesariamente influidas por el contexto y por otras áreas del conocimiento. Esto da pie a lo que hoy día se conoce como los “conceptos nómadas”,

conceptos que han migrado de un contexto definido hasta otros contextos [Andler & Stengers 1987]. Esta característica junto a la interdisciplinariedad ha sido estudiada en el marco de la Didáctica de las Ciencias [Vázquez-Alonso & Manassero-Mas 2017] determinando la importancia de comprender los “conceptos nómadas” referidos a sus fuentes originales lo que debe permitir una adecuada utilización de los mismos.

Todo lo dicho aplica para otras áreas, y es claro que la informática y las ciencias de la computación son áreas que también han permeado tanto la vida cotidiana de las personas como de la sociedad en su conjunto [Suárez Gutiérrez 2015; Campos Nuño de la Rosa 2016]. Uno de los temas de investigación en la Ingeniería de Software son las llamadas **Ontologías** como una herramienta para la representación de la información de un área o dominio del conocimiento [Rosell León, Senso Ruiz & Leiva Mederos 2016].

El presente trabajo estudia una manera alternativa de acercarse al lenguaje de la enseñanza de la ciencias, específicamente al lenguaje utilizado en las propuestas didácticas de la física, utilizando para ello los desarrollos de otra disciplina como lo es la Ingeniería de Software y específicamente el paradigma conocido como Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE por sus siglas en inglés). Así, la diversidad de propuestas de la enseñanza de las ciencias se divide en diferentes niveles de abstracción para ubicar las propuestas de la enseñanza de la física como modelos del proceso enseñanza-aprendizaje. Se ha establecido una analogía entre los principios bases de la Ingeniería de Modelos (metamodelos, modelos y sistemas) y las distintas tendencias educativas de la Enseñanza de las Ciencias (Física). De esta manera a nivel de modelos se aplica la definición de ontología utilizada en el área de computación, unificando los términos para obtener un estándar en el vocabulario de la enseñanza de la ciencia, lo que permitirá la coincidencia entre las categorías ontológicas formales y las creadas por el alumno, lo que permite un conocimiento cabal de los mismos [Pocovi 2016].

INGENIERÍA DIRIGIDA POR MODELOS

La Ingeniería Dirigida por Modelos (MDE, por sus siglas en inglés) representa un enfoque relativamente reciente en la Ingeniería de Software. En MDE, la modelización en los sistemas de software permite manejar la complejidad [Bézivin 2004].

En términos generales podemos decir que MDE hace abstracción en diferentes niveles, tomando en cuenta dos dimensiones: conceptualización e implementación [Texier et al. 2015].

Así, un modelo representa una parte de la realidad llamada sistema y es expresado en un lenguaje de modelado. Un modelo proporciona el conocimiento para cierto propósito que se pueda interpretar en términos de sistema [Falkenberg et al. 1998; OMG 2003].

Los tres niveles de abstracción con los que trabajaremos serán:

- **Meta Meta Modelos:** marcos referenciales abstractos, dentro de los cuales se desarrollarán los *metamodelos*.
 - **Meta Modelos:** estarán basado en elementos y definiciones que son parte del *metametamodelo*. Servirán de nivel superior a los *modelos* dando soporte conceptual a los mismos.
 - **Modelos:** son propuestas, acciones y actividades específicas con características propias y que pueden estar descritas en base al *metamodelado*.

Estos niveles serán vinculados con las tendencias, propuestas y modelos propuestos de enseñanza de las ciencias, específicamente de la física.

TENDENCIAS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

La enseñanza de las ciencias ha venido formalizándose a lo largo de los años [Adúriz-Bravo & Izquierdo Aymerich 2002], desde un conjunto de propuesta individuales y solitarias hasta un cuerpo constituido. Desde hace décadas los investigadores han tratado de sistematizar la gran cantidad de experiencias existentes, procurando darles

forma dentro de un marco común que permita hacer un mejor análisis de cada una de ellas, como por ejemplo en el trabajo clásico de Gil Pérez [1983] sobre *paradigmas*.

Podemos ver entonces que la multitud de propuestas educativas que se hacen cada año procuran estar basadas en conceptos y teorías educativas reconocidas y comprobadas.

Sin embargo es claro que hay que saber hacer una distinción entre las propuestas aplicadas (metodología para un laboratorio, por ejemplo) y aquellas tendencias en enseñanza (digamos enseñanza por resolución de problemas). No puede considerarse que cada trabajo presentado tenga el mismo nivel de aplicabilidad ni de abstracción, por lo que es necesario diferenciar las grandes corrientes educativas de las tendencias, enfoques y paradigmas, y a su vez estos de las propuestas específicas de cómo llevar el proceso de enseñanza aprendizaje de las ciencias en general y de la física en particular.

Aunque existen gran cantidad de trabajo desarrollado por diversos autores a este respecto, como el mencionado de [Gil Pérez [1983] o el de Campanario and Moya [1999] no hemos encontrado referencias a una vinculación entre los dos aspectos de este análisis.

ONTOLOGÍA Y NIVELES DE ABSTRACCIÓN PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Equiparando la estructura de MDE con la Enseñanza de las Ciencias, específicamente con la Enseñanza de la Física, debemos definir las equivalencias entre los niveles de ambos ámbitos, por lo que debemos hacer las definiciones correspondientes:

- **Meta Meta Modelos:** Son marcos referenciales dentro de los cuales se desarrollan las diferentes propuestas educativas. En nuestro caso consideraremos *meta meta modelos* a las grandes corrientes conceptuales de la educación, como por ejemplo el *conductismo*.

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

- **Meta Modelos:** Se toman propuestas y corrientes en la enseñanza de las ciencias, enmarcadas dentro de los *meta meta modelos* y que se han convertido en tendencias, desarrollándose y englobando dentro de ellas diferentes experiencias educativas con un hilo conductor común. Nos referimos por ejemplo al *Aprendizaje por descubrimiento* y la *Enseñanza de las ciencias basadas en el uso de problemas*, por citar dos ejemplos.
- **Modelos:** Son experiencias específicas o particulares que partiendo de las tendencias en los *meta modelo* desarrollan opciones adaptadas a una realidad particular. Siguen las especificaciones establecidas en los *meta modelos*, y su basamento teórico se puede rastrear hasta los *meta meta modelos*.

Esta relación entre teorías, tendencias y experiencias y los niveles de abstracción del MDE representa el primer paso en el establecimiento de una **Ontología** común al área que permita clasificar y comprender mejor las mencionadas experiencias.

EXPERIENCIAS DIDÁCTICAS EN LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA Y CÓMO SE ENMARCAN EN LA ONTOLOGÍA

Se ha realizado una selección de trabajos referenciales publicados en diversas revistas especializadas en enseñanza de las ciencias, todos referidos a propuestas pedagógicas en enseñanza de la física publicados entre los años 2016 y 2017. Cada uno de los trabajos es analizado para clasificar su relación ontológica de *modelo*, *meta modelo* y *meta meta modelo* de acuerdo a las características analizadas anteriormente. En el caso del *meta meta modelo* se toma la clasificación clásica de Ertmer and Newby [1993] sobre Conductismo, Cognitivismo y Constructivismo como base.

A continuación se desarrolla el análisis detallado para cada una de estas experiencias didácticas, y la información se resume en el Cuadro 1. El Cuadro 2 sintetiza los diferentes conceptos que por ser comunes y/o medulares a diferentes propuestas deben ser desarrollados en el marco de la visión ontológica del tema tratado.

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

El primer trabajo analizado es el titulado *Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química* [Insausti & Merino 2016], donde los autores expresan que los contenidos procedimentales son básicos para el modelo *constructivista* (el **meta meta modelo**), mientras que la propuesta apunta a la realización de *procesos científicos* (**meta modelo**), específicamente a través de la *experimentación directa* (**modelo**). Destacan en esta propuesta los conceptos de:

- *Desarrollo de habilidades*
- *Análisis e interpretación de datos*
- *Hipótesis y predicciones*

Por mencionar tres en particular como más resaltantes.

Como segunda propuesta didáctica en análisis se seleccionó el artículo *Construcción de modelos 3D para la enseñanza de la Ley de Gauss en forma diferencial* [Rojas et al. 2016] enmarcado igualmente en la teoría *constructivista* (**meta meta modelo**), específicamente en el *aprendizaje significativo crítico* (**meta modelo**) a través de la *modelación computacional* (**modelo**).

Conceptos resaltantes de las propuestas son:

- *Aprendizaje cooperativo*
- *Conocimientos Teóricos y Conceptuales*
- *Desarrollo de habilidades*
- *Diversidad de pensamiento Científico*
- *Modelamiento*

El trabajo *Enseñanza del concepto de campo electromagnético a partir de la experimentación, con los estudiantes del grado 1104 de la Institución Educativa Normal Superior de Neiva* [Álvarez Rojas et al. 2017] como los anteriores también está enmarcado en un **meta meta modelo constructivista** enfocado en el *aprendizaje significativo* (**meta modelo**). Sus objetivos se alcanzarán a través de la *experimentación directa* (**modelo**) por parte de los estudiantes.

Los conceptos resaltantes en este caso son:

- *Desarrollo de habilidades*
- *Análisis e interpretación de datos*
- *Hipótesis y predicciones*
- *Diversidad de pensamiento científico*

La cuarta propuesta seleccionada es el trabajo *Propuesta didáctica para la enseñanza del espectro visible a través de la biofísica para estudiantes de grado noveno* [Horta Nova et al. 2016]. Comparte con la tercera propuesta el enfoque *constructivista (meta meta modelo)* como marco para el *aprendizaje significativo (meta modelo)*. Sin embargo se diferencian en la forma de alcanzar su objetivo, ya que el **modelo** seleccionado en este caso es el *aprendizaje activo*.

Resaltan términos tales como:

- *Creatividad*
- *Conocimientos Teóricos y Conceptuales*
- *Relación con elementos de la sociedad*

Por último se analizó la propuesta *El tipo de lenguaje en la evaluación del portafolio en ciencias físico-naturales* [Albarrán Santiago & Gutiérrez Cáceres 2017] que es una propuesta *cognitivista (meta meta modelo)*, con una formulación *mixta enseñanza-aprendizaje (meta modelo)* y cuyo **modelo** se maneja con el uso del *portafolio*.

Son destacados los términos:

- *Conocimientos Teóricos y Conceptuales*
- *Relación con elementos de la sociedad*
- *Creatividad*

Estos análisis de las propuestas permiten clasificarlas de acuerdo al *modelo ontológico* propuesto. Los términos destacados son conceptos que se repiten a lo largo de los trabajos, con una relevancia específica dentro del mismo y que pueden ser o no compartidos con otros trabajos del área. Con estos conceptos los que deberán ser

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

definidos formalmente para la concreción de la *ontología de la enseñanza de la física*. En el Cuadro 1 se muestra el resumen del análisis sobre *modelos*, *meta modelos* y *meta meta modelos*, mientras que los términos teóricos más destacados son los que se muestran en el Cuadro 2:

Trabajo	Modelo	Meta Modelo	Meta Meta Modelo
Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química	Experimentación directa	Procesos Científicos	Constructivismo
Construcción de modelos 3D para la enseñanza de la Ley de Gauss en forma diferencial	Modelación computacional	Aprendizaje significativo crítico	Constructivismo
Enseñanza del concepto de campo electromagnético a partir de la experimentación, con los estudiantes del grado 1104 de la Institución Educativa Normal Superior de Neiva	Experimentación directa	Aprendizaje significativo	Constructivismo
Propuesta didáctica para la enseñanza del espectro visible a Través de la biofísica para estudiantes de grado noveno	Aprendizaje activo	Aprendizaje significativo	Constructivismo
El tipo de lenguaje en la evaluación del portafolio en ciencias físico-naturales	Portafolio	Mixto enseñanza-aprendizaje	Cognitivismo

Cuadro 1
Ingeniería de Modelos en la Enseñanza de la Física

Nº	Términos
1	Análisis e interpretación de datos

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

2	Aprendizaje Cooperativo
3	Conocimientos Teóricos y Conceptuales
4	Creatividad
5	Desarrollo de destrezas
6	Diversidad de pensamiento Científico
7	Hipótesis y predicciones
8	Relación con elementos de la sociedad

Cuadro 2
 Ontología de la Enseñanza de la Física

CONCLUSIONES

A pesar de ser una muestra pequeña por ser la primera propuesta del área, el Cuadro 1 demuestra el potencial de la misma tomando en cuenta que existe un consenso bastante grande en la literatura acerca de las 3 grandes teorías educativas que se han tomado como equivalentes al *meta meta modelo* en el presente trabajo. Estos enfoques son el *Conductista*, *Cognitivista* y *Constructivista* y han copado la escena educativa desde hace tiempo.

Es de resaltar que aunque ninguna de las propuestas estudiadas y que se presentan en el presente trabajo está considerada como perteneciente al *Conductismo*, se hace referencia a los métodos “tradicionales” de enseñanza [Álvarez Rojas et al. 2017] que normalmente se asocian con este enfoque y que han sido criticadas, aunque entre la comunidad persista la idea (suponemos que cierta) de que ocupa la mayor parte del espacio educativo actual.

Por su parte el Cuadro 2 muestra la recurrencia de conceptos y frases entre los trabajos, lo que debería ser una base sólida para el inicio de la definición adecuada de *ontología*. Un término recurrente hace referencia por ejemplo a la participación del grupo o equipo en la elaboración o creación de conocimiento. Aunque con palabras diferentes, se puede decir con seguridad que la mayoría de las propuestas toman en cuenta el *Trabajo cooperativo* como parte fundamental de su desarrollo. Se deben

seguir identificando los términos que se repiten para poderlos agrupar y determinar si la idea a la que hacen referencia son iguales entre dichos trabajos. En futuros trabajos una vez se tenga un listado suficientemente extenso de términos podrá pasarse a la fase de *definición* de los mismos, lo que será materia de próximos trabajos en el área. Por ahora se puede concluir sobre la pertinencia de la creación de una *Ontología de la Enseñanza de la Física* que permita aclarar los marcos referenciales y terminología correspondiente para poder consolidar el área y crear un lenguaje común, a lo que este trabajo sería una pequeña contribución.

REFERENCIAS CONSULTADAS

1. Álvarez Rojas, E.; Cuellar López, Z.; Leal Rojas, J. and Montealegre Esparcia, R. (2017). *Enseñanza del concepto de campo electromagnético a partir de la experimentación, con los estudiantes del grado 1104 de la Institución Educativa Normal Superior de Neiva*, TED: Tecné, Episteme y Didaxis.
2. Adúriz-Bravo, A. and Izquierdo Aymerich, M. (2002). *Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma*, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias 1: 130-140.
3. Albarrán Santiago, M. and Gutiérrez Cáceres, R. (2017). *El tipo de lenguaje en la evaluación del portafolio en ciencias físico-naturales*, Revista científica electrónica de Educación y Comunicación en la Sociedad del Conocimiento 1.
4. Andler, D. and Stengers, I., 1987. *D'une science à l'autre: Des concepts nomades*. 'Editions du Seuil.
5. Bézin, J. (2004). *In search of a basic principle for model driven engineering*, UPGRADE V: 21-24.
6. Campos Nuño de la Rosa, B. (2016). *El Impacto de las Nuevas Tecnologías de la Información en las Organizaciones: la Sociedad del Conocimiento*, 1.
7. Ertmer, P. A. and Newby, T. J. (1993). *Behaviorism, cognitivism, constructivism:*

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

- Comparing critical features from an instructional design perspective*, Performance improvement quarterly 6: 50-72.
8. Falkenberg, E. D.; Hesse, W.; Lindgreen, P.; Nilsson, B. E.; Oei, J. E. H.; land null, C. R.; Stamper, R. K.; van Assche, F. J. M.; Verrijn-Stuart, A. A. and Voss, K. (1998). *A framework of information system concepts*.
 9. Gil Pérez, D. (1983). *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de la ciencias*, Revista Enseñanza de las Ciencias 1: 26-33.
 10. Horta Nova, A.; Teheran Sermeño, P.; León Luque, J. Cé. And Alvarado Martínez, R. (2016). *Propuesta didáctica para la enseñanza del espectro visible a través de la biofísica para estudiantes de grado noveno*, Revista Teckne 10.
 11. Insausti, M. J. and Merino, M. (2016). *Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química*, Investigações em Ensino de Ciências 5: 93-119.
 12. OMG (2003). *MDA Guide*.
 13. Pocovi, M. C. (2016). *Cambio conceptual ontológico: el uso de textos como herramienta para lograrlo*, Revista de Enseñanza de la Física 28: 27-37.
 14. Rojas, A.; Atehortúa, G.; Márquez, R.; Osorio, D.; López, S. and Mora, C. (2016). *Construcción de modelos 3D para la enseñanza de la Ley de Gauss en forma diferencial*, Entre Ciencia e Ingeniería: 33-39.
 15. Rosell León, Y.; Senso Ruiz, J. A. and Leiva Mederos, A. A. (2016). *Diseño de una ontología para la gestión de datos heterogéneos en universidades: marco metodológico*, Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud 27: 545-567.
 16. Suárez Gutiérrez, M. (2015). *El impacto de las TIC's en la sociedad*, Interconectando saberes 1: 25-40.
 17. Tenreiro Vieira, C. and Marques Vieira, R., 2014. *Construindo Práticas Didático-Pedagógicas Promotoras da Literacia Científica e do Pensamento Crítico*.
 18. Texier, J.; De Giusti, M. R. and Gordillo, S. E. (2015). *MDE en la generación de aplicaciones para Repositorios Institucionales*.

Patricia Morantes; Rónald Rivas Suárez

19. Vázquez-Alonso, Á. and Manassero-Mas, M.-A. (2017). *Interdisciplinarietà y conceptos nómadas en didáctica de la ciencia: consecuencias para la investigación*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 14: 24–37.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).