

# Propuesta de una Infraestructura Orientada a la Normalización para la Interoperabilidad de Modelos de Simulación

Mónica del Carmen Gil, Germán Montejano

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas y Naturales - Universidad Nacional de San Luis  
Ejército de los Andes 950 - San Luis - Argentina  
sistemas97@hotmail.com, gmonte@unsl.edu.ar

## Resumen

En la actualidad los diseñadores de sistemas y sus usuarios tienen dificultad a la hora de querer lograr la interconexión entre diferentes sistemas, a menudo por la falta de documentación o las deficiencias en la misma.

Para salvaguardar este inconveniente se necesita de un equipo de investigadores e instituciones comprometidas con el desarrollo de programas y estándares de datos, los cuales faciliten un entendimiento funcional de cómo operan los sistemas.

El uso de técnicas de simulación facilita el diseño, la evaluación de alternativas, el pronóstico, la experimentación de estrategias, el contraste de teorías y el apoyo a la toma de decisiones, facilitando abordar esta complejidad.

La construcción de simuladores que sean **interoperables** entre sí, implica el manejo de diversos aspectos complejos tales como el progreso del tiempo, los modelos matemáticos y sistemas bien definidos y documentados a **nivel conceptual**, como así también, el compromiso de las distintas organizaciones responsables de brindar la información requerida. El objetivo final es proveer una infraestructura que permita desarrollar Sistemas con los atributos de flexibilidad, extensibilidad, mantenibilidad y reusabilidad.

## Contexto

El presente trabajo se enmarca en el Proyecto de Investigación: Ingeniería de Software: Conceptos, Métodos y Herramientas en un Contexto de “Ingeniería de Software en Evolución”, Facultad de Ciencias Físico-

Matemáticas y Naturales, Universidad Nacional de San Luis. Particularmente, la línea aquí presentada es el eje de la Tesis de Posgrado de la Maestría en Ingeniería de Software de dicha universidad.

## Introducción

La simulación de sistemas, y más específicamente la simulación basada en modelos computacionales, consiste en una intersección entre las ciencias sociales, matemáticas y de la computación, que buscan la creación de modelos simplificados de la realidad estudiada. Para el desarrollo de tales modelos se siguen los pasos genéricos de conceptualización, diseño, implementación, verificación, validación y publicación de resultados. El inconveniente de este esquema es que es demasiado general y no presenta una formalización sobre los artefactos (entiéndanse los modelos, diagramas, plantillas, etc.) que deben utilizarse en cada fase.

La ingeniería de software por su parte se fundamenta en una aproximación denominada ciclo de vida del software el cual es un paradigma universalmente aceptado y que se compone de las fases genéricas de: conceptualización o especificación, análisis, diseño, implementación o construcción, transición, producción y mantenimiento.

Las fortalezas de los dos enfoques analizados son:

- el enfoque sistémico y la consideración de las fases de verificación y validación de los modelos de simulación;
- la formalización, el uso de estándares y el proceso de desarrollo en espiral de las metodologías para la creación de software.

A pesar de que los modelos de simulación han sido usados con éxito para entender diversos procesos sociales así como para asistir la formulación y evaluación de políticas en diferentes sistemas, no han habido los suficientes esfuerzos para formalizar, sistematizar y comunicar métodos para su descripción en la etapa conceptual.

La simulación de sistemas es la forma ejecutable de un modelo. Un modelo es un subconjunto de la realidad. Cuando hacemos el modelo, parte del mundo real y sus relaciones quedan excluidas. Esto, sin embargo, conduce a problemas de interoperabilidad si no se modelan las relaciones que son necesarias para asegurar tal interoperabilidad.

La única instancia del proceso de desarrollo del modelo y simulación que lleva a asegurar esto es el modelo conceptual. El modelo conceptual describe qué parte del mundo real es modelado y bajo qué restricciones, y, algunas veces, cuál es más importante y qué partes no serán modeladas.

Si bien, la interpretación no ambigua del significado de los datos intercambiados entre dos sistemas es necesaria, como en NMI (Reference Model for Interoperability) y en el modelo LISI (Levels of Information Systems Interoperability), esto no es suficiente.

El hecho de establecer estándares de metadatos permite un mayor uso abierto de los datos dentro de los sistemas, aunque los datos no hayan sido estandarizados en si mismos, permiten la interpretación de los datos en un contexto dado.

La interoperabilidad significativa de los sistemas de simulación requiere modelos “**composables**” en el nivel conceptual. Según Petty and Weisel “*Composability es la capacidad de seleccionar y ensamblar componentes de simulación en distintas combinaciones dentro de los sistemas de simulación para satisfacer requerimientos de usuarios específicos. La característica definida de composability es la habilidad de combinar y re-combinar componentes en diferentes sistemas de simulación para diferentes propósitos*”.

Durante el Panel de discusión SCS-SISO sobre las prioridades para estándares de modelo y simulación, Seigler establece que para asegurar la interoperabilidad entre sistemas la estandarización debe ser alcanzada en el nivel de modelado, por ej: el nivel de estandarización debe ser más alto que los estándares del nivel de programación aplicados actualmente. *La coordinación de los modelos conceptuales subyacentes, la armonización de las ideas de operación simuladas es el **quid de la cuestión** para crear soluciones interoperables.* En lugar de estandarizar solamente los requerimientos de intercambio de información debe ser coordinada la cadena causa-efecto en el modelo subyacente.

Se propone una arquitectura conceptual, basada en el estándar LCIM “Levels of Conceptual Interoperability Model”, para dar soporte a las distintas etapas de una forma integrada, consistente y flexible, con el fin de poder establecer reglas de equivalencia que permitan la transformación directa entre los modelos.

En efecto, para soportar la interoperabilidad de los datos, es obligatoria la documentación y publicación de los modelos conceptuales basados en métodos estandarizados, los cuales pueden ser mejorados y hacer frente a todos los temas relacionados.

### ***Descripción del Problema***

Los esfuerzos científicos, para cubrir la demanda de los usuarios sin el continuo deterioro de los datos para aplicaciones específicas, requiere de un método que reconozca la complejidad del mundo real de naturaleza físico-químico y biológico como así también de consideraciones de naturaleza socio-económica, culturales y políticas.

Como consecuencia de los avances en tecnología de la computación y de la ciencia de la informática, en la actualidad se dispone de las herramientas de apoyo para la integración del conocimiento adquirido a nivel disciplinario de tal forma que este entendimiento pueda ser usado para analizar la complejidad del comportamiento de los sistemas. En estas herramientas se incluyen los

modelos de simulación, la definición y adopción de estándares y las prácticas adecuadas para tal fin.

Además de los estándares, existe el mismo problema en cuanto a arquitecturas: el uso de diferentes metodologías de diseño, sistemas marco, componentes, etc. dificulta la interconexión entre diferentes sistemas, a menudo por la falta de documentación o las deficiencias en la misma. La esencia del problema es que no se trabaja a conciencia cuando se definen los sistemas, a la hora de diseñarlo se pasan por alto las especificaciones a un nivel conceptual, muchas veces por premuras de tiempo.

El desafío no es el intercambio de datos entre sistemas, ya que la arista técnica está suficientemente tratada por los estándares de interoperabilidad. El problema es que los conceptos de los modelos (subyacentes) necesitan también estar alineados.

Actualmente, varias organizaciones están en la tarea de desarrollar la teoría de “composability”. Petty and Weisel están trabajando con la definición formulada y mencionada en la parte de Introducción del presente trabajo.

### ***Solución Propuesta al Problema usando LCIM***

Los modelos de simulación son un importante medio para aumentar la eficiencia de la investigación y toma de decisiones ya que estos pueden auxiliar a los investigadores en la asimilación del conocimiento adquirido mediante la experimentación. Proporcionan un marco de referencia para aportes de carácter multidisciplinario, asimismo promueve el método de sistemas para la solución de problemas y facilitan una organización sistemática del conocimiento existente.

*Se propone usar una estructura estandarizada de elementos que envuelvan el contenido de los diferentes modelos, de manera que sea integrable en una arquitectura orientada a servicios, o en un servicio en particular dentro de esa estructura, que ayude a mejorar la interoperabilidad y la reusabilidad.* Las ventajas

que se derivan de tal enfoque son que los componentes del sistema y el contenido puedan redistribuirse, ser ofrecidos y recibidos por diferentes actores y partes.

Así, cuando se vayan sumando modelos y soluciones interoperables, se podrán reutilizar las especificaciones semánticas anteriores ampliándolas sólo cuando por particularidades específicas se requiera. Se evitará así la duplicación de esfuerzos y se ampliará el alcance de la interoperabilidad.

El mejoramiento de las condiciones de intercambio de información puede buscarse desde ahora, en cada organización, para evitar que se sigan desarrollando soluciones informáticas aisladas ignorando las lecciones del pasado.

Para lograr la integración y el trabajo coordinado de los sistemas de información se deben solucionar problemas de tipo semántico, como las incongruencias de estructuras de información incomprensibles de una organización a otra; problemas organizacionales, causados por procesos administrativos descoordinados que se repiten innecesariamente; problemas técnicos, causados por programas informáticos incompatibles entre sí y problemas de gobernanza, debidos a la falta de normas y de la institucionalidad necesarias para lograr acuerdos de intercambio de información entre las organizaciones que terminen siendo prácticas homogéneas y estándares aceptados por todas ellas.

Para el logro de estos objetivos es necesario contar con sistemas que sean interoperables, es decir, que compartan estándares técnicos, semánticos y organizacionales acordados y acatados por todos.

En este orden, el propósito de la presente línea de investigación es poder obtener una configuración conceptualmente alineada y orquestada, para soluciones técnicamente interoperables e integradas. Para lograrlo se aplicarán métodos de ingeniería que contribuyan a las soluciones “composables” basándose en el estándar LCIM para hacer frente a los distintos niveles de interoperabilidad, hasta poder cumplir

principalmente con lo requerido en el nivel conceptual, para aplicaciones de modelos y simulación.

### **Caso de Estudio para la Aplicación de la Solución Propuesta**

Un modelo conceptual del flujo del agua subterránea es una descripción e interpretación de las características físicas y dinámicas del sistema hidrogeológico. El objeto del modelo conceptual es consolidar la hidrogeología local y regional y los datos hidrogeológicos disponibles, en un conjunto de hipótesis y conceptos que puedan ser evaluados cuantitativamente. Al igual que la identificación de los procesos físicos, la conceptualización de la estructura del modelo es subjetiva y difícilmente cuantificable.

El modelo conceptual identifica y describe aspectos importantes del sistema físico, se incluye: sistema geológico e hidrogeológico, tipo de acuíferos, procesos físicos y químicos, propiedades hidráulicas, recargas y descargas. En consecuencia, el desarrollo del modelo conceptual requiere de la recopilación y análisis de los datos hidrológicos e hidrogeológicos del sistema acuífero que se investiga. Además, en el modelo conceptual se identifican las deficiencias de los datos y las potenciales fuentes de error. Los modelos usualmente presentan áreas de incertidumbre debido a la falta de mediciones en el terreno. Para incluir esta fuente de incertidumbre en el modelado, se establecen rangos de valores posibles para cada una de las variables del sistema.

En este trabajo se definirá la estructura de la norma y se demostrará su aplicación en base al “Estudio Hidrogeológico de la Llanura Norte de la Provincia de San Luis” correspondiente a la cuenca N° 88 (Cuencas del río Conlara y de arroyos menores del norte de San Luis y oeste de Córdoba del Mapa de Cuencas y Regiones Hídricas), que ha sufrido un incremento notable de volúmenes de extracción de agua.

### **Formación de Recursos Humanos**

Se espera como resultado en la formación de recursos humanos la finalización de tesis de Maestría de dos maestrandos que actualmente están trabajando en el tema, y una tesis doctoral de un investigador del proyecto. También se espera incrementar la interrelación con la Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil, institución con quien se mantiene un convenio de bi-titulación. Adicionalmente, se espera que otras tesis de Maestría, así como tesinas de Licenciatura surjan a partir de los logros obtenidos en la presente línea de investigación.

### **Bibliografía**

Moreno, H., S. Silveira-Netto y H. Sin (2007), “Conceptualización de arquitectura de gobierno electrónico y plataforma de interoperabilidad para América Latina y el Caribe”, *serie Sociedad de la información (LC/W.140)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, julio 2007.

Moreno, H. y otros (2007), “E-Government architectures, technical and political situation in Latin America”, *serie Documentos de Proyectos (LC/W.129)*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile, abril, 2007.

Comisión Europea (2006), *Study on Interoperability at Local and Regional Level, Interoperability Study Final Version*, diciembre, 2006.

Forrester, J.W., *Industrial Dynamics*, Productivity Press, 1986.

Berners-Lee, Tim; Hendler, James; & Lassila, Ora. “**The Semantic Web.**” *Scientific American* 284, 5 (May 2001).

C4ISR Architecture Working Group. *Levels of Information Systems Interoperability (LISI)*. U.S. Department of Defense, March 1998.

Levine, L.; Meyers, C.; Morris, E.; Place, P.; & Plakosh, D. *Proceedings of the System of Systems Interoperability Workshop (February 2003)* (CMU/SEI-2003-TN-016). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2003.

Steven Wartik, Brian Haugh, Francisco Loaiza, Michael Hieb: “*A Methodology for Comparing C4I Data Models and Simulation Object Models*,” 01E-SIW-059, Euro Simulation Interoperability Workshop, London, June 2001

SISO/SCS Panel Discussion: “*Priorities for M&S Standards*,” Spring Simulation Interoperability Workshop, Orlando, Florida, March 2003.