



## **Representación del conocimiento, Argumentación y Modelado en los Clubes de Matemáticas Mediados por TI**

Eliécer Pineda Ballesteros

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Colombia

eliecer.pineda@unad.edu.co

Freddy Reynaldo Téllez Acuña

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Colombia

freddy.tellez@unad.edu.co

Diana Patricia Landazábal Cuervo

Escuela de la Educación, Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Colombia

Diana.landazabal@unad.edu.co

### **Resumen**

Esta ponencia presenta una propuesta de clubes de matemáticas que retoma resultados previos acerca del uso de ambientes informáticos para la representación del conocimiento y propone estrategias para su incorporación alrededor de la noción de club de aprendizaje.

Según Díez-Palomar (2007) los estudiantes implicados en un club de matemáticas trabajan aspectos diversos de éstas, descubren nuevas aplicaciones, establecen un diálogo que permite explorar diversos puntos de vista y comparten elementos culturales diferentes, mientras resuelven problemas.

La propuesta asume los planteamientos teóricos de George Polya (2002), Javier Aracil Santoja (1986), María Luz Callejo (1994), Luis Facundo Maldonado (2001) y Reuma de Grot (2008) y se apoya con representación del conocimiento mediante Simas, discusiones argumentadas usando Digalo y modelado estructural con FreeStyler.

*Palabras clave:* clubes de matemáticas, argumentación, modelación, simulación, representación del conocimiento.

## **Introducción**

Esta comunicación tiene como propósito presentar los referentes teóricos relacionados con la discusión argumentada, la representación del conocimiento y el modelamiento estructural y las estrategias que se utilizaron para el diseño e implementación una propuesta de club de estudio que incluye estas tres dimensiones, buscando desarrollar competencias en la resolución de problemas matemáticos en estudiantes de décimo y undécimo grado de la secundaria en Colombia.

Para alcanzar este propósito se ha puesto en marcha el diseño de un club de matemáticas incluyendo la argumentación, la representación del conocimiento y el modelamiento dinámico sistémico, posteriormente se implementará el club en una población de estudiantes de décimo y undécimo de la secundaria (Institución Educativa Oriente Miraflores situada en la ciudad de Bucaramanga-Colombia) para finalmente evaluar los resultados del club y realimentar el diseño del mismo.

Se espera que con el trabajo en el club de aprendizaje se desarrollen las competencias cognitivas básicas a partir del uso de las herramientas software propuestas de la siguiente manera: las competencias interpretativas se desarrollarán a partir del uso de SIMAS , en la medida en que los estudiantes al diseñar las ontologías ganan en la comprensión de los fenómenos estudiados; las competencias argumentativas se potenciarán con el uso de DIGALO, y finalmente las competencias propositivas serán logradas a partir del uso del ambiente de modelado FREESTYLER, que permite el modelado y simulación a partir del conocimiento de la estructura del fenómeno estudiado, haciendo posible el diseño de políticas de intervención.

## **Antecedentes**

Un primer antecedente se encuentra en un proyecto denominado: “Simas y CoolModes en el desarrollo de competencias básicas: Una experiencia de formación de comunidad de aprendizaje mediada tecnológicamente”, proyecto de investigación desarrollado por varios grupos, que orientaron el trabajo de Docentes y Estudiantes de Educación Media, con miras a observar la evolución en la conformación de una comunidad de aprendizaje.

En el proceso se involucraron estudiantes de grado once (11) de 3 colegios, 2 de ellos ubicados en el departamento de Cundinamarca y uno más en el departamento de Santander. (La división política de Colombia se hace por departamentos).

El proyecto se guió por dos preguntas generales:

¿Cuál es el efecto de incorporar los escenarios Simas y CoolModes en el desarrollo de competencias básicas en matemáticas, ciencias naturales, lenguaje y vida ciudadana, medidas a través de evaluación de logros y pruebas estandarizadas?

¿Cuál es el efecto de un modelo dinámico de comunicación, apoyado por el Portal Colombia Aprende, en la consolidación de una comunidad de aprendizaje visualizada a través de la evolución en negociación de metas y estrategias pedagógicas, frecuencia y eficacia de la comunicación y permanencia de los participantes?

La manera en que se buscó dar respuesta a dichas preguntas partió del hecho de suponer que los procesos de formación de competencias cognitivas se potencian mediante la introducción de ambientes digitales que permitan a los aprendices una maduración plena de su curva de aprendizaje.

En palabras de Maldonado (2008a) en la investigación se concluyó, que era de gran importancia, para el impulso de innovaciones educativas, la construcción de redes de trabajo colaborativo entre docentes pues éstas permiten la proyección del trabajo realizado a diferentes contextos, haciendo visibles los resultados obtenidos y mejorando las prácticas docentes.

Otro proyecto que antecede esta propuesta fue el titulado “Conformación de una comunidad de aprendizaje con el apoyo del ambiente digital Dígalo”. Este proyecto se realizó en conjunto con investigadores de Israel. Participaron la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD – de Colombia y el grupo Kishurim de la Universidad Hebrea de Jerusalén. Se buscaba potenciar el desarrollo de competencias argumentativas y el fomento de la resiliencia en un grupo de estudiantes que estaban en un proceso de reincorporación a la vida civil. Según Maldonado (2008b) el efecto del uso del software DIGALO es múltiple: por una parte, fue una condición favorable al desarrollo de competencias para usar el computador; por otra, favoreció el aprendizaje de las asignaturas; en tercer lugar, permitió el desarrollo de habilidades en las sesiones colaborativas con participación; cuarto, se manifestó una tendencia al incremento de la meta-cognición y quinto, hubo despliegue de patrones de liderazgo en el escenario académico.

El sistema de argumentación tiene un efecto sobre la regulación de los ritmos de aprendizaje, en la medida en que la participación puede ser entendida como un proceso argumentativo, en donde cada miembro integra sus aportes al grupo sin perder su identidad generando un ritmo de procesamiento de información ajustado al de sus miembros; en consecuencia, cada uno de los participantes tiene condiciones favorables para su aprendizaje, situación que en una clase expositiva es más difícil de regular.

## **Los clubes de aprendizaje**

### **Club de Matemáticas**

Muy posiblemente el primer grupo de personas que dedicó algún espacio al quehacer matemático, en un ámbito social, fueron los pitagóricos aunque sus objetivos estaban más encaminados hacia lo religioso y político.

Según Johnson (2000), durante la Edad Media, los conocimientos matemáticos de los griegos quedaron prácticamente olvidados en Europa, mientras que los hindúes y los árabes desarrollaron su estudio y promovieron notables progresos en Aritmética y Álgebra. En Italia, durante el renacimiento, se experimentó un gran impulso del álgebra elemental durante los siglos XV y XVI. Posteriormente Descartes, en el siglo XVII, hizo uso de ella para la resolución de problemas de geometría; también creó el sistema de coordenadas cartesianas y dio origen a la geometría analítica. Sobre esta base, Newton y Leibniz desarrollaron el cálculo infinitesimal, y Neper elaboró el cálculo logarítmico.

Durante los siglos XIX y XX, el progreso matemático ha recibido un nuevo impulso, gracias a las aportaciones de Möbius en geometría, a la obra de Poincare en análisis, a los

estudios de Cautor sobre teoría de conjuntos, a la labor de Bertrand Russell en lógica matemática y a los esfuerzos de muchos otros científicos.

En los albores del siglo XXI aparecen algunos Clubes de Matemáticas, destinados a la resolución de problemas, pero aún su difusión es mínima y generalmente sólo muestran los objetivos que se pretenden alcanzar, pero no ofrecen mayor información sobre su organización y funcionamiento. Lo antes dicho puede evidenciarse al realizar una búsqueda en la Internet.

Un ejemplo de club de matemáticas lo refiere Jiménez (2010) quien describe su experiencia con el Club de Matemáticas del Colegio Departamental “El Triunfo”, indicando que éste está conformado “por sesenta estudiantes que cursan los grados séptimo a noveno de la básica secundaria o décimo y once de la media vocacional y cuyas edades oscilan entre los 12 y los 18 años”. Seguidamente se indica, por la autora citada, que el club es un grupo abierto para todos los estudiantes del colegio que deseen participar en él, sin importar cuál es su desempeño en el área, puesto que el propósito del club es “hacer que los estudiantes le encuentren algún encanto y una aplicación a la asignatura dentro del nivel académico al cual pertenecen y que adquieran algunas habilidades sociales.” Seguidamente la profesora Jiménez indica que con los estudiantes se realizan reuniones un día a la semana y en ese espacio se dedican “al análisis de diferentes artículos con temas de la matemática de secundaria.” Finalmente como resultado de la labor en el club los estudiantes han adquirido destreza para comunicarse ante un grupo y una buena creatividad para inventar algunos juegos y acertijos.

En García (2010), se propone que el Club de Matemáticas debe ser un espacio que además de estar fuera del aula, propenda por generar en el alumno una actitud de aceptación de la Matemática, es decir, que se logre despertar en él, el interés por ella. Con respecto de las actividades realizadas en el club García (2010) propone que puede partirse de actividades como el juego, la resolución de acertijos, de paradojas o de rompecabezas, esto es, de actividades que presuponen un reto al intelecto, centrándose la atención en comprender el problema, mediante la actitud reflexiva. En otros casos se intenta dar un seguimiento a aquellos alumnos que muestran interés y disposición por profundizar en el mundo de la Matemática más allá de lo aprendido en el salón de clase. Finalmente puede indicarse que un club de matemáticas será un espacio para acercarse a la matemática desde perspectivas que habitualmente no están presentes en la práctica escolar, entre ellas el experimental, el estético, el recreativo y el cultural, y que su principal objetivo consiste ofrecer una oportunidad de enriquecimiento a un grupo de estudiantes que son capaces de dedicar parte de su tiempo libre a trabajar esta materia, estimulados por la presencia de otros compañeros y por una o varias personas expertas que lo coordinan. En importante señalar aquí que en los clubes la figura del profesor, casi siempre asociada a la figura del poder en el aula, debe desaparecer para convertirse en un miembro más del club, en alguien que colabora en la resolución de problemas y no puesto en el clásico papel del que enseña.

Teniendo en cuenta la anterior definición de club, esta propuesta de diseño intenta incluir, en él, las TI representadas en software que potencien las competencias interpretativas, argumentativas y propositivas, a partir de la representación del conocimiento para promover la explicitación de ontologías comunes, las discusiones argumentadas que potencian la discusión sobre la base de las ontologías compartidas y el modelado estructural como posibilidad de experimentar soluciones simuladas, todo ello como aporte para la resolución de problemas,

siguiendo para tal fin los planteamientos teóricos de George Polya. A continuación se hace una breve presentación de la propuesta de Polya y de cada uno de los software propuestos y las estrategias dentro de las cuales éstas adquieren sentido.

## **La Resolución de Problemas**

George Pólya (2002) fue un matemático que nació en Budapest, a lo largo de su vida generó una larga lista de resultados matemáticos y, también, trabajos dedicados a la enseñanza de esta disciplina, sobretudo en el área de la resolución de problemas.

Este autor plantea la resolución de problemas como una serie de procedimientos que, en realidad, se usa y aplica en cualquier campo de la vida diaria. Polya plantea en su primer libro el llamado “El Método de los Cuatro Pasos”, indicando que para resolver cualquier tipo de problema se debe:

- comprender el problema
- concebir un plan
- ejecutar el plan y
- examinar la solución.

En el primer paso se determinan la incógnita, los datos, las condiciones, y se decide si esas condiciones son suficientes, no redundantes ni contradictorias. Para el caso del club, en este paso aportará de manera especial el uso de Simas al permitir que se organice el conocimiento recogido en forma de ontologías.

Una vez que se comprende el problema se debe concebir el plan mediante el uso de analogías que se relacionan con problemas semejantes. También se debe asociar con resultados útiles, y se debe determinar si se pueden usar problemas similares o sus resultados. Para el diseño del club se asume que la discusión argumentada puede cumplir con este propósito y es ahí donde el uso de Digalo puede aportar en el desarrollo de este paso.

Luego de haber concebido el plan es preciso ejecutarlo examinando todos los detalles. El resultado del plan puede ser un diagrama causal o de influencias que luego habrá de ser convertido en un diagrama de flujos y niveles (ecuaciones diferenciales). En síntesis: al ejecutar el plan de solución debe comprobarse cada uno de los pasos y verificar que estén correctos, lo que conduce al cuarto paso. Este paso consistiría en ver, de manera retrospectiva, el problema que se resuelve, utilizando para ello tanto la solución que se encuentra como el método de solución; este último podrá convertirse en una nueva herramienta a la hora de enfrentar otro problema cualquiera. Tanto el tercero como el cuarto paso pueden ser apoyados con el uso de FreeStyler a partir del modelado y simulación del modelo, entendiendo que la simulación no es otra cosa que la solución dinámica del modelo que representa el problema abordado.

En lo que sigue se hace una descripción en más detalle de cada uno de los software antes mencionados.

## **Representación Ontológica**

Simas, software desarrollado por la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia bajo la dirección del Dr. Luis Facundo Maldonado, permite la construcción de ontologías apoyadas

con hipertextos. El sinónimo más usual de ontología es el de conceptualización. Según la definición de Gruber (1993), una ontología constituye "*a formal, Explicit specification of a shared conceptualization*". En esta definición conceptualización se refiere a un modelo abstracto de algún fenómeno del mundo del que se identifican los conceptos que son relevantes; explícito hace referencia a la necesidad de especificar de forma consciente los distintos conceptos que conforman una ontología; formal indica que la especificación debe representarse por medio de un lenguaje de representación formalizado y compartido, refleja que una ontología debe, en el mejor de los casos, dar cuenta de conocimiento aceptado, como mínimo, por el grupo de personas que deben usarla.

De otra parte se sabe que la comprensión de los fundamentos del aprendizaje autónomo a través de la lógica formulada por Minsky (1985) muestra consistentemente que el ser humano procesa bloques estructurados de información. En este sentido Maldonado, et al (2001), realizaron una investigación que se orientó, primero, a generar una ontología que sirviera de base para la representación de conocimiento en geografía a través redes semánticas estructuradas; en segundo lugar, contrastaron los efectos de dos formas de software, Simas y un Agente Generador de preguntas, sobre la comprensión y profundidad de una estructura conceptual en estudiantes de educación básica. En esta investigación se concluyó que si bien, en el aprendizaje no hay diferencias significativas, quienes usaron Simas transfieren más categorías de la fuente de información a su propia representación. Este hecho naturalmente los habilita para realizar descripciones, asociadas a un fenómeno, con un mayor grado de comprensión del mismo.

En atención a lo anterior, es posible afirmar que la organización de sistemas conceptuales constituye uno de los núcleos de interés más importantes de la educación contemporánea. En Maldonado (2001) se encontró que el dominio de sistemas ontológicos por parte de estudiantes se relacionaba de manera significativa con la capacidad de aplicar estrategias para resolver problemas de descubrimiento, lo cual hace pensar en la relación existente entre la formación de sistemas conceptuales y capacidad creativa. Este descubrimiento es lo que hace especialmente pertinente utilizar la representación ontológica, dentro de la idea de club, en la medida en que, con su uso, se gana en habilidades creativas, interpretativas y de resolución de problemas.

El papel que cumplirá Simas en el club ha de ser el de facilitar la representación del conocimiento, mediante una ontología, asociado al problema que se intente resolver. Dicha representación será el primer paso en el proceso de solución del problema. Por ejemplo, si el problema fuera dar cuenta o explicar la evolución dinámica de una población, una posible representación podría ser la que se ve en la figura 1.

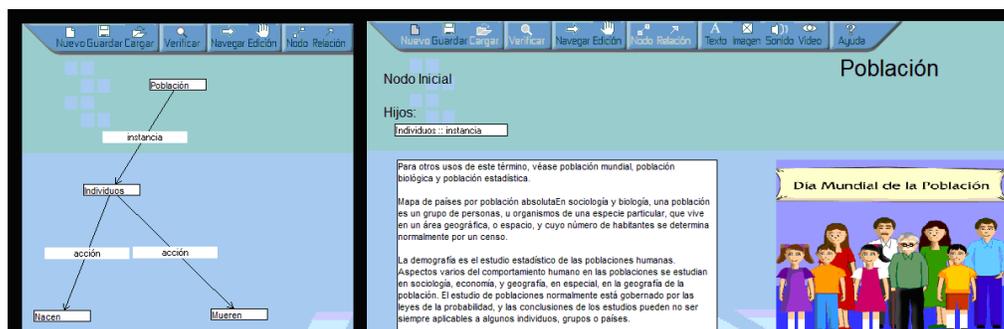


Figura 1. Ontología

La ontología tiene una primera parte (izquierda) en la cual se establecen relaciones entre cada una de las variables. Se busca identificar claramente las relaciones entre las variables estableciendo a que categoría pertenecen, es decir, identificando si se trata de una relación ordinal (primero, segundo), de herencia (padre, hijo), o sistémica (sistema, super-sistema, subsistema). La segunda parte de la gráfica muestra el despliegue de la variable población, en la que se muestran elementos hipermediales que contribuyen para dar una mayor descripción. La idea es que cada variable tenga asociado un bloque de información que ha de contribuir en un mejor entendimiento del papel y el significado que ésta cumple dentro del fenómeno estudiado.

### **Discusión Argumentada**

Digalo, Software desarrollado por el grupo Kishurim de la universidad Hebrea de Jerusalén es un ambiente informático orientado a la utilización de la argumentación en la solución colaborativa de problemas. El software puede ser usado siguiendo una metodología de análisis de casos, buscando que los estudiantes aprendan a usar su lenguaje, resolviendo los casos y generando competencias cognitivas y argumentativas (De Groot et al, 2008).

El uso eficiente de Digalo, como plataforma de discusión, puede hacerse cuando el moderador ha hecho un trabajo previo, que deberá enfocarse en el diseño de un ambiente de estudio inspirador de confianza, en el que se otorgue a todos y cada uno de los participantes el derecho de expresar sus opiniones, incluyendo el derecho de emitir una crítica a lo expresado por sus compañeros. Para lograr un ambiente así, el moderador ha de adquirir la capacidad de guiar la discusión, orientándola y promoviendo la participación de todos los estudiantes.

En la figura 2 se observa el trabajo que podría ser realizado sobre la base de intentar resolver la situación problema planteada anteriormente, usando DIGALO. El caso con el cual se ha comenzado en la sección de Ontologías podría pasar a una segunda etapa en la cual los estudiantes discutirían sobre la forma en que las variables se relacionan y por consiguiente establecer la estructura responsable del comportamiento del sistema. Así mismo la discusión argumentada podría ser usada para determinar qué variables son razones de cambio (rates) y cuáles variables son acumulaciones (levels) y cuáles son funciones (fuctions).

Estas diferenciaciones son importantes pues se constituyen en la base del modelado con dinámica de sistemas. Es preciso indicar que la dinámica de sistemas es una forma de modelado que se apoya en la percepción sistémica del mundo, la metáfora del sistema realimentado, la noción de que no todas las causas y efectos están cercanos en el tiempo y soportado matemáticamente por el uso de las ecuaciones diferenciales de primer orden no lineales.

La figura 2 permite observar la manera en que diferentes participantes (Juan, María y Eliécer) contribuyen en la construcción argumentada del diagrama de influencias (izquierda) y además discuten cuál de cada una de esas variables resulta siendo o un flujo (rates) o un nivel (stock) visible esto en la parte derecha de la figura.

La parte izquierda de la figura muestra un diagrama de influencias el cual viene siendo el resultado, primero de conocer el fenómeno, que para este caso se obtiene mediante la representación ontológica, y segundo, de la discusión argumentada del grupo de estudiantes alrededor de cuál ha de ser la manera en que las variables se interrelacionan, es decir, determinar la a ontología compartida.

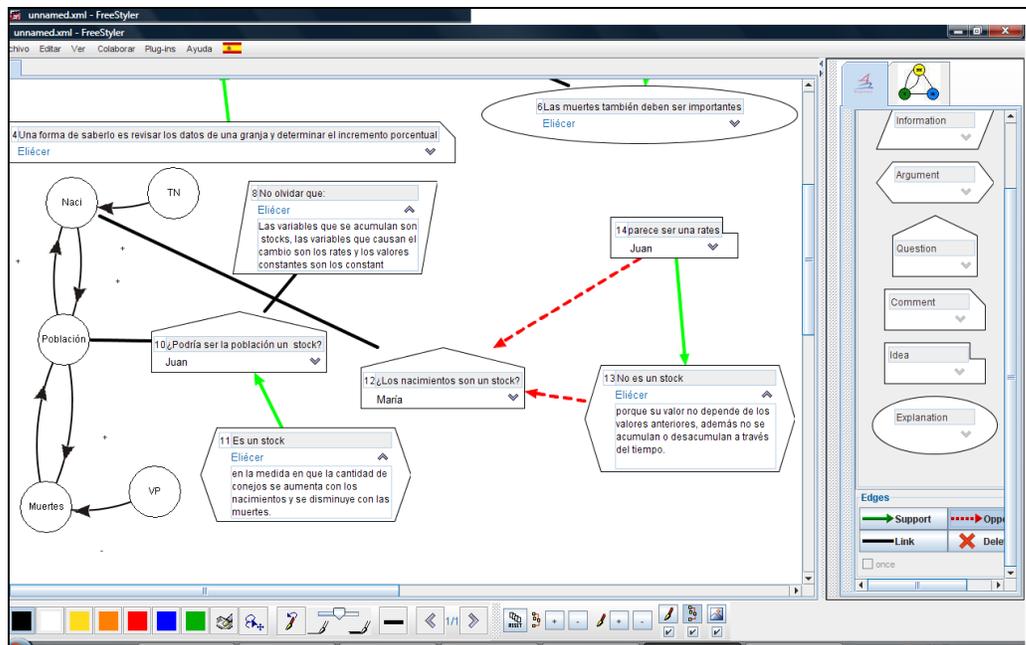


Figura 2. Discusión Argumentada

Otra dimensión importante del trabajo a realizar por los estudiantes consiste en identificar cuando una variable resulta siendo una acumulación o una razón de cambio, este hecho garantiza que los estudiantes puedan argumentar las razones por las cuales los comportamientos observados son resultado de la dinámica asociada a la estructura del fenómeno.

### Modelado estructural

FreeStyler es una plataforma que permite trabajar diferentes formas de modelado colaborativo y entre esas formas de modelado, está la dinámica de sistemas; este software fue desarrollado por el grupo Collide de la Universidad Duisburg-Essen.

La Dinámica de Sistemas fue creada en los años cincuenta por el profesor Jay W. Forrester(1989), pudiéndose concebir como una unidad paradigma-lenguaje, con la cual a medida que se representa un fenómeno se va adquiriendo mayor destreza para identificar los elementos, las relaciones y los bucles de realimentación (propios del paradigma sistémico). Los modelos construidos con Dinámica de Sistemas utilizan cinco lenguajes de formalización, ellos son: el lenguaje de prosa, el lenguaje de los diagramas de influencias, el lenguaje de los diagramas de flujos y niveles, el lenguaje matemático y el lenguaje de los resultados simulados o del comportamiento (Pineda, 2005). Cada uno de ellos aporta para la comprensión y comunicación, satisfaciendo de manera particular los requerimientos de un modelo dinámico-sistémico, esto es, la posibilidad de expresar hipótesis causales de la dinámica y la de realizar con ellas una interacción simulada.

Para el modelado y simulación, la parte final del proceso de solución del problema, se usará el plug in system dynamics, el cual posibilita el modelado con dinámica de sistemas. En lo que se refiere al modelado, en FreeStyler se acepta de manera implícita la idea básica que ha sido acuñada en la comunidad de dinámica de sistemas por Aracil (1986) y que propone como la principal fuente de información los modelos mentales del modelador atribuyéndole un menor

peso a los datos numéricos.

El aporte identificable de FreeStyler a la dinámica de sistemas consiste en la posibilidad de usar diferentes lenguajes de representación en el mismo espacio de trabajo, permitiendo además el trabajo de modelación y simulación colaborativo, posibilitado por la “sincronización de ambientes potencialmente autónomos”, usando arquitecturas replicadas.

Continuando con el ejemplo de la población y para terminar la descripción de la manera en que se resolvería el problema en el club, se pasa a la implementación del modelo, su calibración, diseño de escenarios de simulación y la propuesta de políticas de intervención.

Una vez se construye la ontología que representa la situación problema y se determina el tipo de variables mediante la discusión argumentada, se procede a montar el modelo, ejecutarlo, probarlo y modificarlo si es del caso.

Al tener el modelo, éste puede ser usado para realizar experimentos, discutirlos y volver sobre el modelo, hasta que a juicio del modelador, el modelo ya represente satisfactoriamente lo modelado.

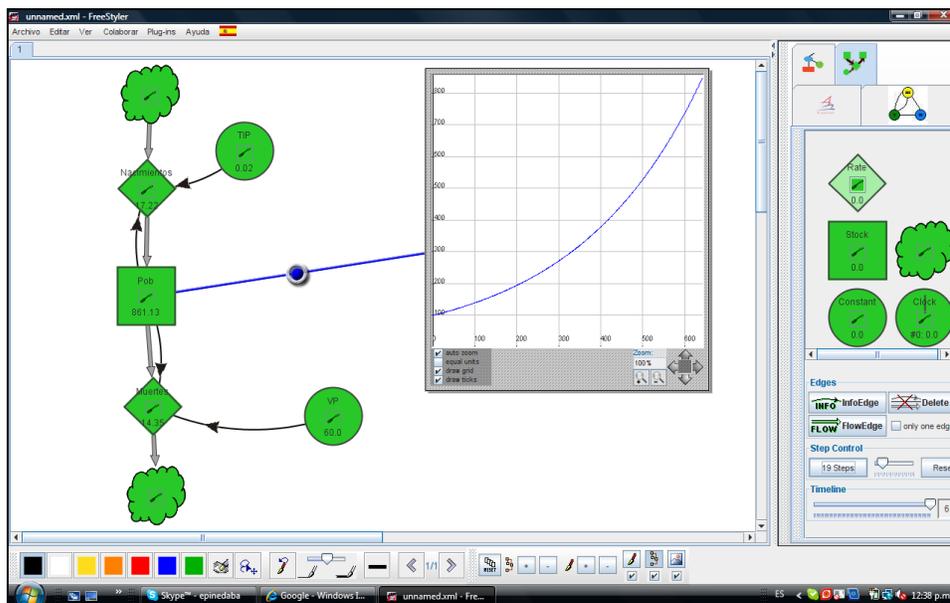


Figura 3. Modelo de una población

La figura 3 muestra el modelo en dinámica de sistemas que representa una población y del cual se puede obtener una buena aproximación a la dinámica propia de una población, que como es sabido, se corresponde con un comportamiento exponencial.

En esta parte resulta conveniente resaltar que al tener el modelo construido (preferiblemente que haya sido trabajo de los estudiantes miembros del club) se debe diseñar una serie de preguntas orientadoras que guíe a los miembros del club en el proceso de obtener finalmente la solución al problema planteado.

XIII CIAEM-IACME, Recife, Brasil, 2011.

## El Diseño del Club de Matemáticas

Seguidamente se presenta un esquema que pretende mostrar, como una totalidad, el diseño propuesto. Para lo que sigue se hará referencia a la figura 4.

El club estará conformado por un asesor y por estudiantes que están atraídos por el estudio de problemas para plantear soluciones a los mismos. Inicialmente hay que declarar que la persona que oficie como asesora del club será un miembro más del mismo, lo que hace desaparecer la idea de poder que siempre se ha asociado a la relación docente-alumno. El asesor del club deberá diseñar una serie de situaciones problema que motiven el trabajo de los estudiantes.

Una primera parte del trabajo de los miembros del club, que se hará de manera individual o colectiva, será el estudio y representación de la situación problema o fenómeno planteado por el asesor. Esta primera parte será apoyada por SIMAS y tendrá como producto final una ontología. (Ver primera parte de la figura 4). Esta actividad le permitirá al estudiante hacer explícitos sus modelos mentales ayudándoles a entender la dinámica compleja del fenómeno y naturalmente cuestionarse sus modelos mentales previos.

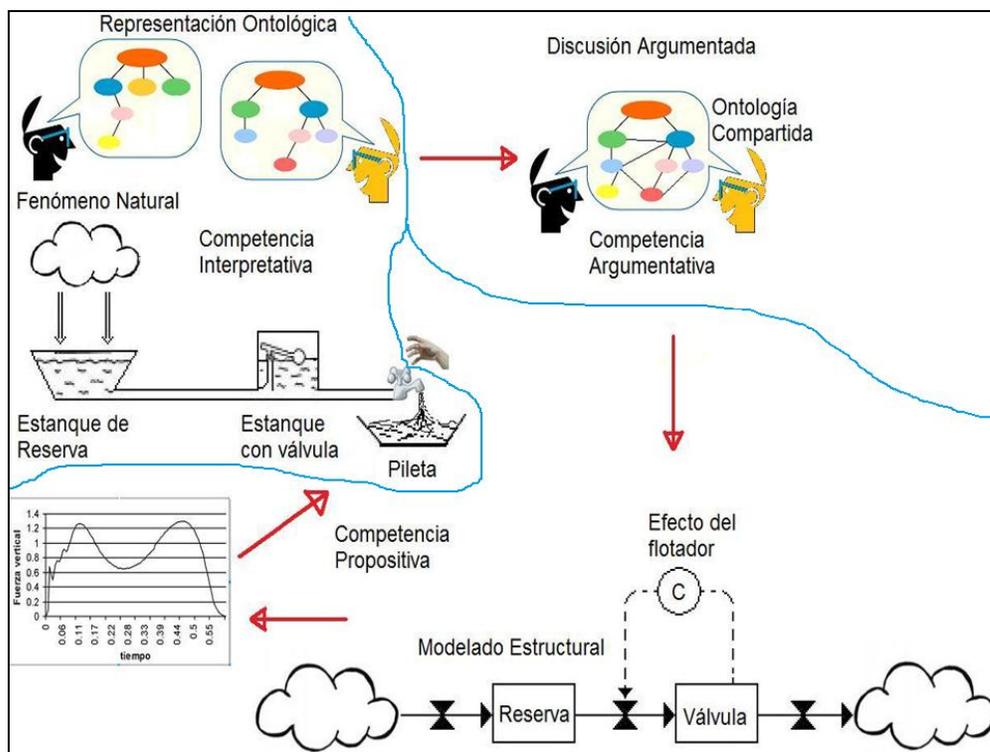


Figura 4. Representación del proceso propuesto

Una segunda tarea es la discusión argumentada de las ontologías previamente elaboradas, esto sí en pequeños grupos, de tal suerte que de tal discusión se logre una representación más elaborada. (Ver la parte dos de la figura 4).

La siguiente parte del trabajo consiste en la modelación del fenómeno cuyo resultado final

será un modelo de simulación, este trabajo se realiza usando el ambiente FreeStyler teniendo la posibilidad de realizar modelado colaborativo.

Finalmente los estudiantes realizarán experimentos simulados lo que les permitirá confrontar sus modelos mentales. El resultado de las simulaciones permitirá al estudiante proponer alternativas de escenarios, que corridos en el modelo, ofrecen una solución al problema planteado.

Para el caso del modelo de la población que se ha estudiado en esta parte del artículo, si el problema planteado hubiese sido determinar en cuanto tiempo se duplica una población dada, es posible que el estudiante logre dar cuenta de cuestiones asociadas a que este tiempo variará dependiendo de los escenarios de simulación experimentados, esto es, de las condiciones iniciales y los valores de los parámetros, lo que en principio lo habilitaría para tomar decisiones en un determinado caso y con varias alternativas de decisión.

## **Conclusiones**

Las experiencias previas muestran que los estudiantes se sienten atraídos por las posibilidades de representación que ofrecen los software pues encuentran, entre otras cosas, que la estructura conformada por las variables, puede ser utilizada para explicar el comportamiento de los fenómenos, mediante las reiteradas experiencias de experimentación virtual.

Las fortalezas que exhiben los software propuestos para el club están representadas en la potencia que poseen para la representación del conocimiento, muy a la manera de la forma en que el cerebro almacena y procesa la información, según Minsky.

Tanto la competencia interpretativa, como la argumentativa y la propositiva se pueden desarrollar mediante el proceso de modelado. Cuando se usa SIMAS para hacer ontologías se está promoviendo las competencias interpretativas, al usar DIGALO para guiar las discusiones argumentadas se promueve la competencia argumentativa; finalmente al modelar, simular y probar escenarios de simulación con el ambiente FreeStyler, se va en procura de desarrollar la competencia propositiva, pues al tener escenarios de simulación, éstos contribuyen para que los estudiantes propongan diseños de políticas de intervención.

Finalmente resulta importante señalar que el aprendizaje de las matemáticas resulta siendo necesario para el desempeño satisfactorio en la mayoría de las tareas a que se verá enfrentado posteriormente el alumno y lo que finalmente aporta el club es ofrecimiento de un espacio que atraiga al estudiante y que le permita olvidar los referentes que, desde los inicios de su formación, le hacen ver la matemática, antes que con agrado, la mayor de la veces, con miedo.

## **Agradecimientos**

Se agradece a las directivas nacionales y zonales de la UNAD quienes con su apoyo hacen posible la realización de este tipo de trabajos.

## **Referencias y bibliografía**

- Aracil, J., (1986). Máquinas, sistemas y modelos. Madrid: Editorial Tecnos.
- Callejo, M., (1995). Un Club matemático para la diversidad”, Narcea.
- De Groot, R. Et Al., (2008). DIGALO Y Procesos De Argumentación, Conformación de comunidades de aprendizaje y emergencia de factores de resiliencia y transferencia a la vida cotidiana. Revista de investigaciones UNAD, Julio 2008, Volumen 7, Número 1.  
doi:<http://www.unad.edu.co/revistainvestigacion/images/Volumen7N1/digalo.pdf>
- Díez-Palomar J. Et Al., (2007). El club de matemáticas: una experiencia cultural de matemáticas de la vida cotidiana, por la diversidad. *Revista de didáctica de las matemáticas*, ISSN 1133-9853, N°. 45, Págs. 99-106.  
doi:[http://math.arizona.edu/~cemela/english/content/workingpapers/after\\_school\\_sp.pdf](http://math.arizona.edu/~cemela/english/content/workingpapers/after_school_sp.pdf)
- Forrester, J. W., (1989). The Beginning of System Dynamics. *Banquet Talk at the international meeting of the System Dynamics Society*, Stuttgart, Germany, July 13, 1989.  
doi:<http://sysdyn.clexchange.org/sdep/papers/D-4165-1.pdf>
- García, H., (2010). Club de Matemáticas del CCH Naucalpan. (may. 2010).  
doi:<http://intermat.fcencias.unam.mx/hector/introducciongeom.pdf>
- Gruber, T. R., (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specifications. *Knowledge Acquisition*, 6(2):199-221. doi: <http://tomgruber.org/writing/ontolingua-kaj-1993.pdf>
- Jiménez, A., (2010). Algebra en todas partes. Institución educativa: Colegio Departamental El Triunfo Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República. "Humboldt 200 años" Publicación digital en la página web de la Biblioteca Luis Ángel Arango del Banco de la República.  
doi:<http://www.lablaa.org/blaavirtual/apoyo/fondo/algebra.htm>
- Maldonado, L.F. et al., (2001). Ontología y aprendizaje de la Geografía: software para representar y software para comprender. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional y Colciencias.
- Maldonado, L.F. Et Al., (2008a). Comunidades de aprendizaje mediadas por redes informáticas. En: *Revista Educación Y Educadores*, Vol 11, No 1 - Julio De 2008a. ISSN: 0123-1294, Indexada Colciencias tipo B. pp. 199-224.  
doi:<http://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/725/1703>
- Maldonado, L.F. Et Al., (2008b). Dígalo: Argumentación en ambientes digitales de educación: una experiencia con reintegrados a la vida civil., (Sep. 2010),  
doi:[http://www.unad.edu.co/revista\\_investigacion/images/digaloes/DIGALO.pdf](http://www.unad.edu.co/revista_investigacion/images/digaloes/DIGALO.pdf)
- Minsky, M., (1985). The Society of Mind, New York: Simon & Shuster.
- Pineda, E., (2005). Un Reconocer A Nivel Práctico De Las Diferencias Y Coincidencias De Los Enfoques De Modelado Conductista Y Estructural En La Economía. Tesis de Grado en Economía, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga.
- Polya, G., (2002). Cómo plantear y resolver problemas. Editorial Trillas, México.
- Johnson, G., y García., (2000). Explorando La Matemática Tomo I: Conjuntos, Enunciados y Operaciones. Invitación a conocer la matemática. *Comprendiendo los sistemas de numeración*. Editorial: Paz.