

RedDinámica: Herramienta computacional para el aprendizaje y difusión de la dinámica de sistemas en la educación

RedDinámica: Computational tool to learning and diffusion of system dynamics in education

Laura Patricia Pinto Prieto^{1*}, Luis Fernando Sierra Joya², Hugo Hernando Andrade Sosa³

Ingeniería de Sistemas, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia

laura.pinto@correo.uis.edu.co

luis.sierra@correo.uis.edu.co

handrade@uis.edu.co

Resumen— El presente artículo presenta el diseño de la herramienta Computacional RedDinámica 2.0 diseñada para dar soporte a una red de aprendizaje colaborativo cuyo objetivo es el aprendizaje y la difusión de la dinámica de sistemas en la educación básica y media Colombiana. La principal funcionalidad de RedDinámica es la creación de un material didáctico denominado “lección” siguiendo un proceso cíclico, a partir del conocimiento tácito de profesores y expertos en dinámica de sistemas y áreas de conocimiento específicas; brindando a la comunidad educativa la posibilidad de profundizar sus estudios y compartir experiencias en torno a la dinámica de sistemas.

Palabras clave— *Dinámica de sistemas, herramienta computacional, aprendizaje colaborativo, educación básica y media, RedDinámica.*

Abstract—This paper presents the design of the Computational tool “RedDinámica 2.0” designed to support a collaborative learning network aimed at learning and dissemination of system dynamics in primary and secondary education Colombian. The main functionality of RedDinámica is create teaching materials called "lesson" following a cyclical process, from tacit knowledge of teachers and experts in system dynamics and specific knowledge areas, providing the educational community the opportunity to deepen their studies and share experiences on system dynamics.

Keywords — *System Dynamics, Computational Tool, collaborative learning, Education, RedDinámica.*

I. INTRODUCCIÓN

Las tendencias educativas se orientan a nuevos esquemas centrados en el aprendizaje y en el trabajo colaborativo, con importantes demandas de comunicación y acceso efectivo a recursos de información en los cuales las tecnologías de información, los ambientes virtuales y el internet han ampliado las posibilidades. En este contexto el

principal propósito es gestionar tanto el conocimiento tácito, proveniente de la práctica y experiencia de docentes y expertos en el ejercicio de su profesión, como el conocimiento explícito, caracterizado por ser un componente teórico ; generando un entorno de aprendizaje continuo y duradero, para ello es necesario crear estrategias que permitan la transformación del conocimiento y al mismo tiempo generen nuevo conocimiento, tanto individual como organizacional rompiendo las limitaciones de la distancia.

Este trabajo presenta una herramienta computacional que da soporte a una red de aprendizaje colaborativo (RedDinámica), sitio diseñado para soportar el proceso de aprendizaje y difusión de la dinámica de sistemas (DS) en la educación básica y media en Colombia a través de una construcción colectiva del conocimiento; un ambiente en donde la comunidad educativa tiene la posibilidad de profundizar su estudio, desarrollar materiales y compartir experiencias. Esta red busca motivar la generación y transferencia de conocimiento entre los miembros de una comunidad que trabaja con DS en instituciones educativas de diferentes regiones, fomentar el intercambio de conocimientos con todos los integrantes que conforma la red, y nuevos integrantes. Esta red de aprendizaje colaborativo es orientada por profesionales y expertos del grupo de investigación en Modelado y Simulación (SIMON) de la Universidad Industrial de Santander.

RedDinámica nace en el marco del convenio Universidad Industrial de Santander – Computadores para Educar (UIS-CPE¹), cuyo liderazgo estaba a cargo del Grupo de Investigación en Modelado y Simulación (SIMON), presentando la DS como un lenguaje para apoyar procesos de aprendizaje y enseñanza. Durante el desarrollo del convenio el grupo SIMON realizó constantes visitas a instituciones educativas en diversas

¹ Programa colombiano que une al estado, a la empresa privada y a las universidades en el propósito de llevar las tecnologías de información a la escuela pública, principalmente rural. www.computadoresparaeducar.gov.co

regiones del país para la formación docente en el uso de las tecnologías de Información y el modelado con dinámica de sistemas; conllevando a la necesidad de generar un ambiente de aprendizaje continuo que facilite el acompañamiento permanente y la comunicación entre profesores, expertos y estudiantes con el objetivo de crear material didáctico de forma colaborativa haciendo uso de la dinámica de sistemas y las tecnologías de información, dando origen a RedDinámica [1], [2].

Este artículo acerca de la experiencia de concepción de la dinámica de trabajo de una comunidad de práctica, diseño y desarrollo de su plataforma software correspondiente, se estructura de la siguiente manera: la sección II presenta la metodología seguida en el desarrollo de la investigación, en la sección III se muestra las principales contribuciones de la dinámica de sistemas en la educación, la sección IV describe el diseño de la plataforma RedDinámica haciendo énfasis en el proceso metodológico para el desarrollo de lecciones. Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones y referencias.

II. METODOLOGÍA

Este proceso de investigación y desarrollo, se originó en la experiencia del grupo SIMON [3], [4], la metodología seguida en el desarrollo del estudio consta de dos fases: 1) Análisis de la situación problema y fundamentación teórica, 2) Desarrollo de la herramienta computacional. A continuación se describe cada una de las fases.

1) Fundamentación teórica: En esta fase de la investigación se procedió a realizar una revisión de la literatura, en torno a las principales contribuciones de la dinámica de sistemas en la educación y a las herramientas computacionales desarrolladas para la difusión de la dinámica de sistemas en la educación; para ello se analizaron algunas plataformas de redes de aprendizaje colaborativo tales como: Red escuela, Colombia Aprende, entre otras; con el fin de identificar los procesos soportados y el uso de las tecnologías de información.

2) Desarrollo de la herramienta Computacional: Para el desarrollo de la herramienta computacional se siguió el modelo incremental [5], [6], llevándose a cabo tres incrementos, en el primer incremento se realizaron las principales funcionalidades básicas de la herramienta, tales como gestión de usuarios, permisos, gestión de documentos, etc. En el segundo incremento se realizó todo lo concerniente a las necesidades de comunicación y desarrollo del módulo de lecciones y experiencias a publicar en el sitio; y por último en el tercer incremento se realizó las funcionalidades relacionadas con la generación de informes estadísticos.

III. DINAMICA DE SISTEMAS EN LA EDUCACIÓN

El pensamiento sistémico fomenta reflexionar y ver la totalidad del fenómeno, el análisis no debe limitarse a sus componentes o partes. Explora las interdependencias entre los elementos de un sistema, buscando los modelos en lugar de memorizar hechos aislados [7], [8]. Se enfoca en el ciclo de realimentación de un sistema porque esa estructura determina su conducta a través del tiempo. Es importante su uso en los procesos educativos con la finalidad que los individuos aprecien y analicen los fenómenos de una manera general y no centrándose en partes aisladas ya que los elementos que conforman los sistemas están interconectados y en constante cambio a través del tiempo, la Dinámica de Sistemas analiza estos cambios [8], [9]. También se analiza e interpreta los sistemas de la vida real para lograr generar modelos que se puedan simular a través de los computadores y analizar posibles comportamientos [9].

La Dinámica de Sistemas es una metodología de modelado y simulación que ha cogido auge en los últimos años, fue desarrollada por Forrester [7], [8], [10], [11], durante la década de los cincuenta [9], su objetivo es llegar a comprender cómo la estructura del sistema es responsable de su comportamiento, está basada bajo los paradigmas que rigen el pensamiento sistémico y ve el sistema como un todo formado por un conjunto de variables que interactúan entre sí y causan un determinado comportamiento. Los modelos de dinámica de sistemas se construyen por prototipos haciendo uso de los diagramas de Forrester [10], Lenguajes de sistemas dinámicos y ecuaciones diferenciales. A medida que se construyen los prototipos se incrementan la complejidad y el alcance del modelo. [8], [9]

Aportes de la dinámica de sistemas a la educación

Un estudiante formado en un contexto educativo con Dinámica de Sistemas desarrollará habilidades de pensamiento, aptitudes y comportamientos entre las cuales se destacan [9]:

- **Pensamiento Dinámico:** identifica patrones de comportamiento; ve patrones de cambio en el tiempo, más que eventos aislados. Ve en las trayectorias temporales de los elementos del sistema, la historia de su comportamiento dinámico.
- **Pensamiento en términos de causalidad:** reconoce que los problemas y sus soluciones están dentro del sistema no fuera de éste. Entiende que unas son las manifestaciones y otras las causas profundas que determinan lo que se manifiesta, estas causas pueden estar distantes en el tiempo y en el espacio de sus efectos (manifestaciones) y generalmente son múltiples.
- **Pensamiento operacional:** aprecia y entiende cómo la estructura causal del sistema se refleja en su comportamiento, y comprende que la estructura básica se puede aplicar a todos los sistemas. Entiende los conceptos de flujo y nivel y la relación entre los mismos.

- Pensamiento de ciclo cerrado: reconoce la realimentación., lo cual indica que una acción tiene consecuencias que pueden influir en nuevas acciones.

Así mismo la Dinámica de sistemas tiene algunos aportes para el profesor y el centro educativo quienes construyen conocimiento alrededor de esta temática, desarrollando las siguientes características [9].

- Se diseñan actividades permitiendo a los estudiantes construir sus propios conocimientos.
- La Dinámica de Sistemas será incluida dentro del programa de estudios. No será un curso más; sino que hará parte del conocimiento común a todas las áreas y asignaturas.
- Mejorará las herramientas y formas de trabajo para integrar y revitalizar el programa de estudios existente.
- Analizar los problemas primero, al presentarle desde un inicio una situación problemática, tendrán la necesidad de aprender varias cosas para solucionarla, los estudiantes mirarán la situación globalmente y luego buscarán el conocimiento necesario para tratarla como en la vida real.

IV. PLATAFORMA REDDINÁMICA

El proceso metodológico de trabajo en RedDinámica se centra en el trabajo colaborativo para facilitar que los participantes del sitio (profesores, estudiantes, directivos, y hasta instituciones educativas completas, al igual que el equipo que coordina y orienta el sitio) propongan, promuevan, desarrollen y participen en proyectos conjuntos de carácter educativo a niveles tradicionalmente difíciles de alcanzar. Por su parte, la universidad puede intervenir, a través del grupo de investigación, proporcionando a los participantes la asesoría necesaria y promoviendo la formación y participación en el sitio (cita dos libros de pregrado).[1], [2]

RedDinámica busca que los participantes de la red de aprendizaje generen material didáctico llamado lecciones, este debe ser de alta calidad y confiabilidad de su contenido, dado que es elaborado mediante un proceso colaborativo entre expertos y demás participantes de la red, garantizando de esta forma un mejoramiento continuo de la información publicada el sitio.

1) Participantes de RedDinámica

La red de aprendizaje colaborativo para la difusión de la dinámica de sistemas en la educación está conformada por profesores, profesionales de diferentes carreras, estudiantes, e instituciones interesadas en incluir la dinámica de sistemas en su proceso de formación.

Dentro de los participantes de Red Dinámica podemos identificar a los diferentes actores que desempeñan uno o

varios roles en las actividades del sitio web. Se identifican: Usuario General, Usuario Experto y Usuario Administrador.

Usuario general	El usuario general es aquel que se registra como estudiante, profesor o invitado; este usuario tiene acceso limitado a las funcionalidades del sitio.
Usuario experto	Es un usuario con un conocimiento avanzado sobre dinámica de sistemas y es especializado en determinadas áreas de conocimiento. Además de las opciones a las que tiene acceso un usuario general, el experto tiene acceso a algunas funcionalidades que le permiten asesorar las lecciones de clase enviadas por los usuarios.
Usuario Administrador	Persona que se encarga de la administración de los contenidos publicados en el sitio y supervisar el proceso de construcción del conocimiento. El administrador tiene acceso a las mismas opciones que los anteriores usuarios, adicionalmente tiene acceso al modulo de administración.

Tabla 1: Tipos de usuario de red dinámica

2) Secciones de Contenido

La estructura del sitio esta compuesta por 5 secciones: Administrador, Recursos, Comunicación, Participantes y Lecciones. A continuación se describe brevemente cada una de ellas con su respectivo diagrama de casos de uso.

- Administrador

Se administra la información de los usuarios, la asignación a los expertos de las experiencias enviadas por los usuarios, la publicación de nuevos contenidos y en general la administración de la base de datos del sitio web.



Figura 1: Diagrama de casos de uso para el administrador

• Recursos

En Esta sección se encuentra información agrupada en los siguientes ítems:

- Biblioteca en la cual se encontraran publicaciones realizadas por el grupo SIMON y otras publicaciones realizadas a nivel nacional o internacional.
- Boletines informativos a los usuarios y novedades académicas,
- Los usuarios pueden proponer nuevos contenidos
- Enlaces, en esta opción el usuario encuentra direcciones electrónicas de sitios en donde puede encontrar información adicional relacionada con las temáticas del sitio.
- Descargar Software previamente subido o avalado por el administrador para uso de los participantes.
- Conceptos Básicos de Dinámica de Sistemas.
- Opcionalmente con el fin de establecer usos y mejoras a los recursos se puede llenar una encuesta.

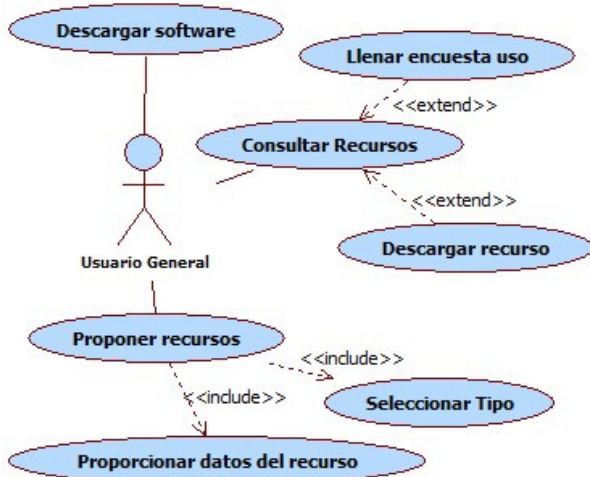


Figura 2: Diagrama de casos de uso para la sección recursos.

• Comunicación

En esta sección se encuentran distintas funcionalidades para usar entre los usuarios, se cuenta con un foro, chat, mensajería interna la cual permite: adjuntar archivos, enviar mensajes a un individuo, grupo o todos los participantes. Además una cartelera de noticias en donde los usuarios pueden publicar noticias a la comunidad.



Figura 4: Diagrama de casos de uso para la sección Comunicación.

• Participantes

Esta es una sección que tiene como objetivo facilitar la información de los usuarios, administrar su información de perfil y buscar información de las instituciones educativas.



Figura5: Diagrama de casos de uso para la sección participantes.

• Lecciones

El modulo principal de RedDinámica y por la cual se creó el sitio es el desarrollo de lecciones. Por medio de este modulo los usuarios de RedDinámica comparten sus experiencias con otros usuarios, se construye material de forma colectiva que contribuya a difundir la dinámica de sistemas en la escuela. El desarrollo de lecciones muestra las características de una Red de aprendizaje colaborativo coordinada por profesionales y expertos en dinámica de sistemas.

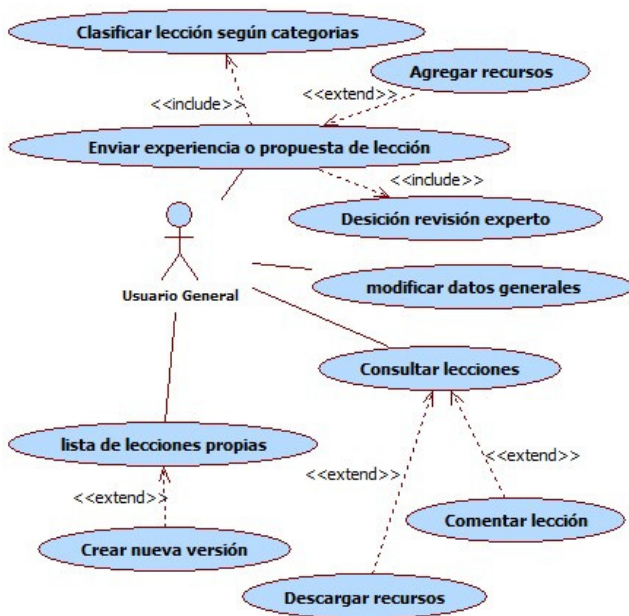


Figura 3: Diagrama de casos de uso para la sección lecciones.

Proceso de desarrollo de lecciones

La principal funcionalidad de RedDinámica es el modulo de desarrollo de lecciones, mediante la cual se crea material didáctico denominado “lección” de forma colaborativa, siguiendo un proceso cíclico, a partir del conocimiento tácito de profesores y expertos en dinámica de sistemas y áreas de conocimiento específicas, luego sigue una etapa de desarrollo, evaluación y documentación de la lección y por último una etapa de realimentación y actualización. Estas lecciones sirven de guía a otros docentes para la difusión de la dinámica de sistemas mediante la enseñanza de diversos tópicos en la escuela.

Una lección en un material académico desarrollado por los usuarios de RedDinámica, en el cual se aplica la dinámica de sistemas a un tema específico y sirve como guía para poner en práctica en la escuela; puede estar formada por trabajos escritos, diapositivas, modelos de dinámica de sistemas, entre otros.

El ciclo de desarrollo de una lección inicia cuando un usuario de la red de aprendizaje decide sugerir un tema para el desarrollo de una lección de forma colaborativa con base en su experiencia, ya sea que él haya desarrollado material al respecto (lección con recursos) ó simplemente este interesado en profundizar sobre el tema. Luego, el administrador de la plataforma web asigna un experto, quien es el encargado de asesorar la lección hasta cuando se considere que tiene un adecuado nivel de calidad y puede publicarse en el sitio, así mismo el administrador envía una convocatoria pública a todos los participantes de RedDinámica para formar un grupo de desarrollo de la lección; entre los integrantes de ese grupo se selecciona el usuario líder de desarrollo, quien es el encargado de liderar el proceso, realizar las correcciones sugeridas por el experto y agrupar el material sugerido por los demás miembros del grupo, en este momento la lección queda en un estado asignada.

Posteriormente empieza un pequeño ciclo, donde la lección va a estar en estado de observación, mediante el cual el experto revisa y asesora la lección y el grupo de desarrollo elabora material didáctico para incluir a la lección y realizar las modificaciones pertinentes, todo esto hasta el momento en que se considere que la lección está completa y lista para hacer una prueba piloto; esta prueba consiste en que algunos o todos los integrantes del grupo de desarrollo, en su mayoría profesores, hacen uso de la lección en sus aulas de clase e identifican aspectos de mejora o certificación de la lección (en el caso de obtener muy buenos resultados), con base en los resultados de la prueba, la lección es modificada y probada nuevamente, sí es necesario, para luego darse como terminada y se publique en el sitio de RedDinámica para uso de toda la comunidad académica participante de esta red de aprendizaje colaborativo.

Sin embargo después del uso de la lección a lo largo del tiempo, es posible que sugieran nuevos temas y aspectos por mejorar, surgiendo la necesidad de actualizar la lección, por lo tanto el ciclo vuelve a iniciar y se repite cuantas veces sea necesario. La siguiente figura esquematiza el proceso de desarrollo de lecciones descrito anteriormente.

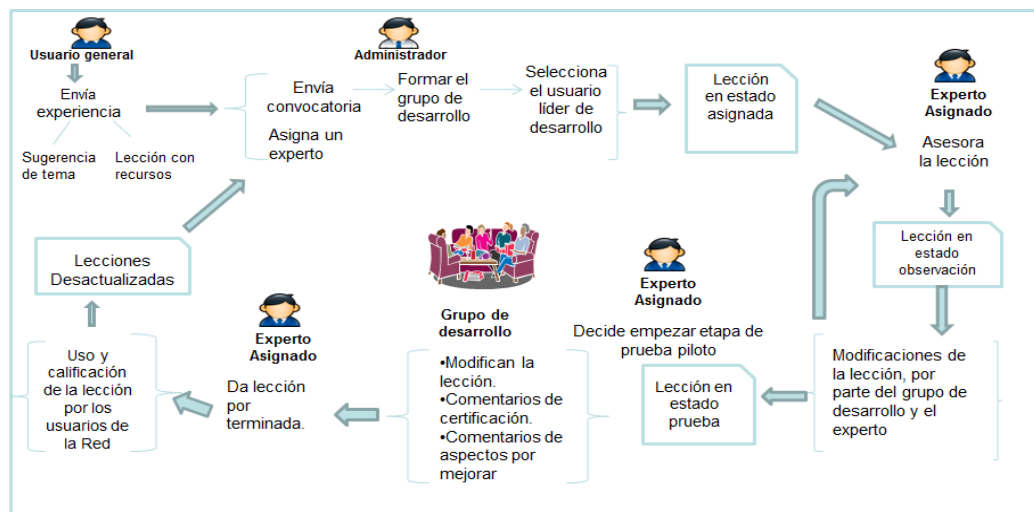


Figura 6: Proceso de desarrollo de lecciones

V. CONCLUSIONES

Las redes de aprendizaje colaborativo permiten crear conocimiento y difundirlo entre sus participantes, el desarrollo de una red de aprendizaje para la difusión de la dinámica de sistemas en la educación, permite que profesores de cualquier parte del país aprendan dinámica de sistemas y puedan aplicar en las instituciones educativas el material desarrollo en el sitio, en un ambiente de trabajo colaborativo con expertos en dinámica de sistemas.

Uno de los aspectos a resaltar de Red Dinámica es que es una red de aprendizaje colaborativo guiada por expertos y supervisada por un administrador encargado de revisar el material a publicar en el sitio; esto garantiza que el material que se desarrolle en el sitio está fundamentado tanto teóricamente como empíricamente logrando un cierto nivel de calidad.

Así mismo, Las funcionalidades desarrolladas para la comunicación entre los usuarios de RedDinámica, apoyan y facilitan el proceso de desarrollo de material colectivamente y motivan a los participantes de la red a participar activamente en el sitio y la lógica aplicada para el proceso de desarrollo de lecciones refleja claramente las características de una red de aprendizaje colaborativo, permitiendo a todo tipo de usuarios compartir sus experiencias y aportar conocimiento sobre un determinado tema.

RECOMENDACIONES

En este tipo de ambientes de trabajo colaborativo es importante que exista un proceso de constante de capacitación con el fin de motivar a los integrantes de la red a participar activamente. Así mismo futuras versiones de RedDinámica pueden incluir funcionalidades como

directorios de expertos, agentes inteligentes y web semántica para una mejor la gestión del conocimiento permitiendo una realimentación de la información y seguimiento del comportamiento de los usuarios.

AGREDECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la Universidad Industrial de Santander por el apoyo brindado para el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS

- [1] L. P. Pinto Prieto and L. F. Sierra Joya, "Elaboración de la plataforma red dinámica versión 2.0 como soporte al aprendizaje y difusión de la dinámica de sistemas en la educación.," Universidad Industrial de Santander, 2009.
- [2] L. R. Castañeda Meza, "Sitio web para facilitar La, aprendizaje y la difusión de la dinámica de sistemas en la educación.," Universidad Industrial de Santander, 2007.
- [3] H. H. Andrade Sosa, G. P. Maestre Góngora, and G. López Molina, "La lúdica y las redes humanas como estrategia para promover la sostenibilidad de la incorporación de la dinámica de sistemas en las escuelas colombianas," in *Sexto encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, 2008.
- [4] H. H. Andrade Sosa and G. López Molina, "Red de Aprendizaje para el Modelado y Simulación en la Escuela Colombiana," in *Latinoamérica: una comunidad que aprende dinámica de sistemas y con dinámica de sistemas*, 2009, pp. 587-594.
- [5] R. Pressman, *Ingeniería del software: Un enfoque práctico*, Séptima. 2010, p. 777.
- [6] R. Pressman, *Ingeniería del software: un enfoque práctico*. 2002, p. 601.
- [7] M. C. Jackson, *Systems Thinking: Creative Holism for Managers*. 2003, p. 378.

- [8] H. Andrade, D. Isaac, A. Espinosa, H. López Garay, and R. Sotaquirá, *Pensamiento Sistemico: Diversidad en búsqueda de la unidad*. 2001.
- [9] H. H. Andrade Sosa and L. C. Gómez Flórez, *Tecnología Informática en la Escuela.*, 3rd ed. Bucaramanga, Colombia: 2007, p. 187.
- [10] J. Forrester, "System Dynamics and Learner-Centered-Learning," in *kindergarden through 12th Grade Education. Road Maps*, 1994.
- [11] R. Gil García, *Pensamiento sistémico y dinámica de sistemas para el análisis de políticas públicas : Fundamentos y recomendaciones*. 2008, p. 44.