**GESTIÓN DINÁMICO SISTÉMICA DE LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS
DE SOFTWARE LIBRE**

AUTOR

LAURA CRISTINA VILLAMIZAR VECINO

TESIS DE MAESTRÍA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO

LÍNEA DE ESTUDIOS SISTÉMICOS INSTITUCIONALES EN JUSTICIA Y

POLÍTICA

BUCARAMANGA

2013

**GESTIÓN DINÁMICO SISTÉMICA DE LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS
DE SOFTWARE LIBRE**

TESIS DE MAESTRÍA

AUTOR

LAURA CRISTINA VILLAMIZAR VECINO

Ingeniera de Sistemas

Ms(c) Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software

DIRECTOR

JORGE ANDRICK PARRA VALENCIA

Ph.D., M.Sc., SE.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE

GRUPO DE INVESTIGACIÓN EN PENSAMIENTO SISTÉMICO

LÍNEA DE ESTUDIOS SISTÉMICOS INSTITUCIONALES EN JUSTICIA Y

BUCARAMANGA

2013

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga

DEDICATORIA

A mi Familia.

A mis Amigos.

A mis Profesores.

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Jorge Andrick Parra Valencia, Ph.D., Director de esta Tesis de maestría, por el apoyo y guía brindado a este proyecto.

A la gobernación de Santander, por el crédito condonable otorgado.

A la Universidad Autónoma de Bucaramanga, por el soporte ofrecido.

A todos aquellos que colaboraron directa o indirectamente en la realización de esta investigación

RESUMEN

Hace unos años se exponía que los usuarios no deberían preocuparse por la creación de los programas, sino limitarse al uso de estos y aprovechar sus utilidades, pero el movimiento de software libre lo que pretende es que se muestre, que se pueda crear diversos programas que sean útiles y no necesiten depender de una cadena. Entonces nace una comunidad de desarrollo de software libre por la necesidad de poder conocer la creación de los programas desarrollados con el fin de adaptarlos a sus necesidades y así mismo compartir sus aportes para que todos los usuarios se puedan beneficiar. La filosofía del software libre, es que se desea tener una comunidad donde los usuarios compartan, se ayuden mutuamente y los beneficios que trae cada uno de los programas que se desarrollan, sean para toda la comunidad en partes iguales.

La comunidad de software libre cuenta con integrantes que participan porque comparten la filosofía del software libre y cooperan para que todos se beneficien. Es importante para que esta comunidad atraiga más seguidores, o sea atractivo a toda la sociedad, mostrar que esta forma de desarrollo trae beneficio no solo a los que ofrecen el producto, sino a la comunidad en general. Una forma por la cual se puede generar cooperación y mantenerla, es por medio de la gestión de la cooperación. En todas las comunidades las cuales se conforman de dos o más personas se presentan una serie de situaciones alrededor de un bien común o bien público, que en este caso gira alrededor del código y conocimiento generado el cual sería un bien público. Estas situaciones se conocen como dilemas sociales, que se entienden como conflictos entre la racionalidad individual y el bienestar colectivo (Kollock, 1998). Una forma de enfrentar todos esos conflictos que se presentan en una comunidad, como la comunidad de desarrollo de software libre es por medio de la gestión de la cooperación, la cual permita que se puedan articular reglas y estrategias que permitan crear y sostener una cooperación efectiva. En el presente proyecto se

planteó una hipótesis dinámica y un modelo combinado con la estrategia diseñada y se realizaron los respectivos experimentos de simulación.

Palabras claves: Software libre, cooperación, dilemas sociales, mecanismos, gestión y dinámica de sistemas.

ABSTRACT

A few years ago users should not worry about the creation of programs, they just limited to the use of these and use their profits, but the free software movement purports to show that the user can create various useful programs and need not rely on a string. Community of free software development arose from the need to know the creation of the programs developed in order to suit your needs and likewise share their contributions so that all users can benefit. The philosophy of free software is that you want to have a community where users share, help each other and the benefits it brings each of the programs developed, whether for the whole community equally.

The free software community has members who participate because they share the philosophy of free software and cooperate so that everyone benefits, it is important for this community to attract more followers, that is attractive to all of society showing that this form of development brings benefit not only those that offer the product but to the community at large. One way by which it can generate and maintain cooperation is through cooperation management. In all communities, which are made up of two or more persons are a number of situations around a common good or public good, these situations are known as social dilemmas, which are seen as conflicts between individual rationality and collective welfare (Kollock, 1998). One way to address all these conflicts that arise in a community, as the community of free software development is through cooperative management, which allow them to be articulate gunwales and strategies to create and sustain effective cooperation.

In this project we proposed a dynamic hypothesis and considered the model combined with the proposed strategy and conducted the respective simulation experiments.

Keywords: free software, open source, cooperation, social dilemma, mechanisms, management, system dynamics.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA	22
1.1 BASES TEÓRICAS ACERCA DE COOPERACIÓN Y DILEMAS SOCIALES	22
1.2 METODOLOGÍAS USADAS EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE LIBRE	29
2 MÉTODO APLICABLE PARA LA EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE LA COOPERACIÓN	34
2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE HERRAMIENTA	34
2.2 HERRAMIENTAS REVISADAS Y SELECCIÓN DE LA MISMA	35
2.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO APLICADO EN EL PROYECTO	38
3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	40
3.1.1 Condiciones de la Revisión	40
3.2 DIAGNOSTICO DE DOS MECANISMOS EXITOSOS DE COOPERACIÓN	44
3.2.1 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza Usando como Variable Proxy la Productividad	44
3.2.2 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza con Aprendizaje Social Cooperativo	49
3.3 MECANISMO DE COOPERACIÓN BASADO EN CONFIANZA USANDO COMO VARIABLE PROXY EL TRABAJO REALIZADO	56

3.4 ESTRATEGIA PARA GESTIONAR LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS DE SOFTWARE LIBRE	60
3.5 MODELO EN DINÁMICA DE SISTEMAS QUE INTEGRA LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE COOPERACIÓN DISEÑADA Y EXPERIMENTOS DE SIMULACIÓN PARA EVALUAR DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE COOPERACIÓN EN PROYECTO DE SOFTWARE LIBRE	62
3.5.1 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza Usando Como Variable Proxy el Trabajo Hecho y Aplicando Valores de Retardo	62
3.6 MECANISMO DE COOPERACIÓN BASADO EN CONFIANZA PARA ENFRENTAR EL DILEMA DE LA CONFIANZA	69
4 DISCUSIÓN	81
5 CONCLUSIONES	83
6 TRABAJOS FUTUROS	85
6.1 MODELO QUE INTEGRE UNA ESTRATEGIA QUE PERMITA GESTIONAR LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE PRIVATIVO	85
6.2 DIAGNOSTICO QUE PLANTEE LA DIFERENCIA DE LA COOPERACIÓN BASADA EN CONFIANZA EN SOFTWARE LIBRE Y PROPIETARIO.	85
REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Versión Dinámica del Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza.....	18
Figura 2 Teoría cooperativa para dilemas sociales de recurso de pequeña escala (Ostrom, 2000)	27
Figura 3 Versión Dinámica del Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza.....	28
Figura 4 Primera Aproximación a Una Estructura de Revisión que Representa el Área de Investigación Definida por la Cooperación, los Dilemas Sociales y la Dinámica de Sistemas.	42
Figura 5 Ubicación del Proyecto en la Clasificación del Estado del Arte Segunda versión.	43
Figura 6 Hipótesis dinámica que propone la integración del mecanismo de cooperación basado en confianza con la productividad en el desarrollo de software libre.....	44
Figura 7 Modelo 1 que propone la integración del mecanismo de cooperación basado en confianza con la productividad en el desarrollo de software libre. ..	46
Figura 8 Resultados de simulación para la confianza para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información sobre el trabajo que va siendo realizado – Modelo 1.	47
Figura 9 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza – Modelo 1	48
Figura 10 Hipótesis Dinámica que Propone la Integración del Mecanismo de Cooperación Basado en Aprendizaje Social Cooperativo.....	49
Figura 11 Esquema del Modelo que propone la integración del mecanismo de cooperación basado en confianza con Aprendizaje Social Cooperativo.....	51
Figura 12 Resultados de simulación para la confianza para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.	52
Figura 13 Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.	53

Figura 14 Resultados de simulación para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.....	54
Figura 15 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.	55
Figura 16 Análisis de Sensibilidad del aprendizaje social cooperativo.	56
Figura 17 Hipótesis dinámica del mecanismo de cooperación basado en confianza – Modelo 2.....	57
Figura 18 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación Basado en Confianza	58
Figura 19 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza – Modelo 2.....	59
Figura 20 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento del trabajo hecho – Modelo 2	60
Figura 21 Estrategia Para Gestionar La Cooperación En Proyectos De Software Libre.....	61
Figura 22 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación	63
Figura 23 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza	64
Figura 24 Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información – Modelo 3	65
Figura 25 Resultados de simulación para el trabajo por hacer para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información – Modelo 3	66
Figura 26 Análisis de Sensibilidad para la percepción de la confianza	67
Figura 27 Análisis de Sensibilidad para la percepción del trabajo hecho	68
Figura 28 Análisis de Sensibilidad para la percepción del trabajo por hacer	69
Figura 29 Hipótesis dinámica del mecanismo de cooperación basado en confianza – Modelo 4.....	70
Figura 30 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación	72
Figura 31 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza	73

Figura 32 Resultados de simulación para el trabajo por hacer para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza	74
Figura 33. Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza.	75
Figura 34 Resultados de simulación para la calidad de confianza para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza	76
Figura 35 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de calidad de la confianza sobre el trabajo que va siendo realizado.	77
Figura 36 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de calidad de la confianza sobre la oportunidad de vulnerabilidad generada.....	77
Figura 37 Análisis de sensibilidad para el mecanismo de cooperación basado en confianza en el desarrollo de software libre.	79
Figura 38 Análisis de sensibilidad para la confianza de cooperación.	79
Figura 39 Análisis de sensibilidad para la productividad.....	80

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Dilemas Sociales de Acuerdo al Bien Económico Susceptible, su Localización y Manifestaciones Basado en las Referencias (Ostrom, 1990; Walker, Ostrom, 2005).....	22
Tabla 2 Caracterización de los Dilemas Sociales de Pequeña y Gran Escala (Ostrom, 2000; Mark’oczy, 2003).....	23
Tabla 3 Síntesis de la Revisión Comprensiva de la Literatura para la Teoría Cooperativa y no Cooperativa de Dilemas Sociales (Ostrom, 2005).	24
Tabla 4 Tipos de Bienes Económicos.....	26
Tabla 5 Contribuyentes al Software Libre	31
Tabla 6 Modelo Bazar vs Catedral.....	32
Tabla 7 Criterios de Selección de Herramienta	34
Tabla 6 Herramientas Posibles para Aplicar al Proyecto	36
Tabla 9 Condiciones de Búsqueda de la Revisión de la Literatura	40

INTRODUCCIÓN

Existe una idea de sistema social, el cual gira alrededor del software propietario, este sistema no permite ni compartir ni modificar el software, lo cual hace que se genere una división en la comunidad. Se expone un supuesto, que los usuarios no deberían preocuparse por la creación de los programas, sino limitarse al uso de estos y aprovechar sus utilidades, pero el movimiento de software libre lo que pretende es que se muestre, que se pueda crear diversos programas que sean útiles y no necesiten depender de una cadena. Esta comunidad de desarrollo de software libre nació de la necesidad de combatir el monopolio en el que se ha convertido la industria del software, ya que si el usuario desea obtener algún software este debe pagar por la distribución, lo cual hace que algunos usuarios no puedan acceder a este bien. También cuando el usuario desea acceder a una nueva versión deberá pagar por la actualización o nueva licencia de este programa. La comunidad de desarrollo de software libre lo que pretende es que la comunidad en general pueda ser beneficiada por los diferentes programas que se puedan desarrollar y así mismo acceder al código que permita adaptar los programas a sus propias necesidades (Stallman, 2004).

La filosofía del software libre es que se desea tener una comunidad donde los usuarios compartan, se ayuden mutuamente y los beneficios que trae cada uno de los programas que se desarrollan, sean para toda la comunidad en partes iguales. Que la comunidad tenga libertades sobre el software desarrollado que les permita modificarlo para sus propias necesidades y así mismo compartir los aportes hechos al mismo. Esta comunidad está basada en la cooperación, ya que la cooperación con los demás constituye la base de la sociedad (Stallman, 2004).

La comunidad de software libre promueve la libertad que debe tener la sociedad para acceder en su totalidad a un software (Stallman, 2004), se considera necesario que en la sociedad se promueva la cooperación para obtener mejores resultados. En el caso de la comunidad de desarrollo de software libre presenta cuatro libertades que permitan que la cooperación, la cual es la base de esta comunidad se incremente y permita que en los proyectos futuros se aumente su cantidad y calidad, debido a los aportes adquiridos. Actualmente la comunidad busca por medio de respetar cada una de estas libertades, que se pueda dar la cooperación de la comunidad para realizar los diferentes proyectos. Las libertades son las siguientes (Stallman, 2004):

- Libertad de ejecutar el programa independientemente del propósito.
- Libertad de modificar el programa y ajustarlo a sus necesidades.
- Libertad de distribuir copias, gratuitas o pagas.
- Libertad de distribuir versiones que hayan sido modificadas.

La comunidad lo que busca, es que por medio de estas libertades cada persona pueda no solamente aprovechar los servicios que ofrece el programa, sino también conocer su funcionamiento y si éste considera, poder adaptarlo a sus necesidades, pero que estos aportes sean compartidos a la comunidad para que así todos puedan beneficiarse de estas mejoras. Si esta cooperación se mantiene se puede incrementar el desarrollo de software libre y de calidad.

A pesar que la comunidad de software libre cuenta con integrantes que participan porque comparten la filosofía del software libre y cooperan para que todos se beneficien, es importante para que esta comunidad atraiga más seguidores, o sea atractivo a toda la sociedad mostrando que esta forma de desarrollo trae beneficio no solo a los que ofrecen el producto sino a la comunidad en general. Una forma por la cual se puede generar cooperación y mantenerla, es por medio de la gestión de la cooperación. Pero ¿A que hace

referencia este término?, la gestión de la cooperación propone alinear recursos y personas para poder lograr que se dé la cooperación, es decir proporciona los medios o condiciones para que se logre obtener una contribución de las personas involucradas. A pesar que Olson (1965) expresa que los individuos por si solos no deciden cooperar, debido a su forma racional de pensar, posiblemente se podría llegar a dar la cooperación pero si una minoría dominara la mayoría. Los individuos llegan a estar envueltos en situaciones de las cuales no pueden salir por si solos, estas situaciones son conflictos que se van presentando, en comunidades que van desde dos personas hasta comunidades con un gran número de integrantes, debido a las diferentes formas de pensar de cada uno. Estas diversas formas de pensamiento generan que sus expectativas acerca de algún producto en específico sean diferentes. Estos conflictos son conocidos como dilemas sociales, que se entienden como conflictos entre la racionalidad individual y el bienestar colectivo (Kollock, 1998), es decir el momento de buscar un beneficio, se busca el beneficio propio y no el de una comunidad. Estos conflictos giran alrededor de un recurso o un bien, ya sea privado o público. En el caso de la comunidad de software libre, existe un bien público en cual giran dilemas sociales propios de esta comunidad, el cual es el código. El código es un bien público, ya que no es exclusivo, no posee rivalidad y puede ser usado por otras personas.

La literatura presenta que al individuo le es difícil superar estos conflictos por si solos, y esto hace que el recurso finalmente sea sobreexplotado. Existen dos recomendaciones para mejorar estas situaciones presentadas que son: una por medio de políticas que realicen asignación de derechos de propiedad privada (Parra, 2011; Smith, 1981; Ostrom, 1990) y la otra es por medio de la asignación de un agente externo o autoridad, el cual de manera forzosa hará cumplir (Parra, 2011; Hardin, 1968). Además de estas recomendaciones, se ha estudiado la teoría de la cooperación la cual sugiere que una forma de superar estos conflictos o situaciones es por medio de que los individuos confíen entre sí, y así se pueda llegar a cooperar. Para que se dé esta cooperación es

importante que se pueda construir una confianza, y poder generar una reputación que permita que esta confianza incremente para que la cooperación se mantenga (Ostrom, 2000).

Parra (2012) propone una versión dinámica del mecanismo basado en cooperación. En la figura 1 presentada a continuación se puede observar dicho mecanismo. En el mecanismo se encuentran tres variables principales que son confianza, reputación y reciprocidad. Debido a la confianza se obtiene reciprocidad, y así mismo la reputación es afectada por la reciprocidad. A mayor reciprocidad se incrementa la reputación y se incrementará también la cooperación y finalmente la confianza se incrementa debido a la reputación, es decir si mejora. La cooperación se ve afectada debido a las condiciones iniciales de confianza. Estas variables están unidas en un ciclo de retroalimentación de refuerzo, que refuerza cualquier condición inicial (Sterman, 2000). Este es el caso con el mecanismo de cooperación basado en confianza que presenta una dependencia a las condiciones iniciales (Castillo et al, 2005).

Figura 1 Versión Dinámica del Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza.

Fuente: "Gestión de la cooperación en dilemas sociales: un aporte desde la ingeniería de sistemas" (Parra, 2012)

A pesar que la cooperación es clave para promover más y mejor software y esta comunidad se basa en la cooperación, se presentan conflictos que entorpecen la finalidad de esta comunidad o lo que se pretende con esta comunidad o este tipo de desarrollo. La comunidad está integrada inicialmente por personas que comparten la idea de una comunidad libre con derecho a conocer tanto el desarrollo como las utilidades del software, lo cual hace que pueda ser adaptado según necesidades, estos integrantes han buscado la forma de promover la cooperación para obtener productos de mejor calidad. Con el pasar de los años desde la aparición del software libre se ha aumentado el número de participantes en esta comunidad, pero debido a las diferentes formas de pensar se han generado conflictos, los cuales han sido el hecho de enfrentar la racionalidad individual con el bienestar colectivo, que son los llamados dilemas sociales (Kollock, 1998). Stallman (2004) expresa que una de las preocupaciones para la comunidad es que una vez desarrollen el software, no compartan las mejoras para que la comunidad se beneficie, por lo contrario lo conviertan en software propietario. Se estarían pasando por alto las libertades que promueve el software libre. También al no entender la idea que promueve la comunidad, se acercan personas que desean lucrarse y al no recibir estímulos el estímulo esperado, deciden retirarse. Debido a los avances tecnológicos que existen es posible comunicarse con personas que se encuentran en diferentes partes del mundo lo cual permite generar una confianza que permitirá que se dé la cooperación, pero a veces es importante que esta confianza se estimule con la interacción. En los proyectos que se desarrollan también se espera que la interacción sea con más frecuencia y esto puede llegar a generar que algún integrante se retire. Para que exista la cooperación es importante que se genere una confianza, la cual se va desarrollando debido a la interacción con los integrantes del proyecto o comunidad, esta confianza se puede ver afectada, ya que en ocasiones aparecen los llamados “*free rider*” que son aquellos que buscan obtener beneficios sin cooperar con los demás individuos y así aprovecharse de los esfuerzos de los que si trabajan con la comunidad para hacer buen uso del bien público, que en el caso del desarrollo de software libre es el código. Esta

forma de beneficiarse de algunos hace que otros miembros de la comunidad decidan retirarse debido a que no obtienen la respuesta esperada, que es cooperar como respuesta a la cooperación de ellos, es decir se genera una mala reputación y la confianza de cooperación no se llega a dar y así mismo no se da la cooperación.

Como se expreso anteriormente una forma de enfrentar todos esos conflictos que se presentan en una comunidad, como la comunidad de desarrollo de software libre es por medio de la gestión de la cooperación, la cual permita que se puedan articular reglas y estrategias que permitan crear y sostener una cooperación efectiva.

Una vez se realizó la revisión de la literatura, se encontró que no existen normas, estrategias o lineamientos específicos y definidos para que se dé la cooperación y así mismo se mantenga y que permitan enfrentar y dar soluciones a los conflictos que se presenta en esta comunidad, es decir enfrentar los dilemas sociales presentados en la comunidad de desarrollo de software libre.

Debido a todo lo anteriormente descrito se planteó una pregunta la cual fue: ¿Cómo puede mejorarse la gestión y planificación de los proyectos de software libre para mejorar de manera intencionada la forma cómo los desarrolladores promueven y sostienen la cooperación?

Para resolver esta pregunta que se planteó, inicialmente se realizó una revisión de la literatura donde se pudieron encontrar los conceptos acerca del área de investigación, así revisar trabajos encontrados que sirvieron de base para la realización del proyecto. Una vez realizada la revisión no se encontraron

ningún tipo de reglas, normas o estrategias definidas acerca de generar y mantener la cooperación. Posteriormente se identificaron dos mecanismos de cooperación exitosos, los cuales se modelaron y se realizaron experimentos de simulación. Estos mecanismos fueron: uno basado en confianza y el otro donde se presenta aprendizaje social. Seguido se propuso una estrategia la cual fue que la cooperación si es posible por medio de que se genere una reputación la cual permitirá que se dé una confianza de cooperación y finalmente se dé la cooperación, en el momento que se dé la cooperación se afectara la productividad haciendo que se pueda obtener más software y de calidad, pero ésta supone una complejidad dinámica, por lo cual se propuso estudiar la dinámica que supone la promoción de que se dé una cooperación efectiva para poder superar los problemas dinámicos y estructurales. De esta forma, los administradores pueden mecanismos y estrategias que permitan promocionar y sostener la cooperación efectiva.

Finalmente se desarrollo una hipótesis dinámica y se planteó el modelo combinado con la estrategia planteada y se realizaron los respectivos experimentos de simulación.

1 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 BASES TEÓRICAS ACERCA DE COOPERACIÓN Y DILEMAS SOCIALES

Los dilemas sociales terminan por no beneficiar a nadie (Kollock, 1998). Estas situaciones se presentan, ya que, los individuos solo piensan en su propio bienestar. En el libro “Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala” (Parra, 2011), se identifican una serie de aspectos problemáticos, uno es que cuando los individuos se ven envueltos un dilema social la decisión es de retirarse normalmente y otra es que si ellos toman la decisión de cooperar, deciden cuando lo hacen y con qué frecuencia. También se exponen tipos de dilemas sociales de acuerdo al bien económico. En la tabla 2 presentada a continuación se pueden observar los tipos de dilemas sociales.

Tabla 1 Tipos de Dilemas Sociales de Acuerdo al Bien Económico Susceptible, su Localización y Manifestaciones Basado en las Referencias (Ostrom, 1990; Walker, Ostrom, 2005)

Tipo de bien	Proceso en el que ocurre el dilema	Manifestaciones
Bien público	Provisión	Sub provisión
Recurso Común	Apropiación	Congestión, contaminación sobreutilización.

Fuente: “Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala” (Ostrom, 1998)

Existen dilemas sociales de pequeña y gran escala, a continuación en la tabla 3 se expone un comparativo basado en la referencia (Ostrom, 2000) con las

diferentes características de estos (Parra, 2011). Este cuadro permite establecer las diferencias entre estos dos dilemas sociales y así identificar en cuál podría ubicarse el planteamiento de una estrategia de gestión de la cooperación.

Tabla 2 Caracterización de los Dilemas Sociales de Pequeña y Gran Escala (Ostrom, 2000; Mark'oczy, 2003)

Tipo	Pequeña escala	Gran escala
Contexto	Campo y laboratorio	Difícil de localizar
Tamaño grupo	Menor 10	Más de 10
Características grupo	Homogéneas	Heterogéneas
Magnitud retardo	Pocos minutos	Alta, días meses, o años
Calidad realimentación	Alta	baja
Modelo racionalidad	Acotado	Acotado
Encuentros	Uno, finitos	Infinitos
Comunicación	Frente a frente	Medida medios masivos

Fuente: “Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala” (Parra, 2011)

Se asumía que los seres humanos racionalmente no deciden cooperar, ya que, ellos buscan un beneficio propio, aunque podría darse una acción colectiva y que esta llegue a ser exitosa pero eso solo sucederá si la minoría pudiera llegar a dominar la mayoría (Olson, 1965). Por el contrario Ostrom (1998), expone que la cooperación es posible si se construye una confianza y reputación de cooperación, esto está expuesto en la teoría de la cooperación.

Existe un supuesto que los individuos utilizan un modelo que es a través de la elección racional, lo cual permite direccionar las decisiones tomadas y que se tenga información completa acerca de la situación que atraviesa y se pueda

tomar la decisión por la cual se obtiene la solución adecuada, esto es según la teoría no cooperativa (Simon, 1955; Ostrom, 2000). Así mismo esta teoría expone que un individuo al estar involucrado en una situación que genere un dilema social, no podrá, o no tendrá la capacidad de salir de esto por sí solo (Hardin, 1968; Ostrom & Walker, 2005).

La teoría cooperativa expone que debido a la comunicación cara a cara que se da entre los individuos que se encuentran alrededor del recurso, se puede dar la cooperación para enfrentar dilemas sociales de pequeña escala (Ostrom et al, 1994). Esta comunicación permite que se genere una reputación la cual incrementa la confianza que permitirá que se dé la cooperación, aunque esta comunicación también debe ser repetida en varias ocasiones para que se obtengan los resultados esperados en cuanto a la generación de confianza (Ostrom, 2000).

A continuación en la tabla 4 se puede observar un comparativo de la teoría de la no cooperación y de la cooperación.

Tabla 3 Síntesis de la Revisión Comprensiva de la Literatura para la Teoría Cooperativa y no Cooperativa de Dilemas Sociales (Ostrom, 2005).

	Teoría No Cooperativa	Teoría Cooperativa
Características	Perfecta racionalidad. Información perfecta. Un encuentro o encuentros finitos.	Racionalidad limitada. Información retardada y distorsionada. Varios encuentros repetidos. Dependencia a las condiciones iniciales.
Recomendaciones	Control por un agente externo.	Cooperación.

políticas	Asignación de derechos de propiedad privada.	
Referencias seleccionadas	(Hardin, 1968) (Ostrom, 2000) (Luce, 1958) (Olson, 1971) (Castillo, 2005)	(Ostrom, 2005) (Ostrom, 2000)

Fuente: “Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala” (Parra, 2011).

Parra (2011) identifica tres formas con las que se pueden enfrentar los dilemas sociales por los grupos humanos, estas formas son:

Asignación de derechos de propiedad privada (Smith, 1981)

Control por un agente externo (Hardin, 1968)

Cooperación como auto-regulación (Ostrom, 2000)

Anteriormente se ha hablado de tipos de bienes, los cuales son: Bienes públicos y recursos comunes. Los bienes públicos hacen referencia a aquellos que están disponibles para todos y si es usado por una persona esto no impide que sean usados por otros, estos bienes no impiden el uso simultáneo de éste, esto quiere decir que es no rival y no excluyente. Los recursos comunes, son aquellos que al ser usados por una persona disminuye el uso por otros, pero al mismo tiempo es difícil excluir usuarios, estos bienes pueden ser naturales o hechos por alguien (Ostrom, 1990). Pero no solo existen estos dos tipos de bienes a continuación se exponen los cuatro diferentes tipos que se pueden encontrar:

- Bienes privados: Son bienes que presentan exclusividad, poseen rivalidad porque no pueden ser usados al mismo tiempo ni por todos los

usuarios y esto disminuye la posibilidad de ser usado por otros, Se puede excluir usuarios (Martner, 1999).

- Bienes de club: Son bienes que presentan exclusividad, pero no poseen rivalidad, ya que, no se impide el uso por otros y puede ser usado al mismo tiempo (Martner, 1999).
- Bienes Públicos: Son bienes que no son exclusivos ni poseen rivalidad, estos pueden ser usados por otros, y si una persona lo usa esto no impide que sea usado por otro (Ostrom, 1990).
- Recursos Comunes: No son bienes exclusivos, pero si poseen una rivalidad ya que a medida que son usados reduce la posibilidad de ser usado por otros, pero es difícil excluir usuarios (Ostrom, 1990).

En la tabla 5 se presenta un cuadro con los diferentes tipos de bienes económicos, donde se clasifica según el consumo.

Tabla 4 Tipos de Bienes Económicos

Bienes	Consumo no excluible	Consumo excluible
Consumo no rival	Bienes Públicos Puros (ej. Defensa, semáforos)	Bienes de Club (ej. TV cable)
Consumo rival	Bienes en Común (ej. bancos de pesca)	Bienes Privados

Fuente: “Gobernar el mercado Las nuevas fronteras de Estado en el siglo XXI” (Martner, 1999)

En la siguiente figura 2 se presenta la teoría cooperativa para enfrentar dilemas sociales de recurso de pequeña escala presentada por Ostrom (2000).

Figura 2 Teoría cooperativa para dilemas sociales de recurso de pequeña escala (Ostrom, 2000)

Fuente: behavioral approach to the rational choice theory of collective action. In Polycentric games and institutions: readings from the Workshop in Political Theory and Policy Analysis (Ostrom, 2000).

Parra (2012) expone que la cooperación es compleja y ésta se puede relacionar con dos aspectos específicos que son: La dependencia a las condiciones iniciales y los retardos de información. Un dilema social puede darse entre un grupo el cual puede empezar de dos individuos en adelante, ya que, se empieza a observar un enfrentamiento entre lo que cada individuo quiere y esto tendera a que cada uno busque su beneficio propio. Para estabilizar esta situación se propone enfrentarla por medio de cooperación, pero para que ésta se dé, debe existir una confianza de cooperación, donde cada uno de los miembros decidan cooperar, de acuerdo a esta confianza donde se estima que si hay mayor cooperación, esto permitirá que haya más confianza en la cooperación futura, y así, se podrá promover y sostener la cooperación (Ostrom, 2000). En la figura 3 presentada a continuación, se

expone la versión dinámica del mecanismo de cooperación basado en confianza (Parra, 2012).

Figura 3 Versión Dinámica del Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza.

Fuente: “Gestión de la cooperación en dilemas sociales: un aporte desde la ingeniería de sistemas” (Parra, 2012).

Se han examinado los comportamientos y la conducta humana desde una perspectiva psicológica. Ha surgido un interés entre los científicos por identificar en los seres humanos qué papel juega la confianza. Se ha intentado aplicar la teoría de la confianza la cual surge de diversos problemas organizacionales ya identificados. Aparece el dilema de la confianza, el cual hace parte como concepto principal en la teoría de la acción colectiva, allí se explica como el individuo asume la posibilidad de confiar en que otro individuo u actor realizara la acción de la forma esperada, también se evalúa el riesgo que existe al asumir esta posición. Los individuos por medio de la confianza que se genera al desarrollar una actividad y obtener el comportamiento esperado o deseado, se evalúa el riesgo o vulnerabilidad de este comportamiento (GKramer, 1999).

1.2 METODOLOGÍAS USADAS EN EL DESARROLLO DE SOFTWARE LIBRE

Stallman (2004) explica cómo surge la necesidad de crear una comunidad donde cada uno de ellos pudiera acceder libremente al código, es decir este fuese libre, abierto, el cual se pudiera usar y adaptar a nuestras necesidades. Anteriormente en los grupos de desarrollo si se compartía el código se debía firmar un acuerdo de confidencialidad y si este llegaba a compartirse se consideraba piratería. Gracias a la aparición de esta comunidad han surgido proyectos que han sido exitosos y han beneficiado a la comunidad. Lo que la comunidad quiere es que cada uno de estos proyectos sea compartidos y así aportar cada vez más a la comunidad. También expresa que *“la cooperación con los demás contribuye a la base de la sociedad”*. Es por eso una de las grandes preocupaciones es que, algunas personas acceden a este código libre, realizan sus proyectos y no vuelven a compartir con la comunidad haciendo que su producto termine como un producto propietario y esto estaría violando las libertades del desarrollo de software libre y no estaría beneficiando a toda la comunidad. Estas libertades son:

- *“Libertad de ejecutar el programa sea cual sea el propósito”.*
- *“Libertad para modificar el programa para ajustarlo a tus necesidades”.*
- *“Libertad de redistribuir copias, ya sea de forma gratuita, ya sea a cambio del pago de un precio”.*
- *“Libertad de distribuir versiones modificadas del programa, de tal forma que la comunidad pueda aprovechar las mejoras introducidas”.*

En el documento *“Open Source – New Rules in Software Development* (Osterloh, 2004) se expresa que el software libre permite que el usuario pueda acceder a los derechos de leer y manipular el código según sus necesidades. También hay dos actores diferentes que son los desarrolladores de software libre, los cuales hacen pequeñas o grandes contribuciones. También están las

firmas o empresas que usan el código que desarrollan los primeros actores y los ponen en uso según sus necesidades. También se explica el software libre como un dilema social, el código hace referencia a un bien público. En los dilemas sociales generalmente se asocia a dos problemas los cuales son el sobreuso y poca provisión o poca cooperación, en el caso del software libre, no se habla de un problema de sobreuso ya que esto lo que produciría sería efectos favorables. En este caso no es excluyente que los beneficios individuales tampoco coinciden con los de toda la comunidad. La comunidad de software libre está basada en normas y confianza.

Hoy en día el internet es un elemento importante para que los desarrolladores compartan el trabajo realizado y esto se puede realizar por un bajo costo. En los grupos de desarrollo se encontraron tres características importantes las cuales son: Estos grupos no tienen ni pasado ni futuro común; son grupos geográficamente dispersos; se comunican vía electrónica.

Acerca de la confianza se pueden encontrar dos niveles, el primero hace referencia al desarrollo del bien público que es el código abierto, es importante que haya confianza mutua ya que los involucrados esperan no encontrar a nadie que quiere obtener beneficios sin hacer ningún esfuerzo, es decir no esperan encontrar al llamado “*free-rider*”. El segundo nivel hace referencia a al dilema social que se presenta en esta comunidad que expresa que es importante establecer normas de cooperación que permitan cambiar las normas para los individuos puedan incentivarse y así cooperar y poder contribuir al desarrollo del bien público en este caso el código.

“*Trust and Community in Open Source Software Production*” (Osterloh, 2004) en este documento explica como el rol de la confianza juega un papel importante en las comunidades de desarrollo de software libre, ya que, debe

haber una motivación fuerte a contribuir a desarrollar el bien público que es el código. En esta comunidad también se presenta un dilema social y este ha sido ubicado en unos niveles. El primer nivel es el “*free riding*”; El segundo es acerca de las reglas del juego para prevenir que aparezca el “*free riding*”. Se detectaron un par de antecedentes el primero, las instituciones deben crearse con la seguridad de que la motivación de los que confían no será destruida. La segunda, si los individuos no cooperan o no contribuyen al bien público el costo de no hacerlo será alto.

En este documento también se pueden encontrar una serie de tipos de contribuyentes al software libre, a continuación se encuentran los tipos de contribuyentes presentados en la tabla 7:

Tabla 5 Contribuyentes al Software Libre

Contribuyente	Característica
Proveedor de servicios comerciales	Buscan obtener dinero por medio del software libre desde el punto que esto es un bien público.
Personalizadores de Software	Estos pueden llegar a obtener un beneficio no monetario por adaptar el software a sus propios beneficios. Estos solo esperan un beneficio personal.
Inversores de Reputación	Pueden obtener dinero de una forma indirecta, ya que, tienen una alta capacidad para el software libre y esta se puede convertir en dinero por medio del empleo de una compañía comercial.
“Homo Ludens”	Este grupo hace contribuciones al desarrollo del software libre casi sin esperar una remuneración, ya que, lo hacen “solo por diversión”.
Miembros de la tribu	Después de realizar sus aportes no reciben

	beneficios tangibles pero si beneficios psicológicos ya que sienten satisfacción y motivación ayudando a otros.
--	---

Fuente: “*Trust and Community in Open Source Software Production*” (Osterloh, 2004)

Según en la referencia (Vidal, 2000).el principal modelo de desarrollo de software libre es el modelo Bazar. También existe un modelo llamado catedral (Raymind, 2001). Este modelo catedral consiste en tener al mando a una persona y tener una jerarquía para que el proyecto funcione. Por el contrario el modelo bazar lo que busca es que se realicen constantes avances, que se vayan liberando rápido, distribuir las responsabilidad y las tareas y finalmente estar muy abiertos esperando cooperación y aportes de todos los que deseen participar. En la tabla 8 presentada a continuación se puede ver un comparativo entre estos dos modelos.

Tabla 6 Modelo Bazar vs Catedral

Bazar	Catedral
En este modelo hay un grupo desarrollando sin tener una jerarquía presente.	Nombre adoptado por tener un enfoque más planeado y centralizado.
Es un trabajo colaborativo por esta razón es abierto, esto permite que se puedan recibir aportes de personas externas al proyecto. Aunque carece de mecanismos de control de calidad	El encargado de administrar el proyecto debe tomar decisiones acerca de la dirección y ejecución del proyecto.
Se liberan versiones de forma rápida, las que más se pueda.	Este modelo expone una serie de lineamientos y características de los proyectos de desarrollo de software libre.
En el momento que se libera una versión no importa si esta tiene errores. Lo importante es	Se tiene un grupo pequeño para realizar pruebas para encontrar fallas o defectos.

liberar una versión.	
Las pruebas las realizan miles de personas que desean probar las versiones liberadas sin tener que pagar por esto.	Las responsabilidades del administrador del proyecto son: Definir objetivos, Monitorear detalles, Motivar personas, Organizar y Asignar recursos
Este modelo tiene una serie de principios los cuales son: “Libera a menudo, libera rápido” “Dados suficientes ojos, todo error es superficial”.	Este modelo tiene una serie de etapas, estas son: Análisis de Requisitos, Diseño ,Implementación, Pruebas y Mantenimiento

Fuente: Las referencias (Vidal, 2000; Raymind, 2001).

2 MÉTODO APLICABLE PARA LA EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE LA COOPERACIÓN

En el siguiente capítulo se describen los criterios para realizar la selección de la herramienta que se adecuo para el desarrollo del proyecto, así como las diferentes herramientas revisadas y finalmente los pasos o metodología que se realizó para la obtención del producto final.

2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE HERRAMIENTA

En la siguiente tabla se exponen una serie de criterios para seleccionar la herramienta adecuada para el desarrollo del proyecto.

Tabla 7 Criterios de Selección de Herramienta

Criterio	Característica
Complejidad dinámica	Son los efectos de las relaciones no lineales y ciclos de realimentación acerca del entendimiento de la dinámica del sistema y los retardos al tomar decisiones. EL representar la complejidad dinámica implica integrar efectos de la configuración física e institucional acerca del proceso de toma de decisiones.
Información Disponible	El reconocimiento de la información viene con un retardo. Dicha información es ofrecida por la situación que atraviesa el individuo y

	esta llega retardada y distorsionada.
Racionalidad Limitada	Este término hace referencia a que el proceso de toma de decisiones debe reflejar las limitaciones cognitivas de los individuos en el momento que se va a representar.
Capacidad Explicativa	La herramienta debe permitir la construcción y evaluación del esquema de evaluación de la efectividad de los mecanismos de cooperación.
Representación de Información Promedio	La estructura del sistema genera su comportamiento, por esto se deben representar reglas de decisión promedio, las cuales permitan representar la variación de la cooperación.

Fuente: "Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala (Parra, 2011)

2.2 HERRAMIENTAS REVISADAS Y SELECCIÓN DE LA MISMA

Existen una serie de herramientas que se podrían aplicar para el desarrollo de un modelo, que permita integrar y evaluar una estrategia de gestión de la cooperación diseñada. Las herramientas posibles son las siguientes: Teoría de Juegos; Agentes; Autómatas celulares; y Dinámica de sistemas. En la tabla 6 presentada a continuación, se puede apreciar una comparación de las diferentes características de estas herramientas.

Tabla 8 Herramientas Posibles para Aplicar al Proyecto

Herramienta	Características generales	Características para ser aplicada en el proyecto
Agentes	<p>El fenómeno que se modela se asume como un sistema constituido por agentes (Johnson, 2002).</p> <p>Los agentes interactúan por medio de reglas de decisión (Johnson, 2002).</p> <p>Cada agente está integrado por un programa que contiene datos y reglas de comportamiento a operan sobre los datos(Johnson, 2002).</p> <p>Se pueden implementar en cualquier lenguaje de programación, pero preferiblemente que sea orientado a objetos.</p> <p>Permite representar la provisión y apropiación de algunos recursos comunes (Janssen, 2006).</p>	<p>Permite representar situaciones complejas, pero su explicación no es directa (Sawyer, 2005).</p> <p>Describe el comportamiento individual e un agente, pero no se puede especificar y evaluar reglas de comportamiento agregado (Conte, 2001).</p>
Autómatas Celulares	<p>Modelo que integra un sustrato infinito de celdas contiguas, que pueden contener un conjunto finito de estados. (Wolfran, 2005).</p> <p>Las reglas (sencillas) definen el cambio de las celdas, pero pueden generar comportamientos complejos (Wolfran, 2005).</p> <p>Aplicada en recursos comunes, donde se estudia el comportamiento colectivo (Akimov, 1994).</p> <p>Se basa en una posición con el individualismo metodológico, pone</p>	<p>La realimentación y circularidad son cubiertas parcialmente (Sawyer, 2005).</p> <p>Se puede hacer una representación por medio de reglas donde se puedan implementar retardos de información y percepción para individuos.</p> <p>No se puede representar comportamientos promedio.</p> <p>Dificulta la explicación causal del comportamiento (Sawyer, 2005).</p>

	como unidad fundamental el individuo (Sawyer, 2005).	
Teoría de Juegos	<p>Estudia la toma de decisiones, en donde se puede percibir como los que toman las decisiones intentan manipular el ambiente y como éste los intenta manipular a ellos.</p> <p>Los jugadores toman decisiones de un número limitado de opciones.</p> <p>Dependiendo de lo que selecciones se obtiene un castigo o un premio.</p> <p>Se usa en biología y en la psicología.</p> <p>Lo que se pretende es que cada jugador maximice sus ventajas más que las de los demás.</p>	<p>Considera una representación específica de cada opción de decisión de cada jugador.</p> <p>Dificultad para evaluar la efectividad e mecanismos de cooperación en grupos numerosos.</p> <p>No hay claridad acerca de los problemas de percepción inadecuada de la realimentación y como pueda afectar en las decisiones dinámicas.</p> <p>No ofrece de manera directa una explicación causal acerca de las decisiones que se tomaron.</p> <p>No permite una representación promedio de la toma de decisiones.</p>
Dinámica de sistemas	<p>Es un enfoque para el análisis de políticas y el diseño asistido por computador permite aplicar problemas dinámicos en sistemas sociales, económicos y ecológicos.</p> <p>Se asume como un proceso de construcción incremental de confianza.</p>	<p>Permite representar la realimentación y la circularidad.</p> <p>Permite especificar retardos de información.</p> <p>Tiene estructuras que permiten describir el proceso de percepción de información.</p> <p>Se puede representar el procesamiento promedio y agregado de la información.</p> <p>Permite mostrar el comportamiento generado por las condiciones iniciales y la estructura.</p> <p>Permite especificar procesos de</p>

		toma de decisiones dinámicas.
--	--	-------------------------------

Fuente: “Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas sociales de gran escala (Parra, 2011)

Una vez realizada la revisión de cada una de estas herramientas, se seleccionó dinámica de sistemas, ya que, esta herramienta es la más completa y la que más se adecua. Lo que se realizó fue una estrategia que posteriormente se evaluó mediante un modelo por medio de la dinámica de sistemas. Como se puede observar en el cuadro de herramientas permite realizar el modelamiento y así mismo permite ir haciendo un seguimiento del comportamiento del proceso y debido a que se puede tener en cuenta retardos en la información y revisar que sucedió en el proceso de toma de decisiones, teniendo en cuenta sus condiciones iniciales. Se pudo revisar cómo sería el comportamiento según las condiciones iniciales, como la confianza de cooperación, si se aumenta esta variable de cooperación. Las demás herramientas presentan debilidades que podrían dejar inconclusas las reacciones en el comportamiento del proceso. Para expresar de forma más detallada a continuación se expone como es el método aplicado con la dinámica de sistemas (Sterman, 2000). Los pasos que se siguen son los siguientes:

- Articular el problema
- Desarrollar hipótesis dinámica que explique la causa del problema
- Construir un modelo de simulación por computador.
- Evaluar si el modelo reproduce el comportamiento observado en el mundo real.
- Diseñar y evaluar políticas para aliviar el problema.
- Implementar la solución.

2.3 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO APLICADO EN EL PROYECTO

En esta sección se describe a continuación el método que se aplicó en el desarrollo del proyecto:

Inicialmente se desarrolló una hipótesis dinámica, que explica como el mecanismo de cooperación desarrollado se integra al proceso de desarrollo de software.

Posteriormente se desarrolló un modelo matemático del proceso de desarrollo de software y del funcionamiento del mecanismo de cooperación integrado. Finalmente se realizaron experimentos de simulación, para evaluar la efectividad del mecanismo de cooperación en la promoción y el sostenimiento de la cooperación en los proyectos de desarrollo de software libre.

3 RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

3.1.1 Condiciones de la Revisión Inicialmente se delimitaron los aspectos claves para realizar la búsqueda de la literatura. Estas condiciones van desde las bases de datos utilizadas, hasta las fechas seleccionadas para realizar la búsqueda. Las condiciones planteadas se pueden observar en la tabla 8 presentada a continuación.

Tabla 9 Condiciones de Búsqueda de la Revisión de la Literatura

Condición	Descripción
● Bases de datos: <ul style="list-style-type: none">■ Proquest■ EBSCO■ Scopus■ Google scholar	Estas son las bases de datos donde se realizaron las búsquedas.
● Fechas: <ul style="list-style-type: none">■ Documentos del año 2000 hasta el presente.■ Documentos relevantes para el proyecto.	Con esta característica se delimitaron las fechas de los documentos que se seleccionaron, los cuales fueron, aquellos que sus fechas de publicación estuvieran entre el año 2000 a la actualidad. Pero también se tendrán en cuenta aquellos documentos, que así, tengan una fecha que no esté entre el rango de la característica anterior, debido a que contienen información relevante para el proyecto.

● Trabajos o artículos más citados	En los documentos que se seleccionaron y se seleccionarán se tendrá en cuenta el número de citas que este tenga.
● Trabajos en español o en inglés	Por medio de esta condición se esclarece que se tendrán en cuenta únicamente documentos en estos dos idiomas, inglés o español.

Para la búsqueda de los documentos también se identificaron unas palabras claves, que permiten hacer una búsqueda más precisa. Estas palabras claves son:

- Cooperación
- Software Libre
- Dilemas Sociales
- Dinámica de Sistemas
- Gestión

La Figura 4 ofrece una estructura que permite sintetizar la estructura que ordena el área de investigación revisada.

Figura 4 Primera Aproximación a Una Estructura de Revisión que Representa el Área de Investigación Definida por la Cooperación, los Dilemas Sociales y la Dinámica de Sistemas.

En la figura 5 se presenta una segunda versión de estructura de revisión para el área. En dicha figura se presentan las sub-áreas en las que se ordena la revisión. Para la cooperación, se resaltó las bases teóricas acerca de la cooperación y los dilemas sociales. Para la Dinámica de Sistemas se hizo énfasis en sus posibilidades como método para evaluar una estrategia de gestión de la cooperación en términos genéricos. En cuanto al Software Libre, se hizo énfasis en las metodologías de desarrollo y en las posibilidades que dichas metodologías ofrecen a la aplicación de mecanismos de cooperación. Y finalmente se encontraron documentos que tratan de gestión de la cooperación en proyectos diferentes a lo relacionado con software libre. Luego de

presentada la estructura general de la revisión, se procede describir los antecedentes encontrados. A continuación se puede detallar la figura 5.

Figura 5 Ubicación del Proyecto en la Clasificación del Estado del Arte Segunda versión.

Para revisar información más detallada acerca de la revisión de la literatura ésta se encuentra en la sección **"1 MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y REVISIÓN DE LA LITERATURA"**.

3.2 DIAGNOSTICO DE DOS MECANISMOS EXITOSOS DE COOPERACIÓN

Se realizó el diagnostico de dos mecanismos exitosos de cooperación que pudieran ser aplicados en la gestión de la cooperación en proyectos de software libre. Para realizar el diagnostico se realizó el modelamiento de cada uno de los mecanismos y posteriormente se realizaron experimentos de simulación. A continuación se presentan los dos mecanismos con sus respectivos experimentos y resultados de simulación.

3.2.1 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza Usando como Variable Proxy la Productividad En la figura 6 presentada a continuación se explica la hipótesis dinámica, donde se expresó el desarrollo de un proyecto en software libre, mediante los trabajos o tareas que se deben realizar, se van realizando y ya se han realizado y se planteó como variable proxy la productividad. A mayor productividad, mayor confianza, y mayor confianza mas trabajos realizados.

Figura 6 Hipótesis dinámica que propone la integración del mecanismo de cooperación basado en confianza con la productividad en el desarrollo de software libre.

En la figura 7 presentada a continuación se muestra el modelo diseñado para la hipótesis anteriormente planteada, donde se puede observar las diferentes relaciones con las variables de nivel. Entre los niveles principales están: Trabajo por realizar, trabajo realizado y confianza. Se puede observar como las diferentes relaciones representan el ciclo expresado en la hipótesis dinámica donde al acumularse el trabajo realizado genera que la productividad se incremente y así esta genere más confianza, la cual finalmente permitirá que la productividad se incremente y esta permita que se acumulen de forma más rápida las tareas o trabajos realizados. Este mecanismo depende de sus condiciones iniciales como lo es la confianza inicial. Que si esta confianza no tiene un valor inicial lo suficientemente alto como para que esta confianza puede incrementar por medio de una reputación que se va generando a través de acumular trabajo desarrollado, no se generará cooperación.

Figura 7 Modelo 1 que propone la integración del mecanismo de cooperación basado en confianza con la productividad en el desarrollo de software libre.

Para los experimentos de simulación se realizaron para, un valor de referencia, un valor alto de vida media de confianza y un valor bajo de vida media de confianza. En la figura 8 se presenta el resultado de un experimento de simulación donde se observa el comportamiento de la confianza se ve afectado por los valores iniciales de ésta. Si no existe un valor lo suficientemente alto para que se vaya incrementando la confianza, estos valores decrecen y no existirá la confianza y así mismo no se dará la cooperación.

Figura 8 Resultados de simulación para la confianza para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información sobre el trabajo que va siendo realizado – Modelo 1.

En la figura 9 se presenta el comportamiento del trabajo hecho, en el momento que la confianza incrementa el trabajo hecho se acumulará rápidamente en un menor tiempo, por el contrario si la confianza no tiene un valor suficientemente alto, el trabajo hecho tomara un periodo más largo en acumularse esto hará que el proyecto que se esté realizando tarde más en realizar las tareas.

Figura 9 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza – Modelo 1

3.2.2 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza con Aprendizaje Social Cooperativo

En la figura 10 se observa la hipótesis dinámica planteada para el modelo basado en aprendizaje social, donde a mayor confianza, mayor aprendizaje social, a mayor aprendizaje social, mayor productividad. A mayor confianza mayor productividad y a mayor productividad mayor confianza. Finalmente a mayor productividad mayor trabajo realizado.

Figura 10 Hipótesis Dinámica que Propone la Integración del Mecanismo de Cooperación Basado en Aprendizaje Social Cooperativo.

Se planteó un modelo, en el cual se tomó el mecanismo basado en confianza y se incluyó el mecanismo de cooperación de aprendizaje social. El aprendizaje social se va acumulando debido a la confianza de cooperación que el grupo vaya desarrollando. Se definió una confianza relativa que determina cuando la confianza comienza a acumular aprendizaje social. En la figura 11 se observa el modelo planteado.

En la figura 12 se observa el comportamiento de la confianza cuando se está acumulando aprendizaje social. Cuando el valor inicial de la cooperación es alto la confianza aumentara más rápido y esto permitirá que las tareas se desarrollen en menos tiempo. Cuando el nivel inicial es bajo la confianza demora mas en incrementar y llegar a la terminación de todas las actividades o proyecto, ya que cuando llega al valor máximo decae esto hace referencia a la terminación de actividades por realizar.

Figura 12 Resultados de simulación para la confianza para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.

En la figura 13 se presenta el comportamiento del trabajo hecho, donde se observa que cuando el valor que toma el aprendizaje social es alto se tienen las tareas en menos tiempo, cuando su valor es bajo el tiempo de demora en realizar las tareas es más. Cuando existe aprendizaje social, existe la posibilidad de mejorar e incrementar la posibilidad de que exista una

cooperación efectiva donde se pueda obtener más resultados en menos tiempo y resultados de calidad.

Figura 13 Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.

Si existe un aprendizaje inicial de cooperación lo suficientemente rápido las actividades del proyecto se llevarán a cabo más rápido. El requerimiento mínimo de aprendizaje social afecta la productividad y las actividades realizadas. A menor requerimiento mayor incremento en la productividad y en las actividades realizadas. Se acelera la realización de actividades si se incrementa la vida media del aprendizaje social. En la figura 14 se puede observar el comportamiento del aprendizaje social cooperativo, donde a

medida que se van realizando las actividades este se incrementa, incrementando a su vez la confianza, lo cual reforzara el cumplimiento de las tareas por realizar y acumular trabajos o tareas hechas más rápido. A medida que se va terminando el proyecto los niveles de aprendizaje se disminuyen hasta quedan en un calor constante que es donde ya ha finalizado o el proyecto o ya no hay mas tareas por realizar.

Figura 14 Resultados de simulación para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.

En la figura 15 se observa el comportamiento de la productividad, a medida que el aprendizaje social incrementa la productividad también incrementa y llega

más rápido a un nivel máximo donde se mantiene hasta que disminuye por la terminación de las actividades por realizar. Cuando su valor es bajo demora un poco más para llegar a su nivel máximo. Al existir aprendizaje social permite que se mejore el comportamiento de la productividad, se optimiza el proceso de realizar las tareas que están por hacer.

Figura 15 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de aprendizaje social cooperativo.

En la figura 16 presenta la variabilidad del aprendizaje social cooperativo, donde muestra que a mayor el aprendiza social cooperativo afecta

directamente la confianza y esto permitirá que la actividades hechas se acumulen de forma más rápida y finalmente afecte la productividad mejorando los resultados en el desarrollo de proyectos de software libre, dando como resultado más proyectos de mayor calidad,

Figura 16 Análisis de Sensibilidad del aprendizaje social cooperativo.

3.3 MECANISMO DE COOPERACIÓN BASADO EN CONFIANZA USANDO COMO VARIABLE PROXY EL TRABAJO REALIZADO

En la figura 17 presentada a continuación se explica la hipótesis dinámica donde se planteó como variable proxy el trabajo hecho. A mayor productividad, mayor trabajo hecho, a mayor trabajo hecho mayor confianza.

Figura 17 Hipótesis dinámica del mecanismo de cooperación basado en confianza – Modelo 2

La figura 18 presenta el modelo de simulación presenta como la confianza de cooperación se representa como un nivel que se alimenta por la percepción retardada del trabajo que se va realizando. La confianza degrada mediante una vida media. Dicha confianza afecta la productividad que a su vez afecta el trabajo que se va realizando. El ciclo se define como del tipo refuerzo.

Figura 18 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación Basado en Confianza

En la figura 19 se observa como si las condiciones iniciales de la confianza no son lo suficientemente altas, la confianza no incrementara por el contrario

disminuirá hasta desaparecer. Si las condiciones son lo suficientemente altas la confianza incrementara. En un momento la confianza llega a un valor alto y allí decae hasta desaparecer, esto hace referencia a que el proyecto ha finalizado, es decir ya no hay mas tareas por realizar y permitan que se estimule la confianza.

Figura 19 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza – Modelo 2

En la figura 20 se presenta como la confianza afecta el desarrollo del proyecto, en el caso de que la confianza tenga valores bajos hará que los trabajos realizados se demoren un periodo más largo en ser realizados, por el contrario

si la confianza tiene valores altos estos trabajos hechos se acumularan de forma más rápida. Se observa en la figura que en un punto los valores siguen constantes, esto es un indicador que las actividades han terminado en su totalidad, es decir el proyecto ha finalizado.

Figura 20 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento del trabajo hecho – Modelo 2

3.4 ESTRATEGIA PARA GESTIONAR LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS DE SOFTWARE LIBRE

Se planteó una estrategia que permitirá generar y mantener la cooperación en proyectos de desarrollo de software libre, por medio de la generación de una reputación la cual se incrementara por medio del cumplimiento de la realización

de los trabajos o tareas desarrolladas, lo cual posteriormente hará que la confianza se incremente y permita que se dé la cooperación. En el momento que se dé la cooperación afectara directamente la productividad la cual hará que se pueda obtener más software y de mayor calidad. Esta afirmación supone una complejidad dinámica, por lo cual se estudió la dinámica que supone la promoción de que se dé una cooperación efectiva para poder superar los problemas dinámicos y estructurales. Es importante que esta confianza se estimule, ya que si los individuos ven que se está cooperando, la confianza se incrementara y así mismo la cooperación. Lo que se pretende es que por medio de la gestión de la cooperación se desarrolle mas software y de mayor calidad. También se tiene una variable que afecta la confianza la cual es la calidad de confianza, la cual se ve afectada por las actividades que se vayan realizando, si se van acumulando mas actividades realizadas, se aumentara esta calidad de confianza que a su vez, incrementara la confianza generando una oportunidad de seguir cooperando, que finalmente incrementara la productividad. En la figura 21 se presenta un diagrama de la estrategia planteada.

Figura 21 Estrategia Para Gestionar La Cooperación En Proyectos De Software Libre

3.5 MODELO EN DINÁMICA DE SISTEMAS QUE INTEGRA LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE COOPERACIÓN DISEÑADA Y EXPERIMENTOS DE SIMULACIÓN PARA EVALUAR DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN DE COOPERACIÓN EN PROYECTO DE SOFTWARE LIBRE

En esta sección se exponen mecanismos de cooperación, donde se exponen las respectivas hipótesis dinámicas, modelos en dinámica de sistemas como los respectivos experimentos de simulación, con los resultados arrojados. Los modelos se desarrollaron usando Vensim 5.7 para Windows emulado en Ubuntu 12.10.

3.5.1 Mecanismo de Cooperación Basado en Confianza Usando Como Variable Proxy el Trabajo Hecho y Aplicando Valores de Retardo La figura 22 presenta el modelo de simulación presenta como la confianza de cooperación se representa como un nivel que se alimenta por la percepción retardada del trabajo que se va realizando. La confianza degrada mediante una vida media. Dicha confianza afecta la productividad que a su vez afecta el trabajo que se va realizando. El ciclo se define como del tipo refuerzo.

Figura 22 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación

La Figura 23 ilustra las simulaciones para el escenario de referencia, y para un retardo alto y bajo de información sobre los efectos de la cooperación en el trabajo que se va realizando.

El retardo bajo y el modo de referencia para la confianza tienen el mismo desempeño para las simulaciones realizadas. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando la confianza en la medida que se va llevando a cabo el proyecto. Luego de finalizado el proyecto la confianza comienza a agotarse. Para el retardo de información alto se degrada el comportamiento de la confianza.

Figura 23 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza

En la figura 24 se ilustra la simulación tanto para el escenario de referencia como para un retardo alto y bajo donde se pueden ver los efectos de la cooperación en el trabajo hecho. El escenario de referencia para el trabajo hecho presenta el mismo comportamiento que el retardo bajo en las simulaciones realizadas. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando los trabajos que ya se han realizado hasta llegar a un punto constante donde se estabiliza, que es el punto donde las tareas ya se han realizado, esto ocurre cuando el proyecto ha finalizado.

Figura 24 Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información – Modelo 3

En la figura 25 se ilustra la simulación tanto para el escenario de referencia como para un retardo alto y bajo donde se pueden ver los efectos de la cooperación en el trabajo por hacer. El escenario de referencia para el trabajo por hacer presenta el mismo comportamiento que el retardo bajo en las simulaciones realizadas. Durante el desarrollo del proyecto se van

disminuyendo los trabajos por hacer hasta llegar a un punto constante donde se estabiliza, que es el punto donde ya no hay mas trabajos por realizar, esto ocurre cuando el proyecto ha finalizado.

Figura 25 Resultados de simulación para el trabajo por hacer para referencia y niveles alto y bajo de retardo de información – Modelo 3

La Figura 26 presenta los espacios de probabilidad para el parámetro tiempo de ajuste del retardo para la percepción del trabajo que va siendo realizado. El análisis de sensibilidad demuestra que menores tiempos de retardo producen mejores confianzas de cooperación que mejoran la velocidad con que se desarrolla el software libre.

Figura 26 Análisis de Sensibilidad para la percepción del la confianza

En la figura 27 se muestra que se realizó un análisis de sensibilidad donde se presenta los espacios de probabilidad para el parámetro tiempo de ajuste del retardo para la percepción del trabajo hecho. El análisis de sensibilidad describe que los tiempos de retardo más bajos producen que el trabajo hecho se tenga en más rápido, es decir debido a que la confianza aumenta, los trabajos de desarrollo de software se tendrán en un menor tiempo, el trabajo se terminara de rápidamente.

Figura 27 Análisis de Sensibilidad para la percepción del trabajo hecho

En la figura 28 se observa que llega a un punto donde se estabiliza y continua constante, esto sucede porque en este punto ya se ha finalizado el proyecto. Si se observa con el tiempo de retardo alto toma más tiempo en llegar a este punto de finalizado el proyecto. Además Se realizó un análisis de sensibilidad donde se presenta los espacios de probabilidad para el parámetro tiempo de ajuste del retardo para la percepción del trabajo por hacer. El análisis de sensibilidad describe que los tiempos de retardo más bajos producen que el trabajo por hacer se disminuya en un tiempo más corto, es decir debido a que la confianza aumenta, los trabajos de desarrollo de software se tendrán en un menor tiempo y así los trabajos que están por hacer disminuirán.

Figura 28 Análisis de Sensibilidad para la percepción del trabajo por hacer

3.6 MECANISMO DE COOPERACIÓN BASADO EN CONFIANZA PARA ENFRENTAR EL DILEMA DE LA CONFIANZA

Aparece el dilema de la confianza es un concepto central en la teoría de la acción colectiva. Este dilema explica el proceso de evaluar el riesgo que un individuo asume al confiar en que un actor realizará una acción de cierta manera. En el dilema los individuos evalúan el riesgo o vulnerabilidad generada por la confianza frente a la posibilidad lograr el comportamiento deseado y los dividendos de la confianza. Al momento de cooperar siempre se evalúa qué tanto riesgo frente a qué oportunidad genera la cooperación esperada

Se planteó una hipótesis donde se tiene una calidad de confianza, la cual permite que haya una oportunidad de cooperar y esto hace que se mejore la productividad, esto se va dando a medida que van siendo realizados los trabajos que están pendientes por hacer y se obtenga ya los trabajos hechos. Según el periodo que demore en estar hechos los trabajos, esta acción permitirá incrementar la calidad de la confianza. En la Figura 29 se presenta la hipótesis dinámica donde expone que a mayor calidad de confianza de cooperación mayor oportunidad de cooperar y así mismo mayor productividad. La productividad mejora el trabajo que se va realizando en el proyecto. A mayor trabajo que va siendo realizada, mayor calidad de confianza. El trabajo a ser desarrollado se va transforma el trabajo realizado gracias al trabajo que se va realizando. En este artículo se realizó una desagregación de la confianza desde el concepto de dilema de confianza. Un dilema de confianza supone el decidir desde la percepción de los costos entre la vulnerabilidad y oportunidad que supone el cooperar con base en la confianza. Si la confianza no tiene la suficiente calidad en términos de su correspondencia con un comportamiento cooperativo esperado en su respuesta, se genera una vulnerabilidad. Si la confianza es de la suficiente calidad, se genera una oportunidad de cooperación.

Figura 29 Hipótesis dinámica del mecanismo de cooperación basado en confianza – Modelo 4

En la figura 30 se presenta el modelo de simulación correspondiente como la confianza de cooperación se representa como un nivel que se alimenta por la percepción retardada del trabajo que se va realizando. La confianza degrada mediante una vida media. Dicha confianza afecta la productividad que a su vez afecta el trabajo que se va realizando. El ciclo se define como del tipo refuerzo. También se encuentra un nivel que mide la calidad de confianza, que va siendo afectada por el número de trabajos que hay por hacer, ya que a medida que estos trabajos se reduzcan esto incrementará la calidad de la confianza, también esta calidad afectará a la oportunidad de que se dé la cooperación que finalmente afecta la productividad.

Figura 30 Modelo en Dinámica de Sistemas que Integra la Estrategia de Gestión de la Cooperación

La Figura 31 ilustra las simulaciones para el escenario de referencia, y para un retardo alto y bajo de información sobre los efectos de la cooperación en el trabajo que se va realizando. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando la confianza en la medida que se va llevando a cabo el proyecto. Luego de finalizar el proyecto la confianza comienza a agotarse, debido a que no se realizan nuevas actividades que permitan construir nueva confianza. La simulación ilustra cómo el retardo de información alto degrada el comportamiento de la confianza, afectando también el valor de calidad de la confianza.

Figura 31 Experimento de simulación para evaluar el comportamiento de la confianza

En la figura 32 se ilustra la simulación tanto para el escenario de referencia como para valores alto y bajo de calidad de confianza, donde se pueden ver los efectos de la cooperación en el trabajo por hacer. A medida que la calidad de confianza va aumentando, esto permite que se incremente la confianza y que exista una mayor oportunidad cooperación, y así se puedan ir desarrollando las actividades que están por hacer. Durante el desarrollo del proyecto se van disminuyendo los trabajos por hacer hasta llegar a un punto constante donde se estabiliza, que es el punto donde ya no hay más trabajos por realizar esto ocurre cuando el proyecto ha finalizado.

Figura 32 Resultados de simulación para el trabajo por hacer para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza

En la figura 33 se ilustra la simulación tanto para el escenario de referencia como para un valor alto y bajo de calidad del trabajo realizado en donde se

pueden apreciar los efectos de la cooperación. A medida que se va aumentando la calidad de la confianza, esto va permitiendo que la confianza se incremente y que las actividades que están por hacer vayan disminuyendo y finalmente pasen a ser actividades ya hechas. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando los trabajos que ya se han realizado hasta llegar a un punto constante donde se estabiliza, que es el punto donde las tareas ya se han realizado, esto ocurre cuando el proyecto ha finalizado.

Figura 33. Resultados de simulación para el trabajo hecho para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza.

En la figura 34 se ilustra la simulación tanto para el escenario de referencia como para valores alto y bajo de calidad de confianza. Se puede observar el comportamiento de la calidad de la confianza, que a medida que el trabajo se va terminando esta calidad va disminuyendo. Llega a un punto donde ya el valor de la calidad de la confianza es cero, esto indica que el trabajo ya finalizó.

Figura 34 Resultados de simulación para la calidad de confianza para referencia y niveles alto y bajo de calidad de confianza

En la figura 35 ilustra las simulaciones para el escenario de referencia, y para un retardo alto y bajo de información sobre los efectos de la cooperación en la productividad. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando la confianza en la medida que se va llevando a cabo el proyecto. Luego de finaliza el proyecto la confianza comienza a agotarse. Para el retardo de información alto se degrada el comportamiento de la confianza. También afecta el valor de calidad de la confianza, en el caso que el valor de la calidad de la confianza es alto, esto hará que la confianza se incremente. La productividad también irá mejorando a medida que la calidad de confianza se incremente, ya que se aumentara la confianza y habrá oportunidad

Figura 35 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de calidad de la confianza sobre el trabajo que va siendo realizado.

Figura 36 Resultados de simulación para la productividad para referencia y niveles alto y bajo de calidad de la confianza sobre la oportunidad de vulnerabilidad generada.

En la figura 36 ilustra las simulaciones para el escenario de referencia, y para un retardo alto y bajo de información sobre los efectos de la cooperación en la oportunidad de vulnerabilidad. Durante el desarrollo del proyecto se va incrementando la confianza en la medida que se va llevando a cabo el proyecto, esto genera que se vaya aumentando una oportunidad de vulnerabilidad que permitirá observar si se coopera o no de acuerdo a la confianza que generé la respuesta obtenida y determinar así si se corre el riesgo de cooperar o de no cooperar.

Se realizaron ejercicios de análisis de sensibilidad para las variables seleccionadas en donde se eligió el tiempo de retardo como parámetro en el que para un rango entre 4 y 10 días se simuló generando números uniformemente distribuidos. Se realizaron 200 simulaciones para cada caso. Este análisis permite valorar la variabilidad que sobre el comportamiento de las variables estudiadas tiene la variabilidad de la magnitud del retardo entre la cooperación y su percepción para la construcción de confianza. En la figura 37 se observa el resultado del análisis realizado en el que el comportamiento de la confianza presenta variabilidad frente al retardo en la información de cooperación. Se evidencia la variabilidad que el retardo ofrece al comportamiento de la confianza.

Figura 37 Análisis de sensibilidad para el mecanismo de cooperación basado en confianza en el desarrollo de software libre.

En la figura 38 se ilustra la variabilidad que la calidad de confianza presenta debido a la variabilidad del retardo de cooperación.

Figura 38 Análisis de sensibilidad para la confianza de cooperación.

En la figura 39 presenta la variabilidad de la productividad en el desarrollo de software como consecuencia de la variabilidad del retardo de la cooperación.

Figura 39 Análisis de sensibilidad para la productividad.

4 DISCUSIÓN

Por medio del proyecto se determinó que la gestión de la cooperación en proyectos de desarrollo de software libre es clave, para que se pueda dar y mantener una cooperación efectiva. Se propuso una estrategia, la cual se integró a un modelo de simulación que se diseñó y posteriormente se realizaron los respectivos experimentos de simulación, donde se determinó que la gestión de la cooperación en el desarrollo de software libre es posible. El retardo en la percepción de los efectos de la cooperación en el desarrollo de software libre afecta la efectividad de la cooperación basada en confianza. Bajos tiempos de retardo mantienen la efectividad de la cooperación, mientras que altos tiempos de retardo reducen la efectividad del mecanismo.

También por medio de los experimentos de simulación del modelo planteado que evalúa la estrategia planteada, se ha señalado que la magnitud del retardo de información en los resultados de cooperación afecta la confianza de cooperación. Por medio de la aplicación de los lineamientos metodológicos de la dinámica de sistemas se identificó el comportamiento de estos retardos. Si bien Ostrom (2000) presenta el mecanismo de cooperación basado en confianza, en dicho trabajo no se menciona el efecto de un retardo de información sobre la confianza de cooperación. Trabajos como el de Castillo (2005) mencionan el problema de la dependencia a las condiciones iniciales del mecanismo, no se reporta ni se evalúa el problema del retardo en el reconocimiento de la cooperación del grupo sobre la acción colectiva futura. Parra y Dyner han reportado el problema en dilemas sociales de gran escala tales como la acumulación de CO₂ (Parra, 2010) y el deterioro del Ozono estratosférico, pero no en el desarrollo de software libre. Lo anterior supone que este hallazgo es un aporte al área.

Además se encontró que el mecanismo de cooperación basado en confianza planteado por Ostrom(2000), tiene dependencia a las condiciones iniciales, Esto había sido abordado por Parra (2010), pero abordando dilemas sociales en otras áreas. En el presente proyecto se estudió la dependencia de las condiciones iniciales en un mecanismo basado en confianza de acuerdo a la mecánica de trabajo en un proyecto de desarrollo de software libre.

Finalmente esta estrategia que permite gestionar la cooperación para desarrollo de proyectos en software libre, es un aporte a esta comunidad para que se logre generar y mantener la cooperación, y así también capturar la atención de nuevos integrantes a la comunidad mostrando el beneficio que trae esta cooperación para que todos tengan los mismos beneficios y se logre aprovechar cada uno de los productos obtenidos, y así mismo poder desarrollar más software libre y de mayor calidad. Esta estrategia permitirá que la comunidad pueda trabajar de forma organizada, asegurando que se pueda dar de forma correcta la cooperación y esto hará que se mantenga debido a los estímulos positivos que se reciban. La idea es que las personas que deseen participar de este tipo de proyectos, previamente conozcan cómo se daría la cooperación y que beneficios tendrían y a su vez generen confianza en cada uno de los integrantes permitiendo así que se genere la cooperación.

5 CONCLUSIONES

La revisión de la literatura permite proponer que la gestión de la cooperación en proyectos de software libre, aunque posible, no ha sido abordada con la suficiente intensidad para proveer a la comunidad de desarrolladores de reglas y estrategias que permitan una acción colectiva efectiva que a su vez mejore la calidad, calidad y permanencia de las aplicaciones desarrolladas bajo el enfoque del software libre.

La revisión de la literatura permite proponer que la gestión de la cooperación en proyectos de software libre, aunque posible, no ha sido abordada con la suficiente intensidad para proveer a la comunidad de desarrolladores de reglas y estrategias que permitan una acción colectiva efectiva que a su vez mejore la calidad, calidad y permanencia de las aplicaciones desarrolladas bajo el enfoque del software libre.

Se determinó que la dinámica de sistemas entre los mecanismos revisados, es el más adecuado para evaluar una estrategia que, permita promover la cooperación en proyectos de desarrollo de software libre, ya que, es una herramienta que permite realizar modelamiento, así mismo, hacer seguimiento del comportamiento del proceso debido a que se puede tener en cuenta los retardos e ir revisando que sucede en el momento de la toma de decisiones. Por medio de la dinámica de sistemas se puede ir revisando como es el comportamiento de acuerdo a las condiciones iniciales, como se afectaría la confianza dependiendo del valor de la confianza inicial. Las demás herramientas podrían dejar inconcluso lo que suceda en el comportamiento del proceso, ya que, éstas presentan debilidades en comparación con dinámica de sistemas.

Es importante que exista una confianza de cooperación, que permita que la confianza se incremente en una cooperación futura y así finalmente se pueda promover y mantener la cooperación. También es importante manejar una reputación, esta reputación debe ir incrementando ya que esta variable es importante porque de esto podría depender que exista una confianza, a mayor reputación, mayor confianza, a mayor confianza, mayor respuesta y finalmente se obtendrá mayor cooperación.

Los diferentes hallazgos encontrados en los diferentes experimentos de simulación, permiten orientar la gestión de la cooperación en el desarrollo de proyectos de software libre a la integración de mecanismos de cooperación adicionales que permitan reducir los tiempos de retardo y los efectos de las condiciones iniciales no apropiadas en el desarrollo de una cooperación efectiva que mejore la cantidad y la calidad del software desarrollado bajo el modelo libre.

La gestión de la cooperación en el desarrollo de software libre es posible. El retardo en la percepción de los efectos de la cooperación en el desarrollo de software libre afecta la efectividad de la cooperación basada en confianza. Bajos tiempos de retardo mantienen la efectividad de la cooperación, mientras que altos tiempos de retardo reducen la efectividad del mecanismo

6 TRABAJOS FUTUROS

6.1 MODELO QUE INTEGRE UNA ESTRATEGIA QUE PERMITA GESTIONAR LA COOPERACIÓN EN PROYECTOS DE DESARROLLO DE SOFTWARE PRIVATIVO

Plantear una estrategia basada en cooperación, la cual permita hacer una gestión dinámica sistémica en proyectos de software privativo. La finalidad es demostrar que la cooperación se puede generar y mantener en dichos proyectos. Se deben plantear cuales serian las condiciones por las cuales se pueda dar esta cooperación en dichos proyectos. Se deben realizar experimentos de simulación que arrojen los resultados de gestionar la cooperación para proyectos de desarrollo de software privativo. Se quiere demostrar si vale la pena aplicar la cooperación para obtener proyectos de mayor calidad usando como estrategia la cooperación o si por el contrario se deben seguir manejando los modelos que actualmente se están usando. Inicialmente se debe identificar los métodos aplicados actualmente y posteriormente realizar un diagnostico por medio del modelamiento y simulación.

6.2 DIAGNOSTICO QUE PLANTEE LA DIFERENCIA DE LA COOPERACIÓN BASADA EN CONFIANZA EN SOFTWARE LIBRE Y PROPIETARIO.

Con base al presente trabajo y al anteriormente planteado en la sección 6.1 realizar un diagnostico hacer que permita exponer la diferencia de la gestión de

la cooperación en proyectos de desarrollo de software libre y software propietario. Posteriormente plantear un mecanismo que permitiera integrar una estrategia donde se pudiera obtener software de calidad independientemente si es propietario o libre.

REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

Akimov V., & Soutchanski M., (1994) Automata simulation of n-person social dilemma games, *Journal of Conflict Resolution*, 38 (1), pp.138–148.

Antoniades, I. P., Stamelos, I., Angelis, L., & Bleris, G. L. (2001). Dynamical Simulation Models for the Development Process of Open Source Software Projects.

Axelrod R., & Hamilton W., (1981) The evolution of cooperation” *Science*, 211 (4489), pp. 1390.

Barlas Y., (1996) Formal aspects of model validity and validation in system dynamics”, *System Dynamics Review*, 12 (3), pp. 183–210.

Bell J., & Senge P., (1980) Methods for enhancing refutability in system dynamics modeling, *System Dynamics Review*, 14, pp. 61–73.

Castillo, D. & Saysel, A. (2005). Simulation of common pool resource field experiments: a behavioral model of collective action. *Ecological Economics*, 55 (3), 420–436.

Cenatic, Centro Nacional de Referencia se Aplicacióm de las TIC Basadas en Fuentes Abiertas. Enlace: <http://www.cenatic.es/>

Cenatic, Observatorio Nacional del Software de Fuentes Abiertas. Enlace: <http://observatorio.cenatic.es/>

Conte, R. Edmonds B., Moss S., & Sawyer R., (2001) Sociology and social theory in agent based social simulation: A symposium, *Computational & Mathematical Organization Theory*, 7 (3), pp.183–205.

Davis M., (1997) Game theory: a nontechnical introduction, Dover Pubns.

Diehl E., & Sterman J., (1995) Effects of feedback complexity on dynamic decision making, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 62 (2), pp. 198–215.

Elliott, M. S., & Scacchi, W. (2004). Free Software Development : Cooperation and Conflict in A Virtual Organizational Culture. Source.

Forrester J., (1961) *Industrial Dynamics*, MIT press Cambridge, MA.

Forrester J., (1992) Policies, decisions and information sources for modeling, *European Journal of Operational Research*, 59 (1), pp. 42–63.

Gibbons R., (1992) *A primer in game theory*, FT Prentice Hall.

Hardin R.G. 1968. The tragedy of the commons. *Science* 162: 1243-1248.

Johnson, P. (2002) Agent-based modeling. *Social science computer review*, 20 (2), pp.174, 2002.

Janssen M., & Ostrom E., (2006) Empirically based, agent-based models. *Ecology and Society*, 11 (2), 37, 2006.

Kivek, O. (2008). Free / Open Source Software Development : Results and Research Methods Department of Computer Science. Science.

Koch, Stefan (2004). Free / Open Source Software Development.

Kollock, P. (1998). Social Dilemmas: The Anatomy of Cooperation. *Annual Review of Sociology*, 24(1), 183-214. doi: 10.1146/annurev.soc.24.1.183.

Kramer R. M., (1999) Trust and distrust in organizations: Emerging perspectives, enduring questions, Annual review of psychology, vol. 50, no. 1, pp. 569–598.

Luce D , Raifa H. 1957. Games and Decisions. Wiley: New York.

Luce, R., Raiffa, H., & Teichmann, T. (1958). Games and decisions. Physics Today, 11, 33.

Martner, G.D. (1999) “Gobernar el mercado Las nuevas fronteras del Estado el siglo XXI”, primera edición, Santiago de Chile, Editorial LOM.

Markóczy, L. (2003). Trust but verify: Distinguishing distrust from vigilance. In Presentado en la Academy of Management Conference en Seattle.

Monografias, Software Libre. Enlace:

<http://www.monografias.com/trabajos89/sotware-libre-y-propietario/sotware-libre-y-propietario.shtml#queessofta>

Morecroft J., (1983) System dynamics: Portraying bounded rationality, Omega, 11 (2), pp. 131–142, 1983.

Morecroft J., (2007) Strategic modelling and business dynamics: a feedback systems approach”, Wiley.

Myerson R., (1997) Game theory: analysis of conflict, Harvard University Press.

Nemeth C., (1972) A critical analysis of research utilizing the prisoners dilemma paradigm for the study of bargaining, Advances in experimental social psychology, 6, pp. 203–234.

- Osborne M., & Rubinstein A., (1994) A course in game theory, The MIT press.
- Olson M. 1965. The logic of the collective action: Public Goods and the theory of groups. Harvard University Press: Cambridge.
- Olson, M. (1971). The logic of collective action: Public goods and the theory of groups. Harvard University Press.
- Osterloh, Margit; Rota, Sandra (2001). Open Source - New Rules in Software Development.
- Osterloh, Margit; Rota, Sandra (2004). Trust and Community in Open Source Software Production
- Ostrom E. (1998). A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. American Political Science Review. 92(1): 1-22.
- Ostrom, E. & Walker, J. (2005). Trust and reciprocity: Interdisciplinary lessons from experimental research. Russell Sage Foundation Publications.
- Ostrom, E. (2000). A behavioral approach to the rational choice theory of collective action. In Polycentric games and institutions: readings from the Workshop in Political Theory and Policy Analysis, (pp. 472). University of Michigan Press.
- Ostrom, E. (1990) "Governing the commons: The evolution of institutions for collective Action", Cambridge University Press, p.p. 280.
- Osterloh, M. (2005). Trust and Community in Open Source Software Production by.
- Osterloh, P. M. (2001). Open source – new rules in software development, 1-23.
- Parra, J. A. (2011) Constructo para la evaluación de la cooperación en dilemas

sociales de gran escala (Tesis doctoral en Ingeniería-Sistemas), Ed. Universidad Nacional De Colombia Sede Medellín. Colombia. p. 283.

Parra, J. A. (2012) “Gestión de la Cooperación en Dilemas Sociales: Un Aporte Desde la Ingeniería de Sistemas”, presentado en el primer congreso internacional y nacional en innovación en gestión, Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia.

Pingdom, Proyectos Exitosos de Software Libre. Enlace: <http://royal.pingdom.com/2009/05/29/the-8-most-successful-open-source-products-ever/>

Portal Programas, Valoración del software libre en la sociedad 2012. Enlace: <http://www.portalprogramas.com/milbits/informatica/valoracion-del-software-libre-en-la-sociedad-2012.html>

Rasmusen E., (2007) Games and information: An introduction to game theory, Wiley-Blackwell, 2007.

Raymond, Eric S. (1998).La catedral y el Bazar.

Raymond, Eric S. (1999).The Cathedral and the Bazaar.

Raymond, Eric S. (2001). The Cathedral & the Bazaar. Musings on Linux and Open Source by an Accidental Revolutionary.

Sawyer, R. (2005) Social emergence: Societies as complex systems, Cambridge University Press.

Smith, R. (1981). Resolving the tragedy of the commons by creating private property rights in wildlife. Cato Journal, 1 (2), 439–468.

Sterman J., (1989) Misperceptions of feedback in dynamic decision making”, Organizational behavior and Human Decision Processes, 43 (3), pp. 301–335.

Sterman J., (2000) Business dynamics: Systems thinking and modeling for a complex world with CD-ROM, Irwin/McGraw-Hill.

Stallman R. M. (2004) Software libre para una sociedad libre, versión 1.0, pp. 232.

System Dynamics Society, System dynamics society, 2010.

Vidal, M. (2000). Cooperación Sin Mando: Una Introducción al Software Libre. 1-13.

Walker, J. & Ostrom, E. (2007). Trust and reciprocity as foundations for cooperation: Individuals, institutions, and context. In Capstone Meeting of the RSF Trust Initiative at the Russell Sage Foundation, May.

Wikipedia, Dinamica de Sistemas. Enlace:
http://es.wikipedia.org/wiki/Din%C3%A1mica_de_sistemas

Wolfram S., (2005) Cellular automata. Modeling Chemical Systems Using Cellular Automata”, pp. 9–38.

Wolfram S., (1984) Universality and complexity in cellular automata, Physica D: Nonlinear Phenomena, 10 (1-2), pp.1–35.