

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA QUE APOYE LA PLANEACION  
PROSPECTIVA EN UN AMBIENTE WEB**

**MARLON GOMEZ VELANDIA**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS  
BUCARAMANGA, SANTANDER**

**2004**

**DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA QUE APOYE LA PLANEACION  
PROSPECTIVA EN UN AMBIENTE WEB**

**MARLON GOMEZ VELANDIA**

**Tesis para optar al titulo de  
Ingeniero de Sistemas**

**Director**

**WILSON BRICEÑO PINEDA**

**Ingeniero de Sistemas**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
ESCUELA DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS**

**BUCARAMANGA, SANTANDER**

**2004**

Nota de aceptación

---

---

---

---

Director

---

Evaluador

---

Evaluador

**Ciudad de Bucaramanga (Noviembre del 2004)**

Este trabajo fruto de la  
constancia y esfuerzo no solo  
en el trabajo mismo, sino de  
todos los conocimientos y  
esfuerzos del transcurso de mi  
carrera, se lo dedico a mis  
Padres, que me apoyaron con  
todo su cariño y trabajo,  
confiaron en que tendría éxito,  
también a la memoria de  
Mama Matilde mi abuelita que  
ahora mas cerca los ángeles  
sabe que sin ella no hubiera  
podido llegar hasta aquí.

Marlon

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa su agradecimiento a:

El ingeniero Wilson Briceño Pineda, director de este proyecto, quien desde el principio supo exigir exacta y rigurosamente lo necesario y también supo brindar la libertad para que el desarrollo no se tornara mecánico y falto de autenticidad.

La Dra. Eulalia García, Evaluadora y directora del Centro de Estudios Estratégicos de La UNAB, quien me ofreció su apoyo, orientación y colaboración. Incluyendo su concepto profesional en la calificación del proyecto de grado.

Mis padres y a Mama Matilde por su esfuerzo y confianza, quienes también tuvieron que trabajar, para que este escenario se hiciera realidad luego de una cadena de sucesos fallos y exitosos.

## CONTENIDO

INTRODUCCION.....	8
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	10
2. ANTECEDENTES .....	11
3. ESTADO DEL ARTE .....	14
4. DISEÑO METODOLOGICO .....	20
5. OBJETIVOS .....	22
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	22
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
6. MARCO TEORICO .....	23
6.1 MATRIZ DE IMPACTO CRUZADO .....	23
6.1.1 HISTORIA DEL MÉTODO.....	24
6.1.2 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO.....	28
6.1.3 CÓMO FUNCIONA .....	36
7. DISEÑO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA .....	41
8. LOGROS .....	45
9. CONCLUSIONES .....	46
10. RECOMENDACIONES.....	48
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de Impacto cruzado (Alemania). .....	12
Figura 2. Matriz 1 probabilidad de impacto cruzado. ....	33
Figura 3. Matriz 2. Cocientes de impacto cruzado. ....	33
Figura 4. Matriz 3. Ocurrencia de cocientes de probabilidades. ....	34
Figura 5. Matriz 4 ejemplo de probabilidad condicional. ....	38
Figura 6. Test ocurrencia del evento 3. ....	39
Figura 7. Ocurrencia del evento 2 .....	40
Figura 8. Diagrama de Casos de uso .....	42
Figura 9. Diagrama de secuencias .....	43
Figura 10. Diagrama de actividades .....	44

## INTRODUCCION

La prospectiva, método empleado para la planeación estratégica, se vale de sus herramientas, solidamente diseñadas para trazar planes organizacionales, en aspectos como vislumbrar el futuro en la empresa, estudios de desarrollo urbano, indagación del futuro de la industria en análisis del mercado y publicidad, fenómenos en el contexto de las ciencias sociales y temas similares; basados en los eventos expuestos por los actores, los cuales son refinados, interrelacionados y estimados probabilísticamente por parte de directivos con ayuda de expertos en las ciencias relacionadas con el proyecto.

El proceso prospectivo inicia por descubrir las variables envueltas en el sistema, luego se analizan para descubrir la motricidad y dependencia entre las variables, procesos cobijados por el análisis estructural y el ábaco de Reigner, luego en el Juego de actores de las variables resultan eventos; relacionando los eventos se forman escenarios, que dependiendo de los anhelos de actores y directivos quienes escogen un escenario probable, (un acercamiento al que se quiere llegar), en este momento ellos deben ejercer políticas o acciones que conduzcan a los objetivos de la planeación estratégica de la organización, luego aplicando las leyes de la probabilidad se obtiene una visión de cómo afectan las variables (eventos) y si las acciones (políticas) a tomar tienen un efecto considerable en la construcción de las metas organizacionales.

Ya que se necesita utilizar un medio de cálculo tecnológico, rápido y acertado para obtener resultados eficaces de la información que utiliza la prospectiva, en la UNAB se han implementado dos herramientas de prospectiva en ambiente Web: el ábaco de Reigner para la definición y refinación de eventos y el Análisis estructural para establecer los efectos e interrelación entre eventos. La herramienta escogida para la implementación es la matriz de impacto cruzado que se encarga de hacer iteraciones de los eventos relacionados aplicándoles



estimaciones probabilísticas para elaborar un cuadro de eventos mostrando escenarios futuros, también la herramienta debe hacer cálculos para probar la influencia de las acciones a realizar y así complementar en parte el método prospectivo sistemáticamente.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

La UNAB ha venido desarrollando un conjunto de herramientas para el apoyo de la planeación con la metodología Prospectiva. Hasta el momento se han desarrollado dos de estas, quedando por desarrollar al menos cuatro más. Este proyecto busca desarrollar una herramienta del proceso prospectivo, la cual es muy difícil (sino imposible) de encontrar en el mercado.

Además de este motivo, los cálculos matemáticos, el ordenamiento de los datos recogidos y el trabajo que se hace con las probabilidades se hace tedioso y demorado si se realiza a mano, es importante para una organización obtener resultados en caliente, a tiempo para tomar decisiones que a fin de cuentas es la finalidad de la prospectiva.

Las herramientas que se han implementado cubren un par de etapas del método Prospectivo. Pero se necesita desarrollar otras herramientas para completar el proceso prospectivo, lo que promueve la creación de esta herramienta y aviva las expectativas para seguir trabajando en este tema, ya que definitivamente esta no será la última en implementarse. Se espera que cada vez sea más interesante trabajar en lo que podría ser un conjunto de herramientas, el cual se convierta en un arma hipotética de descubrir lo que el futuro ofrece, debido a las decisiones de la organización.

## 2. ANTECEDENTES

En la UNAB funciona actualmente El Centro de Estudios Estratégicos, en donde se trabaja la prospectiva como método para la planeación; es importante anotar que mediante este método se ha hecho el Plan de Desarrollo de la UNAB 2000-2006<sup>1</sup>. Se ha venido trabajando con la prospectiva aproximadamente desde 1997 bajo la dirección de la Dra. Eulalia García Beltrán.

El plan de desarrollo motivó el primer proyecto para sistematizar las herramientas de prospectiva, lo que dio como resultado dos herramientas implementadas El Análisis Estructural y el Ábaco de Reigner, resultado de tesis de Ingeniería de Sistemas.

La planeación estratégica ha sido otro tema fundamental en el Centro de Estudios Estratégicos, se piensa que estos dos métodos pueden llegar a complementarse para la creación de un nuevo modelo de planeación.

Además de los productos mencionados anteriormente, se pueden encontrar herramientas de apoyo para la toma de decisiones en grupo desarrolladas comercialmente, las cuales son adquiridas a menudo en las empresas para planeamiento estratégico y la toma de decisiones; entre las características de estas herramientas está la Integración del grupo de expertos que permite la generación de ideas y su organización, complementadas con herramientas como salas de reunión (MeetingRoom) y grupos de trabajo (Workgroup) que permiten la interacción entre expertos, estas características son propias del método prospectivo.

A partir de lo que se ha documentado, la herramienta a desarrollar es un apoyo y hace parte del método prospectivo, ya que se necesita utilizar un medio de cálculo

---

<sup>1</sup> Plan Prospectivo de Desarrollo UNAB 2000 – 2006.

tecnológico, rápido y acertado para obtener resultados eficaces de la información que utiliza la prospectiva.

En Alemania existe un acercamiento al software de matriz de impactos cruzados, el cual es promocionado desde la pagina <http://www.sinus-online.com/neu/dex.html>, comercialmente en la figura 1 se puede observar una interfaz del mismo:

		Kaufkraft		Nachfrage		Konkurrenz		Technik
		Höher	Geringer	positiv	negativ	Imitationen	Abwartend	Weiterentwicklung
Kaufkraft	Höher	*	*	*	*	*	*	*
	Geringer	*	*	*	*	*	*	*
Nachfrage	positiv	1	-1	*	*	*	*	*
	negativ	0		Ausprägungskombination: Nachfrage positiv und Kaufkraft Höher				*
Konkurrenz	Imitationen	0	0	-1	0	*	*	*
	Abwartend	2	0	0	0	*	*	*
Technik	Weiterentwicklung	0	-1	0	0	0	0	*
	Keine Veränderung	0	0	0	0	-1	0	*
Gesetzgebung	Staatliche Forderung	1	0	2	0	1	0	0
	Keine Veränderung	0	1	0	0	0	-2	0
Produkt	Akzeptanz	0	0	0	0	2	0	0
	Ablehnung	0	1	0	0	0	0	2
Wettbewerb	neue Strategien	1	0	0	0	1	0	0
	unverändert	0	0	0	0	0	0	0

Figura 1 Matriz de Impacto cruzado (Alemania)<sup>2</sup>.

La información que ofrece el sitio, esta en alemán, pero por lo que se observa es un acercamiento a la herramienta matriz de impacto cruzado.

Otras herramientas encontradas son las desarrolladas por LIPSOR (Laboratoire d'Investigation en Prospective, Stratégie et Organisation), 3IE (Institut d'Innovation Informatique pour l'entreprise), EPITA (Ecole pour l'Informatique et les Techniques Avancées)<sup>3</sup>, los cuales han desarrollado software de herramientas prospectivas

<sup>2</sup> <http://www.sinus-online.com/neu/dex.html>, Marzo 24 de 2004

<sup>3</sup> [http://www.codesyntax.com/prospectiva/programas\\_prospectiva](http://www.codesyntax.com/prospectiva/programas_prospectiva). Marzo 20 de 2004.

para los métodos MIC-MAC, para el análisis estructural prospectivo, y MACTOR, para el análisis del juego de actores. Respectivamente se puede encontrar información sobre este software en las direcciones:

<http://www.3ie.org/lipsor/micmac.htm>

<http://www.3ie.org/lipsor/mactor.htm>.

Estas herramientas encontradas tienen ciertas características, El método MACTOR comprende las siguientes fases:

Fase 1: Construcción de la tabla “Estrategias de los actores”;

Fase 2: Identificar los juegos de las estrategias y los objetivos asociados;

Fase 3: Posicionar los actores con los objetivos, encontrar sus divergencias o convergencias (posiciones simples);

Fase 4: Jerarquizar por cada actor, sus prioridades por objetivo (valores de posición);

Fase 5: Evaluar los reportes de correr las estrategias de los actores;

Fase 6: Integrar los reportes de correr los análisis de convergencias o divergencias entre actores;

Fase 7 formular las recomendaciones estratégicas de las preguntas acerca del futuro.<sup>4</sup>

El método MIC-MAC comprende las siguientes fases:

Fase 1: Reunión o resumen de las variables;

Fase 2: Descripción de las relaciones entre las variables;

Fase 3: Identificación de variables claves con MIC-MAC.<sup>5</sup>

No se encuentra variedad de estas herramientas en el mercado, en este caso se han encontrado en otros idiomas pero la “caja de herramientas” que interrelacionen entre si para realizar el método completo de la prospectiva no se

---

<sup>4</sup> <http://www.3ie.org/lipsor/mactor.htm>. Marzo 20 de 2004.

<sup>5</sup> <http://www.3ie.org/lipsor/micmac.htm>. Marzo 20 de 2004.

ha encontrado o desarrollado aun, por tal razón se ha iniciado el desarrollo de estas herramientas en la Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

### **3. ESTADO DEL ARTE**

#### **La prospectiva**

Como método para la planeación estratégica y con su juego de herramientas la prospectiva permite acercarnos a una estimación de futuros probables (Lo que podría suceder si en un periodo de tiempo las personas sus hechos y los factores que inciden sobre ellas no varían o varían); de acuerdo a las alternativas de esos futuros probables, aproximarse al futuro deseado (A lo que se quiere llegar de acuerdo a la realidad que se está viviendo), dadas las probabilidades de que esto suceda, o los indicios de que pueda suceder.

Se emplea actualmente para tareas de planeación en algunos casos específicos como:

- Vislumbrar el futuro de la empresa
- Adelantar estudios para el desarrollo municipal regional o nacional
- Indagación del futuro de la industria
- Análisis del mercado y publicidad
- Abordar fenómenos sociales en el contexto de las ciencias sociales

En la empresa:

- Visión de futuros problemas
- Rentabilidad y producción
- Defectos que causan problemas
- Cómo estos factores aparecen en el futuro

Una de las metas de la prospectiva es predecir el futuro al que se quiere llegar en un periodo determinado, en el desarrollo de este, se tiene en cuenta que la proyección según la cultura individual, puede considerarse única (destino) o múltiple (las acciones cambian el futuro), de las acciones resultan múltiples futuros posibles Bertrand Jouvenel los denominó *futuribles*, para determinarlos intervienen tres medios: Expertos, Actores y las leyes matemáticas de la probabilidad.

**Los expertos:** personas que conocen propiamente los respectivos problemas.

**Los actores:** Toman las decisiones importantes respecto al problema que se está estudiando.

**Las leyes matemáticas de probabilidad:** La herramienta que permite ordenar y manejar la opinión de los expertos.

La prospectiva (Término que se debe a Gaston Berger (1964)), radica en el principio de que el futuro es múltiple, Michael Godet la denomino “reflexión para la acción y la antifatalidad”, esto quiere decir que el futuro es impredecible pero se puede reducir la incertidumbre, dado que hay varias alternativas es decir futuros probables, como estas no siempre son positivas se busca el futuro deseable en términos de prospectiva.<sup>6</sup> A partir de estos fundamentos se estudia el desarrollo de los medios así:

En el actuar del ser humano existen dos factores; la inercia y el cambio, a veces se necesita conservar lo que hay, en otras es necesario cambiarlo; en la prospectiva un papel importante es identificar lo que los actores piensan sobre el futuro del fenómeno, las acciones que se toma en cuenta no deben ser banalidades sino acciones de los actores fuera de lo común y ubicarlas entre el límite de la realidad y la utopía.

La identificación de potencialidades, parte interesante de la prospectiva, no se limita a solucionar necesidades y problemas del presente, al igual que en

---

<sup>6</sup> MOJICA Sastoque, Francisco. La prospectiva, Legis, 1991

Dinámica de Sistemas, donde se toma el caso de los errores de las organizaciones, al aplicar decisiones para los problemas actuales, sin tomar en cuenta que, las consecuencias de esas decisiones siempre tienen resultados en un lugar y un tiempo diferente para el que estaban destinadas y también vienen de otros problemas ocurridos anteriormente.<sup>7</sup>

Estas potencialidades están cimentadas también en sucesos anteriores que deben ser estudiados a profundidad con el motivo de identificar los puntos decisivos que tomaron rumbo hacia la consolidación del escenario al que se ha llegado en el presente, después de encontrar la raíz embrión en el pasado y estudiar los factores cuyas consecuencias desembocaron en la situación analizada, así mismo, la prospectiva de acuerdo al estudio de todos esos factores y situaciones debe descifrar los embriones del futuro, lo que en realidad va a causar un cambio diferencial en el futuro.

Una forma de detectar las decisiones de inercia, de cambio o la aparición de potencialidades es consultando a los actores sobre sus proyectos, anhelos o temores, aplicando las leyes de la probabilidad resulta el futuro probable y de este el futuro deseado, cabe anotar que en cualquier proyecto si los temores son más grandes que los anhelos este no se realizara.

Dentro de los futuros probables la ocurrencia de un evento es juzgada por los expertos como probable por medio de la aplicación de las leyes de la probabilidad matemática es llamado escenario probable y el escenario deseable una visión objetivo; para alcanzarlo se requieren acciones bastante dinámicas, intervenciones que sobrepasen los límites del escenario probable.

El hombre tiene en sus manos forjar su propio futuro, por lo tanto es protagonista de su propia historia lo que acontezca y suceda ocurre únicamente porque lo ha

---

<sup>7</sup> SENGE, Peter M, La quinta disciplina, Barcelona Juan Garnica c1995



realizado, no existen fuerzas extrañas diferentes que se puedan considerar como agentes del desarrollo, por esta razón se puede considerar que el desarrollo puede ser modificado por la intervención de cuatro actores: El poder, El saber, La producción, La comunidad representados en organizaciones.

La prospectiva tiene técnicas fundamentadas basadas en principios del *funcionalismo*, *estructuralismo*, y *posestructuralismo*, respectivamente enuncian que:

- “En la organización social existen funciones como las que se dan en organismos vivientes”
- “Otra manera de ver y pensar la realidad” (un elemento aislado de la totalidad no tiene sentido, no es posible conocer completamente a una, sin conocer la otra y sin conocer el todo).
- “Además de la lengua existe otra realidad que es el habla, es decir el uso, la practica de la lengua”<sup>8</sup>

Estas técnicas derivadas directamente de ellas son

1. **Tempestad de ideas (brain storming):** Los expertos aportan una serie de ideas y elementos para la situación o problema que se esta tratando.
2. **Ábaco de Reigner:** Escoge entre las potencialidades de las ideas, las más acertadas según la aceptación que le puntúen los expertos.
3. **Análisis estructural:** Esta técnica permite identificar los elementos de un problema, y muestra la manera como estos guardan relación unos con otros es decir como interactúan en la situación analizada, se sirve de las relaciones fuertes, medias, débiles, nulas o potenciales que establecen los expertos para emitir su opinión. Para el análisis estructural se utiliza el método MIC-MAC mostrando los resultados en términos de motricidad - dependencia (variables externas, motrices y variables internas, dependientes).

---

<sup>8</sup> MOJICA Sastoque, Francisco. La prospectiva, Legis, 1991

4. **Juego** (del francés Jouer: Actuar) **de Actores:** En esta técnica se presentan en forma ordenada alianzas y conflictos de los actores, así como proyectos, anhelos y temores que puedan indicar la evolución de las disfunciones del sistema o el desarrollo de potencialidades. se utiliza el método MACTOR para esta técnica.
5. **Matrices de impacto cruzado:** muestra el sistema de eventos interrelacionados e interdependientes pero caracterizados porque muestran la probabilidad matemática de aparición en el futuro, los expertos comunican su pensamiento pero valiéndose de las probabilidades.
6. **Construcción de escenarios:** dado que es probable que ocurran los eventos se construyen escenarios probables, de los cuales se escoge uno (la visión), para el cual es necesario realizar acciones dinámicas e intervenciones que sobrepasen los límites del escenario probable.

Los futuros posibles que se determinan a través de estas técnicas son representados como posibles escenarios, los futuros posibles se convertirán en futuros probables cuando los expertos califiquen su probabilidad de ocurrencia por medio del SMIC (Sistema de Matrices de Impacto Cruzado), En la cual debe un experto tener criterios para el juicio de sus probabilidades.

Las técnicas de impacto cruzado constituyen un conjunto de eventos interdependientes que generan un volumen o número de futuros alternativos, están basados en la ocurrencia o no ocurrencia de un evento.

Ya sea en el ámbito conceptual como en el de los valores, la escala tiene 3 zonas:

- Improbabilidad
- Duda
- Probabilidad

La asignación de estos valores es tarea de los expertos, este debe tener tres referencias:

- El evento con un nivel de significancia
- La situación actual del evento.
- Las tendencias mundiales que involucran este evento.

Para el diseño del escenario más probable se necesita una justificación y efectos o secuelas, los escenarios de los que aún no se ha determinado cuál es el más probable se denominan escenarios exploratorios.

En la construcción del escenario deseable “el que debe ser”, parte del escenario probable “El ser”, el escenario deseable debe superar el escenario optimista, el efecto más importante que el escenario probable debe dar es el generar insatisfacción, lo cual puede dar lugar a una de dos actitudes:

Si la situación que logramos entrever para el futuro es mala, la conducta se orientará –seguramente- a corregirla desde ahora.

Si la situación es positiva nos sentiremos impulsados a mejorarla buscando la excelencia.<sup>9</sup>

En el proceso prospectivo se ha expuesto la identificación de problemas claves (Variables claves), estos dieron lugar a eventos cuyas probabilidades de aparición en el futuro fue estimada por un grupo de expertos, ya con base en los proyectos de los actores se diseña un escenario probable que nos sirve de punto de inicio. De vuelta al pasado existe una posibilidad de definir como debía ser el futuro, entonces se haría el escenario deseable, como todavía no se vive esa realidad a la que aspiramos, no podemos tener del futuro sino un horizonte a donde queremos llegar.

---

<sup>9</sup> MOJICA Sastoque, Francisco. La prospectiva, Legis, 1991

## 4. DISEÑO METODOLOGICO

**1. Reconocimiento del tema de prospectiva:** Revisión de marco teórico, herramientas implementadas, selección de la herramienta a desarrollar.

Producto de esta etapa: se adquiere los conceptos de Prospectiva para obtener una visión general, luego dentro de lo que aun no se ha sistematizado se decide por escogencia propia, la sistematización de la herramienta a desarrollar.

**2. Profundizar en el estudio de la herramienta seleccionada:** se estudiará la estructura de la herramienta teóricamente en la bibliografía y por medio de consultas por Internet, para revisar sus características apropiándose de las ventajas encontradas, para estructurar el diseño de la herramienta, como resultado se tendrá una documentación apropiada para la siguiente etapa del proyecto.

Producto: Un artículo corto con los resultados de la investigación.

**3. Aprender<sup>10</sup> el uso de las herramientas de implementación del software (UML, JAVA, JSP):** Se afianzaran los conceptos, el uso y los productos que pueden resultar de estas herramientas.

Producto: apropiación de estas herramientas para el trabajo con estas, ya que van a aportar el esquema de los modelos del software en UML, para continuar con la siguiente etapa de programación y desarrollo del software.

**4. Implementación del software:** Se realizan los modelos en UML, luego de que se de el visto bueno del modelado se implementa el software en JAVA y JSP.

Producto: Modelos desarrollados en UML e implementación del software de la herramienta prospectiva en JAVA y JSP.

---

<sup>10</sup> Aprender. Agarrar. Tomar. Coger. Recibir. Contemplar una palabra desde su raíz más apartada permite aprender su significado primero.

**5. Prueba y entrega:** el software ya implementado se probará de forma preliminar para garantizar que el funcionamiento de la herramienta arroje los resultados deseados, entonces se dejara a cargo de la UNAB para su utilización.

Producto: software de la herramienta prospectiva, probado e implementado en ambiente WEB para el uso de la UNAB.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar e implementar una de las herramientas de prospectiva en ambiente WEB, para complementar el conjunto de herramientas del método prospectivo, que se ha venido desarrollando en la UNAB, por el Centro de Estudios Estratégicos, la Facultad de Administración de Empresas y la Facultad de Ingeniería de Sistemas.

### **5.2 Objetivos específicos**

5.2.1 Revisar la literatura sobre Prospectiva, mediante la lectura de textos y búsqueda en Internet, con el ánimo de adquirir los conceptos de Prospectiva y escoger la herramienta a desarrollar.

5.2.2 Revisar las herramientas de prospectiva que existen en el mundo, mediante consultas por Internet, para revisar sus características apropiándose de sus posibles ventajas.

5.2.3 Revisar las herramientas de prospectiva ya desarrolladas en la UNAB, para continuar con el desarrollo de otras herramientas de prospectiva, conservando los mismos parámetros.

5.2.4 Aprender el uso de las herramientas de desarrollo: UML, JAVA, JSP, a ser utilizadas durante la implementación del proyecto.

5.2.5 Implementar la herramienta de prospectiva haciendo una aplicación de un caso práctico que demuestre la bondad del trabajo y facilite su divulgación.

## 6. MARCO TEORICO

### 6.1 MATRIZ DE IMPACTO CRUZADO

La prospectiva y sus técnicas comúnmente denominadas “caja de herramientas”, conducen al éxito de la planeación estratégica, anteriormente se ha trabajado con el Análisis Estructural y el ábaco de Reigner, procesándolas para convertirlas en productos software en la Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB, es el momento de iniciar un nuevo proyecto software, el de la matriz de impacto cruzado, con el animo de apoyar el proceso prospectivo, ya que en este proceso se emplea gran cantidad de variables y de simulaciones probabilísticas; la capacidad que tiene un sistema computacional alimentado de datos es mucho más grande y precisa, a la capacidad si estos cálculos fueran realizados a mano, hay muy pocos antecedentes de este tipo de desarrollo aparte de un software alemán y proyectos en Francia, también se sabe de una aplicación software para determinados casos, por ejemplo KSIM Impact-99 <sup>11</sup>, usado aisladamente, algunas veces se diseñan algoritmos específicos para cada tipo de problema, pero estos trabajos son limitados para la tarea que realizan o tienen las barreras de manejo idiomático, no se sabe a ciencia cierta hasta que nivel el proceso de matrices de impacto cruzado se realice y no tienen coherencia con un proceso completo, el objetivo es desarrollar el conjunto de herramientas en lenguaje JAVA que hasta ahora se está produciendo en la UNAB, para que todo el proceso completo este sistematizado desde la “lluvia de ideas” hasta la “construcción de escenarios”, es mucho más efectivo para la prospectiva que módulos trabajando independientemente, por esta razón todo y como lo exige la toma de decisiones de hoy en día, se puede trabajar con cualquier cantidad de variables, sin preocuparse por los cálculos ni el numero de veces que este necesite probar para determinar las circunstancias probabilísticas.

---

<sup>11</sup> [http://www.reduaeh.mx/investigacion/ingenieria/investigadores/niccolas\\_morales.htm](http://www.reduaeh.mx/investigacion/ingenieria/investigadores/niccolas_morales.htm), Agosto de 2004.

El texto a continuación es una traducción que se tomo como guía, se llama “Cross Impact Method”, realizado en 1994 por Theodore Jay Gordon quien a su vez tomo apartes de su propio trabajo en “TFG” (The futures Group) <sup>12</sup>,.

### **6.1.1 HISTORIA DEL MÉTODO**

El método de impacto cruzado, fue originalmente desarrollado por Theodore Gordon y Olaf Helmer en 1996. El método resulto luego de una simple pregunta: ¿Puede la predicción estar basada en percepciones acerca de cómo los eventos futuros pueden interactuar?

En la aplicación inicial de los principios del impacto cruzado, Gordon y Helmer desarrollaron un juego para “Kaiser Aluminium and chemical company”, a mediados de 1960, llamado FUTURE (Futuro). La compañía producía miles de copias del juego y los usaba como regalos promocionales acompañando su 100° aniversario. El juego involucraba una serie de cartas, cada carta escogida es un único evento futuro, a las cartas les fueron dadas probabilidades de ocurrencia a priori, basado en el juicio de Gordon y Helmer, luego un dado se tiraba para determinar si, si o no, en el escenario que estaba siendo construido, el evento en el juego “ocurría”, el dado era un icosaedro con números en las caras que correspondían a la probabilidad que se colocara en la cara hacia arriba. Si la probabilidad mostrada en la cara del dado era igual o mayor a la probabilidad del evento, este “ocurría”.

Si un evento ocurría, la carta era puesta en la mesa, por la cara posterior, el “impacto cruzado” se describía: por ejemplo “si el evento sucede, entonces la probabilidad del evento 12 incrementa en 10 por ciento; la probabilidad del evento 53 disminuye en 15 por ciento, etc.” Se dan las razones del informe para las interacciones declaradas, y un sistema simple fue proporcionado para llevar la cuenta de las probabilidades involucradas, mientras el juego progresaba.

---

<sup>12</sup> [http://www.futurovenezuela.org/\\_curso/10-cross.pdf](http://www.futurovenezuela.org/_curso/10-cross.pdf), Abril 20 de 2004



Al final del juego, un manojo de cartas representaban eventos que habían sucedido y otro manojo aquellos que no. Este escenario era de hecho determinado por casualidad, de las probabilidades determinadas y los impactos cruzados.

El juego también proporcionaba a los jugadores la habilidad para simular en un ítem determinado, una inversión de R&D (Research and development). Esta habilidad proporcionaba a los jugadores un mecanismo para ejecutar con una “política”, un medio para provocar el futuro deseado, pensando como hacerlo por medio de los posibles impactos cruzados. La mejor estrategia, por ejemplo podría ser que invierta en un segundo o tercer evento que pudiera producir un impacto cruzado favorable en el último evento deseado.

Gordon y Hayward programaron la aproximación en la Universidad de California Los Angeles (UCLA, USA) en 1968. Las probabilidades condicionales fueron expresadas como coeficientes de impacto y clasificadas de -10 a +10. Los primeros programas corrieron casi exactamente como el juego *future*: los eventos fueron escogidos al azar, resueltos, y las probabilidades de eventos de impacto cruzado se determinaban. Un juego terminaba cuando todos los eventos concluían. (Gordon y Hayward, 1968) Luego, en “Monte Carlo” fashion (Monte Carlo es el nombre de una técnica que incluye opciones randomicas en la predicción incluyendo muestras al azar) el proceso se repetía varias veces. El computador llevaba la cuenta del número de escenarios que contenía cada evento. Este conteo de las “ocurrencias” de un evento fue usado para hacer el cálculo al final de las probabilidades de los eventos, dados sus impactos cruzados.

En los 70’as el juego apareció en muchas aulas de clase. Reformado, para dirigir problemas bajo estudio (por ejemplo la crisis urbana).

Norman Dalkey uso las probabilidades condicionales en la matriz (1972). Helmer aplico la aproximación al juego ese mismo año. También KSIM, una técnica de simulación desarrollada por Julios Kane.

Turoff genero escenarios desde la matriz de impactos cruzados asumiendo que los eventos con probabilidad menor de 0.5 no ocurrían y aquellos con probabilidad igual o mayor que 0.5 ocurrían.

Duval, Fontela, y Gabus en el instituto Batelle, en Ginebra desarrollo EXPLORSIM, una aproximación al escenario de impacto cruzado en 1974, y Duperrin y Gabus desarrollaron SMIC, un acercamiento al impacto cruzado que le pedía a los expertos que dieran al inicio las probabilidades de la ocurrencia condicional, y la no ocurrencia condicional y formar escenarios basados en los resultados de impacto cruzado.

En el grupo "Futures", los sistemas dinámicos de probabilidades fue una unión de dinámica de sistemas y una versión tiempo dependiente del impacto cruzado, un acercamiento primero explorado por Jhon Stover en la simulación de la economía en Uruguay en 1975.

Un método de simulación llamado Interax (1980), que uso conceptos de impacto cruzado fue desarrollado por Selwyn ENHER en la Universidad de California (USA). Ducos integro Delphi e Impacto Cruzado en 1984.

Recientemente la Matriz de Impacto Cruzado se ha aplicado a diferentes investigaciones y combinado con otras técnicas, por ejemplo aplicaciones de SMIC a construcciones de aeronáutica, evolución geopolítica mundial, la industria Nuclear en el 2000, y actividades corporativas para el año 2000 (Godet 1993).

Los documentos y tratados que se están realizando acerca de este trabajo están organizados así:

- **Fase de exploración temprana:** En los intentos iniciales por recolectar juicios acerca de la cuantificación de estas interacciones. Los investigadores reconocen que las interacciones entre eventos constituyen una poderosa manera para examinar percepciones acerca del futuro.
- **Fase Probabilística:** ¿Como puede obtenerse la probabilidad condicional?

Cuando a un experto se le pide que emita un juicio acerca de la probabilidad de un evento, el o ella:

- a. Incluyen la probabilidad de impacto cruzado, a priori; o
- b. ¿Se observan los eventos, como si fueran independientes entre sí?

Dado que cada evento tiene una probabilidad inicial de escoger uno o el otro, y dada la posible ocurrencia, o no ocurrencia de un evento, las probabilidades condicionales emitidas por los juicios de los expertos deben reunir ciertos límites coherentes. Estos límites pueden ser calculados. Si los juicios no caen dentro de los límites calculados, ¿como se podría ajustar la matriz?, se tratara luego.

- **Fase de síntesis:** El impacto cruzado puede trabajar solo como método de investigación a futuro o puede ser integrado con otros métodos para formar herramientas poderosas. Cuando esta integrado, el impacto cruzado permite la introducción de percepciones acerca del futuro dentro de otros modos de métodos determinísticos. (Ver Slover, y ENHER por ejemplo). Sumando varios métodos de recolección de juicios (Delphi, cuestionarios vía correo electrónico, entrevistas, etc.) han sido usados en conjunto con el impacto cruzado para simplificar el proceso de recolección de información de la situación a ser analizada (ver, en Godet 1993, la descripción de cuestionarios por correo usados en SMIC).
- **Fase de Aplicación:** En años recientes, el trabajo sobre impacto cruzado ha cambiado de “puro” desarrollo metodológico a aplicaciones. Las preguntas acerca del método continúan por supuesto, cuanto mejor es, si se hace la pregunta acerca de las probabilidades condicionales, ¿es el método en realidad convergente?; ¿como manejar las entradas incoherentes de los expertos?, ¿como integrarlo con otros métodos?, Pero no hay duda que las preguntas acerca del impacto cruzado ayudan a vislumbrar percepciones acerca de las casualidades ocultas y ciclos retroalimentados en caminos hacia el futuro.

### 6.1.2 Descripción del método

El método de impacto cruzado es un acercamiento a las probabilidades de un ítem en un conjunto de predicciones. Sus probabilidades pueden ser ajustadas en vista de juicios concernientes a interacciones potenciales entre los ítems pronosticados. Se sabe por experiencia que la mayoría de los eventos y desarrollos son de alguna manera relativos a otros eventos y desarrollos. Un evento simple, tal como la producción de poder del primer reactor atómico, fue posible gracias a un complejo historial de antecedentes históricos, científicos, tecnológicos, políticos y económicos, ("sucesos"). En su turno como precedente la producción de energía del primer reactor atómico, influencio muchos eventos y desarrollos seguidos a estos. Muchos hechos aparentemente diversos e indocumentados permiten o causan eventos únicos y desarrollos. De este flujo interconectado de eventos que esta sucedido en gran parte por una cadena de efectos que interactúan con otros eventos y desarrollos, nos damos cuenta que un evento sin predecesor, que se haga más probable en porcentaje o que influya por si mismo es difícil de imaginar, o un evento que, después de ocurrir, no deja marca también. Esta interrelación entre eventos y desarrollos es llamada impacto cruzado.

Lo primero que se hace es definir los eventos que van a ser incluidos en el estudio. Este paso es crucial para el éxito del trabajo. Cualquier evento que influencié, no incluido en el conjunto de eventos, estará completamente excluido del estudio, por lo tanto puede afectar el método completo, sin embargo la inclusión de un evento que no es pertinente puede complicar el proceso innecesariamente. El número de interacciones par de eventos a ser considerados, que es igual a  $n^2 - n$  (donde  $n$  es el número de eventos), el número de interacciones se incrementa tan rápido como incrementa el número de eventos. La mayoría de estudios incluyen entre 10 y 40 eventos.

Un conjunto inicial de eventos es usualmente compilado siguiendo una búsqueda literaria y entrevistando expertos claves en los campos en que ha sido estudiado el problema. Este conjunto inicial es entonces refinado, combinando algunos eventos cercanamente relacionados y eliminando los otros. El análisis de impacto cruzado se simplifica, si los eventos son independientes unos de otros.

El siguiente paso una vez determinado el conjunto de eventos, es estimar la probabilidad inicial de cada evento. Esas probabilidades indican que cada evento ocurrirá en algún año en el futuro.

En otro uso, más formal y frecuente acercamiento de la MIC, las probabilidades iniciales asumen que los expertos haciendo los juicios de probabilidad, tienen en mente una vista de los futuros que incluyen el conjunto de eventos y sus probabilidades. De esta manera, la posibilidad de que otros eventos ocurran es tomada en cuenta desde el principio. En efecto, los eventos ya están en un impacto cruzado en mente de los expertos. En este caso, el análisis del impacto cruzado es usado para determinar, si los juicios acerca de las probabilidades condicionales iniciales son coherentes. La matriz completa puede mostrar cambios (La introducción de nuevas políticas o acciones, la ocurrencia inesperada de un evento, etc.) podría afectar las probabilidades de ocurrencia o no ocurrencia del conjunto entero de eventos.

Los expertos individualmente pueden estimar la probabilidad inicial pero, más comúnmente, grupos de expertos desde varias disciplinas que abarcan los eventos los estiman, Cuestionarios, Entrevistas, y reuniones en grupo pueden también ser usados para recolectar los juicios.

Continuando con los pasos, en el análisis se estiman las probabilidades condicionales. Típicamente, los impactos son estimados en respuesta a la pregunta, “¿si un evento ocurre, cual es la nueva probabilidad de un nuevo evento n?” así, si la probabilidad del evento n originalmente obtuvo un juicio fue 0.50,

podría juzgarse que la probabilidad del evento **n** tendría 0.75, si el evento ocurre. La matriz entera de impacto cruzado es completada haciendo esta pregunta, para cada combinación de evento ocurrido y evento impactado.

Cuando las probabilidades iniciales se han estimado con referencia a otras probabilidades de eventos (no se considera cada evento aisladamente), alguna información adicional entra en la estimación de la matriz de impacto. Por cada combinación, hay límites sobre las probabilidades condicionales que pueden existir.

Un ejemplo sencillo puede mostrar estos límites. Suponga que se consideran dos eventos, **n** y **m**: el evento **n** tiene el 50% de probabilidad de ocurrir el año entrante, y el evento **m** tiene un 60% de probabilidad de ocurrir, así, fuera de 100 futuros hipotéticos, el evento **n** ocurriría en 50 de ellos y el evento **m** en 60. Obviamente, los eventos **m** y **n** deberían ocurrir juntos en al menos 10 de los escenarios futuros.

En respuesta a la pregunta en este caso – “¿si el evento **m** ocurre, cual es la nueva probabilidad de el evento **n**?” –nuestras respuestas son limitadas. Una probabilidad condicional de **0** para un evento **n** es imposible. Por ejemplo, si el evento **n** nunca ocurre cuando el evento **m** ocurre. La solapa de 10 ocurrencias combinadas no sería posible. La probabilidad inicial estima específicamente que el evento **n** ocurre en el 50 por ciento de los futuros hipotéticos, desde esta aproximación asume que la estimación de el 0.50 para el, para la original probabilidad del evento **n** incluye una consideración de el 0.60 de probabilidad del evento **m**, o la probabilidad del evento **n** dado que la ocurrencia de el evento **m** no es igual a **0**. Uno de estos juicios es incorrecto. Porque este lleva a una inconsistencia. Solo los participantes en el análisis pueden decidir cual juicio puede ser cambiado. Ellos pueden decidir que la probabilidad inicial estimada para el evento, **n** no contaba completamente para la influencia esperada del evento **m**, o ellos pueden decidir que sus estimaciones iniciales de probabilidad del evento **n**, dado que la ocurrencia de **m**, fue muy baja. En cada caso, ellos han aprendido

algo acerca de los eventos **n** y **m** por el ejercicio de la matriz de impacto cruzado. Este proceso de aprendizaje ocurre mientras la matriz de impacto esta siendo estimada es uno de los mejores beneficios a llevar a cabo el análisis de impacto cruzado.

El cálculo para un rango de probabilidades condicionales que va a satisfacer este requerimiento de consistencia es fácil. La probabilidad inicial de un evento puede ser expresada así:

$$P(1) = P(2) \times P(1/2) + P(2n) \times P(1/2n) \quad (1)$$

Donde:

$P(1)$  = Probabilidad de que ocurra el evento 1;

$P(2)$  = Probabilidad de que ocurra el evento 2;

$P(1/2)$  = Probabilidad de que ocurra el evento 1;

$P(2n)$  = Probabilidad de que NO ocurra el evento 2; y

$P(1/2n)$  = Probabilidad de que ocurra el evento 1 dado que NO ocurra el evento 2;

Esta expresión puede ser reorganizada para resolver  $P(1/2)$ :

$$P(1/2) = [P(1) - P(2n) \times P(1/2n)] / P(2) \quad (2)$$

Desde que  $P(1)$  y  $P(2)$  ya conocidas (la probabilidad inicial estimada) y  $P(2n)$  es simplemente  $1 - P(2)$ , solamente  $P(1/2)$  y  $P(1/2n)$ , las probabilidades condicionales, desconocidas. Sustituyendo cero por  $P(1/n)$  (el valor más pequeño que posiblemente pueda tener), el valor máximo para  $P(1/2)$  puede ser calculado, así:

$$P(1/2) \leq P(1)/P(2) \quad (3)$$

Así, sustituyendo 1.0 por  $P(1/2n)$  (El valor más grande posible para  $P(1/2n)$ , el mínimo valor para  $P(1/2)$  puede ser calculado:

$$P(1/2) \leq [P(1) - 1 + P(2)] / P(2) \quad (4)$$

Así, los límites en la nueva probabilidad del evento 1 dada la ocurrencia del evento 2 es:

$$[P(1) - 1 + P(2)] / P(2) \leq P(1/1) \leq P(1) / P(2) \quad (5)$$

Usando la ecuación (5), se puede calcular ahora los límites para el ejemplo previamente usado. Si la probabilidad inicial del evento n es 0.50 y la del evento m es 0.60, los valores permisibles para la probabilidad de el evento n dada la ocurrencia del evento m son 0.17 y 0.83, o, si la probabilidad del evento n, dada la ocurrencia del evento m, es actualmente 1.0; entonces la probabilidad inicial del evento n debe ser 0.60 o mayor.

Una vez la matriz de impacto cruzado se ha estimado, un software es usado para llevar a cabo una corrida de calibración para la matriz. Una corrida de la matriz consiste en seleccionar al azar un evento para la prueba, se compara su probabilidad con un número al azar para decidir su ocurrencia o no ocurrencia, y se calculan los impactos sobre todos los demás eventos, debido a la ocurrencia o no ocurrencia de los eventos seleccionados. Los impactos son normalmente calculados usando cocientes de posibilidades (odds ratios). Para aplicar esta técnica, la probabilidad condicional y la inicial de los eventos son convertidas en cocientes, usando la siguiente relación:

$$\text{Cocientes} = \frac{\text{Probabilidad}}{1 - \text{probabilidad}} \quad (6)$$

El impacto del evento **m** es entonces calculado como el cociente de posibilidad del evento **n** dado el evento **m**, así, la matriz **1** de impacto cruzado, debería convertirse en la matriz **2** mostradas en las figuras, cuando los cocientes son usados en lugar de las probabilidades. Las posibilidades de los nuevos cocientes a la posibilidad inicial son usadas para definir los impactos de los eventos. Así, la



ocurrencia del evento **2** causa la probabilidad de que el evento **1** vaya del cociente de 0.33 a 1.50. El cociente de posibilidad expresa la ocurrencia de impacto del evento **2** sobre el evento **1**, por lo tanto, es  $1.50/0.33 = 4.5$  la matriz **3** muestra los cocientes de posibilidad correspondientes a las matrices **1** y **2**.

La probabilidad de este evento se convierte en:

Si este evento ocurre	Probabilidad Inicial	1	2	3	4
Evento 1	0.25		0.50	0.85	0.40
Evento 2	0.40	0.60		0.60	0.55
Evento 3	0.75	0.15	0.50		0.60
Evento 4	0.50	0.25	0.70	0.55	

Figura 2. Matriz 1 probabilidad de impacto cruzado.

Los cocientes de posibilidad de este evento se convierten en:

Si este evento ocurre	Probabilidad Inicial	1	2	3	4
Evento 1	0.33		1.00	5.67	0.67
Evento 2	0.67	1.50		1.50	1.22
Evento 3	3.00	0.18	1.00		1.22
Evento 4	1.00	0.33	2.33	1.22	

Figura 3. Matriz 2. Cocientes de impacto cruzado.

Los cocientes de este evento se multiplican:

Si este evento ocurre	Probabilidad Inicial	1	2	3	4
Evento 1	0.33		1.50	1.90	0.67
Evento 2	0.67	4.50		0.50	1.20
Evento 3	3.00	0.55	1.50		1.50
Evento 4	1.00	1.00	3.50	0.41	

Figura 4. Matriz 3. Ocurrencia de cocientes de probabilidades.

Una matriz de no ocurrencia de cocientes de probabilidades también puede ser calculada desde la información de la matriz 1 de ocurrencia. De nuevo, usando la ecuación (1):

$$P(1) = P(2) \times P(1/2) + P(2n) \times P(1/2n) \quad (1)$$

La probabilidad de el evento 1 cada la año ocurrencia del evento 2,  $P(1/2n)$ , puede ser determinada. Desde estas probabilidades, los cocientes de probabilidad de no ocurrencia pueden ser calculados justo como los radios de apuestas de ocurrencia son calculados.

Una vez los radios de apuestas han sido determinados, los cálculos se hacen de la siguiente manera:

1. Un evento es seleccionado al azar desde el conjunto de eventos.
2. Un número al azar entre 0.0 y 1.0 es seleccionado. Si el número al azar es menos que la probabilidad del evento que está siendo probado, el evento se dice que ocurre. Si el número al azar es más grande que la probabilidad del evento, el evento no ocurre.
3. Si el evento (evento j) ocurre, la desigualdad de los otros eventos que ocurren son ajustados así:

La nueva desigualdad del evento  $i$  =

(Desigualdad inicial del evento  $i$ )  $\times$  (ocurrencia de la proporción de desigualdad del evento  $j$  sobre el evento  $i$ )

Si el evento no ocurre, los mismos cálculos se hacen pero las proporciones de desigualdad de no ocurrencia se usan.

4. Los pasos 1,2 y 3 se repiten hasta que todos los eventos se han probados para su ocurrencia.
5. Los pasos 1 a 4 (los cuales representan una corrida de la matriz) son repetidos un gran número de veces.
6. La frecuencia de ocurrencia de cada evento para todas las corridas de la matriz de impacto cruzado determina la nueva probabilidad de ese evento.

Si las probabilidades iniciales de los eventos fueron estimados aisladamente, eso es asumiendo que el impacto cruzado no fue parte de esa escena, las probabilidades de los eventos obtenidos después del procedimiento de impacto cruzado, producen nuevas estimaciones de probabilidad de los eventos que toman en cuenta las interrelaciones entre los eventos. La matriz producida de esta manera puede entonces ser usada para probar la sensibilidad de las probabilidades del evento en la introducción de un nuevo evento, a los cambios en la probabilidad inicial (simulando una inversión R&D, por ejemplo), o los cambios en las interacciones de los eventos (simulando, por ejemplo, una política que cambia la consecuencia de un evento).

Si las probabilidades de los eventos iniciales fueron estimadas asumiendo que todos los demás eventos son posibles, la calibración de probabilidades obtenidas después del procedimiento de impacto cruzado pueden ser un poco similares a las probabilidades iniciales. En este caso, las diferencias entre las probabilidades iniciales y finales pueden ser vistas como resultando de inconsistencias en juicios y la omisión de combinaciones de alto orden. El ejercicio de impacto cruzado

produce nuevos estimados de probabilidades de eventos que simplemente cuentan para las interrelaciones de alto orden entre los eventos, como antes.

En esta etapa del análisis, la matriz de impacto cruzado, esta lista para la prueba de sensibilidad o análisis de políticas. La prueba de sensibilidad consiste en seleccionar un juicio en particular (una estimación de probabilidad inicial o condicional) acerca del cual inciertamente existe. Este juicio es cambiado, y la matriz es corrida de nuevo. Si una diferencia significativa ocurre entre la corrida original y esta corrida, el juicio que fue cambiado es aparentemente importante. Así, gastando más esfuerzo en hacer ese particular juicio puede valer la pena. Si no aparecen diferencias significativas, ese particular juicio probablemente es relativamente parte no importante del análisis.

La prueba de políticas es consumada en primer lugar definiendo una política anticipada que debería afectar los eventos en la matriz. La matriz entonces se cambia para reflejar los efectos inmediatos de la política, también cambiando las probabilidades iniciales de uno o más eventos o por la suma de un nuevo evento a la matriz. Se hace una nueva corrida a la matriz y comparada con la corrida de calibración. Las diferencias son entonces efectos de la política. A menudo resultan cambios inesperados. Cuando esto sucede, los cambios pueden ser rastreados a través de la matriz así las cadenas de casualidad que dirige los cambios inesperados pueden ser determinados y los efectos de la política entendidos. Suele de esta manera, la matriz de impacto cruzado convertirse en un modelo de interacciones de eventos que es usada para mostrar los efectos de una compleja cadena de impactos causados por acciones de políticas.

### **6.1.3 Cómo funciona**

Con un pequeño ejemplo se demuestra el uso de la matriz de impacto cruzado. Se supone el estudio del futuro de la industria química en progreso. En el curso del estudio, una lista de importantes eventos futuros es generada. Una parte de esa lista debe incluir los siguientes eventos:

1. El uso de plásticos en vehículos de transporte y construcción se expande seis puntos desde 1992.
2. Se incrementa intervención gubernamental en el proceso de los resultados de innovación desde las demandas por la protección del consumidor y el control de la polución.
3. Los progresos de la teoría química al punto donde mucha de la investigación química puede hacerse por medio de cálculos en el computador más que con la experimentación actual.
4. La industria química se extiende hacia los textiles y ropa a través del desarrollo de las nuevas fabricas sintéticas.
5. Las compañías químicas realizan un retorno en declive o una inversión en aumento en investigación convencional.

El primer paso al usar estos eventos en un análisis de impacto cruzado es estimar las probabilidades iniciales para los eventos. Los expertos, reconociendo que todos esos eventos son posibles e interactúan, pueden proveer las siguientes probabilidades:

Evento	Probabilidad de ocurrir en el 2000
1. El uso de plásticos se expande seis puntos	0.15
2. Incremento en la intervención gubernamental en innovación	0.20
3. Investigación química hecha en computadores	0.25
4. La industria química se expande hacia textiles	0.10
5. Retorno en declive hacia investigación convencional	0.20

El siguiente paso es estimar las probabilidades condicionales. En este paso, una matriz similar a la matriz 4 se construye. Cada celda de la matriz representa la respuesta a la pregunta, “¿Si el evento x ocurre, cual es la nueva probabilidad del evento y?” por ejemplo, la primera celda llena de la primera fila de la matriz contiene la nueva probabilidad del evento 2 dada la ocurrencia del evento 1. Así, la pregunta respondida aquí es, “Si el uso de plásticos para la construcción y el transporte se incrementa 6 puntos (evento 1), ¿cual es la probabilidad de incrementar la intervención gubernamental en el proceso de innovación resultado de la demanda por la protección al consumidor y el control de la polución (evento 2)?” desde el uso incrementado de plásticos es probable incrementar la demanda para la protección al consumidor y el control de polución, el evento 2 debe ser algo más probable que el estimado inicial (0.20) si el evento 1 ocurre. Así, se puede juzgar que la nueva probabilidad del evento 2 se convierta en 0.30, si el evento 1 ocurre.

La probabilidad de este evento se convierte en:

Si este evento ocurre	Probabilidad	1	2	3	4	5
	Inicial en 1985					
1. El uso de plásticos se expande seis puntos	0.15		0.30	0.25	0.10	0.15
2. Incremento de la intervención gubernamental en innovación.	0.20	0.10		0.35	0.07	0.40
3. Investigación química hecha en computadores	0.25	0.15	0.20		0.15	0.05
4. La industria química se expande hacia textiles	0.10	0.15	0.25	0.25		0.15
5. Retorno en declive hacia investigación convencional	0.20	0.25	0.15	0.50	0.20	

Figura 5. Matriz 4 ejemplo de probabilidad condicional.

Desde las influencias de los eventos sobre cada uno de los otros incluidos en los estimados de la probabilidad inicial, este juicio debe ahora ser probado para consistencia con las probabilidades iniciales, usando la ecuación 5 y las probabilidades de los eventos 1 y 2, se nota que los límites en la probabilidad condicional del evento 2, dado el evento 1, son 0.0 y 1.0. Así, no hay problema si se presenta el juicio de 0.30 para la probabilidad del evento 2, dado el evento 1.

En forma parecida, la matriz entera se llena. La siguiente tarea es especificar políticas o pruebas sensitivas para ser corridas con la matriz. En este caso, se querría saber el efecto en los demás eventos si el evento 3 (uso de computadores para la mayoría de investigación química) ocurre. Así, una prueba debería ser llevada a cabo asignando una probabilidad de 1.0 al evento 3 corriendo de nuevo la matriz. Una segunda prueba se lleva a cabo para probar la sensibilidad de los eventos hacia el evento 2 (Incremento de la intervención gubernamental en el proceso de innovación). Estas pruebas son mostradas a continuación:

#### TEST DE OCURRENCIA DEL EVENTO 3

Evento	Probabilidad Inicial	Prueba de probabilidad	Probabilidad final	Cambios
1	0.15	0.15	0.14	-0.01
2	0.20	0.20	0.20	0.00
3	0.25	1.00	1.00	0.00
4	0.10	0.10	0.12	0.02
5	0.20	0.20	0.13	-0.07

Figura 6. Test ocurrencia del evento 3.

## TEST DE OCURRENCIA DEL EVENTO 2

Evento	Probabilidad Inicial	Prueba de probabilidad	Probabilidad final	Cambios
1	0.15	0.15	0.13	-0.02
2	0.20	1.00	1.00	0.00
3	0.25	0.25	0.30	0.05
4	0.10	0.10	0.09	-0.01
5	0.20	0.20	0.29	0.09

Figura 7. Ocurrencia del evento 2

Así, si el evento 2 fuera a ocurrir, la consecuencia principal debería ser un incremento en la probabilidad del evento 6, desde el 20 por ciento al 29 por ciento. Se tiene en efecto, escrito un pequeño escenario en este ejemplo.



## 7. DISEÑO Y ANÁLISIS DEL SISTEMA

En las siguientes figuras se exponen algunos modelos claves del desarrollo de la herramienta.

Los modelos en UML son los planos que se realizan para la construcción de un proyecto de software, así tenemos a continuación diagramas claves para mejor comprensión del alcance del software.

El diagrama de casos de uso, expresa las acciones del sistema y su relación con los actores que van a tener participación en él; las especificaciones y símbolos utilizados son estándares del lenguaje de modelado unificado UML, se utilizó para este propósito el software Rational Rose 2000®, los diagramas siguientes fueron creados de la misma forma; aparte del modelado de los diagramas, se cuenta con el documento Visión, las especificaciones de los casos de uso y se comienza la documentación del software, de acuerdo a las especificaciones de los proyectos de ingeniería del software.. Ver figura 8.

El diagrama de secuencia, muestra el comportamiento del sistema, haciendo determinada acción en un lapso de tiempo, las líneas verticales representan un periodo de tiempo no especificado, ya que los tiempos de máquina y de relación con el usuario humano son variables, por cada caso de uso existe un diagrama de secuencias que especifica el comportamiento del sistema. De los diagramas de secuencia resulta el diagrama de clases que reúne todas las clases utilizadas en todos los diagramas de secuencia y la relación entre ellas. Ver figura 9.

El diagrama de actividades muestra un flujo, como su nombre lo dice, de actividades del sistema a través de todo el proceso por lo tanto es una buena guía para comprender todo el proceso de principio a fin, contrario al diagrama de casos

de uso, que no representa ningún tipo de secuencia, este diagrama de actividades sí representa la secuencia de todo el software. Ver figura 10.

### Diagrama de Casos de Uso

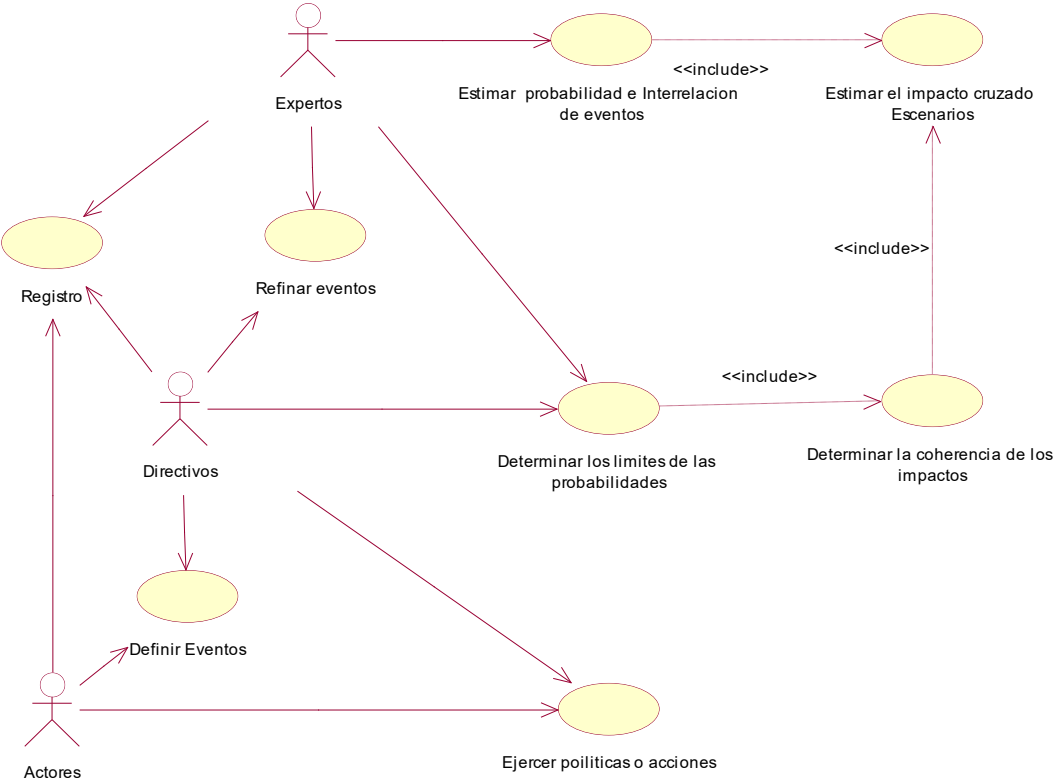


Figura 8. Diagrama de Casos de uso

## Diagrama de Secuencias: Estimar la matriz de Impacto cruzado.

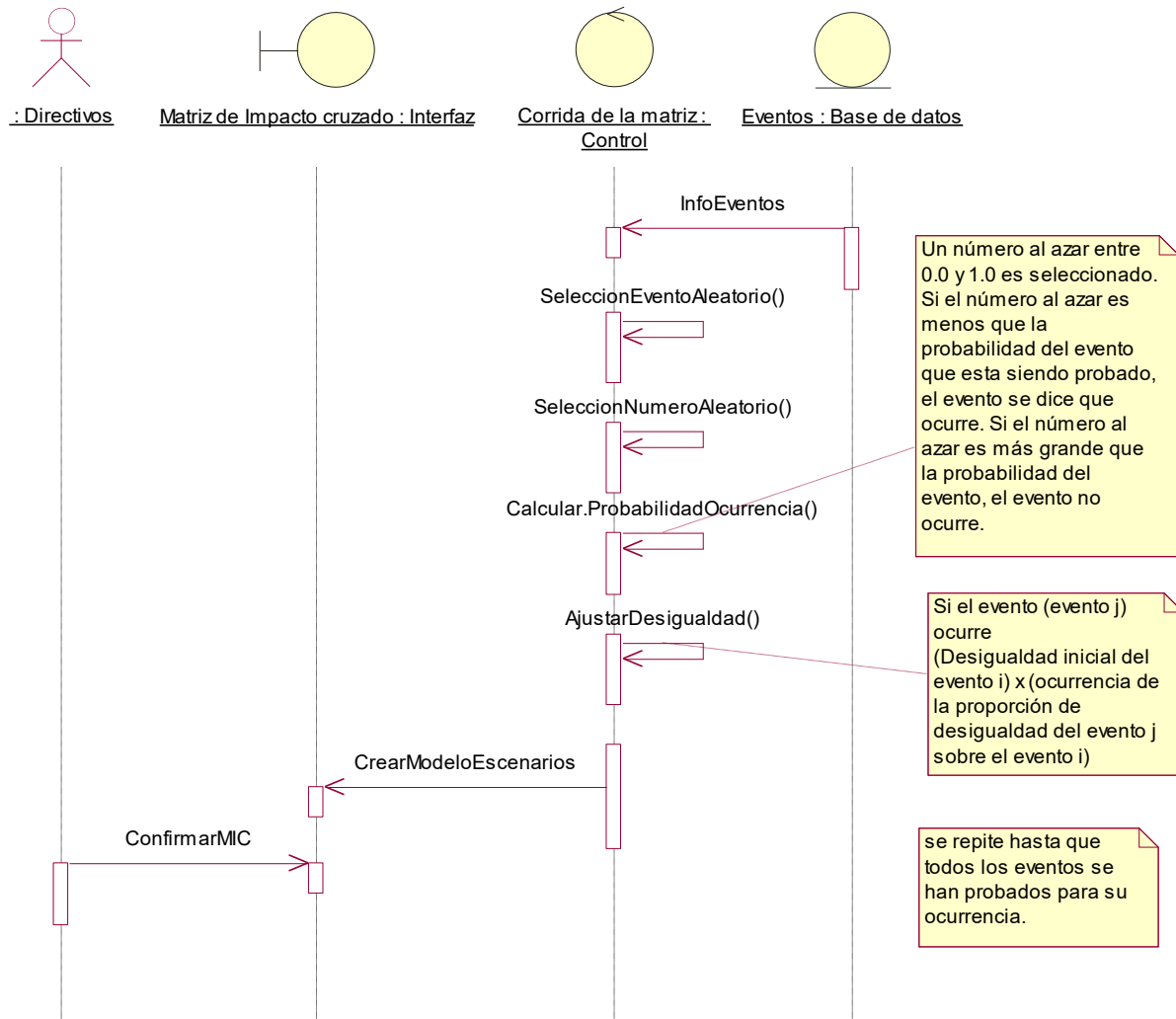


Figura 9. Diagrama de secuencias

# Diagrama de actividades

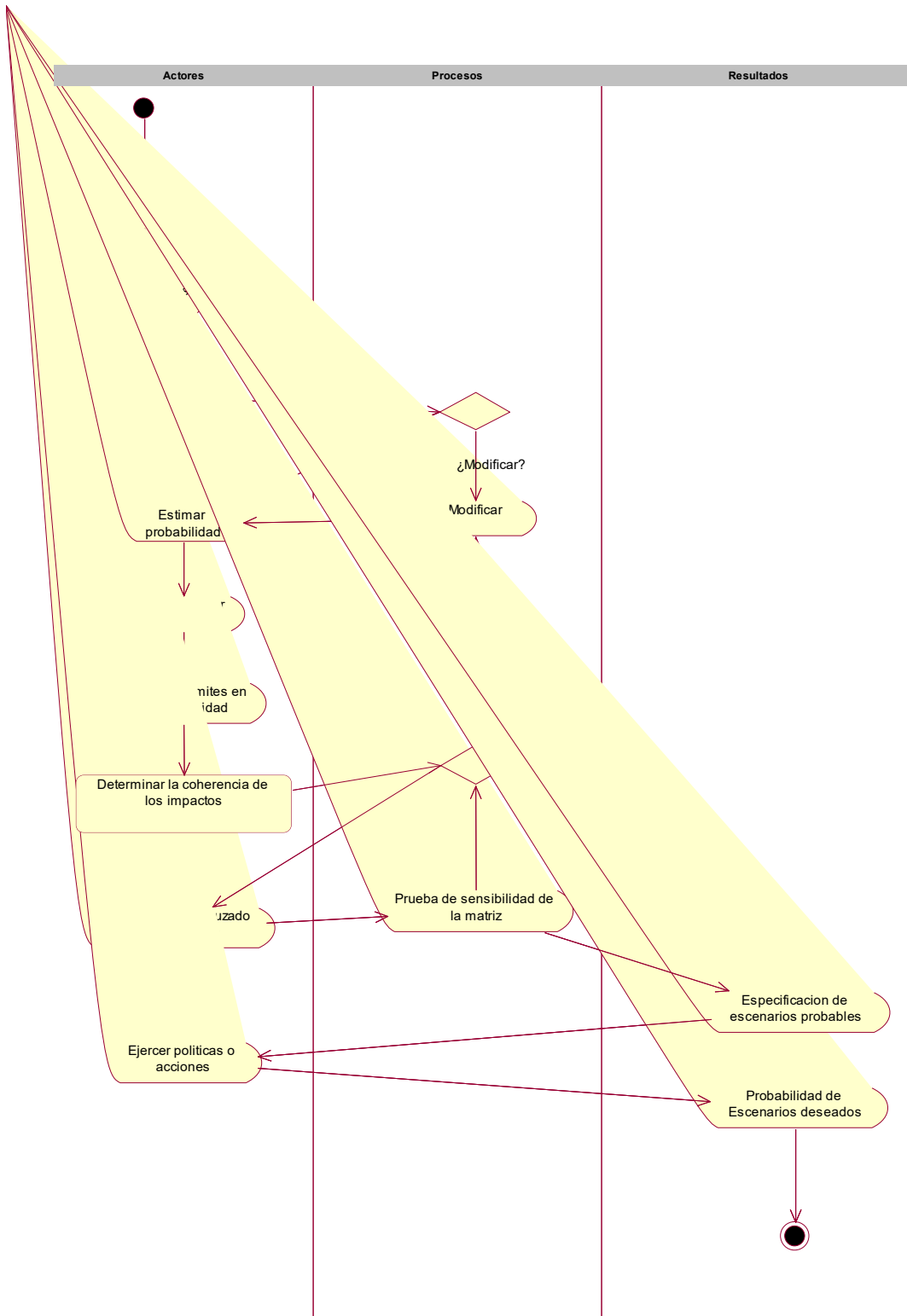


Figura 10. Diagrama de actividades

## 8. LOGROS

Reconocimiento del tema de prospectiva: Revisión de marco teórico, herramientas implementadas, selección de la herramienta a desarrollar.

Profundizar en el estudio de la herramienta seleccionada: se estudio la estructura de la herramienta teóricamente, en la bibliografía y por medio de consultas por Internet, para revisar sus características apropiándose de las ventajas encontradas, para estructurar el diseño de la herramienta, como resultado se tendrá una documentación apropiada para la siguiente etapa del proyecto.

Producto: Un artículo corto con los resultados de la investigación.

Aprehender<sup>13</sup> el uso de las herramientas de implementación del software (UML, JAVA, JSP): El uso de la metodología UML se reforzó mediante ejemplos de Internet y consultas a trabajos realizados, el uso de JAVA y JSP se está adelantando mediante los cursos en línea SAI disponibles.

Implementación del software: Se realizaron modelos en UML, luego de que se de el visto bueno del modelado, implementación, se están programando las clases en JAVA de controles interfaces y entidades.

---

<sup>13</sup> Aprehender. Agarrar. Tomar. Coger. Recibir. Contemplar una palabra desde su raíz más apartada permite aprehender su significado primero.

## 9. CONCLUSIONES

- La literatura revisada acerca de la prospectiva, es puntual, por lo tanto no se tuvo que empeñar mucho tiempo en resúmenes o síntesis de largos textos sino al contrario, da espacio para la reflexión del texto e induce a pensar en las bondades y también a complementar los conceptos de prospectiva, también en la parte de la explicación de los métodos se trata con mucha claridad, en cuanto a los ejemplos y la estructura practica de los métodos.
- La herramienta escogida para el desarrollo en este caso la matriz de impacto cruzado, fue una decisión basada en la precisión de la herramienta ya que utiliza las leyes matemáticas de la probabilidad, además es una parte de la prospectiva que influye directamente en las decisiones expresando cifras puntuales y permitiendo tomar una mejor decisión o vislumbrar de forma cuantificada un hecho a futuro.
- Las herramientas desarrolladas en la UNAB, de las cuales se ha obtenido mucha información literaria, ofrecen un punto de referencia, del buen trabajo realizado, lo que impulsa a mejorar el proyecto, para llevarlo a un nivel de excelencia, de complementación y trabajo conjunto ya que no se trata de competir entre ellas sino de cumplir un objetivo común.
- Aprender el uso de las herramientas de desarrollo es una tarea gratificante, pues logra simplificar el desarrollo del proyecto, ya que a medida que se avanza en la capacitación, se observa que están hechas para simplificar procesos, es una ganancia que puede dar frutos a largo plazo, en cuanto a UML ya existían bases formadas lo que significo un ahorro de tiempo y recursos, JAVA es un lenguaje sencillo pero la migración de la programación estructurada a la orientada a objetos es un poco traumática, aunque una de las

bases conceptuales es que esta hecho para asimilarse mas al lenguaje humano, en lo que a la abstracción de la realidad se refiere, porque los objetos y sus instancias son representaciones de objetos tangibles reales.

- Una vez se ha aprehendido la herramienta, JSP es un complemento para manejo de el código JAVA desde el servidor, además de estas herramientas se ha creado la necesidad de manejar otras herramientas de diseño e implementación como Dreamweaver, y manejo de bases de datos como MySQL. Motivo por el cual también se ha tenido que capacitar en el manejo de estas.
- Se requirió la colaboración conjunta de los anteriores desarrolladores ya que este hace parte de un proyecto grande y necesita en parte la cooperación para fundir esta herramienta en el gran proyecto de la herramienta prospectiva en ambiente Web.

## 10. RECOMENDACIONES

- A pesar de que estas herramientas implementadas son funcionales, se espera que se completen todas las fases del método de prospectiva.
- Se podría mejorar con más recursos, tiempo y trabajo en equipo de los autores de las herramientas Web de este software para lograr más acoplamiento y así una herramienta más sólida.
- Es posible refinar los procesos del conjunto de herramientas, una vez se hayan completado para garantizar el flujo de actividades de la prospectiva en ambiente Web.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- G. Booch. et al. El lenguaje unificado de modelado, Addison-Wesley, 1999.
- M. Godet. Estrategia de gestión competitiva de la anticipación a la acción manual de prospectiva y estrategia. Alfaomega Marcambo. Barcelona España. 1993.
- F. Mojica Sastoque. La Prospectiva: Técnicas para visualizar el futuro. Legis Bogota Colombia. 1991
- E. Ortegón, J. Medina Vásquez. Prospectiva: Construcción social del futuro. Universidad del valle. 1997.
- UNAB, CENTRO DE ESTUDIOS ESTRATÉGICOS, Plan Prospectivo de Desarrollo UNAB 2000 – 2006.

Recursos en línea :

Disponible en Internet: TFG. Abril 20 de 2004

[http://www.futurovenezuela.org/\\_curso/10-cross.pdf](http://www.futurovenezuela.org/_curso/10-cross.pdf)

Disponible en Internet: TFG. marzo de 2004

<http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>

Disponible en Internet: TFG. marzo de 2004.

<http://www.iec.csic.es/cryptonomicon/java/quesjava.html>

Disponible en Internet: TFG. marzo de 2004.

<http://www.desarrolloweb.com/articulos/831.php?manual=27>

