

Simulación del Proceso de Compra de Artículos en un Mercado Virtual con Agentes BDI

Oscar Pacheco Calcín, Fabio Y. Okuyama
y Aurelio M. Dias

Programa de Pós-Graduação em Computação
Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS)
Porto Alegre, Brasil.
{ogpcalcin, okuyama, amdias}@inf.ufrgs.br

Abstract

This work presents the study, analysis and development of a multi agent system whose objective is the simulation of the process of decision making in the purchase and sale of products in a virtual environment. The consumer decisions are based on the characteristics of the products, as well as in the seller's reputation. The agents of this simulation were developed using AgentSpeak(L), language based on the BDI model. The reason of this choice was it discusses along the work.

Keywords: Multiagent System, Simulation, BDI Agents, Model Consumer..

Resumen

Este trabajo presenta el estudio, análisis y desarrollo de un sistema multiagente cuyo objetivo es la simulación del proceso de toma de decisiones en la compra y venta de productos en un ambiente virtual. Las decisiones de compra son basadas en la características de los productos, así como en el grado de confianza que tengamos en los vendedores. Esta simulación fue desarrollada usando el modelo BDI para la arquitectura interna de los agentes. La razón del porque se escogió este modelo se discute a lo largo del trabajo.

Palabras claves: Sistema Multiagente, Simulación, Agentes BDI, Modelo Consumidor.

1. INTRODUCCIÓN

En ciencias como la administrativa y el marketing, se busca obtener modelos de consumidor los cuales puedan reflejar la forma en la que este toma sus decisiones en el momento de una compra (proceso de compra). Tales modelos, toman en consideración diferentes aspectos, como la influencia que ejerce el ambiente en el consumidor, diferencias entre los consumidores (factores pre - venta), grado de satisfacción o insatisfacción asociado a la compra (factores post venta), etc. Con el modelo, se pueden realizar algunos estudios basados en él, como la simulación de los impactos en las variaciones de los precios y como reaccionan los compradores ante esto, técnicas de marketing, etc. Este tipo de simulaciones, consideradas como estudios de simulación social, han venido siendo foco de atención para la comunidad de Inteligencia Artificial, específicamente, al área de sistemas multiagente, y han abierto la posibilidad de la utilización de agentes como medio para llevar a cabo tales simulaciones.

El propósito de este trabajo es realizar la simulación del proceso de compra, utilizando agentes inteligentes y el modelo propuesto por Engel, Blackwell y Miniard [1], ya que en él se consideran los diferentes estados mentales por los que pasa el consumidor para decidirse por la compra. Los agentes a utilizar son del tipo BDI, debido precisamente a que ellos llevan en consideración los estados mentales como parte de su estructura interna y como forma de representar el conocimiento.

El modelo de consumidor y su relación con la arquitectura BDI se describe en la sección 2. En la sección 3 describiremos la simulación y como los agentes interactúan en el ambiente. En la sección 4 revisaremos los agentes y su estructura interna, además de explicar las herramientas utilizadas para su programación. Los resultados, conclusiones y trabajos futuros serán expuestos en las secciones 5, 6 y 7.

2. TOMA DE DECISIONES EN LOS CONSUMIDORES

De acuerdo con Engel, Blackwell y Miniard [1], el proceso de compra se inicia con el reconocimiento de una *necesidad*. Esta *necesidad* va a desencadenar en el consumidor una serie de acciones con el propósito de satisfacerla (buscar vendedores, consultar características y precios, compararlos y finalmente comprar). Esta *necesidad* puede estar representada como un *deseo* de compra, *deseo* que muchas veces puede tener partes contradictorias entre sí. Por ejemplo, podemos tener el deseo de comprar tres artículos, pero el dinero es suficiente solo para dos, por lo que el deseo de compra de un tercer artículo se opone a la compra del resto. Este *deseo* constituye el primer estado mental del comprador.

Volviendo a la *necesidad*, esta puede ser influenciada por tres factores determinantes:

-) Información que posee el consumidor: producto de experiencias anteriores (compras anteriores).
-) Influencias del ambiente: aspectos culturales, familiares, información adquirida de otros compradores, etc.
-) Diferencias individuales entre consumidores: recursos económicos, motivación personal, personalidad, estilo de vida, etc.

Estos tres factores, constituyen elementos informativos en el consumidor, que serán almacenados en su memoria como hechos o *creencias* y forman el segundo estado mental. Con esta información (*creencias*), realizamos una búsqueda interna y externa para realizar la compra. La búsqueda interna la realizamos en nuestra memoria, con el objetivo de reconocer si tenemos o no información que nos pueda ayudar a decidirnos por un vendedor, o por un artículo, etc. Esta información (que también son creencias) y un criterio de evaluación (precio, calidad, satisfacción) permitirán decidirse por repetir las características de una compra anterior que pueda satisfacer la necesidad actual, o buscar nuevas informaciones en el ambiente. En caso de escoger la primera acción, estaremos creando un aspecto fundamental en el proceso de compra, la *fidelidad* a un artículo o vendedor.

La búsqueda externa, es influenciada por el ambiente y las diferencias individuales de cada consumidor. Por ejemplo, el proceso de escoger entre artículos con atributos similares, pero con precios diferentes, es directamente influenciado por la cantidad de dinero que podemos gastar, nuestra personalidad, etc.

La figura 1, muestra estas dos búsquedas:

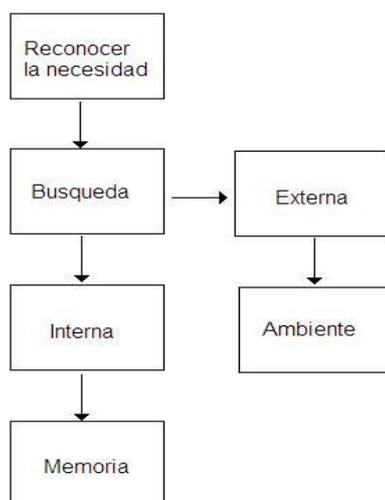


Figura 1. Busqueda interna e externa para el proceso de compra

Las informaciones producto de la busqueda interna y externa, tambien iran almacenandose por el comprador en forma de hechos o *creencias*, que iran modificandose a lo largo del tiempo.

Como etapa final del proceso, despues de evaluar beneficios y desventajas de cada artículo y vendedor, realizamos un tipo de compromiso interno, que nos vincula a la compra de los productos previamente evaluados. Este compromiso interno es tambien llamado de *intención* de compra.

Una vez comprado el producto, podemos realizar una evaluación interna de la compra, y de esta forma modificar nuestras *creencias* sobre determinado producto o vendedor, que a largo plazo, influenciarán futuras compras. De esta forma, en caso de surgir una nueva necesidad, empezamos nuevamente el ciclo descrito.

Resumiendo, en este proceso, el estado interno del consumidor esta representado por tres estados mentales. Ellos son:

-) Las *creencias*, como elementos informativos del consumidor.
-) Los *deseos*, como elementos que desencadenaran acciones a seguir.
-) Las *intenciones*, como compromisos internos no contradictorios.

Y son estos tres tipos de estados mentales los que constituyen los estados mentales de los agentes BDI. Los agentes BDI, propuestos por Georgeff y Rao [7], son agentes cognitivos que basan sus acciones en estos tres estados mentales. Esta arquitectura tiene su base en los estudios realizados por Bratman sobre intenciones, planos y razonamiento práctico [1][2] y han venido siendo utilizados en muchas aplicaciones [8][9]. Una descripción detallada sobre los agentes BDI puede ser encontrada en [6].

En este trabajo tomaremos en cuenta algunos aspectos claves del modelo descrito y los utilizaremos para analizar el comportamiento de los agentes compradores en situaciones que se presentan muy a menudo en las compras. En particular, los agentes compradores estarán en un ambiente donde los vendedores no siempre venden sus artículos con la calidad ofrecida, es decir, ocurre una sobrevaloración de sus productos. Este problema es analizado desde el punto de vista teórico en Mowen y Minor [4].

El punto clave para un correcto desempeño de los agentes compradores en esta simulación, es su capacidad de aprender, ya sea por medio de sus propias experiencias o por medio de la experiencia de los demas. Este aprendizaje envuelve aspectos relacionados básicamente a la modificación de creencias sobre los grados de confianza que todo agente comprador tiene sobre cada uno de los agentes vendedores. A mayor grado de confianza, mayor son las expectativas de que la compra sea exitosa. Un grado de confianza bajo, puede determinar la desconsideración de ese vendedor para futuras transacciones.

3. DESCRIPCIÓN DE LA SIMULACIÓN

A simulación estará compuesta por dos elementos básicos: Los agentes (compradores y vendedores) y nuestro ambiente. De acuerdo a lo explicado en la sección anterior, los agentes compradores necesitan información sobre que artículos comprar, sus características (calidad, precio), que vendedor ofrece ese artículo, y su grado de confianza. El dispondrá de otras informaciones que serán detalladas mas adelante. Estas informaciones forman parte de la base de creencias del agente.

Por el lado del vendedor, este iniciará la simulación con una cantidad de dinero que “cambiará” por artículos para vender. Cada artículo tiene como atributos, además del nombre y precio, dos atributos numéricos llamados *calidad_real* y *calidad_para_venta*. El propósito de estos dos atributos es el siguiente: El agente vendedor puede ofrecer un producto con una alta *calidad_para_venta*, pero en realidad su *calidad_real* es menor, de esta forma estará sobrevalorando su producto con la finalidad de intentar venderlo, situación muy común en procesos de compra y venta [4]. El comprador solo conocerá la *calidad_real* al comprar el producto. Si se detecta fraude, el grado de confianza en relación al agente vendedor disminuirá. Repetidas disminuciones de grado de confianza llevarán a evitar comprar artículos de ese vendedor, aun cuando el precio pueda ser muy bueno

Por el lado del ambiente, este tiene dimensiones de 10x10, toroidal. En cada celda del ambiente, podrá encontrarse uno o más agentes compradores, una tienda o simplemente estar vacía. En la tienda se encuentra un agente vendedor, y esta puede ser accesada por más de un agente comprador. Otro elemento presente en el ambiente, son las denominadas “casas” de los compradores. En realidad, estas casas son entidades en las que se realizará el aprendizaje del comprador por medio de las experiencias de otro agente. Una casa, al igual que una tienda, puede ser visitada por más de un agente comprador a la vez. En las casas sucede una situación parecida al comprar un producto, es decir, en las casas conoceremos si hubo o no fraude en las ventas de esos productos, lo que llevará a una disminución del grado de confianza de ese vendedor. Caso se detecte que no hubo fraude, el grado de confianza aumentará. De esa forma podemos aprender sin necesidad de comprar, y solo por medio de las experiencias de los otros.

La simulación se inicia cuando los vendedores disponen de artículos para la venta y los compradores estén en su respectivas casas. Los compradores (conociendo ya los artículos a comprar) comienzan su búsqueda por ambiente, visitando diferentes tiendas y almacenando informaciones de potenciales vendedores en una lista. Esta lista está ordenada de acuerdo a un criterio de evaluación de las características del producto. Los compradores tienen un atributo extra, al que se llamo *fuerza*. Esta fuerza permite al agente desplazarse por el ambiente, disminuyendo conforme el comprador se desplace y al acabarse, el agente se ve obligado a comprar, esto es, regresar a la tienda del primer vendedor de su lista y preguntar si aún posee el artículo. En caso el tenga el artículo aún, se compra y retorna a su casa. Si el vendedor ya no dispone del artículo, se va hacia el segundo de la lista y se repite el proceso. Si la lista se termino y no se compro nada, se regresa a su casa. En las figuras 3 se representa los comportamientos de los agentes.

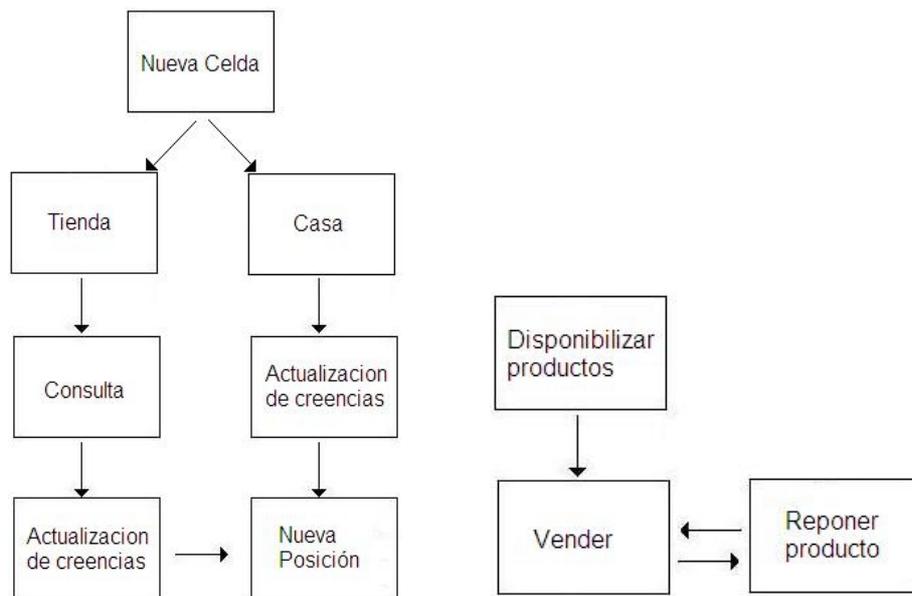


Figura 3 Comportamientos del agente comprador (derecha) y del vendedor (izquierda)

El ambiente se encargará de manejar las percepciones que cada agente recibirá conforme se desplace por el ambiente. Por ejemplo, si el agente está en una celda, el sabrá si es una tienda o una casa por medio de las percepciones que recibe.

4. DESCRIPCIÓN DE LOS AGENTES

Para la implementación de los agentes (comprador y vendedor) se utilizó la herramienta AgentSpeak, por ser este uno de los pocos lenguajes orientados exclusivamente al modelo BDI.

Para la implementación del ambiente se utilizó lenguaje el ELMS [5] para la implementación del ambiente, y SACI (Simple Agent Communication Infrastructure) [11] como medio por el cual se manejarán la comunicación entre los agentes (se escogió estas dos últimas herramientas por que ya se cuenta con toda una infraestructura que facilita la programación y su unión con AgentSpeak).

4.1 Agente Vendedor

4.1.1 Estructura e Implementación

Sus componentes son:

- Artículos para vender:
 - Nombre (n), que identifica al producto.
 - Valor (v), cantidad de dinero que el vendedor gastó para la obtención del producto.
 - Precio (p), cantidad de dinero que el vendedor solicita a los compradores a cambio del artículo. Es claro que p es mayor que v .
 - Calidad Real del producto (cr). Atributo numérico entre 0 y 100. A mayor valor de cr , mayor será la calidad del producto.
 - Calidad para venta (cv). Atributo numérico entre 0 y 100. A mayor valor de cv , mayor será la calidad que dice tener el producto. Este número tiene que ser mayor o igual a cr .
- Dinero inicial. Dinero con el cual inicia la simulación.
- Dinero Final. Dinero con el que termina la simulación.

Este agente tiene algunos planes que son consecuencia de sus intenciones (vender productos).

Una vez iniciada la simulación, el ambiente envía la siguiente percepción al agente:

```
+retailer(instance(INS),id(ID)): true
  <- +id(ID);
    !buyProducts(Money).
```

Esta percepción informa al agente vendedor que tiene un identificador (ID) por medio de la adición de la creencia `+id(ID)`. A su vez, se desencadena otro plan, llamado `!buyProducts(Money)`. Básicamente, lo que hace ese plan, es crear productos para la venta, a cambio de una cantidad de dinero. Esa cantidad de dinero es reducida del valor `Money`.

El plan `buyProducts(Money)`, tiene la siguiente forma:

```
+! buyProducts(Money):id(ID) & retailer(instance(ID),money(M)) & .gte(M,100)
  <- //Se crean los atributos y se almacenan en las variables
    //CodArt,FalseQuality, RealQuality,Price
    new_prod(CodArt,SellQuality, RealQuality,Price);
  .subB(M,RealQuality,NewMoney);
  -money(M);
  +money(NewMoney);
  !buyProducts(NewMoney).
```

Este plan instancia las variables `ID` (instancia) y `M` (dinero) del agente vendedor, para después hacer la comparación de `M` con el número 100. Esto es un criterio de parada para el bucle.

Si `M` es mayor que 100, se ejecuta el plan. El plan “crea” algunos artículos con sus determinadas características para después informar de esto al ambiente (línea `new_prod(CodArt,FalseQuality, RealQuality,Price)`) que se encargará de atribuir este artículo como una creencia al agente. Notese, que para generar los atributos del artículo, usamos algunas funciones que dispone el lenguaje AgentSpeak que no mostraremos acá.

Para terminar el bucle y comenzar a vender, adicionamos el siguiente plan

```
+!comprarArtigos(Money): true
  <- true.
```

Este plan, garantiza que el agente no intente comprar artículos por siempre. Una vez que se vende algún artículo, se procede a sustituirlo por otro, para ello, el siguiente plan es adicionado:

```
+retailer(instance(ID),money(M)):id(ID)
  <- //Se crean los atributos y se almacenan en las variables
    //CodArt,FalseQuality, RealQuality,Price
    new_prod(CodArt, FalseQuality, RealQuality, Price).
```

Este plan será disparado cuando se detecte alguna modificación de la cantidad de dinero M. Al igual que en el primer plan, se utiliza la acción `new_prod(CodArt, FalseQuality, RealQuality, Price)` para informar al ambiente la existencia de un nuevo producto.

4.2 Agente Comprador

4.2.1 Estructura

Los atributos del agente comprador são:

- Artículo (s) para comprar:
 - Nombre (*n*), que identifica al producto.
 - Precio (*p*), cantidad de dinero que puede pagar como máximo por el producto.
 - Calidad Esperada (*qe*). Atributo numérico entre 0 y 100. El producto a comprar debe tener como mínimo esa calidad.
- Grados de confianza de cada vendedor, valor numérico entre 0 y 100, que aumentará o disminuirá de acuerdo a las interrelaciones con otros compradores o con el vendedor.
- Fuerza, valor numérico que permitirá el desplazamiento del agente por el ambiente.
- Lista de vendedores para el artículo actual, clasificados de acuerdo a un criterio de evaluación.
- Histórico de ventas pasadas.

Estos atributos son parte de las creencias del agente. El deseo básico del agente comprador, el adquirir todos los artículos de su lista, aunque el dinero disponible para ello sea insuficiente. La implementación de este agente, involucra aspectos como la forma de su desplazamiento, la consulta en una tienda, la visita de una casa y la compra de los artículos. Revisaremos brevemente la consulta, la visita y la compra, por ser los más importantes.

En el caso de la consulta, el agente percibe que está en una tienda, porque el agente informa de esto por medio de percepciones. El manejo de esta percepción está implementado de la siguiente forma:

```
+!consulta(NUM): not(product(instance(INS),realquality(RQ))) & .gte(NUM,1) &
compra(NUM,CodArt,Price,Quality)
  <- !compararCaracteristicas(NUM,CodArt,Price,Quality);
    .subB(NUM,1,NewNum);
    !consulta(NewNum).
```

Donde NUM, representa al identificador del artículo a comprar, INS a instancia del producto a venta y RQ a calidad real. El comprador sabe que está en una tienda porque no percibe a calidad real del producto (`not(product(instance(INS),realquality(RQ)))`), situación que si ocurre si estaría en una casa por ejemplo. Una vez que identifica que está en una tienda, compara si los atributos del artículo que el busca coincide con alguno que ofrece a tienda. Esto es realizado por el plan `!compararCaracteristicas(NUM,CodArt,Price,Quality)`. Ese plan se presenta a continuación.

```
+! compararCaracteristicas (NUM,CodArt,Price,Quality):
product(instance(INS),type(CodArt)) & product(instance(INS),price(SellPrice)) &
product(instance(INS),quality(SellQuality)) & .gte(Price,SellPrice) &
.gte(SellQuality,Quality) & product(instance(INS),retailer(Seller)) & conceptMin(CM) &
conceptSeller(Seller,CS) & .gte(CS,CM)
  <- !adicionarVendedor(Seller,NUM,SellPrice,SellQuality).
```

Lo que realiza este plan, es revisar si las características entre los artículos coinciden o no. Caso coincidan, se almacena la posición del vendedor en una lista de acuerdo a un criterio de evaluación.

Si el agente percibe la calidad real del producto, esto indica que se encuentra en una casa. Entonces, el actualizará sus grados de confianza con respecto a los vendedores de los artículos que están en esa casa. El plan es el siguiente:

```

+!consulta(NUM): product(instance(INS),realquality(RQ))
    <- !actualizarCrecencias(INS);
        .randB(1,4,NewDirecao);
        !start(NewDirecao).

```

Segun las diferencias entre las calidades encontradas, se considera la compra como buena o como engañosa. Los planos para esas acciones son:

```

+! actualizarCrecencias (NUM): product(instance(INS),id(ID)) &
product(instance(INS),realquality(QR)) & product(instance(INS),quality(Q)) &
.gte(QR,Q)
    <- ?product(instance(INS),retailer(IDR));
        ?conceptSeller(INS,Conceito);
        .addB(Conceito,X,NewConceito);
        -conceptSeller(IDR,Conceito);
        +conceptSeller(IDR,NewConceito).

```

```

+! actualizarCrecencias (NUM): product(instance(INS),realquality(QR)) &
product(instance(INS),quality(Q)) & .gte(Q,QR)
    <- ?product(instance(INS),retailer(IDR));
        ?conceptSeller(INS,Conceito);
        .subB(Conceito,X,NewConceito);
        -conceptSeller(IDR,Conceito);
        +conceptSeller(IDR,NewConceito).

```

En estos planes, la variable X, indica el valor o la medida en la que variará nuestro concepto si la compra fue correcta o no.

Finalmente, cuando el vendedor detecta que el valor de fuerza es 0, tiene que comprar los artículos de su lista. Para ello tiene que reconsultar de acuerdo al orden de la lista si los vendedores aun tienen ese producto para la venta. El plan es el siguiente

```

+!reconsulta(NUM,IdVendedor): product(instance(INS),type(CodArt)) &
product(instance(INS),price(SellPrice)) & product(instance(INS),quality(SellQuality))
& .gte(Price, SellPrice) & .gte(SellQuality,Quality) &
product(instance(INS),retailer(Seller)) & conceptMin(CM) & conceptSeller(Seller,CS) &
.gte(CS,CM)
    <-?product(instance(INS),id(IDV));
        buy(IDV,IdVendedor).

```

Las precondiciones de este plan, son parecidas al plan `compararCaracteristicas` y esto porque se tiene que consultar si el precio, calidad del articulo aun son los que el agente esperaba.

Esta parte mostro algo del codigo fuente, porque en muchas de las aplicaciones que involucran agentes BDI, se omite esta parte, lo que deja algunas dudas de como se realizan algunas operaciones basicas, sobretodo cuando se utiliza herramientas destinadas a la programación de este tipo de agentes, como es el AgentSpeak.

Informaciones sobre AgentSpeak, el lenguaje ELMS (lenguaje para la creación del ambiente) y SACI (herramienta para la transmisión de percepciones entre ambiente y agente) pueden encontrarse en [10], [5][11] respectivamente.

5. RESULTADOS

Para efectos de la simulación se instanciaron 45 agentes compradores y 30 agentes vendedores. Estos fueron repartidos aleatoriamente por el ambiente. Para analizar el comportamiento de los agentes compradores, dividimos estos en tres tipos, a los que llamamos agentes clase A, B y C respectivamente. Ellos se diferencian, ademas de su dinero y lista de articulos, por su atributo *fuerza*, que les permitirá desplazarse por el ambiente, visitar mas tiendas y sobretodo, visitar mas casas, lo que permitirá un mayor aprendizaje. Los agentes tipo A, tienen poca fuerza, lo que les obliga a comprar rápidamente. Los del tipo B tienen una mayor fuerza y los del tipo C mas aún (llegando casi al límite que es 100). En el caso de los agentes vendedores, dividimos a estos en dos grupos. Agentes X y agentes Y. Los del tipo X, casi no engañan (de hecho, algunos de ellos no lo hacen) y los del tipo Y, engañan casi siempre. La simulación consto de 200 ciclos, y los vendedores tienen una extensa cantidad de productos. Como métrica para el desempeño de los agentes utilizamos las siguientes fórmulas.

$$S = \frac{\text{Ciclos_Simulación}}{\text{Ciclos_Compra}} + \text{Sum} \left(\frac{\text{CalidadReal}}{\text{CalidadVenta}} \right)$$

Donde Ciclos_Simulación es el número de ciclos total de la simulación, ciclos_compra son los ciclos hasta que termina de comprar los artículos. En caso que la lista de vendedores acabe y el no compre la lista de artículos, el valor será 0. La sumatoria comprende los artículos comprados, donde CalidadReal es la calidad real del producto y CalidadVenta es la calidad con la que se vendió el producto.

Para los agentes vendedores, el grado de satisfacción se evaluo de la siguiente forma:

$$S1 = \text{Dinero_Final} + \text{Sum}(\text{Costo_Productos})$$

Donde *Dinero_Final* es el dinero con el cual terminó la simulación, y *Costo_Productos*, es el valor que el pago para disponer del producto.

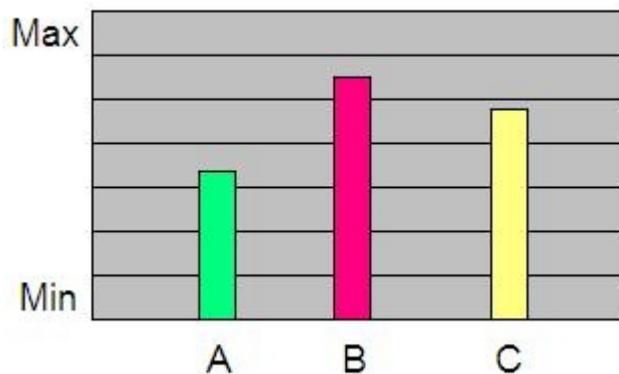


Figura 4. Índice de satisfacción de los agentes compradores

Como se puede apreciar en el diagrama, los agentes que mejor desempeño tuvieron fueron los del tipo B, es decir, aquellos con un nivel de *fuerza* media. Esto tiene su motivo. Los agentes del tipo A, no tuvieron el tiempo suficiente para buscar los mejores vendedores con los mejores precios a la calidad esperada, pero sobretodo, no aprendieron del ambiente, ya que en las casas que ellos visitaban, no habian artículos para la comparación de las calidades. En el caso de los agentes del tipo C, ellos tenian mucho tiempo para aprender de las compras de los otros agente, pero en muchas oportunidades, no llegaban a comprar los artículos por que otros agentes ya lo habian hecho, quedando sin vendedores, o acabando el tiempo de la simulación (200 ciclos). En el caso de los agentes del tipo B, ellos tuvieron mejor desempeño porque aprendieron de las “malas” o “buenas” experiencias de los agentes del tipo A, y cuando se decidieron a comprar, encontraron los artículos que ellos habian evaluado.

Para los agentes vendedores, se observo lo siguiente:

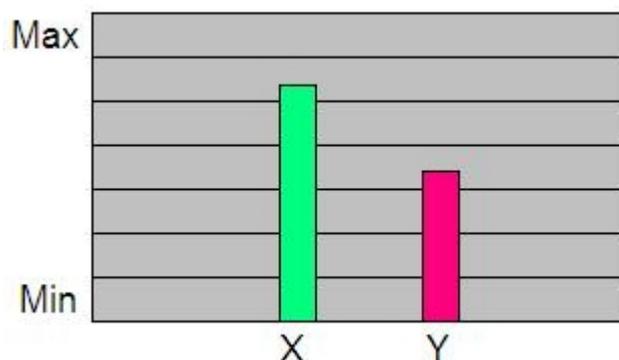


Figura 5. Índice de satisfacción de los agentes vendedores

Para los agentes vendedores, el mejor desempeño se noto con los agentes del tipo X, es decir aquellos que no engañan, o lo hacen poco. En cambio, los del tipo Y, dejaron de vender muchos de sus productos, aún cuando estuvieran en las listas de los compradores, ya que durante la simulación, por causa de los agentes del tipo A, se conocia que estos agentes engañaban con sus productos.

Se evaluo la situación de los agentes vendedores, sin la presencia de los agentes compradores del tipo A, para reconocer si ellos eran los responsables por su mala *performance* . En el siguiente diagrama se muestra la nueva relación entre ellos.

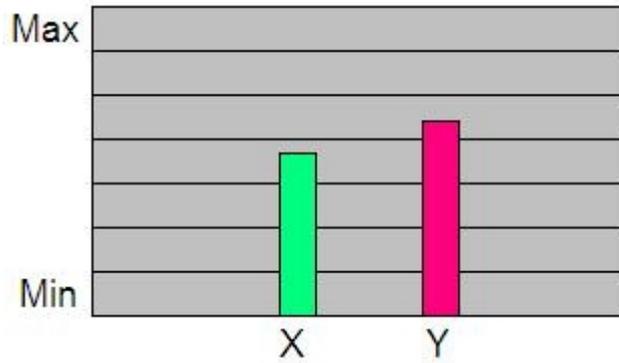


Figura 5. Índice de satisfacción de los agentes vendedores

Como se puede ver, el desempeño de los agentes del tipo Y, subió, pero sobre todo, el de los del tipo X, bajo, ya que no hubo agentes que por medio de sus compras, alimentaran al ambiente de conocimiento.

6. CONCLUSIONES

Este trabajo intento representar un modelo teórico (modelo de consumidor) en una forma práctica con la utilización de agentes inteligentes. La interacción de agentes y ambiente logro representar los aspectos mas importantes de este modelo y en base a ellos, desarrollar algunos experimentos que permitieron simular el comportamiento de los consumidores.

En lo relacionado a los resultados, se noto un mejor desempeño en los agentes compradores que pueden aprender información del ambiente, pero sin un exceso de búsquedas y consultas. Sin embargo, el papel que juegan los agentes que toman desiciones apresuradas (compradores del tipo A), es vital, ya que por medio de ellos, es que el resto aprende. Desafortunadamente, ellos tienen en peor desempeño. Por el lado de los agentes vendedores, el de mejor rendimiento es aquel que no engaña, o si lo hace, lo hace poco.

Finalmente, creemos que basados en lo desarrollando hasta ahora, puede realizarse mejoras a la aplicación, lo que representaría experimentos mas complejos, como analizar la cooperación entre agente, etc.

7. TRABAJOS FUTUROS

Como se mencionó en las conclusiones, podemos hacer mucho mas complejo el comportamiento de nuestros agentes, adicionando por ejemplo intercambio de información relacionado a los articulos ofrecidos por los vendedores, lo que evitaria el tener que visitar una tienda para conocer que articulos ofrece.

Se piensa tambien, en la implementación de total de la búsqueda interna por parte del consumidor (como se explico en la sección 2), posibilitando la compra de articulos sin consultar tiendas, siempre y cuando creamos que ese vendedor ofrece el artículo a condiciones adecuadas. Ello mejoraría el desempeño de los compradores, a riesgo de estar comprando un artículo a precio alto.

En cuanto a los vendedores, podríamos utilizar alguna técnica para intentar la venta de sus productos, como por ejemplo, la disminución de los precios si el producto no se vende despues de un determinado número de ciclos de simulación.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bratman, M.E, Israel D.J. y Pollack M.E. Plans and resource-bounded practical reasoning. *Computational Intelligence*, 4(4):349–355, 1988.
- [2] Bratman M. E. *Intentions, Plans, and Practical Reason*. Harvard University Press: Cambridge, MA, 1987.
- [3] Engel, James F, Blackwell, Roger D y Miniard, Paul W. *Consumer behavior*. 8.ed. Forth Worth: The Dryden Press, 1995. 951 p. : il.
- [4] Mowen, John C. y Minor, Michael. *Consumer behavior*. 5th ed. Upper Saddle River, N.J.: Prentice-Hall, 1998. xxi, 696 p. : il.
- [5] Okuyama, Fabio Yoshimitsu. ELMS. Lenguaje para la especificación de ambientes. Tesis de maestria. 2003

- [6] Rao A. y Georgeff M. Bdi agents: From theory to practice. En *Proceedings of the First International Conference on Multi-Agent Systems - ICMAS 95*, San Francisco, USA, 1995.
- [7] Rao A. y Georgeff M. Modeling rational agents within a bdi-architecture. In *Principles of Knowledge Representation and Reasoning: Proceedings of the Second International Conference - KR 91*, paginas 473–484, 1991.
- [8] Rao A , Lucas A. , Morley D. y Selvestrel M. Agent-oriented architecture for air combat simulation. Technical Note 42. April 1993.
- [9] Rao A, Tidhar G. y Ljungberg M. Tech. Rep. 25, Australian Artificial Intelligence Institute, Melbourne, Australia, Jan 1992.
- [10] Rao A. AgentSpeak(L): BDI Agents speak out in a logical computable language En: *Seventh European Workshop on Modelling Autonomous Agents in a Multi-Agent World* (1996)
- [11] Simão, J y Hübner J. SACI: Uma Ferramenta para Implementação e Monitoração da Comunicação entre Agentes. In: *IBERAMIA/SBIA, 7*, 2000, Atibaia, São Paulo. Proceedings... São Carlos : ICMC/USP, 2000. p. 47-56.