

Proyecto de Simulación de Agentes

Pablo Antonio de Armas Suárez – C411

Contenido

Orden del Problema Asignado	2
Principales ideas seguidas para la solución del problema	4
Estados del ambiente.....	4
Objetivos y Acciones del Agente Robot de Casa	4
Estados por casillas	5
Estado del Agente	7
Acciones del ambiente	7
Caracterización del ambiente	8
Percepción	9
Modelos de Agentes considerados	9
Ideas seguidas para la implementación.....	12
Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución de las simulaciones del problema.....	14

Orden del Problema Asignado

1. Marco General

El ambiente en el cual intervienen los agentes es discreto y tiene la forma de un rectángulo de $N \times M$. El ambiente es de información completa, por tanto, todos los agentes conocen toda la información sobre el agente. El ambiente puede variar aleatoriamente cada t unidades de tiempo. El valor de t es conocido. Las acciones que realizan los agentes ocurren por turnos. En un turno, los agentes realizan sus acciones, una sola por cada agente, y modifican el medio sin que este varíe a no ser que cambie por una acción de los agentes. En el siguiente, el ambiente puede variar. Si es el momento de cambio del ambiente, ocurre primero el cambio natural del ambiente y luego la variación aleatoria. En una unidad de tiempo ocurren el turno del agente y el turno de cambio del ambiente.

Los elementos que pueden existir en el ambiente son obstáculos, suciedad, niños, el corral y los agentes que son llamados Robots de Casa. A continuación, se precisan las características de los elementos del ambiente:

Obstáculos: estos ocupan una única casilla en el ambiente. Ellos pueden ser movidos, empujándolos, por los niños, una única casilla. El Robot de Casa sin embargo no puede moverlo. No pueden ser movidos ninguna de las casillas ocupadas por cualquier otro elemento del ambiente.

Suciedad: la suciedad es por cada casilla del ambiente. Solo puede aparecer en casillas que previamente estuvieron vacías. Esta, o aparece en el estado inicial o es creada por los niños.

Corral: el corral ocupa casillas adyacentes en número igual al del total de niños presentes en el ambiente. El corral no puede moverse. En una casilla del corral solo puede coexistir un niño. En una casilla del corral, que esté vacía, puede entrar un robot. En una misma casilla del corral pueden coexistir un niño y un robot solo si el robot lo carga, o si acaba de dejar al niño.

Niño: los niños ocupan solo una casilla. Ellos en el turno del ambiente se mueven, si es posible (si la casilla no está ocupada: no tiene suciedad, no está el corral, no hay un Robot de Casa), y aleatoriamente (puede que no ocurra movimiento), a una de las casillas adyacentes. Si esa casilla está ocupada por un obstáculo este es empujado por el niño, si en la dirección hay más de un obstáculo, entonces se desplazan todos. Si el obstáculo está en una posición donde no puede ser empujado y el niño lo intenta, entonces el obstáculo no se mueve y el niño ocupa la misma posición.

Los niños son los responsables de que aparezca suciedad. Si en una cuadrícula de 3 por 3 hay un solo niño, entonces, luego de que él se mueva aleatoriamente, una de las casillas de la cuadrícula anterior que esté vacía puede haber sido ensuciada. Si hay dos niños se pueden ensuciar hasta 3. Si hay

tres niños o más pueden resultar sucias hasta 6. Los niños cuando están en una casilla del corral, ni se mueven ni ensucian. Si un niño es capturado por un Robot de Casa tampoco se mueve ni ensucia.

Robot de Casa: El Robot de Casa se encarga de limpiar y de controlar a los niños. El Robot se mueve a una de las casillas adyacente, las que decida. Solo se mueve una casilla sino carga un niño. Si carga un niño puede moverse hasta dos casillas consecutivas. También puede realizar las acciones de limpiar y cargar niños. Si se mueve a una casilla con suciedad, en el próximo turno puede decidir limpiar o moverse. Si se mueve a una casilla donde está un niño, inmediatamente lo carga. En ese momento, coexisten en la casilla Robot y niño. Si se mueve a una casilla del corral que esté vacía, y carga un niño, puede decidir si lo deja esta casilla o se sigue moviendo. El Robot puede dejar al niño que carga en cualquier casilla. En ese

momento cesa el movimiento del Robot en el turno, y coexisten hasta el próximo turno, en la misma casilla, Robot y niño.

2. Objetivos

El objetivo del Robot de Casa es mantener la casa (a.k.a el ambiente) limpia. Se considera la casa limpia si el 60 % de las casillas vacías no están sucias.

Se sabe que si la casa llega al 60 % de casillas sucias el Robot es despedido e inmediatamente cesa la simulación. Si el Robot ubica a todos los niños en el corral y el 100 % de las casillas están limpias también cesa la simulación. Estos son llamados estados finales.

Debe programar el comportamiento del robot por cada turno, así como las posibles variaciones del ambiente.

3. Ambiente inicial

Como ambiente inicial se especifica el tamaño del ambiente, el porcentaje de casillas que aparecen sucias, el porcentaje de obstáculos y el número de niños. El Robot de Casa parte de una posición aleatoria y es el que realiza el primer turno. Igual, se especifica el valor del tiempo de unidades de cambio (t). Con estos datos se genera un ambiente inicial que cumpla las restricciones previamente planteadas en el Marco General. El ambiente inicial debe ser factible.

En caso de que no se logre uno de los estados finales del ambiente, la simulación debe detenerse cuando hayan transcurrido 100 veces t.

4. Experimentos

Para complementar el trabajo, deben realizarse un conjunto de simulaciones (30 por cada ambiente) partiendo de distintos escenarios iniciales (no menos de 10). Se debe reportar, por ambiente generado, el porcentaje de casillas sucias medio, el número de veces que el Robot fue despedido y el número de veces que ubicó a los niños en el corral y limpió toda la casa. Estos datos deben reportarse en el informe.

Principales ideas seguidas para la solución del problema

A partir del análisis del problema planteado se pueden determinar las siguientes características o propiedades del ambiente:

- Dimensiones: El ambiente es de forma rectangular de tamaño $N \times M$
- Casillas: Matriz de $N \times M$
- Corral: Vector de X elementos del ambiente que no varía en tamaño ni posición. Su longitud coincide con la cantidad de niños.
- Obstáculos: La cantidad de obstáculos no varía durante la ejecución, pero sí su ubicación en las casillas del ambiente.
- Suciedad: Se parte de un porcentaje inicial que varía durante toda la ejecución, generándose con el movimiento de los niños y disminuye con la operación de limpieza del Robot.
- Niños: Se mantiene constante la cantidad de los niños, su ubicación cambia con el movimiento y por la acción del Robot. Modifican el estado de las casillas del ambiente y la cantidad de suciedad.
- Robot: Tiene acceso a las propiedades que conforman el estado del ambiente. Realiza operaciones de limpieza y movimiento, modifica el estado de las casillas y de los niños.

Estados del ambiente

El ambiente se inicia con unas condiciones (estado inicial) en las que debe ser factible:

1. Todos los niños están fuera del corral.
2. El porcentaje de suciedad es menor al 60%.
3. Determinado % de obstáculos limita la movilidad al robot.
4. El robot se encuentra ubicado en cualquier casilla fuera del corral.

La ejecución termina cuando se alcanza alguna de las siguientes condiciones (estados finales)

1. **Casa limpia:** todos los niños en el corral y el 100% las casillas limpias.
2. **Robot despedido:** más del 60% de las casillas sucias.
3. **Finalización por tiempo:** no se alcanza ninguno de los dos estados anteriores, pero se acabó el número de turnos establecidos para la ejecución.

Objetivos y Acciones del Agente Robot de Casa

El agente Robot de Casa tiene una meta u objetivo final que es lograr la casa limpia, pero para esto debe plantearse objetivos parciales:

1. Capturar un niño
1. Llevar el niño al corral
2. Limpiar la suciedad

Para lograr estos objetivos debe realizar acciones cuya ejecución depende del estado del ambiente, particularmente del estado de sus casillas.

Las acciones que puede realizar el robot de casa son:

1. Limpieza
2. Movimiento (con o sin niño)
3. Movimiento y cargar al niño (acción compuesta que depende del estado del agente)
4. Movimiento y soltar al niño (acción compuesta que depende del estado del agente)

El movimiento del robot no puede efectuarse hacia casillas con obstáculos, por lo que cuando se hable de movimiento del robot sin restricciones, significa que se habrán eliminado otras restricciones dependientes del estado del robot, pero nunca ésta.

Estados por casillas

Los estados de las casillas varían según su ubicación:

1. En el corral
2. Fuera del corral

Casillas del corral

Estado inicial

1. Vacía

Estado final

1. Ocupada por un niño

Las casillas correspondientes al corral pueden transitar por los siguientes estados:

1. Vacía (estado inicial).
2. Ocupada por un niño (cuando después de soltar al niño, el robot se movió a otra casilla).
3. Ocupada por el robot (el robot puede entrar en cualquier momento, para acomodar a los niños o para transitar hacia un área del ambiente que no puede ser accedida por fuera del corral).
4. Ocupada por el robot cargando un niño (cuando el robot entra al corral cargando al niño y mientras se desplace por él para ubicarlo en la posición deseada).
5. Ocupada por el robot y un niño (en el momento en que el robot soltó al niño y no se puede mover hasta el próximo turno).

Casillas fuera del corral

Estados iniciales

1. Vacía (no contiene ningún elemento del ambiente y está limpia)
2. Sucia
3. Ocupada por un obstáculo
4. Ocupada por un niño
5. Ocupada por el robot
6. Sucia y ocupada por el robot

Estados finales (si se logra el objetivo)

1. Vacía (no contiene ningún elemento del ambiente y está limpia)
2. Ocupada por un obstáculo
3. Ocupada por el robot

Las casillas que están fuera del corral pueden transitar por los siguientes estados:

1. Vacía (no contiene ningún elemento del ambiente y está limpia)
2. Sucia (la suciedad puede aparecer en el estado inicial o generarse aleatoriamente por el movimiento de los niños)
3. Ocupada por un obstáculo (aparece en el estado inicial del ambiente, pero puede ser empujado por los niños a una casilla vacía)
4. Ocupada por un niño

5. Ocupada por el robot
6. Ocupada por el robot cargando un niño
7. Ocupada por el robot y un niño
8. Sucia y ocupada por el robot
9. Sucia y ocupada por el robot cargando un niño

Estado	Acción	Estado
O: Ocupada por el Robot D: Vacía	Movimiento (sin niño) =>	O: Vacía D: Ocupada por el Robot
O: Ocupada por el Robot D: Sucia	Movimiento (sin niño) =>	O: Vacía D: Sucia y ocupada por el Robot
O: Ocupada por el Robot D: Ocupada por un niño	Movimiento y cargar al niño =>	O: Vacía D: Ocupada por el Robot cargando un niño
O: Sucia y ocupada por el Robot D: Vacía	Movimiento (sin niño) =>	O: Sucia D: Ocupada por el Robot
O: Sucia y ocupada por el Robot D: Sucia	Movimiento (sin niño) =>	O: Sucia D: Sucia y ocupada por el Robot
O: Sucia y ocupada por el Robot D: Ocupada por un niño	Movimiento y cargar al niño =>	O: Sucia D: Ocupada por el Robot cargando un niño
O: Ocupada por el Robot cargando un niño D: Vacía	Movimiento (con niño) =>	O: Vacía D: Ocupada por el Robot cargando un niño
O: Ocupada por el Robot cargando un niño D: Sucia	Movimiento (con niño) =>	O: Vacía D: Sucia y ocupada por el Robot cargando un niño
O: Sucia y ocupada por el Robot cargando un niño D: Vacía	Movimiento (con niño) =>	O: Sucia D: Ocupada por el Robot cargando un niño
O: Ocupada por el Robot cargando un niño D: Vacía	Movimiento y soltar al niño =>	O: Vacía D: Ocupada por el Robot y un niño
O: Sucia y ocupada por el Robot cargando un niño D: Vacía	Movimiento y soltar al niño =>	O: Sucia D: Ocupada por el Robot y un niño
O: Sucia y ocupada por el Robot cargando un niño D: Sucia	Movimiento (con niño) =>	O: Sucia D: Sucia y ocupada por el Robot cargando un niño
O: Ocupada por el Robot y un niño D: Vacía	Movimiento (sin niño) =>	O: Ocupada por un niño D: Ocupada por el robot
O: Ocupada por el Robot y un niño D: Sucia	Movimiento (sin niño) =>	O: Ocupada por un niño D: Sucia y ocupada por el robot
O: Ocupada por el Robot y un niño D: Ocupada por un niño	Movimiento y cargar al niño =>	O: Ocupada por un niño D: Ocupada por el robot cargando un niño
Sucia y ocupada por el robot	Limpieza =>	Ocupada por el Robot

Sucia y ocupada por el robot cargando un niño	Limpieza =>	Ocupada por el Robot cargando un niño
---	----------------	---------------------------------------

En la tabla anterior se pueden apreciar los cambios de estado que ocurren en las casillas al ejecutarse cada acción, y cómo las operaciones de movimiento modifican el estado tanto de la casilla origen (O), en la que está ubicado el robot, y la casilla de destino (D), casilla para la cual se mueve. En cambio, la operación de limpieza solo afecta la casilla donde se encuentre el Robot, modificando su estado.

Estado del Agente

Como se vio anteriormente, las transiciones de estado del ambiente se llevan a cabo a través de las acciones del Robot de Casa (y de los niños). Sin embargo, las acciones no sólo dependen del estado de las casillas de origen y destino, también dependen del estado del Agente Robot de Casa. El estado del Robot de Casa lo determinan las propiedades Niño cargado y en movimiento. En la tabla que aparece a continuación se resumen las acciones que están disponibles en dependencia del valor que alcanzan estas propiedades.

Propiedad	Estado	Acciones disponibles
Niño cargado	Sí	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento excepto a casillas ocupadas por otros niños. Soltar al niño después del movimiento, según la estrategia del agente (Cambiar el estado del niño de cargado a liberado o acorralado dependiendo de si casilla está fuera o dentro del corral)
	No	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento sin restricciones Cargar al niño si se movió para una casilla ocupada por un niño (Cambiar el estado del niño, de libre o acorralado a cargado)
En movimiento (Solo tiene sentido cuando el robot carga un niño y toma valor después del movimiento)	Sí	<ul style="list-style-type: none"> Permite decidir (según la estrategia) si se realiza el segundo movimiento o no, a casillas no ocupadas por otros niños. Impide que se combine la limpieza con el movimiento en el mismo turno.
	No	<ul style="list-style-type: none"> Movimiento Limpieza

Acciones del ambiente

El ambiente no solo se modifica por la acción del agente robot de casa, también lo hace por el movimiento aleatorio de los niños. El movimiento de un niño puede generar suciedad en las casillas vacías pertenecientes a la cuadrícula de 3 X 3 donde se encontraba antes de ejecutar el movimiento. También puede implicar el desplazamiento de todos los obstáculos consecutivos si el movimiento aleatorio escogido es hacia una casilla que contiene un obstáculo. Por esto, el movimiento de los niños debe ser analizado como un conjunto de tres acciones:

1. Desplazamiento de un obstáculo (Movimientos sucesivos de un obstáculo a una casilla vacía)
2. Movimiento (del niño a una casilla vacía)
3. Generación de suciedad (Ciclo en que una casilla escogida aleatoriamente pasa de vacía a sucia)

El desplazamiento de obstáculos se repite por cada uno de los obstáculos consecutivos, comenzando por el más alejado que debe tener una casilla adyacente vacía en la misma dirección del movimiento. Una vez que se haya movido dicho obstáculo, habrá quedado una casilla vacía para mover al próximo, y así sucesivamente, hasta quedar una casilla vacía para mover al niño. Por lo tanto, movimiento de un obstáculo siempre se realiza hacia una casilla vacía.

La cantidad de suciedad y su ubicación se deciden aleatoriamente, pero teniendo en cuenta la cantidad de niños y de casillas vacías en la cuadrícula, debido a que no se genera suciedad sobre los niños, el robot ni los obstáculos.

Cantidad de niños en la cuadrícula	Cantidad de suciedad a generar
1	0-1
2	0-3
>= 3	0-6

Las transiciones de estado de las casillas afectadas por las acciones de los niños se resumen en la siguiente tabla:

Estado	Acción	Estado
O: Ocupada por un obstáculo D: Vacía	Movimiento =>	O: Vacía D: Ocupada por un obstáculo
O: Ocupada por el niño D: Vacía	Movimiento =>	O: Vacía D: Ocupada por el niño
Vacía (escogida aleatoriamente)	Generación de suciedad =>	Sucia

Caracterización del ambiente

Para dar solución a la problemática planteada, fue necesario, realizar un estudio de la bibliografía orientada, para caracterizar el ambiente en el que opera el agente Robot de Casa y a partir de esa caracterización, determinar el conjunto de conceptos y modelos de agente que serían aplicables a dicho escenario.

El ambiente tiene las siguientes características:

1. **Accesible:** el agente puede obtener información completa y actualizada sobre el estado del ambiente cuando lo requiera. El Robot de Casa tiene conocimiento acerca de las dimensiones del ambiente, el número y posición de las casillas sucias, el estado de cualquier casilla, la posición de los obstáculos y de los niños, y la posición el corral. Lo que implica que en la programación se dispongan propiedades de lectura que hagan públicos esos datos.
2. **Determinista:** cualquier acción llevada a cabo por el agente, tiene un único efecto y no hay incertidumbre acerca del estado en que quedará el ambiente, después de ser ejecutada. Para realizar sus acciones el Robot de Casa se mueve por todo el ambiente, a través de las casillas adyacentes a la posición en que se encuentra. Estas acciones provocan cambios de estado y eventualmente el alcance de los estados finales. Si bien el ambiente es determinista desde el punto de vista del agente, si lo analizáramos a partir de los cambios que provoca el movimiento de los niños, no lo sería. Debido a la aleatoriedad con la que se genera la suciedad, la ejecución de la acción de generación de suciedad no produce el mismo resultado cada vez que se ejecuta.
3. **No episódico:** las acciones que se lleven a cabo en el episodio actual (turno) tienen consecuencias en el futuro. Por ejemplo, el no atender al incremento de suciedad, podría llevar en pasos subsiguientes a que el robot fuera despedido; en tanto, la ocupación del corral de forma desordenada pudiera llevar a que quedaran casillas inaccesibles; y el movimiento de los obstáculos y la generación de basura, por parte de los niños, puede dejar aislado a alguno de ellos y al robot.
4. **Dinámico:** en el ambiente operan otros cambios que alteran su estado, además de los provocados por la acción del agente. Por lo que el agente debe tomar decisiones sobre la marcha, para llevar a un niño al corral el robot se va moviendo por las casillas adyacentes, pero tiene que rectificar el curso en cada turno pues el camino escogido pudiera no ser válido, debido a la acción de otros niños.
5. **Discreto:** Existe un número fijo y finito de acciones que se pueden ejecutar sobre el ambiente, así como un número finito de estímulos o percepciones que recibe el agente a partir de los cuales decide qué acciones llevar a cabo. Las acciones ya fueron analizadas, queda revisar las percepciones.

Como el ambiente es dinámico y no episódico no se puede determinar de antemano el estado final que tendrá cada casilla a partir de su estado inicial, excepto las para las casillas del corral que todas están vacías en el estado inicial y ocupadas por un niño en el final (de haberse cumplido el objetivo y no terminarse la ejecución por tiempo).

Percepción

Como se vio anteriormente en el conocimiento del ambiente, o percepciones que tiene el Robot de éste, juega un papel fundamental el estado de las casillas. Por otra parte, como el ambiente es accesible o de información completa, no se necesita dotar al Robot con métodos que le pregunten al ambiente por sus características, percibe los cambios del ambiente a través de propiedades públicas de éste. El ambiente permite obtener cada casilla a partir de sus coordenadas y las casillas tienen métodos que permiten conocer:

1. Si forma parte del corral
2. Si está vacía
3. Si está ocupada por un niño
4. Si está ocupada por un robot
5. Si está sucia
6. Si está ocupada por un obstáculo

Modelos de Agentes considerados

Un agente inteligente debe ser:

- **Reactivo:** Debe ser capaz de percibir el ambiente y reaccionar de modo oportuno para lograr sus objetivos.
- **Proactivo:** Debe mostrar iniciativa para lograr sus objetivos, o sea, analizar el estado general del ambiente y trazar un plan.
- **Sociable:** Debe interactuar con otros agentes para lograr sus objetivos. En este problema solo hay un agente por lo que esta característica no se aplica.

Se consideraron cuatro Modelos de Agentes para la solución:

1. **Agente Aleatorio:** Solo aprovecha el conocimiento de la casilla en la que se encuentra, a pesar de que tiene claros los estados finales a dónde quiere llegar, no tiene un plan para hacerlo. Se limita a:
 - Limpiar la suciedad si está parado en ella.
 - Cargar al niño como resultado de un movimiento.
 - Soltar al niño en el corral como resultado de un movimiento.
 - Moverse aleatoriamente sin regresar a la posición anterior.
2. **Agente Limpiador:** Prioriza la limpieza por encima de la captura de los niños:
 - Limpia la suciedad si está parado en ella.
 - Se mueve hacia afuera del corral si está coexistiendo en la misma casilla con un niño.
 - Se mueve hacia una casilla adyacente sucia (si la hay).
 - Si carga un niño y las casillas adyacentes no están sucias, antes de moverse averigua en qué direcciones podría encontrar casillas sucias para el segundo movimiento. Se mueve a esa dirección la primera vez y hacia una casilla de las sucias en el segundo movimiento.
 - En otro caso, se mueve aleatoriamente.
3. **Agente Capturador de Niños:** Prioriza la captura de los niños por encima de la limpieza, debido a que los niños son los que generan la suciedad.
 - Determina qué niño puede poner en el corral en la menor cantidad de pasos y se mueve un paso hacia él.
 - Recalcula el movimiento en cada turno, debido a que el ambiente varía. Si en un nuevo turno hay otro niño más próximo, se reorienta hacia ese.

- Cuando entra al corral con el niño, no lo suelta inmediatamente, busca entre las casillas vacías del corral, la que más lejos se encuentra de la casilla por la que entró a éste, y comienza a moverse hasta depositar al niño en la más alejada. Este camino no tiene que ser recalculado porque el ambiente no modifica el corral.
- Cuando todos los niños están en el corral elabora un plan para visitar y limpiar todas las casillas sucias. Para este problema (similar al de viajante) resulta muy costoso encontrar la solución óptima, por lo que escogen los tramos más cortos entre cada par de elementos, o sea, calcula el camino del robot a cada suciedad y se queda con el más corto, luego de esa suciedad al resto de las suciedades y se vuelve a quedar con el más corto, y así sucesivamente, va calculando los caminos de la suciedad a las que quedan y finalmente se obtiene una lista de casillas que deben ser visitadas. En cada turno, si el robot está en una casilla sucia, la limpia, si no, saca el primer elemento de la lista y se mueve hacia dicha posición. Cuando la lista quede sin elementos, habrá concluido la limpieza.

Este modelo, tiene como deficiencias no vigilar la suciedad, por lo que el robot pudiera ser despedido; quedarse detenido durante el proceso de llevar a los niños al corral, en espera de que se desbloquee el camino; y que se le queden suciedades bloqueadas, en casillas para las que no hay caminos que no atraviesen el corral.

4. **Agente inteligente:** Tiene bastante en común con el **Capturador de Niños**, pero introduce algunas optimizaciones para solucionar sus deficiencias.
 - Vigila si la suciedad superó un % considerado crítico, para limpiar cada casilla sucia a la que se mueva, hasta que se ponga por debajo de dicho límite.
 - Si no se encuentran caminos a los niños que faltan por llevar al corral, se ejecuta el algoritmo de limpieza del agente limpiador.
 - Perfecciona el plan de limpieza que se ejecuta después de poner a los niños en el corral, para incluir en el camino pasar por una casilla del corral para llegar a casillas que de otro modo serían inaccesibles. Una vez que se comienza a ejecutar el plan de limpieza, si en un turno se detecta que todos los niños no están en el corral, es porque hay un niño del corral que fue cargado por el robot al entrar a este, en ese caso se pueden ejecutar dos movimientos, uno hacia una casilla adyacente fuera del corral y otro que vuelve a la casilla del corral y suelta al niño, luego se continuará con la lista de casillas que conforma el plan de limpieza.

El **Modelo de Agente Aleatorio** es puramente **reactivo**, reacciona a la presencia de la suciedad y los niños en la casilla en que se encuentra, cuando no percibe estas características se mueve de manera aleatoria. No se define una intención, ni se elaboran planes.

Los otros tres modelos de agente mantienen las mismas características de reaccionar ante la suciedad y la presencia de los niños (**Modelo Reactivo**), pero aplican el razonamiento práctico, definiendo intenciones y elaborando planes para lograr los objetivos (**Modelo Proactivo**). Cada modelo introduce nuevos elementos a la capa de planeamiento. Las operaciones reactivas tienen mayor prioridad que las proactivas.

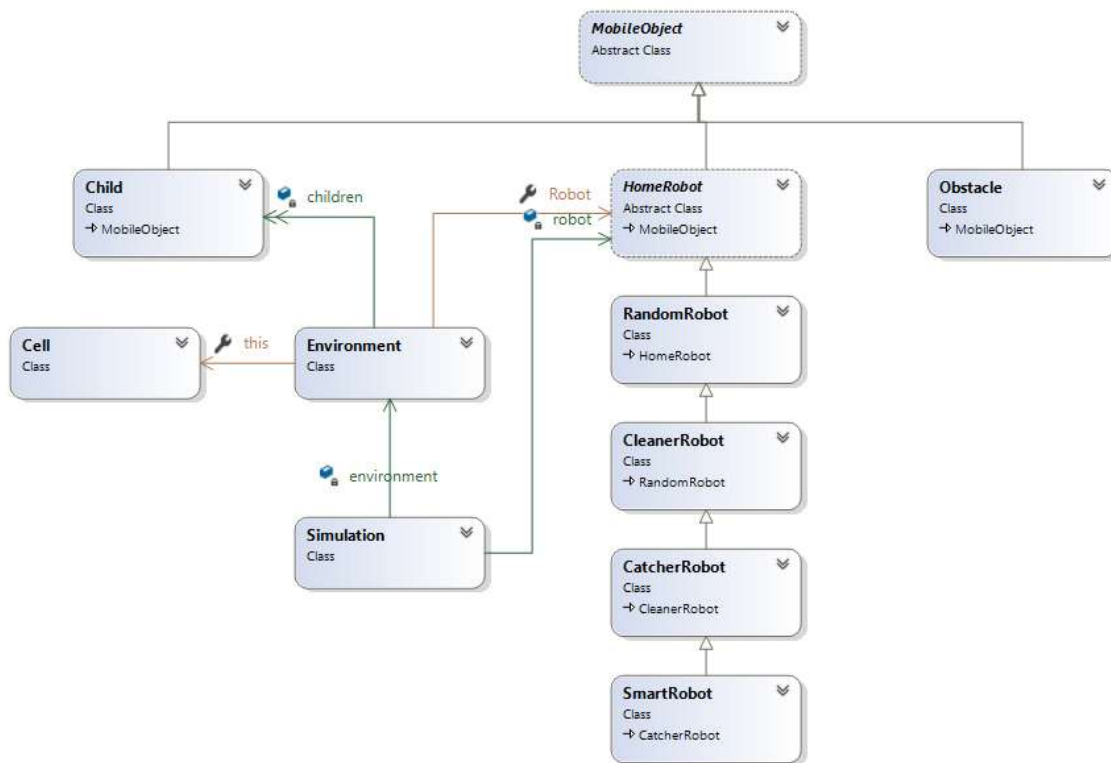
El **Modelo de Agente Limpiador**, introduce la intención de limpiar las casillas, por lo que busca suciedad en las casillas adyacentes a la posición del robot y en las adyacentes a éstas, y elabora un plan de dos movimientos para el caso en que el robot carga un niño, asegurando poder limpiar alguna de las suciedades.

En el **Modelo de Agente Capturador de Niños**, tiene mayor peso el **Modelo Proactivo** que el **Reactivo**, se definen intenciones y formulan planes para: la captura del niño, el establecimiento del camino al corral, el movimiento a través del corral y la limpieza de las casillas luego de que todos los niños están en corral. La necesidad de cambiar las intenciones o de reformular el plan viene dada por las variaciones del ambiente. En la captura del niño, la intención puede variar en cada turno, mientras que en el camino al corral la intención no cambia, pero el camino necesita ser constantemente recalculado; en tanto, en el camino a través del corral y en la limpieza final, ni la

intención ni el plan, necesitan ser reformulados. En la captura y movimiento al corral, el agente actúa de manera precavida, y en el camino a través del corral y la limpieza final, lo hace de manera atrevida.

El Modelo de Agente Inteligente, es una combinación de los **Agentes Limpiador y Capturador de Niños**. Prioriza la captura de niños, pero cuando no puede ejecutar acciones de movimiento, ejecuta el algoritmo del **Agente Limpiador** buscando las casillas adyacentes sucias. Vigila que no se sobrepase un umbral de suciedad para limpiar las casillas sucias por donde va pasando e introduce mejoras en los algoritmos que permiten cruzar el corral.

Ideas seguidas para la implementación



Se modeló el ambiente como una clase **Environment** que contiene:

- Arreglo de dos dimensiones de casillas (cells) que representa todo el terreno donde se sitúan y mueven los elementos.
- Propiedad indizada para obtener una casilla a partir de sus coordenadas.
- Arreglo para almacenar las coordenadas de las casillas que conforman el corral (Playpen).

Lista de las casillas sucias (DirtyCells).

- Lista de los niños (Children).
- Métodos para reiniciar los elementos del ambiente.

Las casillas tienen:

- Propiedad para almacenar su estado, para lo cual se utiliza una máscara, pues en una casilla pueden coexistir diferentes elementos.
- Referencias a los objetos que contienen.
- Posición dentro del ambiente.
- Posición dentro del corral, si formara parte de éste.

Se definió una clase **MobileObject** de la que heredan el **HomeRobot**, **Child** y **Obstacle** y que tiene:

- Posición actual (**CurrentPos**) y anterior (**PreviousPos**) del objeto.
- Métodos para realizar el movimiento de un objeto a una casilla determinada y la generación aleatoria de la dirección del movimiento.

HomeRobot es una clase abstracta a partir de la cual se crea una jerarquía de agentes robots, en la que se incluyen los cuatro modelos de robots creados. Contiene:

- Campo referencia al niño que tiene cargado
- Método para soltar al niño con el consiguiente cambio de estado
- Método para limpiar la casilla en la que se encuentra
- Método abstracto Play que es que ejecuta el turno del Robot. Este método se redefine en cada uno de los modelos.

RandomRobot redefine el método Play para el modelo aleatorio.

CleanerRobot redefine el método Play para el modelo que prioriza la limpieza.

CatcherRobot redefine el método Play para el modelo que prioriza la captura de los niños. Implementa métodos para preparar el camino para visitar todas las casillas sucias, detectar el niño más cercano al robot, el camino más corto para poner al niño en el corral, o sea los planes para lograr las intenciones que se traza el robot a partir del conocimiento del ambiente.

SmartRobot redefine el método Play introduciendo las mejoras propuestas al modelo del CatcherRobot.

La clase Simulation se encarga de orquestar el funcionamiento, o sea de ejecutar los turnos en los el Robot lleva a cabo sus acciones y el ambiente se modifica aleatoriamente a través del movimiento de los niños, controlando las unidades de cambio y chequeando si se alcanzan los estados finales para detener la simulación.

Todas estas clases se agruparon en la biblioteca HomeRobot.Core y se implementaron dos programas de prueba que las utilizan:

1. Aplicación de consola a la que se le pasan como parámetros un: archivo Json con las configuraciones del ambiente que se desean probar, y una cadena que especifica el tipo de agente que se va a utilizar, el cual genera para un archivo csv con los resultados de la simulación, que se desean analizar.
2. Aplicación WinForms que dibuja el ambiente en la pantalla, y en cada paso señala en rojo la casilla donde se encuentra el objeto al que le toca su turno, y en amarillo la casilla hacia donde se va a producir el movimiento. En esta aplicación se puede ejecutar paso a paso, se puede iniciar una nueva simulación y se puede cambiar el tipo de agente, su implementación tuvo como objetivo la retroalimentación visual para la verificación de los algoritmos. En esta aplicación las casillas del ambiente tienen un tamaño fijo que permite situar las imágenes correspondientes a los elementos del ambiente. Cuando el ambiente no cabe completamente en la pantalla, aparecen unas barras de scroll para desplazar la imagen.

Consideraciones obtenidas a partir de la ejecución de las simulaciones del problema

Para medir el rendimiento o efectividad de un agente se pueden definir funciones de utilidad sobre una ejecución de la simulación. Estas deben tener en cuenta los objetivos a alcanzar por el agente, en este caso los elementos a considerar serían el % de suciedad y la cantidad de niños en el corral. Las funciones de utilidad pueden ser precisamente los datos que nos piden que analicemos como resultado de la simulación:

- Número de veces que se alcanzó el objetivo
- Número de veces que el Robot fue despedido
- Promedio de los % de suciedad en cada una de las simulaciones

Se diseñaron diferentes configuraciones para realizar la simulación del sistema. En aras de obtener información, acerca de la influencia de cada uno de los parámetros del ambiente, en el resultado de la simulación, se realizaron pruebas en las que se cambiaba un parámetro y el resto se mantenía constante.

En la primera tabla se presenta un experimento con 5, 7 y 10 niños en un ambiente de 10x10 casillas. Se puede apreciar que el número de niños es un elemento crucial en el desempeño del Robot de Casa. Los modelos de robot aleatorio y limpiador no alcanzaron el objetivo en ninguno de los tres ambientes, mientras que el Capturador de Niños y el Inteligente se desempeñaron de manera similar y con buenos resultados con 5 y 7 niños, y bajaron su rendimiento a la quinta parte y la mitad, respectivamente, para el caso de 10 niños. Los robots de los modelos aleatorio y limpiador fueron despedidos casi en el 100% de los casos y dejaron más suciedad sin limpiar mientras mayor era el número de niños.

El segundo experimento muestra las mismas cantidades de niños, pero en un ambiente de 5x10 casillas, los robots Aleatorio y Limpiador mostraron una ligera mejoría, en cambio el Capturador de Niños y el Inteligente decayeron. Esto se debe a que hay muy poco espacio libre en el terreno y aparecen tranques. Por otra parte, todos los modelos dejaron más suciedad que en el experimento anterior.

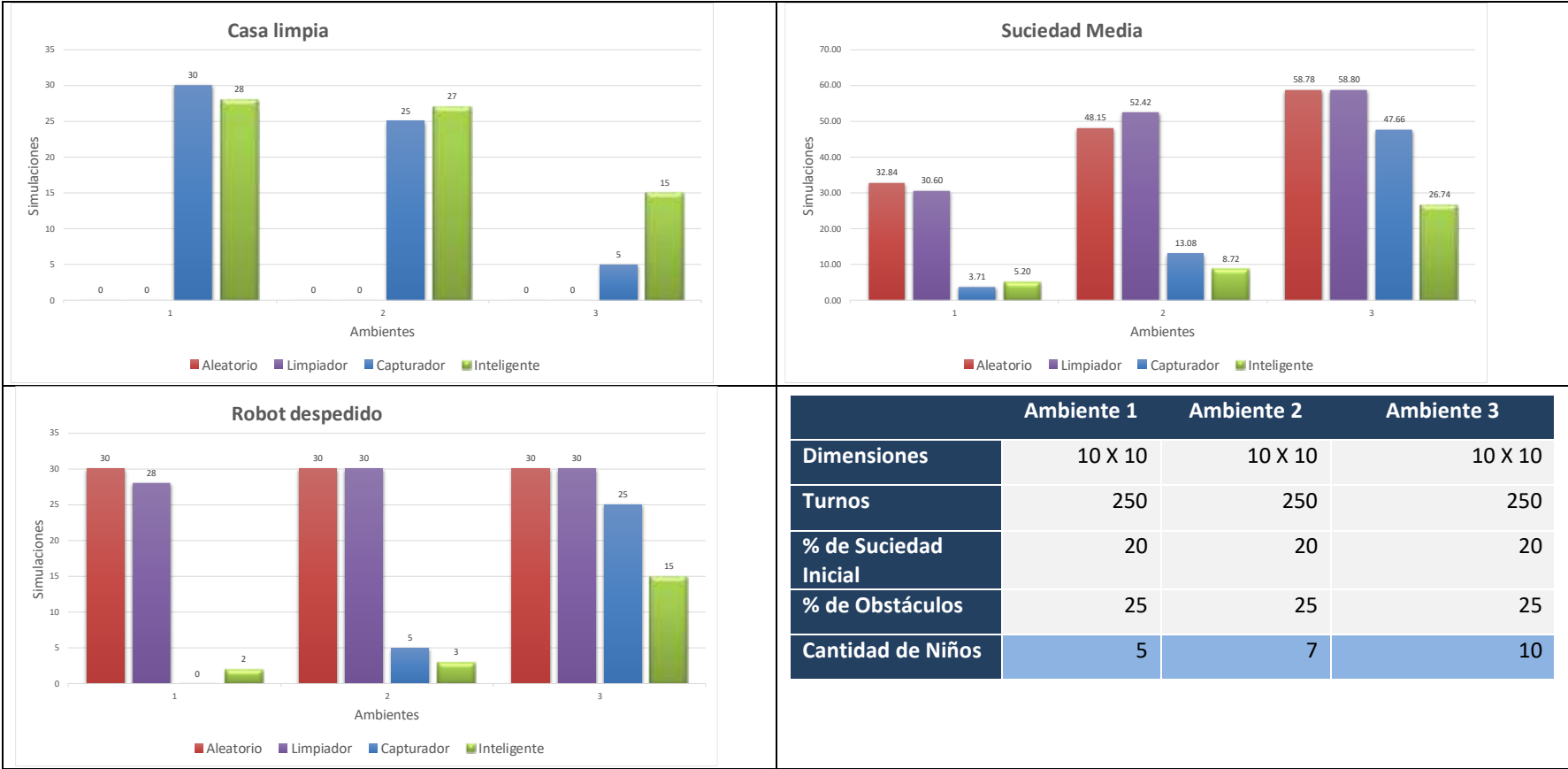
En el tercer experimento se trabajó con ambientes con distintos porcentajes de suciedad (15, 25 y 35%), los robots Capturador de Niños e Inteligente volvieron a mostrar que están mejor equipados para resolver la tarea, en cambio los robot aleatorio y el limpiador fueron despedidos cerca del 80% de las veces.

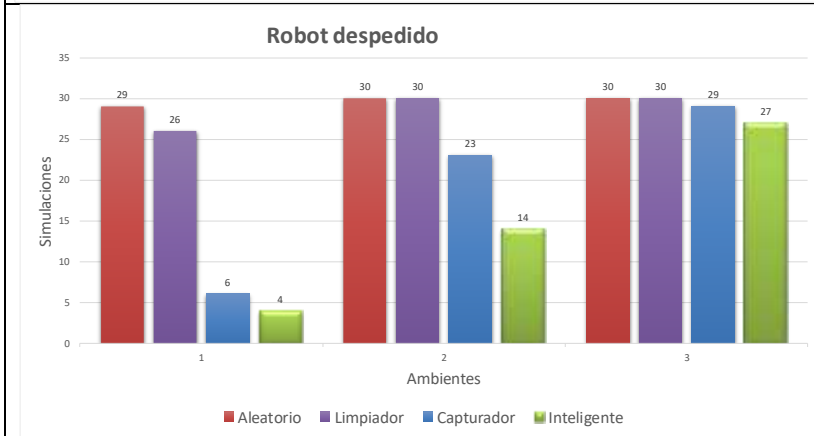
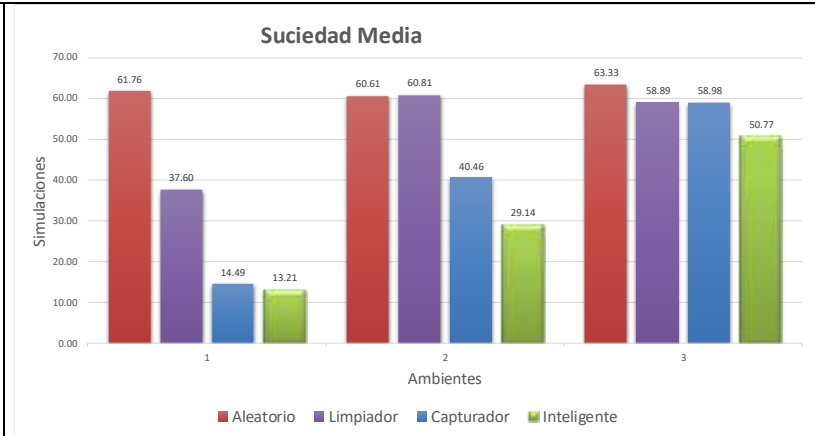
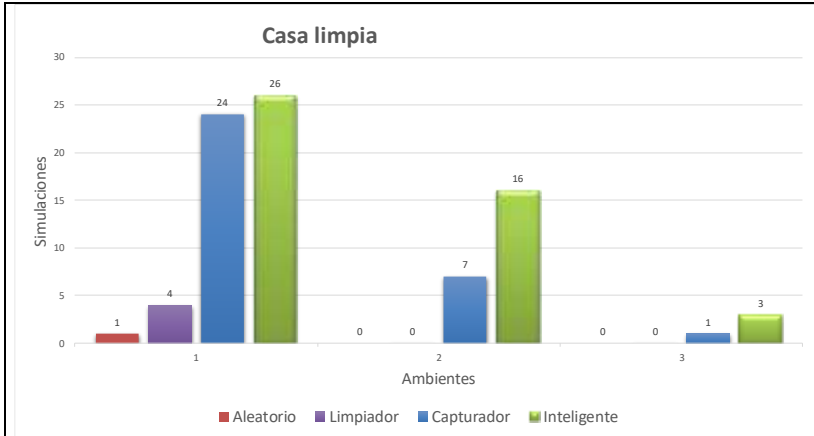
El cuarto experimento se concentró en la influencia de los obstáculos, y los resultados obtenidos fueron comparables a los de la suciedad.

En un quinto experimento se comparó la ejecución de tres ambientes de distinto tamaño con la misma cantidad de niños. En los tres ambientes el robot Capturador de Niños y el Inteligente tuvieron buen desempeño y dejaron suciedad menor al 5%.

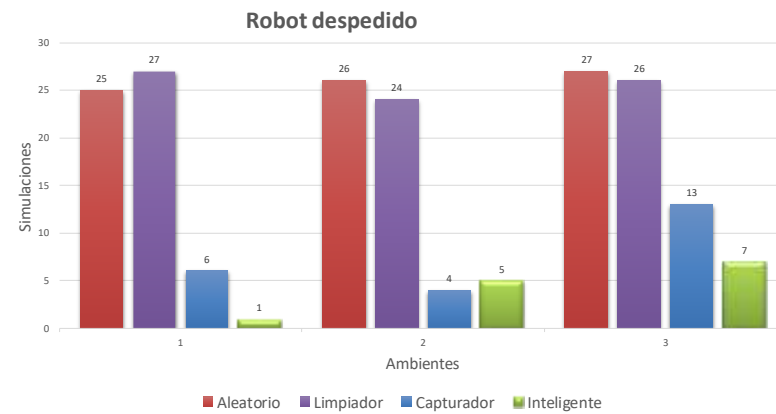
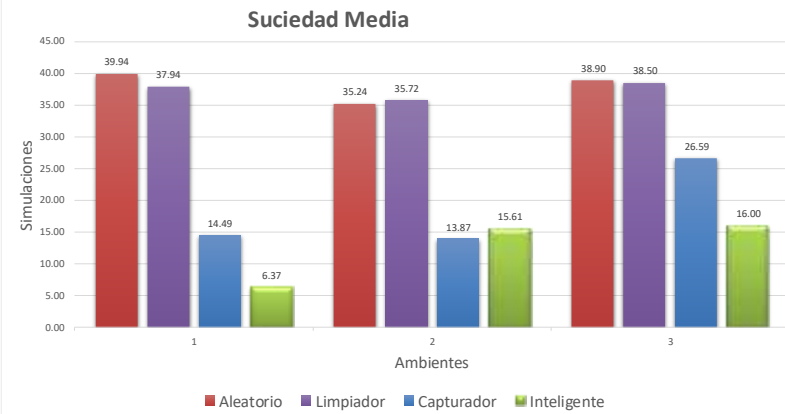
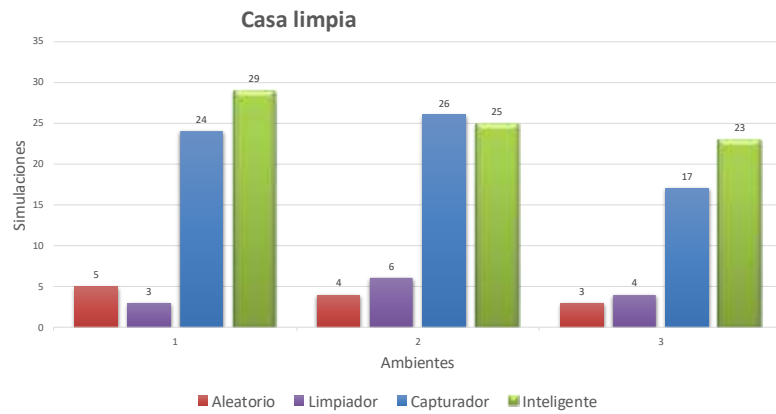
Por último, se experimentó con el número de turnos o jugadas, para un ambiente de 10x10 casillas se adoptaron 150, 200 y 250 turnos, con una cantidad de 7 niños, resultando significativo que con menor cantidad de turnos el desempeño fue bajo.

Como resultado de estos experimentos se puede decir que los robots aleatorio y limpiador, que basan su funcionamiento, fundamentalmente en el Modelo Reactivo, tienen un rendimiento muy bajo, en muy pocas situaciones logran cumplir el objetivo. Por su parte, los robots Capturador de Niños e Inteligente, se desempeñan bien en prácticamente todos los tipos de ambiente.

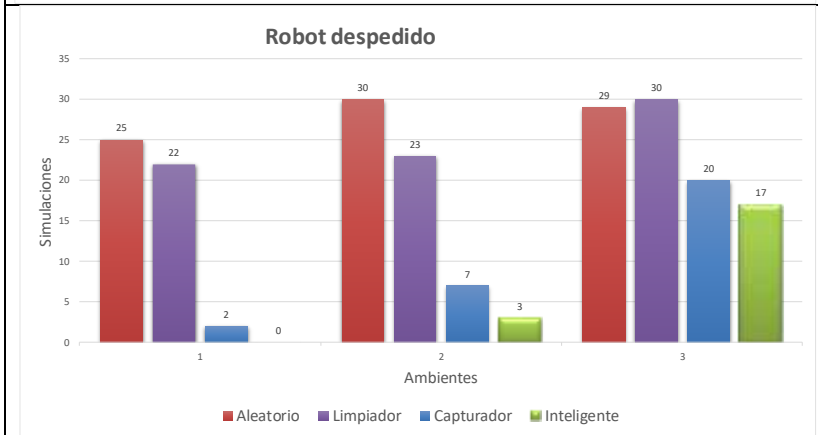
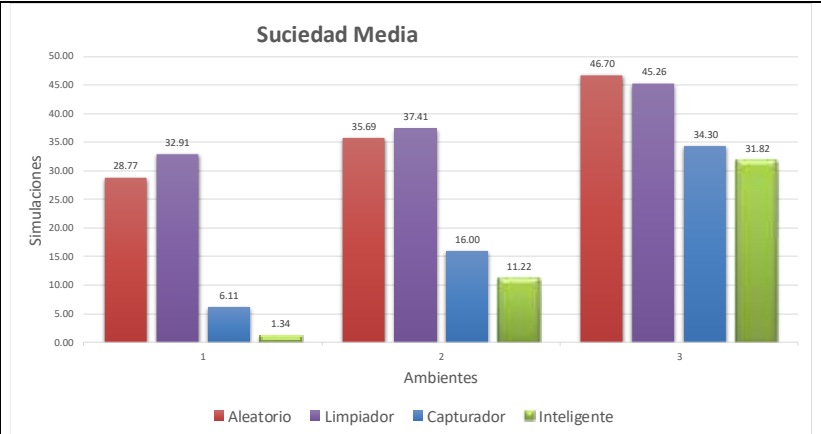
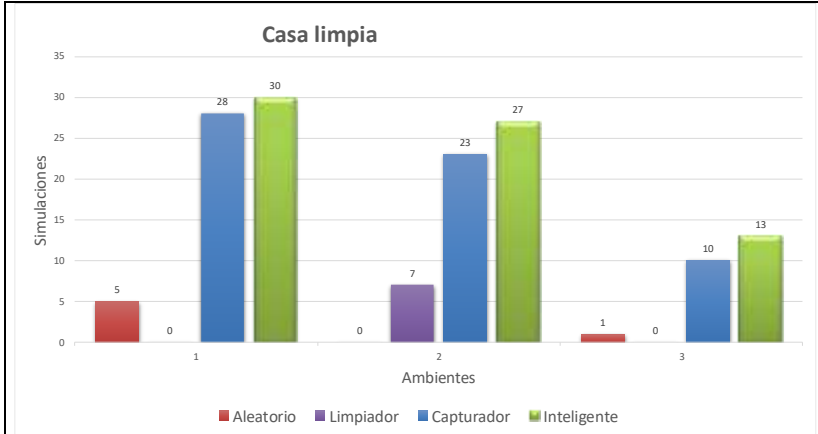




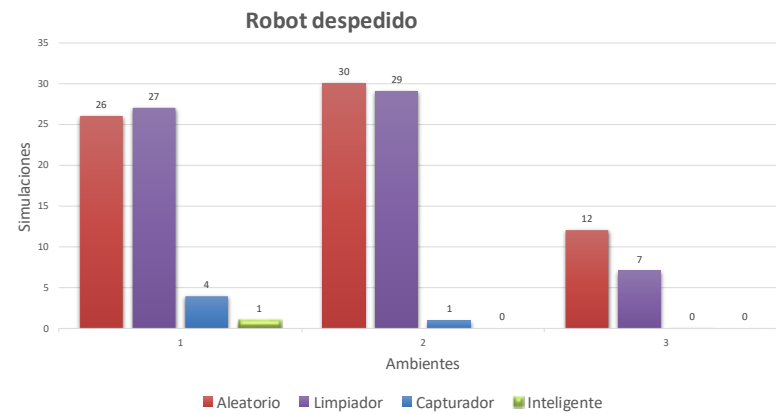
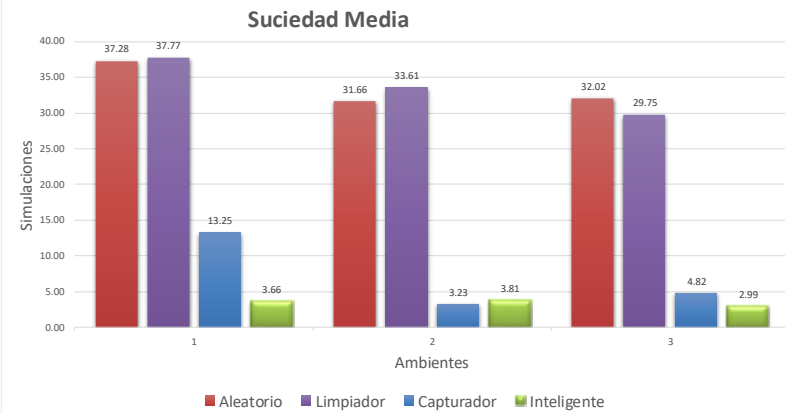
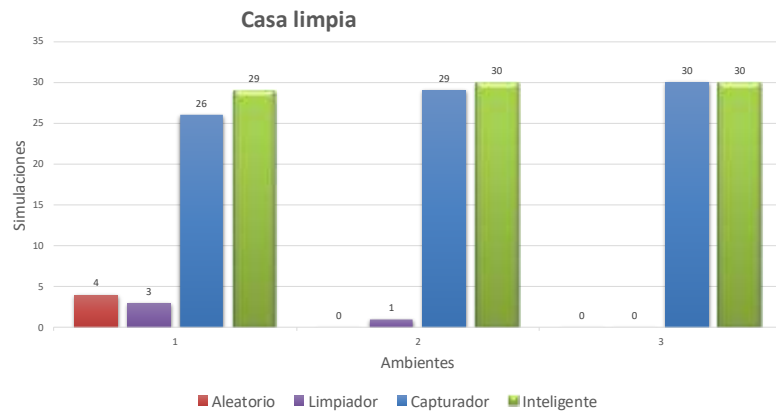
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
Dimensiones	5 X 10	5 X 10	5 X 10
Turnos	250	250	250
% de Suciedad Inicial	20	20	20
% de Obstáculos	25	25	25
Cantidad de Niños	5	7	10



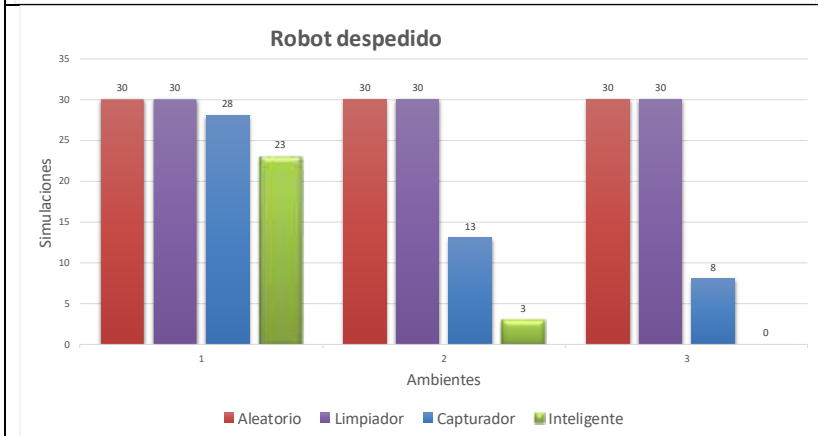
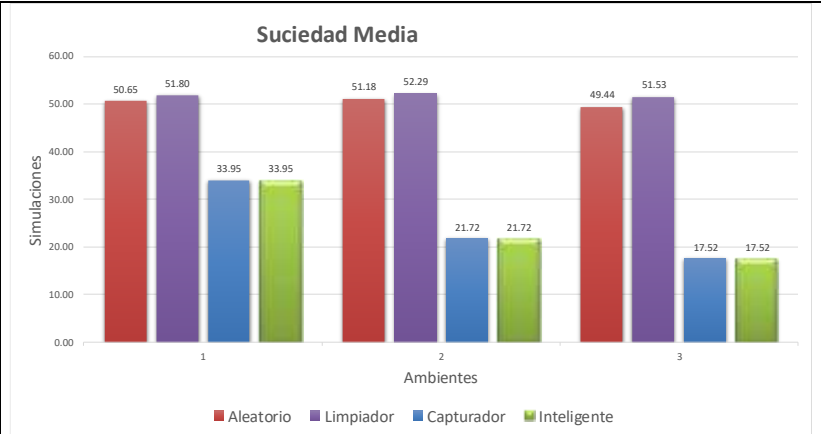
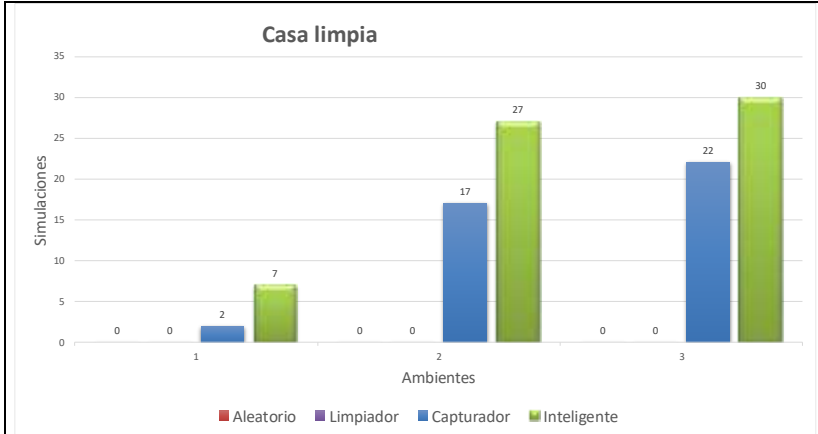
	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
Dimensiones	5 X 10	5 X 10	5 X 10
Turnos	250	250	250
% de Suciedad Inicial	15	25	35
% de Obstáculos	25	25	25
Cantidad de Niños	5	5	5



	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
Dimensiones	5 X 10	5 X 10	5 X 10
Turnos	250	250	250
% de Suciedad Inicial	20	20	20
% de Obstáculos	15	25	35
Cantidad de Niños	5	5	5



	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
Dimensiones	5 X 10	10 X 10	15 X 10
Turnos	250	250	250
% de Suciedad Inicial	20	20	20
% de Obstáculos	25	25	25
Cantidad de Niños	5	5	5



	Ambiente 1	Ambiente 2	Ambiente 3
Dimensiones	10 X 10	10 X 10	10 X 10
Turnos	150	200	250
% de Suciedad Inicial	20	20	20
% de Obstáculos	25	25	25
Cantidad de Niños	7	7	7