

# Sistema multiagente educativo (SME) para la población con discapacidad cognitiva

*Educational multi-agent system (EMS) for people with  
cognitive disabilities*

Nelson Becerra Correa\*  
Edgar Altamirano Carmona\*\*

Fecha de recepción: 1 de enero del 2011  
Fecha de aprobación: 16 de junio del 2011

## Abstract

Here describes the development of a multi-agents system. Called System multi-agents education -SME-. Which teaches and reinforces the commonly used word for users with cognitive disabilities.

This project is divided into four phases. This paper detail the development and implementation of the first phase, which we call "visual discrimination"

Categories and Subject Descriptors

H.4 [Information Systems Applications]: Miscellaneous; D.2.8 [Software Engineering]: Metrics – *complexity measures, performance Measures*

### General Terms

Delphi theory

**Key words:** sistemas multiagentes, síndrome down, onomatopéyico, método vivencias, sistema basado en regas.

---

\* Fundación FABBECOR –ONG Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Calle 56 B 45-36, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: nrbecerrac@udistrital.edu.co

\*\* Fundación FABBECOR –ONG Universidad Autónoma de Guerrero, Av. Javier Méndez Aponte No. 1 Fracc. Servidor Chilpancingo C.P. 39070, México. Correo electrónico: edgar@altamirano.bi

## Introducción

Este proyecto, describe la creación de un sistema multiagente (Departamento de Inteligencia Artificial, s.f.), el cual ayuda a la población infantil y juvenil con discapacidades cognitivas. Ampliar y reforzar el vocabulario de uso común que le permite mayor disfrute e integración a la sociedad. El sistema multiagente interactúa con la población objeto de investigación mediante un proceso que enseña, en primer término, los conceptos de objeto. Independiente del color, forma, figura etc. Este software le permite reconocer a cada usuario, conocer sus debilidades y aptitudes y se ajusta a su nivel de aprendizaje.

El sistema multiagente educativo, al cual nos referimos a partir de este punto como SME . SME consta de cinco fases, las cuales enumeramos a continuación:

- Fase I: *discriminación visual*. En esta etapa se pretende desarrollar la habilidad para discriminar visualmente colores, formas, dibujos y símbolos.
- Fase II: *estadio perceptivo o de motivación*. El objetivo esencial de esta fase es motivar al niño hacia el lenguaje y la lectura.
- Fase III: *lectura asociativa*. En esta fase, las letras dejan de ser objetos y empiezan a convertirse en verdaderos significantes que aún no están codificados. El niño sabe que esos signos que ve son letras, pero aún no sabe qué quieren decir.
- Fase IV: *lectura analítica*. Esta fase no es totalmente necesaria, como bien señala Buckley (1985), pues los niños con SD pueden acceder a la lectura de forma espontánea.
- Objetivo general. El análisis del lenguaje escrito desde su parte más pequeña. Procedimiento general. Se empieza por el reconocimiento de letras: vocales y, después, consonantes.
- Fase V: *generalización de la lectura*. Esta es una fase totalmente expresiva, en la que no solo se sustituyen los objetos por palabras escritas, sino también en la que se descubre que la concatenación de palabras constituye un mensaje que expresa todo tipo de cosas y cuya función es esencialmente, la comunicación.

El sistema multiagente educativo (SME), en la actualidad está desarrollado en su primera fase, *discriminación visual*. Para ello se utilizó un sistema multiagente, el cual se describe en la tercera sección de este documento.

## Método utilizado en la enseñanza de niños y jóvenes con discapacidad cognitiva

El SME es un programa inteligente (Departamento de Inteligencia Artificial, s.f.) que adapta varios métodos de lectura. La base fundamental se tomó de tres métodos que se vienen usando con niños con Síndrome de Down (SD); estos son:

- El Proyecto de la Universidad de Washington (Delholm, 1991).
- El Programa MacQuarie, Cairns y Pieterse, 1979.
- El Portsmouth Project (tcsr97).

Además, se recogió valiosa información de otros métodos, como:

- El onomatopéyico.
- El método Vivencias (Troncoso, Cerro, y Ruiz E., 1997).
- El de la Escalera (Programas de estimulación temprana en niños con síndrome de Down, 1985).

Igualmente, hemos tomado como base el trabajo Programa de ASSIDO, desarrollado por David Cana López y se encuentra disponible en <http://www.geocities.com/Athens/>

Atrium/5189/soale.htm. Por otra parte, se han reportado otras experiencias llevadas a cabo en España sobre la aplicación de métodos de lectura para niños con SD tales como: Troncoso y Del Cerro, 1991. El SME, tiene las siguientes características:

1. Es un método de lenguaje-lectura, que desarrollar las habilidades lingüísticas de los niños y, aborda la enseñanza de la lectura.
2. Es un sistema inteligente, con esto se quiere decir que se adapta al nivel y habilidades de cada niño. Con esto se logra que se adapte el método al niño y no el niño al método.
3. A la hora de su implantación. Se puede empezar a aplicar a niños con edades mentales inferiores a 5-6 años, o bien con puntuaciones inferiores a los niveles mínimos, requeridos para iniciar la lectura.
4. Para su utilización el usuario debe ser capaz de comprender órdenes verbales sencillas (ven, toma, dame, mira, pon). O que el niño sea capaz de mantener su atención, aunque sea durante un período corto de tiempo.
5. Es imprescindible que haya coordinación entre los profesionales (profesores, educadores, técnicos) y los padres, para que no se produzcan interferencias desagradables o problemas pedagógicos que suelen perjudicar al niño.
6. Es fundamental utilizar un método de aprendizaje de error mínimo. Es decir, como el éxito es muy importante, conviene asegurarse de que el niño realiza siempre la tarea correctamente, aunque para ello precise ayuda física de cualquier tipo.
7. En nuestro sistema multiagente distinguimos cinco fases: fase de discriminación visual, fase de motivación, lectura asociativa, lectura analítica y generalización de la lectura.

## Fase 1

Cana López, D. (1996), Delholm, C.J. (ed.) (1991).

### Discriminación visual

La habilidad para discriminar visualmente entre colores, formas, dibujos y símbolos es una habilidad básica e importante y necesaria para el desarrollo de posteriores habilidades, como por ejemplo la lectura (Delholm, 1991). El sistema multiagente tiene tres partes fundamentales:

1. Emparejamiento: se busca poner un objeto al mismo nivel de otro.
2. Selección: lo que indica que el usuario, deberá elegir o escoger los objetos que se consideren más adecuadas.
3. Clasificación: con lo que pretende, ordenar o disponer objetos por clases o grupos.

En esta fase es conveniente trabajar con objetos familiares para el niño. Ejemplo (papa, casa, cama, estufa, reloj, etc.). Para efectos del desarrollo de nuestro proyecto, hemos dividido el proceso en dos ciclos (González, 1995), los cuales son descritos a continuación.

### Primer ciclo

Procedimiento: en este primer ciclo, distinguimos dos etapas: la primera está constituida por el programa reconocimiento de objetos. Mientras que la segunda lleva a cabo el reconocimiento de palabras.

Reconocimiento de objetos: 1 algoritmo 1, muestra el procedimiento, utilizado por el SME, en el proceso de identificación de objetos.

---

#### Algorithm 1 Reconocimiento de objetos

---

1: n:=1;

- 2: **loop**
- 3: *Emparejar uno a uno (1:1)*
- 4: **while**  $N < 4$  **do**
- 5: Enseñamos al usuario un objeto y le decimos “esto es una pelota” *repetiendo la acción unas 3 veces.*
- 6:  $N:=N+1$
- 7: **end while**
- 8: Mostramos el objeto al usuario y se le dice “pon la pelota con la pelota”.
- 9:  $N:=0$
- 10: **while**  $N < 4$  **do**
- 11: *Seleccionar uno a uno (1:1).* Después del paso anterior, pedimos al usuario Ejm. “dame la pelota”, *repetiendo la acción unas 3 veces.*
- 12:  $N:=N+1$
- 13: **end while**
- 14: *Emparejar uno a dos (1:2)*
- 15:  $N:=0$
- 16: **while**  $N < 4$  **do**
- 17: *dos objetos*
- 18: Enseñamos al usuario *dos objetos*, una cada vez, diciéndole “esto es una pelota”: “esto es una estufa”. Le pedimos al usuario uno de los objetos para emparejar. em.  
Repetimos la acción dos veces con cada objeto.
- 19: En Seleccionar 1:2. Una vez que el usuario es capaz de emparejar los dos objetos, se le dice “dame la pelota”: colocamos otra vez el objeto en su sitio y le indicamos “ahora dame la estufa”. Repetimos la acción dos veces con cada tarjeta.
- 20: Seguimos el mismo procedimiento usando progresivamente 3, 4, 5 y 6 objetos, disponiéndolas en el monitor en forma aleatoria.
- 21: Utilizamos, como material, 6 dibujos de objetos familiares cada uno y otros 6 para emparejar.
- 22: **end while**
- 23: *Emparejar 1:6.* Ponemos en el monitor de forma aleatoria 6 objetos y le solicitamos

al niño, uno a uno, los 6 dibujos, para que las ponga en su sitio correspondiente.

- 24: *Seleccionar 1:6.* Después de emparejar, pedimos al usuario que nos dé cada uno de los objetos, cuando el computador se los solicite.
- 25: *Clasificar 1:6.* El usuario debe ser capaz de clasificar los 6 dibujos independientemente. Diciendo al usuario “pon todos los dibujos con los que son iguales”. Repetimos los mismos tres pasos utilizando otros dibujos. Luego pasamos a utilizar 9 dibujos repitiendo los mismos procedimientos.
- 26: **end loop**

Otra etapa del SME tiene que ver con la prueba de identificación de objetos. En esta etapa se procede de la siguiente manera:

1. Se muestra un dibujo en el que aparece solamente el contorno de varios objetos. Los objetos individuales a emparejar deben representar el dibujo completo. El usuario tiene que igualar el objeto con su contorno.
2. Preparamos un escenario en el que aparecen 6 letras del alfabeto, por ejemplo: F A S T M C A. Se muestran 6 objetos con las mismas letras. Luego se hacen los procedimientos del paso anterior. Esto se complementa con objetos de números y vocales.

Reconocimiento de palabras: la habilidad de leer, es decir el asociar un símbolo escrito con una palabra hablada, requiere que el niño pueda discriminar entre el símbolo gráfico de esa palabra y los símbolos gráficos de otras palabras. El SME lleva a cabo esta fase. Como la segunda etapa del primer ciclo. Esta etapa se encuentra actualmente en desarrollo. Razón por la cual, no se le incluye en el presente artículo.

---

**Algorithm 2** Agente Evaluador

---

- 1: Evaluar (Desempeño){escribe las estadísticas del desempeño en particular}
- 2: Evaluar (método completo) {evalúa que tan bien se ha completado el método}
- 3: run (){random valuation of variables}
- 4: Selecciona (Agente Docente) {Especifica cual es el agente de docente con el cual se va a trabajar}
- 5: Verifica (Desempeño estudiante) {Especifica cual es el desempeño en tiempo de ejecución del estudiante}
- 6: Verifica (éxito) {Especifica cuales son los éxitos en tiempo de ejecución del estudiante}
- 7: goto restart
- 8: END *Agente - Evaluador*

---

**Algorithm 3** Agente Docente

---

- 1: Crea Agente (Docente, Registro estudiantes){Crea el agente en base al perfil del estudiante }
- 2: run (){random valuation of variables}
- 3: Evaluar (método completo) {evalúa que tan bien se ha completado el método}
- 4: Selecciona (Agente Interfaz) {Especifica cuál es el agente de interfaz con el cual se va a trabajar}
- 5: goto restart
- 6: END *Agente - Docente*

---

**Algorithm 4** Agente Interfaz

---

- 1: Crea Agente (int ancho, int alto){crea el objeto en base al ancho y alto de la pantalla}
- 2: Crea (auditor) {adiciona un auditor de interfaz}
- 3: Desempeño (verifica) {adiciona un desempeño}

- 4: Crea (componente) {crea un componente con propiedades aleatorias}
- 5: Crea (auditor) {inicializa un evento de interfaz a todos los auditores}
- 6: Define (evaluador) {define el agente evaluador con el cual interactuar}
- 7: Define (éxitos) {define los éxitos totales que lleva hasta el momento}
- 8: run () {ejecuta acciones}
- 9: Define (metodología) {define la metodología que se va a usar}
- 10: goto restart
- 11: END *Agente-Interfaz*

---

**Sistema multiagente educativo**

González M., D. (ed.) (1995).

Esta fase utiliza, tres agentes, los cuales hemos denominado:

1. Agente de interfaz.
2. Agente docente.
3. Agente evaluador.

A continuación detallamos la estructura y funcionamiento del sistema multiagente.

**Sistema multiagente educativo Agentes**

Se utilizaron tres agentes denominados: agente docente, evaluador y de interfaz.

**Agente docente**

Es el primero de los agentes en ejecutarse. Ejecuta las siguientes acciones, en el orden presentado:

1. Accede al desempeño del estudiante.
2. Compara el desempeño del estudiante con las reglas para seleccionar la metodología y escogerla.
3. Compara el desempeño del estudiante con las reglas de la metodología es-

pecífica y decide el paso a seguir en la metodología.

- Envía esta información al agente de interfaz y le da la señal de arranque.

### Agente de interfaz

Es el “segundo” en ejecutarse, ejecuta las siguientes acciones en el orden presentado:

- Recibe los datos de la metodología de parte del agente docente.
- Al iniciar el proceso, inicializa el entorno gráfico, en base a los datos de la metodología.
- Ejecuta la secuencia de acciones de la metodología (incluyendo captura de datos del usuario (estudiante)).
- Envía los datos de desempeño (acciones del estudiante) al agente evaluador y le da la señal de inicio.

### Agente evaluador

Es el “último” en ejecutarse, ejecuta las siguientes acciones en el orden presentado:

- Recibe los datos del desempeño del estudiante de parte del agente de interfaz
- Al iniciar el proceso, coteja los datos del desempeño con las reglas de evaluación de la metodología y deduce los resultados
- Almacena los resultados en la carpeta del usuario (estudiante)
- Le da la señal de arranque al agente docente

### Reglas

El SME actualmente, maneja dos tipos de reglas: *Reglas para escoger metodología y reglas para enseñar y reforzar conceptos*. Estas reglas le permiten al programa, enseñar al usuario un objeto. Debido a que únicamente, se ha implementado una metodología. Las re-

glas que permiten seleccionarla, de acuerdo al desempeño de cada usuario. No se incluyen en el documento.

#### 1. Condiciones de inicio

- Color seleccionado aleatoriamente.
- Forma seleccionada aleatoriamente.
- Objeto seleccionado aleatoriamente.

#### 2. Reglas que enseñan y refuerzan los conceptos:

- Si fallo la prueba y si color aleatorio y forma aleatoria y objeto aleatorio, entonces fijar color.
- Si fallo la prueba y si color es fijo y forma es aleatoria y objeto es aleatorio, entonces fijar forma.
- Si fallo la prueba y Forma es fija y objeto aleatorio, entonces fijar objeto.
- Si acertó la prueba y color aleatorio y forma aleatorio y objeto aleatorio, entonces ir siguiente paso de la metodología.
- Si acertó la prueba y color es fijo y forma es aleatoria y objeto aleatorio, entonces aleatorizar color.
- Si acertó la prueba y color es fijo y forma es fija y objeto es fijo, entonces aleatorizar objeto.
- Si acertó la prueba y color es aleatorio y forma es aleatoria y objeto es aleatorio, entonces subir de nivel=si.
- Si subir de nivel = si y Si nivel < 6, entonces  $nivel:= nivel+ 1$
- Si subir de nivel = si y  $nivel > 5$  es verdadero, entonces completo aprendizaje.
- Si promedio es mayor > APROBÓ, entonces termina fase-

### Implementación

Para el diseño del SME utilizamos INGENIAS (Mestras y Gómez Sanz, 2004). Y en la implementación, el lenguaje de programación Java.

Los algoritmos de la página describen las clases utilizadas por el SME.

El pseudocódigo 2 representa el proceso de evaluación de desempeño del usuario.

El pseudocódigo 3, describe el proceso del agente docente, este agente revisa cual es el desempeño actual del usuario y decide cual es el siguiente paso de enseñanza y en el algoritmo 4, esta descrito el proceso del agente de interfaz. Dicho algoritmo permite crear, un agente que controla los componentes gráficos

### Pruebas realizadas

Se realizaron, pruebas en *Instituto Cerros del sur (ICES)*, *colegio kaypore* y *casos individuales* a niños con distintos tipos de discapacidad cognitiva. Los resultados, se muestran en la tabla 1

Pruebas a niños y jóvenes con edades mentales entre 2 a 6 años. Objetivos:

1. Sobre el programa: le interesa, lo entiende.
2. Medir el aprendizaje sobre: conceptos, objetos, formas, colores, números, letras, palabras y frases de uso común.
3. Encuestas al inicio del proceso: ¿qué colores conoce?, ¿qué conceptos?, ¿qué formas geométricas?, ¿qué palabras de uso común?
4. Formato para la recolección de pruebas: nombre estudiante.

Fecha de la prueba, Interés demostrado 1-2-3-4-5, Entendimiento de conceptos 1-2-3-4-5, Tiempo de interacción con el software en minutos, Tiempo de interacción con la aplicación sin perder interés por sección minutos

### Trabajo futuro

Como, fue descrito en la introducción, el proyecto SME está constituido por cinco fases. De las cuales está finalizada la fase I, en su primer ciclo. Como trabajo futuro se desarrollaran: el segundo ciclo de la fase I *reconocimiento de palabras*, la fase II: *estadio perceptivo o de motivación*, fase III: *lectura asociativa*, fase IV: *lectura analítica* y la fase V: *generalización de la lectura*.

Como trabajo inmediato por abordar esta el desarrollo del Ciclo II de la primera fase. Que tiene como objetivo el manejo de siluetas y letras. En esta etapa el usuario, desarrollara la capacidad de emparejar e identificar siluetas de objetos conocidos y letras del alfabeto.

### Conclusiones

Al final de esta primera fase logramos: diseñar e implementar un sistema Multiagente personalizado para cada usuario de tal forma que permite ejercer las funciones de tutor. Otro objetivo logrado en esta fase fue: el reconocimiento por parte del usuario de diferentes ruidos y sonidos, tanto naturales como artificiales vinculados al proceso de enseñanza. Teniendo en cuenta el vertiginoso desarrollo tecnológico en todas las áreas de conocimiento y que estas son utilizadas por la población infantil y juvenil, en los procesos cognoscitivos.

El problema que se presenta es que cada vez, es más evidente la brecha y desigualdad en el acceso a herramientas informáticas que permiten un aprendizaje. En la población infantil y juvenil con discapacidades cognitivas y no se ve la preocupación por desarrollar herramientas que acerquen a esta población para que resuelvan sus necesidades de conocimiento y acercarse más a la sociedad.

Como debilidad del manejo de los actuales computadores, esta el inconveniente del manejo por parte de los usuarios de los dispositivos de acceso como: teclado y mouse

## Referencias

- Buckley S. (1985). Attaining basic educational skills: Reading, writing and number. En D. Lane y B. Stratford (dirs.). *Current approaches to Downs syndrome*. London. Holt, Rinehart and Winston.
- Cana López, D. (1996). Escuela Universitaria Politécnica de Cádiz Cádiz Diplomatura de Informática (rama de Gestión).
- Delholm, C.J. (ed.) (1991). Adolescents with Down Syndrome. International perspectives on research and programme development. Victoria: Ed. University of Victoria.
- Departamento de Inteligencia Artificial (UPM):PILLOW.
- Ferber, J. (1998). *Multi-Agent Systems: Towards a Collective Intelligence*. Reading, MA: Addison-Wesley
- González M., D. (ed.) (1995). *Adaptaciones curriculares. Guía para su elaboración*. Ed. Ediciones Aljibe.
- <http://www.clip.dia.fi.upm.es/miscdocs/pillow/pillow.html>
- Pavón Mestras, J. y Gómez Sanz, J. (2004). Métodos y herramientas, en agentes software y sistemas multi-agente: conceptos, arquitecturas y aplicaciones. En J. Pavón y J.L. Pérez de la Cruz (145-183). Pearson Prentice Hall.
- Oelwein, Iowa; University of Iowa College of California; Medical and Pharmaceutical University, Ho Chi Minh City, Vietnam, 1975
- Programas de estimulación temprana en niños con síndrome de Down. Buceta Canela, María José. Ed. Universidad de Santiago, Facultad de Filosofía y Ciencias de la Educación, Sección de Psicología. Santiago de Compostela, 1985
- Serie del libros Lecture Notes in Computer Science Editor Springer Berlin / Heidelberg ISSN 0302-9743 (Print) 1611-3349 (Online) Volumen Volume 860/1994 Libro Computers for Handicapped Persons DOI
- Troncoso M. V., Cerro M. del Soler, M. y Ruiz, E. (1997). Fundamentos y resultados de un método de lectura para alumnos con síndrome de Down: En J. Flórez, M. V. Troncoso y M. Dierssen (dirs.). *Síndrome de Down. Biología, Desarrollo y Educación*. Barcelona: Masson.