

**JULIO SEOANE**

**SOBRE UN MODELO DE APRENDIZAJE  
LINGÜÍSTICO**

**SEPARATA DE "TEOREMA vol. III/1"**

**1973**

# SOBRE UN MODELO DE APRENDIZAJE LINGÜÍSTICO

*Julio Seoane*

## 1. LA HIPÓTESIS DIMENSIONAL

Por definición, llamaremos proceso dimensional a un proceso complejo y estructurado, cuyo modo de acción puede explicarse por medio de unas dimensiones múltiples, que resumen y sintetizan la dinámica de tal proceso.

Parece bastante evidente que la Psicología ha venido enfrentándose con este tipo de procesos, tanto en su metodología como en su contenido, de forma que el esqueleto de su historia podría reconstruirse mediante las distintas soluciones que se intentaron plantear ante estas totalidades complejas y estructuradas. De forma general, se puede decir que la investigación científica o el pensamiento creador consiste en explicar cómo los elementos integrantes de una situación empírica compleja se relacionan entre sí, constituyendo una base para la acción. El lenguaje es un instrumento desarrollado precisamente para enfrentarse a este tipo de situaciones y, por ello, constituye el fundamento tanto del método científico como de los procesos inteligentes, del pensamiento y de la creatividad. Por esta razón, este instrumento, el lenguaje mismo, es un proceso complejo y estructurado cuyo estudio, tratamiento y elaboración debe realizarse por medio de un proceso dimensional adecuado.

Chomsky, representando una orientación epistemológica clásica, intenta demostrar que el proceso lingüístico, aunque complejo y estructurado, es la manifestación o expresión de unos principios universales e innatos. En consecuencia, las dimensiones del proceso caen fuera del proceso mismo; en

realidad no son dimensiones, sino elementos metafísicos extrínsecos a las estructuras que se intenta explicar.

El conductismo, en general, no enfoca el lenguaje como un proceso dimensional, sino como elementos aislados que se relacionan linealmente entre sí. Sin embargo, sus investigaciones conducen a explicaciones parciales de la estructura, aunque sin poder abarcarla en su conjunto. De todas formas, la evolución del conductismo implica una complejidad creciente de sus modelos de explicación lineal, introduciendo de una manera progresiva etapas intermedias entre sus elementos; así, sus modelos de aprendizaje pasan de una etapa a modelos de dos y tres etapas, hasta el punto de que las teorías de la mediación se enfrentan casi directamente al problema de los procesos dimensionales.

En Inteligencia Artificial y en los programas de simulación lingüística en computadores, influenciados quizá por la estructura mecánica del computador y de los lenguajes de programación, la interrelación de los elementos del proceso acostumbra también a adquirir un carácter lineal o de interrelación simple. La capacidad y rapidez de elaboración de información de estos instrumentos, disimula en parte la simplicidad de los modelos que usan; sin embargo, parece posible construir programas cuya estrategia consista en establecer dimensiones explicativas de un proceso complejo, valorando simultáneamente la posición de cada elemento.

El resto de este trabajo estará dedicado a describir un modelo que tenga estas características y a comentar los resultados obtenidos (Seoane, 1972), al contrastarlo con dos áreas distintas del aprendizaje lingüístico: en el aprendizaje serial, explicado por el modelo EPAM de Feigenbaum, y en el aprendizaje semántico, realizado mediante el test de Formación de Conceptos de Hanfmann-Kasanin.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL MODELO EPAM DE FEINGENBAUM

Este modelo (Elementary Perceiver and Memorizer Program) pretende ser una construcción efectiva de una teoría de elaboración de información de aprendizaje verbal. Fue cons-

truido en lenguaje de programación IPL-V (Newell, 1961) e investigado en un IBM 7090 de la Universidad de Berkeley y en un IBM 7090 de la **RAND** Corporation. El programa completo y sus primeras realizaciones las establece Feigenbaum en un primer artículo (Feigenbaum, 1959); posteriormente se han publicado una serie de trabajos sobre ulterior investigación e interpretación teórica (Feigenbaum, 1961, 1967; Feigenbaum y Simon, 1961, 1963). En otros múltiples artículos y publicaciones de psicología y de Inteligencia Artificial, diversos autores comentan y analizan el programa EPAM.

El programa parte de los experimentos clásicos de aprendizaje serial de sílabas sin sentido, ya sea en la forma de asociación por pares o como listas seriales; la finalidad del programa es la simulación de la conducta de un sujeto ante esta situación experimental. Al computador, por tanto, deben presentársele una serie de listas para que las vaya asociando, y después se le presenta una sílaba-estímulo para que conteste con la correspondiente sílaba-respuesta; el experimentador muestra a continuación la respuesta correcta, para que el computador rectifique su asociación o confirme la ya establecida.

La conducta del computador deberá ser similar a la de un sujeto cualquiera; en líneas generales, esta conducta tiene las siguientes características: se dan con más frecuencia fracasos para responder, que errores manifiestos; cuando aparecen estos últimos, se atribuyen a estímulos o respuestas similares. Manifiesta conductas de oscilación, es decir, asociaciones correctas desaparecen y reaparecen posteriormente. Se observan fenómenos de inhibición retroactiva, cuando se intercalan nuevos pares de sílabas. Por último, a mayor similitud entre las sílabas, más costoso es el aprendizaje y surgen más errores.

La simulación de este tipo de conducta lleva a Feigenbaum a formular la hipótesis de que existen ciertos procesos de información elemental que un individuo debe realizar si tiene que discriminar, memorizar y asociar estímulos verbales, y que estos procesos de información participan en toda la actividad cognoscitiva de los individuos.

Los procesos internos de EPAM pueden describirse de la siguiente manera. En primer lugar, EPAM tiene una representación interna de todas las sílabas sobre las que se realiza el experimento. Esta representación interna la adquiere a medida que se le van presentando dichas sílabas. Ante una sílaba-estímulo, EPAM construye una representación interna y almacena junto a ella alguna característica sobre la primera letra de la sílaba-respuesta. Estos procesos los realiza tantas veces como pares de sílabas se le presentan.

En la realización del aprendizaje, se le presenta una sílaba-estímulo, recoge las características de la primera letra, busca en su árbol de diferenciaciones una sílaba que comience por esa letra. Cuando la encuentra, recoge el indicador que se encuentra almacenado con ella, caso de que exista, y que consiste en la primera letra de la sílaba-respuesta. De nuevo busca en su árbol una sílaba que comience por esa letra y emite entonces la respuesta.

Una vez que EPAM emitió la respuesta, el experimentador le enseña la respuesta correcta. Caso de que no coincidan, EPAM entiende que el indicador que había almacenado no es suficiente para discriminar, pues deben existir al menos dos sílabas que comienzan por la misma letra. Por lo tanto, EPAM almacena como indicador de la sílaba-respuesta no ya la primera letra, sino también características de la tercera. Caso de que en un ensayo posterior ocurriese de nuevo el error, almacenaría también la segunda letra, sin posibilidad ya de producirse una nueva equivocación. Este proceso se repite en una serie de ensayos sucesivos, hasta que la serie de pares de sílabas está bien aprendida.

Por último, hay que observar que la programación del EPAM no requiere, en principio, ningún tipo de elaboración numérica. Pero como la mayoría de los lenguajes de programación tienen carácter numérico, por ejemplo el FORTRAN, Feigenbaum se vio obligado a construir y utilizar lenguajes de procesamiento de información no numérica. El IPL-V trabaja con listas de símbolos y estructuras de listas, en lugar de manipular números, lo que tiene una serie de ventajas, según Feigenbaum: por un lado, al manipular estructuras de información en lugar de números, facilita la simulación de

los procesos de discriminación y los árboles, y las comparaciones entre sílabas; pero además, permite almacenar fácilmente información descriptiva sobre las letras, simplificando así el trabajo de programación.

### 3. EL MÉTODO DEL ANÁLISIS DIMENSIONAL

Por nuestra parte, vamos a suponer que los procesos que estamos estudiando son procesos dimensionales, en el sentido definido anteriormente. Por tanto, el problema consiste en establecer un modelo explicativo que dé cuenta simultáneamente del peso de cada elemento sobre la estructura total del proceso. Planteado así el problema, posiblemente no sea necesario recurrir a lenguajes de procesamiento de información de listas, sino que puede ser más conveniente utilizar lenguajes numéricos que representen cuantitativamente la aportación de cada elemento a las dimensiones explicativas del proceso.

El método que empleamos y que reúne las características necesarias para enfrentarse a los problemas planteados, es decir, sintetizar las características dimensionales de un proceso complejo, es el Análisis Dimensional de Secadas (Universidad de Valencia). Según su autor, el propósito del Análisis Dimensional consiste en analizar los elementos integrantes de la situación, que por su variedad y número motivan la complejidad de un problema (Secadas, 1966). De otra forma, el método consiste en la extracción de subconjuntos implicados en un conjunto universal de referencia.

El inicio del proceso consiste en la construcción de una matriz de dos dimensiones (filas y columnas), donde las filas representan cada una de las variables implicadas en el análisis, y las columnas representan biunívocamente las mismas variables.

A continuación se rellena la matriz, estableciendo mediante una escala el mayor o menor índice de asociación entre cada variable y todas las demás. El atribuir a dos variables un valor u otro de asociación, se puede conseguir mediante cuantificación tipificada o por medio de valoración subjetiva o intersubjetiva, según el problema que se esté analizando.

Esta flexibilidad del método para admitir datos objetivos o evaluaciones subjetivas, permite la aplicación del Análisis Dimensional sin restricciones especiales.

Una vez establecidos todos los índices de afinidad entre cada una de las variables, obtenemos una matriz de datos de simetría triangular. Mediante una serie de transformaciones realizadas sobre los vectores que componen la matriz, se obtiene como resultado final unas dimensiones o núcleos que resumen las características del proceso estudiado.

Nuestro propósito consistió en aplicar este método a los problemas de simulación de aprendizaje serial, para demostrar la utilidad del procedimiento, suprimiendo los árboles dicotómicos empleados tradicionalmente por el EPAM. Para ello, nuestro primer paso fue construir un programa de computador para la elaboración del Análisis Dimensional, empleando una terminal de acceso remoto (RAX) del Departamento de Lógica y Filosofía de la Ciencia de la Universidad de Valencia, conectada a un computador IBM 360/40, cuyo compilador estaba preparado para el lenguaje de programación FORTRAN IV básico. Este programa y sus características se ofrecen en otro trabajo (Secadas, Seoane y Rechea, 1973).

#### 4. APLICACIÓN DEL MODELO DIMENSIONAL

Para realizar el experimento, seleccionamos una muestra de sílabas sin sentido, para asociarlas por pares, procurando que existiese una gran semejanza entre ellas; si la selección la hubiésemos realizado entre sílabas muy discriminativas, la demostración lo sería en un sentido débil.

Siguiendo los criterios de Feingenbaum, en primer lugar, la asociación se estableció sobre las características de la primera letra. En caso de contestación errónea, la asociación se realizaba sobre la primera y tercera letra; sólo en el caso de que se produjese nuevo error, se utilizaban las tres letras. Por otro lado, recordemos que el EPAM establecía un proceso discriminador para encontrar, mediante una letra, la sílaba-estímulo; un proceso indicador, para asociar esa sílaba con la primera letra de la respuesta ; y un nuevo proceso discri-

minador para encontrar la sílaba-respuesta mediante esa letra. Estos tres procesos, Feingenbaum los establecía secuencialmente, uno después de otro, por exigencias técnicas del método de programación que empleaba. Nuestra matriz de afinidades puede incorporar los tres procesos al mismo tiempo, de forma que todos interfirieran entre sí y manifiesten su importancia en la estructura total del experimento. Por ello, las afinidades se establecen entre la primera sílaba-estímulo y todas las demás que comiencen por su primera letra, y además entre esa primera sílaba y la sílaba-respuesta, junto con todas las sílabas que comiencen con la primera letra de la sílaba-respuesta. El modelo deberá elaborar simultáneamente las dimensiones asociativas del proceso de aprendizaje, formando mecánicamente la matriz de afinidades según los criterios que acabamos de exponer.

Las dimensiones resultantes del proceso de elaboración del Modelo revelan el aprendizaje que ha podido realizar en el primer ensayo, en virtud de la semejanza sobre la primera letra. El experimentador le escribe ahora una sílaba-estímulo; el computador busca la dimensión resultante donde aparezca la carga máxima de esa sílaba y, una vez seleccionada, responde con la sílaba-respuesta más significativamente asociada en esa dimensión.

A medida que el computador va cometiendo errores, explicables por fenómenos de generalización de estímulos y respuestas, y a medida que el experimentador le muestra las contestaciones correctas, se modifica automáticamente la matriz original de asociaciones estableciendo nuevas afinidades, esta vez sobre las características de la primera y tercera letra. Una nueva elaboración dimensional establece como resultado nuevas dimensiones que representan un aprendizaje más finamente discriminativo. Este proceso se repite sucesivamente hasta que los pares de sílabas sin sentido han sido aprendidos correctamente.

La primera conclusión fáctica a la que pudimos llegar fue que el modelo funcionaba correctamente, simulando, a grandes rasgos, la misma conducta que el EPAM de Feingenbaum, con las ventajas siguientes: mayor economía en la programación; utilización de un lenguaje de programación conven-

cional, como el FORTRAN; el modelo manifestaba en cualquier momento no sólo el aprendizaje realizado entre las correspondientes sílabas estímulo y respuesta, sino un panorama completo de la mayor o menor asociación entre todas las sílabas y letras incluidas en el experimento. La modificación de una sola asociación entre dos letras, implicaba una nueva estructura del espacio multivariado del aprendizaje ya establecido. En consecuencia, al añadir más sílabas a la matriz de datos, las discriminaciones o afinidades anteriores se convertían en insuficientes y las asociaciones adquiridas, o al menos parte de ellas, desaparecían por falta de discriminación, manifestando un fenómeno de inhibición retroactiva.

##### 5. APLICACIÓN DEL MODELO AL APRENDIZAJE SEMÁNTICO

En una segunda etapa de nuestro trabajo, pretendimos investigar las posibilidades del modelo en el aprendizaje semántico; caso de que esto fuese posible, se podrían deducir unas repercusiones teóricas de mayor alcance.

Como situación experimental para el análisis del aprendizaje semántico, utilizamos el test de Formación de Conceptos de Hanfmann-Kasanin (1937). Como es sabido, esta prueba consta de 22 bloques de madera, que se diferencian por su tamaño, color, etc. La tarea del sujeto consiste en formar cuatro familias con estos 22 bloques, que respondan a cuatro conceptos distintos, agrupados bajo los nombres de LAG, MUR, CEV y BIK. El significado de estos conceptos debe inferirse en función de las características de las familias formadas. Por tanto, la tarea es un ejemplo concreto de formación de significados denotativos, al margen de la finalidad para la que se utilice el test.

Partimos, por tanto, de elementos de experimentación, que son los que se encuentra el sujeto cuando se enfrenta a la tarea, e intentamos simular automáticamente la formación del significado.

Como el Modelo no tiene un sistema perceptivo visual, nos vimos obligados a hacer una descripción de las características o propiedades que componen la situación, adjudicando

un número a cada variable. Es decir, aplicando una escala nominal al color, tamaño, altura, etc. de cada bloque de madera. Una vez establecida esta correspondencia de propiedades con números, comenzamos el experimento. Seleccionamos uno de los 22 bloques al azar, y describimos sus características, por ejemplo, **1.7.8.10**; esto significa que es una pieza azul, pequeña, alta y cilíndrica. A continuación, seleccionamos otro bloque y volvemos a describirlo, y así sucesivamente hasta terminar con los 22 bloques.

Establecida esta descripción, que se corresponde con un sistema perceptivo visual, el modelo puede determinar automáticamente el índice de afinidad entre cada uno de los bloques, por medio de la coincidencia de variables numéricas en la descripción de cada pieza. El resultado es una matriz de datos, que sirve de base para realizar un Análisis Dimensional. Las dimensiones resultantes del análisis, indican los distintos aspectos en que las piezas o bloques se relacionan entre sí y, dentro de cada dimensión, se indica también la mayor o menor carga de cada bloque en ese aspecto de la situación experimental.

En definitiva, el computador nos contesta que la palabra CEV se caracteriza por designar piezas pequeñas y bajas, la palabra LAG piezas grandes y altas, la palabra BIK piezas grandes y bajas, y la palabra MUR piezas pequeñas y altas. Esta solución es la misma a la que debe llegar un sujeto que se enfrente por el procedimiento tradicional al test de Hanfmann-Kasanin. Por tanto, podemos concluir que el modelo funciona también dentro de un determinado tipo de aprendizaje semántico.

##### 6. CONCLUSIONES

Parece evidente, en resumen, que el Modelo construido representa una alternativa útil en la simulación y explicación del aprendizaje serial, con más economía y potencia que otros programas clásicos, como el EPAM, y en la simulación de aprendizaje semántico, resolviendo correctamente el test de Formación de Conceptos de Hanfmann-Kasanin.

Por otro lado, los principios explicativos que ofrece el Modelo pueden representar una crítica eficaz a los modelos de aprendizaje, que intentan resolver la complejidad de la situación experimental mediante la yuxtaposición de etapas sucesivas (modelos de una, dos y hasta tres etapas). Una etapa intermedia entre el estímulo y la respuesta puede ser suficiente, si implica un proceso multivariado y dimensional que sintetice la complejidad de elaboración de información.

Departamento de Psicología  
Universidad de Valencia

#### REFERENCIAS

- FEINGENBAUM, E. A. (1959): "An Information Processing Theory of verbal learning". Santa Mónica, Calif.: RAND Corporation, P1817, octubre.
- (1961): "The Simulation of Verbal Learning Behavior". Proc. W. J. C. C., 19: 121-132.
- (1967): "Information Processing and Memory". Proc. Fifth Berkeley Symp. in Mathematical Statistics and Probability, vol. 4, Biology and Problem of Health University of California Press.
- FEINGENBAUM, E. A., y SIMON H. A. (1961): "Forgetting in an associative memory". Proc. of the Association Computing Machinery National Conference, 16: 2C2-2C5.
- (1963): "Performance of a Reading Task by EPAM" Behavioral Science, vol. 8.
- HANFMANNE., y KASANINI. (1937): "A method for the study of concept formation". J. Psychol., 3, 521-40.
- NEWELL, H. A. (1961): Information Processing Language V Manual Londres: Prentice-Hall.
- SECADAS, F. (1966): Análisis Dimensional. Práctica del Método. Madrid: C. S. I. C., ciclostilado.
- SECADAS, F.-SEOANE, J., y RECHEA, C. (1973): "Análisis Dimensional: Procedimiento y Programación". Comunicación al IV Congreso Nacional de Psicología.
- SEOANE, J. (1972): Aprendizaje Lingüístico en Inteligencia Artificial. Valencia. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.