

## Modelo Cognitivo y Modelación Matemático

Maria Salett Biembengut

[salett@furb.br](mailto:salett@furb.br)

Programa de Pos-Grado en Educación - FURB

### ABSTRACT

The production of images in our minds is one of the most complex processes that exist. It passes through the act of feeling, through ideation and through knowledge. Knowing how we know, how we process internal stimuli that arise with external stimuli, and how we finally manifest our perceptions in our minds has been an objective of investigation for decades. In this work, our objective was to interpret how knowledge is processed and how the brain translates external and internal stimuli, manipulates symbols and expresses these by means of images or representations, i.e. models.

La producción de imágenes en nuestra mente es uno de los procesos más complejos. Pasa por el hecho de sentir, por la idea, por el conocimiento. Conocer como conocemos, como se procesan los estímulos internos a partir de los estímulos externos, como se manifiestan nuestras percepciones, en otras palabras, nuestras mentes, hace décadas ha sido objeto de investigación. En este trabajo, objetivo hacer una interpretación el cerebro traduce los estímulos externos e internos, manipula símbolos y expresa por medio de imágenes o representaciones – modelos y aun, como usar ese proceso, inherente la mente humana, en la enseñanza de matemática.

¿Por qué cuando escuchamos un sonido o sentimos un aroma de algo conocido, de inmediato surgen en nuestra mente una imagen, una representación, un significado? ¿Y que ocurre cuando nos deparamos con un sonido o una palabra que desconocemos? ¿Por qué será que si alguien nos dice el nombre de una persona, con quien ya hemos tenido algún contacto, conseguimos recordar la fisonomía y, a veces, otras características de esa persona?

La producción de imágenes en nuestra mente es uno de los procesos más complejos. Pasa por el hecho de sentir, por la idea, por el conocimiento. La apropiación de una respuesta o un conjunto de respuestas a un estímulo que se expresa por medio de una imagen depende de otro conjunto complejo de estímulos. Segundo George (1973:28), “nosotros somos, en tanto organismos que se adaptan y que resuelven problemas, motivados a responder a nuestro medio ambiente y alcanzar objetivos y finalidades”.

Conocer como conocemos, como se procesan los estímulos internos a partir de los estímulos externos, como se manifiestan nuestras percepciones, en otras palabras, nuestras mentes, hace décadas ha sido objeto de investigación del área de la *neurociencia cognitiva*: área de la ciencia que estudia el sistema nervioso (*neurociencia*) y la que se propone modelar los procesos de percepción y cognición (*ciencia cognitiva*). Aunque hayan avanzado esas investigaciones, poco se conoce sobre el cerebro, la mente humana.

Sin tener la pretensión de proponer una versión personal de la teoría de la mente, en este trabajo, objetivamos hacer una interpretación de como se procesa el conocimiento y como el cerebro traduce los estímulos externos e internos, manipula símbolos y expresa por medio de imágenes o representaciones – modelos.

## **1. El sistema nervioso: algunas consideraciones**

Para que podamos tener una idea del proceso cognitivo es pertinente tener algún entendimiento sobre la estructura del sistema nervioso.

Nuestro sistema nervioso, responsable por el “comando” del organismo motor y cognitivo, debido a sus características y funciones, es subdividido en dos: el *sistema nervioso central* y el *sistema nervioso periférico*. El *sistema nervioso central* es compuesto por el cerebro, medula espinal y retina del sistema visual; y el *sistema nervioso periférico*, compuesto por las fibras conductoras y sus conexiones con los órganos sensoriales y efectores, como los músculos.

El cerebro es formado por dos hemisferios, casi simétricos, unidos por un conjunto de fibras nerviosas, denominado  *cuerpo calloso*. Aunque cada uno de los hemisferios tenga diferentes funciones, ellos se complementan formando la mente. Según Kovacs (1997), el hemisferio dominante, ligeramente más grande, es el responsable por las habilidades lingüísticas, incluyendo la lectura y la escritura y, probablemente, el centro de la experiencia consciente; mientras que en el hemisferio más chico presenta, entre las habilidades, las geométricas, las topológicas y la de apreciación musical. Es sintético, percibe el todo.

La medula tiene como función esencial el procesamiento de las informaciones; el tronco cerebral y sus núcleos, las necesidades básicas como: el hambre, la sed, el sueño, la reproducción; el cerebelo, el centro de la coordinación motora; y el *córtex* cerebral, las funciones de integración e interpretación de la información sensoria, iniciación motora y funciones superiores como las emociones, el planeamiento, el raciocinio, el lenguaje y la conciencia.

La unidad elemental del sistema nervioso es una célula excitable o célula nerviosa, la neurona, cuya función básica es procesar y transmitir información a partir de la propagación de una señal eléctrica, a lo largo de toda su extensión, en respuesta a estímulos provocados por acciones externas o internas al organismo.

En la neurona, son identificadas tres porciones: el *cuerpo celular*, el *árbol dendrital* o *dendritos* y el *axonio*. La función básica del *axonio* es transmitir información en forma de pulsos eléctricos regenerativos y por medio de sustancias que se transportan en su interior para las diversas partes del sistema nervioso y del organismo. Los *dendritos*, parte receptiva de la célula nerviosa, tienen como característica ofrecer una amplia área de contacto para recepción de información por medio de estructuras denominadas *sinapses*. En las *sinapses* ocurren las interacciones específicas entre una neurona y otra. La particularidad de estas interacciones es la clave para el funcionamiento del sistema nervioso.

Según Maturana y Varela (1995:162), “el conjunto de neuronas forma la base de un sistema nervioso capaz de actuar y reaccionar de manera compleja, en que cada neurona contribuye en diferentes redes a partir de diferentes estados del sistema nervioso que prevalecen en un tiempo determinado”. Son decenas de billones de neuronas que se contactan entre sí que, por su vez, se conectan con muchas células. La combinación de posibles interacciones es más que astronómica. “El sistema nervioso opera con determinación estructural. Luego, la estructura del medio no puede determinar sus cambios, pero solamente desencadenarlos”.

De acuerdo con investigadores de la neurociencia, los sistemas nerviosos fueron evolucionando en la medida en que el organismo fue necesitando adaptarse a los cambios

del ambiente. Esa creencia es debida a la capacidad del sistema nervioso en adaptarse o sufrir continuas modificaciones en la medida en que interactúa con el ambiente, por medio del aprendizaje. Tanto que la ausencia de ocurrencia de este aprendizaje hace con que el sistema nervioso se habitúe.

Gracias al sistema nervioso, podemos adquirir el conocimiento del mundo que nos rodea y a partir de éste efectuar una representación de este mundo, en un continuo conocer y representar. Para Maturana y Varela, el medio imprime en el sistema nervioso las características que le son propias y este las utiliza para crear la conducta, como quien usa un mapa para determinar una ruta. La interacción del sistema nervioso con el ambiente es la periferia sensoria y motora. Es por medio de la percepción que tomamos conocimiento del mundo que nos rodea.

## **2. El Modelo del proceso cognitivo**

Cada sensación o percepción, que tenemos del medio, hace crear en nuestra mente imaginación e ideas, que a partir de la comprensión y del entendimiento, pueden transformarse en significado, modelo, por lo tanto, conocimiento. Conocimiento que nos permite formar imágenes, conceptos; crear objetos; dar la forma, el color, el sentido al mundo en que vivimos.

Ese proceso, que ocurre desde los primeros meses de nuestras vidas, “se trata de una enorme tarea de aprendizaje, pero es alcanzada tan suavemente, de manera tan inconsciente, que su inmensa complejidad apenas es percibida” (Sacks,1995:141).

Diversos investigadores dividen el proceso cognitivo en tres estadios: percepción, comprensión y representación. Por ejemplo, George (1973:18) considera que en el *primer estadio*, ocurra una “producción divergente (o inducción), cognición y valoración”; en el *segundo estadio*, el de la comprensión, ocurran “los productos del pensamiento: unidades, clases, relaciones” y en el *tercer estadio*, el de la representación, ocurran tipos de contenido: “figurativo, simbólico y semántico”.

Kant (1724-1800) (apud Terra, 1995) denominó a ese proceso de facultad del conocimiento espontáneo y también lo dividió en tres, a saber: la *aprehensión*, (apprehensio) del diverso de la intuición — que requiere intuición; la *comprensión*, o sea, la unidad sintética de la conciencia de ese universo en el concepto de un objeto (apperceptio comprehensiva) — que requiere entendimiento y la *exposición* (*exhibitio*) del objeto correspondiente a ese concepto de intuición — que requiere juicio, juzgamiento. Haciendo una adaptación de los términos utilizados por Kant, denomínense los tres estadios del proceso cognitivo en: *percepción y aprehensión; comprensión y explicación; y, significación y modelación.*

#### 1<sup>a</sup>) *Percepción y Aprehensión*

Gracias a los sistemas visual, auditivo, olfativo, paladar y tacto y los sentidos que hacen posible la noción de profundidad, de equilibrio, entre otros, tenemos la percepción de las cosas que nos rodean. La percepción es un proceso complejo que consiste en recibir e identificar informaciones provenientes del propio cuerpo o del medio circundante y en clasificarlas. Segundo Sacks, la conexión entre los sentidos sólo puede ser establecida a partir de la experiencia. Aquellos que poseen de nacimiento la totalidad de los sentidos viven en el espacio y en el tiempo.

La percepción implica en la capacidad de captar eventos o ideas, mezclar, seleccionar y relacionar con las que disponemos. Como bien expresa Kovacs, la percepción “equivale a extraer información del caos sensorio y este proceso empieza en la periferia sensoria donde procesos de filtraje, a ejemplo de ventanas limitadas, coloridas y distorcidas, necesariamente, impondrán limitaciones” (Kovacs, 1997: 70).

Entre los sistemas más complejos y más nobles están la visión y la audición. Son los responsables por nuestra percepción del mundo que nos rodea, de la propia naturaleza de nuestro conocimiento. Son las bases de nuestra interlocución: del lenguaje de la capacidad

de contemplación y manifestación por medio de representaciones artísticas, como la música, la pintura, entre otras. Somos lo que somos y como somos por ser seres visual-auditivos.

Por medio del sistema visual, por ejemplo, tenemos acceso a la naturaleza rica en formas, colores, texturas. La mirada se constituye en un proceso activo y exploratorio, que nos permite extraer informaciones y delinear un mapa cognitivo de la escena o ambiente, condicionados al conocimiento y a nuestros objetivos. Para eso, el sistema visual efectúa sucesivas miradas no aleatorias, por saltos bruscos, en que el centro visual es posicionado de un punto a otro de la escena, por medio de un traslado rápido, cuyas imágenes proyectadas en la retina son rápidamente trasladadas en un proceso continuo. “Es plausible la hipótesis de que las intrincadas redes neuronales, que componen los córtices visuales, tengan como función detectar y extraer ciertos *patrones elementares*, presentes en el estímulo visual primario y, a partir de estos, construir una representación cognitiva consistente de la escena” (Maturana y Varela, 1995:105).

Lejos de ser un registro mecánico en discriminar colores, en identificar profundidad en reconocer patrones de forma eficiente e rápida, el sistema visual permítenos ultrapasar imágenes aprehendidas, llevándonos a concebir otras imágenes y agudizando la sensibilidad imaginativa y creativa. “El sentido de la visión nos ofrece todavía una plataforma mental para conducir nuestros circuitos de abstracciones, visualizando situaciones, buscando soluciones para problemas que muchas veces nada tienen que ver con estímulos visuales primarios” (Kovacs, 1997: 94).

El proceso de “traducción” de un estímulo físico específico en código neuronal por cualquiera de los sistemas perceptivos, según Kovacs, puede ser resumido por la secuencia: estímulo físico → alteración en la permeabilidad de la membrana del receptor primario → despolarización de la membrana potencial generadora → potencial de acción..

Aunque la percepción no sea la fuente del conocimiento, sin duda es esencial para una primera descripción del medio que nos cerca permitiendo la mente decodificarla y efectuar representaciones. “Nuestra percepción está estrechamente relacionada con el pensamiento, la resolución de problemas y los procesos decisorios. La diferencia entre esos

puntos se encuentra en el grado de complejidad de la percepción y su relación con la situación real de la resolución de problemas” — lo que, sobremanera, se cristaliza alrededor de la naturaleza de la percepción influenciada por las emociones, proyectos, deseos y /o intenciones inconscientes. (George, 1973:51). Y en ese sentido, se puede realmente decir que esta percepción es una mediación necesaria – a pesar de que, seguramente, no suficiente para tener conocimiento.

## 2ª) *Comprensión y Explicación*

El eslabón entre la percepción y el conocimiento es la comprensión. Comprender es expresar de manera intuitiva una sensación. Una vez habiendo sido sensibilizada con el hecho presentado, la mente busca explicar, relacionar con algo ya conocido y deducir los fenómenos que de allí derivan. En la medida en que los estímulos o informaciones perceptibles van siendo comprendidos por la mente, esta busca explicar o aclararlos, dibujando símbolos o fragmentos de símbolos que se pueden o no tornar conscientes.

Un proceso, que abarca la clasificación de los estímulos o informaciones, a nuevas combinaciones y / o a la reconocimiento de estímulos familiares, es todavía una forma de lenguaje en la cual los diferentes códigos de los sentidos (visión, audición, etc.) son traducidos para poder comunicarse.

El proceso cognitivo consiste en variar las observaciones y las medidas, en formular hipótesis pasibles de verificación, o sea, en saber discernir los elementos esenciales de la situación observada. Procesos que serán tanto más refinados cuanto mayor sea la vivencia y la experiencia.

La magia aquí está en la forma como la mente selecciona, filtra las percepciones o informaciones adquiridas y procesa lo que interesa o que está a disposición para generar ideas, comprensión y el entendimiento. Eso demuestra que las percepciones, luego, la comprensión y el entendimiento difieren de una persona a otra.

### 3ª) Significación y Modelación

Una vez comprendidas y explicadas las percepciones o informaciones, se busca traducirlas o representarlas por medio de símbolos e/o modelos. Esas representaciones mentales – símbolos e/o modelos – pueden internas o externas. Las *representaciones internas* son las que construimos en el sistema cognitivo para la comprensión del medio en que vivimos, siendo una forma de supervivencia, y las externas son las que conseguimos expresar o producir externamente como pinturas, fotografías, objetos, etc.

Las representaciones internas pueden ser divididas en analógicas, más abstractas y proposicionales. Las representaciones analógicas son similares al objeto o imágenes formadas a partir de los órganos de los sentidos – modelos mentales; mientras las proposicionales, más abstractas, son las organizadas por medio de reglas abstractas y referenciales que captan las informaciones del sistema cognitivo, independiente de la manera como fueron encontradas; esas representaciones “son la cadena de símbolos que corresponden al lenguaje natural, modelos mentales, son análogos estructurales del mundo e imágenes a los modelos vistos de determinada perspectiva”. (Moreira y Masini, 1999:182).

Es creíble que la mente manipula los símbolos y busca imitarlos, creando modelos de las situaciones con las cuales interactúa y que le permite no solamente interpretarlos, mas aún entender, prever, influenciar, saber y actuar sobre las situaciones o eventos modelados. Es por medio de esos modelos que ocurren las representaciones simbólicas y los significados y, en última instancia, el entendimiento.

No todas nuestras percepciones generan aprendizaje. Aprender implica tener conocimiento y no solamente información. En el día a día, recibimos enormes cantidades de informaciones, de varias formas y por varios medios, captados por nuestros sentidos, pero la mente los descarta o los retiene por un período de tiempo en la memoria.

El aprendizaje está relacionado al interés. En estos términos, de acuerdo con el grado de interés que tenemos respecto a algo, el aprendizaje – el conocimiento adquirido – puede quedar almacenado en una memoria de corto, mediano o largo plazo. “El aprendizaje es un



proceso de adaptación a las circunstancias mutables y a la fijación de los mecanismos de éxito y fracaso involucrados en el proceso. (...) y una adaptación adquirida como resultado de las transacciones entre el organismo y el medio ambiente” (George, 1973:27). Aprender como manejar un vehículo o nadar, pasa a hacer parte de su propia estructura, en cierto sentido.

Podemos decir que conocimiento es la capacidad de la mente en significar o modelar una información o un evento y utilizarlos en el momento oportuno. Refleja la habilidad intrínseca del sistema cognitivo de reorganizarse, para generar nuevos conocimientos frente a nuevas necesidades impuestas por el medio.

### **3. Consideraciones finales**

Así siendo, vimos que nuestro proceso cognitivo es esencialmente simbólico al formar imágenes e/o símbolos – modelos – para entender el mundo. Modelos esos que son también modificados a partir de nuevas percepciones y nuevos intereses. Modelos anteriores que influyen los modelos subsecuentes, gracias a la percepción y al debido entendimiento de las representaciones simbólicas.

De esta manera, cuando escuchamos el sonido o el nombre de una persona conocida, o aún, cuando sentimos un aroma de algo conocido, nuestra mente busca verificar si ya disponemos de este conocimiento, relacionando con el existente y haciendo emerger una imagen, un significado, un modelo. De igual forma, si nos deparamos con un sonido o una palabra o un concepto que desconocemos, al no encontrar cualquier significación modelo a ser comparado, nuestra mente busca entender y explicar formando un nuevo modelo o descartándolo cuando no hay interés o necesidad orgánica.

Como bien expresa Sacks, “cuando abrimos nuestros ojos todas las mañanas, nos damos de cara con un mundo que pasamos la vida aprendiendo a ver. El mundo no nos es dado: construimos nuestro mundo a través de la experiencia, clasificación, memoria y reconocimiento incesantes” (Sacks, 1995:129).

Aparentemente, el sistema cognitivo es, de tal forma, que las raíces del proceso de modelar tal vez estén mucho más profundas: “pensar es una forma de acción, y con muchas personas el poder de formar cuadros mentales es limitado por su capacidad de establecer modelos de cosa imaginada” (Childe, 1971:47).

Podemos percibir, por todo lo expuesto, que los procesos de cognición – los modelos – ofrecen abundantes recursos de investigación por la complejidad frente a sus estructuras biológicas (campo de la neurociencia) y por los símbolos formados en la mente debido a la percepción y debido a la comprensión que tenemos del medio en que vivimos. Sin duda, la comprensión de cómo las costumbres, los valores, los objetivos, los ideales orientan o forman nuestras conductas y nuestras actitudes, puede revelar algunas de las raíces de nuestra cognición y, quien sabe, de la cognición humana en su totalidad. Tal vez aquí resida un camino para llegar a la integración y al entendimiento humano y su medio.

### **Referencias Bibliográficas**

- CHILDE, V. Gordon. *A Evolução Cultural do Homem*. Trad. Waltensir Dutra. Rio de Janeiro, RJ: Zahar Editores, 1971.
- GEORGE, Dr. Frank. *Modelos de Pensamentos*. Trad. Mário Guerreiro. Petrópolis, RJ: Vozes, 1973.
- KANT, Immanuel. *Duas introduções à Crítica do Juízo*. (Org.) Ricardo R. Terra. São Paulo: Iluminuras, 1995.
- KOVACS, Zsolt Lászio. *O cérebro e a sua mente: uma introdução à neurociência computacional*. São Paulo: Acadêmica, 1997.
- MATURANA, Humberto R. e VARELA, Francisco J. *A árvore do conhecimento*. Trad. Jonas Pereira dos Santos. Editora Psy II: Campinas, 1995.
- MOREIRA, Marco Antonio e MASINI, Elcie Salzano. *Aprendizagem Significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Moraes, 1995.
- SACKS, Oliver. *Um antropólogo em Marte*. Trad. Bernardo Carvalho. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.