

## Modelo de estructura cognoscitiva desde el punto de vista de la Teoría Reformulada de la Asimilación

Adriana Paniagua<sup>1</sup> y Jesús A. Meneses Villagrà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Departamento de Física. Mérida, Venezuela. E-mail: [paniagua@ula.ve](mailto:paniagua@ula.ve)

<sup>2</sup>Universidad de Burgos, Departamento de Didácticas Específicas. Burgos, España. E-mail: [meneses@ubu.es](mailto:meneses@ubu.es)

**Resumen:** La reformulación de la teoría de la asimilación de Ausubel (TRA) nos ha permitido desarrollar una analogía entre la relacionabilidad y discriminabilidad ideativa de la estructura cognitiva con el sistema físico de un resorte conductor elástico comprimido. A partir de lo cual, se ha elaborado un modelo de estructura cognitiva que permite la explicación de un conjunto de comportamientos psicológicos considerados en la actualidad por la psicología cognitiva y de utilidad en los procesos de aprendizaje. El modelo de estructura cognitiva propuesto está en concordancia con comportamientos cerebrales conocidos y con modelos actuales de su comportamiento.

**Palabras clave:** Modelo, estructura cognoscitiva, Teoría Reformulada de la Asimilación, Ausubel, psicología cognitiva.

**Title:** Model of cognitive structure from the point of view of the newly enunciated theory of the Assimilation

**Abstract:** The newly enunciated theory of Ausubel's assimilation (NETA) has allowed us to develop an analogy between the ability of making connections and differentiate ideas within the cognitive structure of the students in relation to the physical system of an elastic conductive spring in a compressed state. Taking this new theory as a starting point, it has been possible to elaborate a model of cognitive structure which allows us to explain a set of psychological behaviours considered at present by the cognitive psychology and usefully profitable in the learning processes. The proposed model of cognitive structure is in conformity with cerebral known behaviours and with current models of its behaviour.

**Keywords:** Model, cognitive structure, newly enunciated theory of assimilation, Ausubel, cognitive psychology.

### Fundamentación teórica

El presente trabajo tiene como fundamento teórico la Teoría Reformulada de la Asimilación de Ausubel (Ausubel, 1976; Paniagua y Meneses, 2006). De acuerdo a los planteamientos sustentados en la Teoría Reformulada de la Asimilación (TRA) la estructura cognoscitiva es una estructura ideativa

constituida por todos los aprendizajes significativos pasados. La cual cambia constantemente, debido a los procesos de aprendizaje, constituyéndose en un sistema dinámico de situaciones de equilibrio (Piaget, 1975; Pozo, 1987; Klinger y Vadillo 1999). Para dar cuenta de este comportamiento se considera la *fuerza de afianzamiento*, que tiene que ver con la relacionabilidad no arbitraria y sustantiva entre las ideas, y la *fuerza de disociación* que es producto de la discriminabilidad existente entre el nuevo concepto y la idea pertinente de la estructura cognitiva que le sirve de afianzamiento, es una fuerza latente variable que puede liberarse cuando existan requerimientos cognoscitivos para ello.

Al interactuar una nueva idea  $N$  con otra  $A$  ya existente en la estructura cognoscitiva, ambas se transforman por dicha interacción.

$$A \rightarrow A'$$

$$N \rightarrow N'$$

$A'$  y  $N'$  son los nuevos significados de  $A$  y  $N$ .

La idea que sirve de anclaje está, a su vez, relacionada con otras ideas pertinentes de la estructura cognitiva y tiene su propia fuerza de disociación de ellas. La fuerza de afianzamiento dada por la relacionabilidad con otros conceptos es la que proporciona la estabilidad a un concepto.

La estructura cognoscitiva se considera como una red tipo neural en la cual en los nodos se encuentran las ideas que la forman. Dichos conceptos varían en estabilidad unos con otros, pero no se encuentran organizados de manera jerárquica.

La reproducción de las ideas se produce por la activación de las fuerzas de disociación mayores que el umbral de disponibilidad significativo. Dicha activación se origina por la mediación de algún estímulo interno o externo sobre la estructura cognoscitiva.

La fuerza de disociación de un aprendiz en una tarea específica en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa tiene un comportamiento no lineal (Paniagua y Meneses, 2006).

### **Modelo de la estructura cognoscitiva a partir de la analogía con un resorte elástico comprimido**

En este apartado se desarrolla una analogía entre el comportamiento de las conexiones ideativas de la estructura cognoscitiva según la Teoría Reformulada de la Asimilación (TRA) y el comportamiento de un resorte conductor elástico comprimido. A partir de lo cual, se establece la correspondencia entre los conceptos que rigen ambos comportamientos. Esta correspondencia sirve como base para el planteamiento de un modelo de la estructura cognoscitiva.

1) Analogía entre el comportamiento de las conexiones ideativas de la estructura cognoscitiva y el comportamiento de un resorte conductor elástico comprimido

Se elige el resorte para usarlo como representación física de las conexiones ideativas de la estructura cognoscitiva por las siguientes razones:

- Al comprimirlo presenta una fuerza elástica variable.
- Almacena energía potencial.
- La fuerza elástica es restauradora.
- La fuerza elástica depende del grado de compresión.
- La fuerza elástica depende de las características de cada resorte.
- Se puede comprimir por efecto de una corriente eléctrica.
- La corriente eléctrica se puede producir por medio de reacciones químicas.

Se selecciona la compresión del resorte por el paso de una corriente, debido a que el organismo humano emplea impulsos eléctricos para transmitir información a través de su red nerviosa y también se producen impulsos eléctricos en la actividad cerebral (Carlson, 1996; Morris, 1997; Feldman, 1999; Eichenbaum, 2003).

El resorte se comprime por la fuerza de atracción magnética entre las espiras debido a la circulación de corriente. Se puede considerar en una primera aproximación que esta fuerza depende del cuadrado de la corriente (Resnick, Halliday y Krane, 2002). La fuerza de compresión en un resorte elástico produce una fuerza de expansión, por lo tanto podemos considerar que la fuerza elástica también depende del cuadrado de la corriente.

Tenemos entonces en esta analogía las siguientes asociaciones:

- La fuerza de disociación con la fuerza elástica de un resorte comprimido;
- La fuerza de afianzamiento con la fuerza de compresión del resorte.

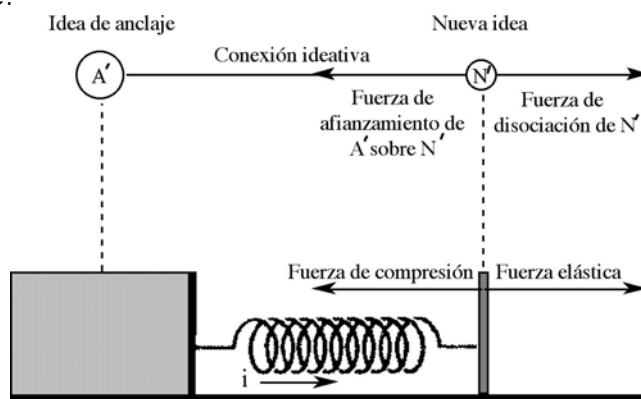


Figura 1.- Representación de la analogía entre las conexiones ideativas de la estructura cognoscitiva y un resorte conductor elástico comprimido.

Si en un instante de tiempo, anulamos la corriente que circula por el resorte eliminamos la fuerza de compresión y entonces la fuerza elástica hace que el resorte se expanda pudiendo alcanzar un umbral preestablecido. Este comportamiento de la fuerza elástica del resorte es similar al comportamiento de la fuerza de disociación planteada por Ausubel, la cual es una fuerza latente que se puede manifestar ante determinadas exigencias y hacer que el significado  $N'$  pueda ser recuperado.

Esta representación considera la estructura cognoscitiva como una estructura ideativa con conexiones que tienen propiedades elásticas.

### 2) Correspondencia entre los conceptos del comportamiento de un resorte elástico y los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación

En base a la analogía establecida entre el comportamiento de las conexiones ideativas de la estructura cognoscitiva de acuerdo a la teoría reformulada de la asimilación y el comportamiento de un resorte elástico comprimido por la circulación de una corriente eléctrica, se desarrolla la correspondencia entre los conceptos que rigen ambos comportamientos.

Tenemos entonces que a partir del comportamiento físico de un resorte comprimido, el cual es conocido, se extrapolan conclusiones de comportamiento para la estructura cognitiva.

Estos planteamientos se muestran en la Tabla E.1 (Anexo E).

### 3) Circuito eléctrico para la compresión del resorte

La correspondencia establecida entre los conceptos que rigen el comportamiento de un resorte elástico comprimido y la Teoría reformulada de la asimilación, donde hemos asociado la fuerza elástica del resorte con la fuerza de disociación ideativa, hace necesario definir un circuito eléctrico que produzca la compresión del resorte y que su corriente circulante tenga un comportamiento similar a la fuerza de disociación planteada en dicha teoría en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa. Se analizaron diferentes circuitos y se seleccionó el indicado en el Anexo A, fig A.1.

En dicho circuito se han considerado la resistencia  $R$  y la inductancia  $L$  del resorte, la capacitancia  $C$  de un capacitor, una fem de corriente pulsante y un suiche de doble posición con la finalidad que la corriente que circula (Resnick, Halliday y Krane, 2002) de cuenta del comportamiento de la fuerza de disociación en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa.

Se incluye en el circuito una fuente de voltaje pulsante con la finalidad de tener en cuenta el comportamiento cerebral que produce pulsos eléctricos de corta duración (mseg) (Morris, 1997; Carlson 1996). Los pulsos eléctricos cerebrales pueden ser aproximados por los pulsos que se muestran en la fig 2. Donde  $t_v > t_0$  para que la corriente sea una función creciente.

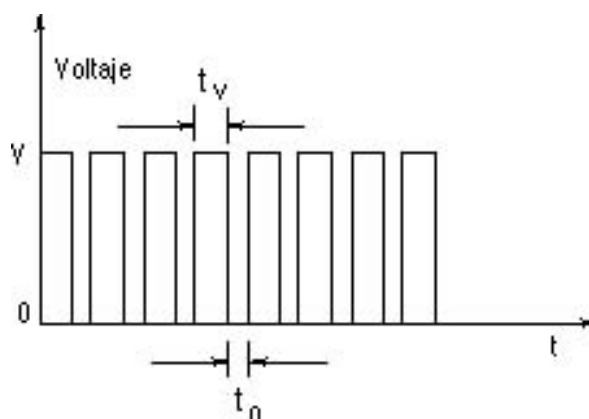


Figura 2.- Voltaje pulsante que aproxima los pulsos cerebrales.

De esta forma la corriente crece de manera fluctuante y los puntos máximos de cada intervalo dan la curva que se muestra en el Anexo C, cuando el suiche  $S$  se cierra en  $a$ . Esto implica que la fuerza de disociación tiene también un crecimiento fluctuante cuyos puntos máximos de cada intervalo tienen un comportamiento como el indicado en el Anexo D durante el proceso de asimilación.

Se incluye un capacitor en el circuito con la finalidad que el tiempo de decaimiento de la corriente cuando el suiche  $S$  se cierra en  $b$  (Anexo C), sea más extenso para estar en concordancia con el comportamiento de la fuerza de disociación predicha por la TRA. Se produce en este caso una corriente oscilante. La amplitud de esta corriente oscilante decrece exponencialmente (Resnick, Halliday & Krane, 2002). Esta corriente produce en el capacitor procesos de carga y descarga que hacen que este sirva como una fuente transitoria de almacenamiento de energía eléctrica

El circuito indicado en el Anexo A, se toma como base de funcionamiento de la estructura cognoscitiva por dar cuenta del comportamiento de la fuerza de disociación en las etapas de asimilación y asimilación obliterativa y presentar elementos que lo hacen concordante con comportamientos cerebrales.

#### 4) Correspondencia entre los conceptos del comportamiento del circuito eléctrico A.1 (Anexo A) y los conceptos de la Teoría Reformulada de la Asimilación

En base al circuito propuesto para hacer circular corriente por el resorte conductor elástico y en el cual se integran elementos para que la fuerza elástica de expansión del resorte tenga un comportamiento similar a la fuerza de disociación, se desarrolla la correspondencia entre los conceptos que rigen ambos comportamientos.

Tenemos entonces que a partir del funcionamiento del circuito eléctrico A.1 (Anexo A), el cual es conocido, se extrapolan conclusiones de comportamiento para la estructura cognoscitiva.

Estos planteamientos se muestran en la tabla F.1 (Anexo F).

### 5) Modelo de estructura cognoscitiva

Desarrollaremos un modelo de estructura cognoscitiva que de cuenta de su funcionalidad en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa.

La estructura cognoscitiva y su funcionalidad, se encuentran representadas en el Anexo B. La funcionalidad de la estructura cognoscitiva se desarrolla en base al circuito que se muestra en el Anexo A, considerando la etapa de asimilación, suiche *S* cerrado en *a*, y la etapa de asimilación obliterativa, suiche *S* cerrado en *b*.

#### Asimilación (suiche *S* del circuito cerrado en *a*)

a) En base a la correspondencia entre los conceptos del comportamiento de un resorte elástico y los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación que se establecieron en el párrafo 2.2, se pueden describir algunas características de la estructura cognoscitiva.

- En la asimilación se integran ideas a la estructura cognitiva y al mismo tiempo se desarrollan los mecanismos para su posterior recuperación. La recuperación de los conceptos aprendidos depende de la fuerza de disociación.
- En el proceso de asimilación se produce la fuerza de afianzamiento como producto del establecimiento de relacionabilidades entre la nueva idea y una idea ya existente en la estructura cognoscitiva. La fuerza de afianzamiento puede producir una fuerza de disociación si la estructura cognoscitiva es flexible y tiene un comportamiento elástico. Con esto se quiere decir que el establecimiento de relacionabilidades no arbitrarias y sustantivas nos posibilita a establecer diferencias entre los conceptos, también no arbitrarias y sustantivas. Las relacionabilidades nos permiten construir una estructura cognitiva robusta y el establecimiento de diferenciabilidades permite la recuperación del material almacenado.
- Una estructura cognoscitiva es más flexible mientras menor sea el esfuerzo cognitivo para establecer relacionabilidades. Una estructura cognitiva es más elástica mientras menor esfuerzo cognitivo se necesite para la recuperación de materiales almacenados.

b) En base al funcionamiento del circuito A.1 (Anexo A) y a la correspondencia entre su comportamiento con los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación establecidos en el párrafo 2.4, podemos confirmar algunos comportamientos de la estructura cognoscitiva en el proceso de asimilación e inferir otros.

- Durante el proceso de asimilación el aprendiz construye los significados a partir del material de aprendizaje. El máximo grado de significatividad corresponde al significado psicológico dado por el aprendiz. Este significado depende del significado lógico del material de aprendizaje, y de aspectos afectivos y emocionales del aprendiz.

- La actitud hacia el aprendizaje puede variar por factores psicológicos. El valor máximo de la fuerza de disociación alcanzado durante la asimilación depende de la actitud del aprendiz hacia el aprendizaje.
- En el aprendiz existe una inercia mental que se opone al cambio de la estructura cognoscitiva. Esta inercia impide el crecimiento instantáneo de la fuerza de disociación en la etapa de asimilación.

#### Asimilación obliterativa (suiche S del circuito cerrado en b)

En base a la correspondencia entre los conceptos de los comportamientos de un resorte elástico comprimido y del circuito eléctrico A.1 (Anexo A) con los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación que se establecieron en los párrafos 2.2 y 2.4 respectivamente y considerando el gráfico del comportamiento de la fuerza de disociación (Anexo D), se pueden describir algunas características del funcionamiento de la estructura cognoscitiva en el proceso de asimilación obliterativa.

- Durante el proceso de asimilación obliterativa la fuerza de disociación tiene un comportamiento pulsante (Anexo D). La amplitud de dicha pulsación decrece con el tiempo de forma similar a la curva de Ebbinghaus (Hilgard, 1975). El comportamiento decreciente pulsante de la fuerza de disociación hace que el proceso de asimilación obliterativo sea más extenso.
- La pulsación de la fuerza de disociación produce un almacenamiento transitorio de los significados que conforman un concepto en un sustrato más profundo de la memoria a largo plazo.
- El comportamiento de la amplitud de la fuerza de disociación se debe a la inercia al cambio, en este caso, al decrecimiento de la fuerza de disociación. Se puede decir que todo lo que hemos asimilado en algún momento permanece en la memoria de largo plazo, estando disponible para ser recuperado si la fuerza de disociación está sobre el umbral de disponibilidad significativo.
- La fuerza de disociación presenta una frecuencia fija de pulsación en el proceso de asimilación obliterativa para un determinado significado construido. Esta frecuencia depende de la actitud del estudiante frente al aprendizaje, de la inercia al cambio de la estructura cognitiva y del significado adquirido. Por lo tanto un significado adquirido puede ser identificado por la frecuencia de pulsación de la fuerza de disociación.
- La identificación de una idea por medio de la frecuencia de oscilación de la fuerza de disociación posibilita un medio para su recuperación. Cuando recuperamos algo de nuestra memoria lo hacemos por medio de una búsqueda en nuestra estructura cognoscitiva. La forma de realizar esa búsqueda consiste en la comparación de un ítem con aquellos almacenados en la estructura cognoscitiva, hasta identificar áquel que corresponde. Si consideramos que ese ítem tiene asociada una frecuencia determinada, podemos realizar la búsqueda de una forma

expedita, puesto que se puede comparar de forma simultánea con todos los items almacenados. Solamente aquel elemento que tenga la misma frecuencia y una amplitud por encima del umbral de disponibilidad aumentará su amplitud de fuerza de disociación a su valor máximo y puede ser recuperado. Este planteamiento es similar al procesamiento en paralelo propuesto por Ratcliff (1978), (De Vega, 1998).

Tenemos que esta forma de recuperación resonante hace que la fuerza de disociación crezca hasta su valor máximo y se mantenga en ese valor mientras persista el estímulo externo. Una vez que dicho estímulo desaparece se produce, desde ese valor, el decrecimiento de la fuerza de disociación. Esto explica porqué la utilización de los conceptos aprendidos incrementa su fuerza de disociación, de tal manera que se facilitan las recuperaciones posteriores a ese momento.

#### 6) Concordancia del modelo de estructura cognoscitiva con comportamientos neurofisiológicos

En base al conocimiento actual de las funciones cerebrales: bases neuronales del aprendizaje y la cognición (Leahey, 1998; Eichenbaum, 2003), el desarrollo de técnicas de neuroimágenes que permiten la exploración de la actividad cerebral en tiempo real (Morris, 1997; Milner, Squire y Kandel, 1998), el desarrollo de modelos computacionales del comportamiento cerebral (Milner, Squire y Kandel, 1998), se consideran algunos aspectos que presentan los comportamientos cerebrales los cuales son similares a los propuestos por el modelo de estructura cognoscitiva y los cuales se constituyen por lo tanto en un respaldo de dicho modelo, ver Tabla G.1 (Anexo G).

Por lo tanto, tenemos que la estructura cognoscitiva y el modelo de ella propuesto están de acuerdo con comportamientos cerebrales conocidos y con modelos cerebrales que dan cuenta de procesos cognitivos.

#### **Análisis del comportamiento de la estructura cognoscitiva desde el punto de vista del modelo planteado**

El modelo diseñado para la estructura cognoscitiva, en el cual se considera que las conexiones entre los elementos ideativos que la constituyen tienen un comportamiento flexible, elástico y oscilante, explica algunos aspectos de la funcionalidad de dicha estructura cognoscitiva, tales como:

- a) La variación de la fuerza de disociación a través del tiempo.
- b) El umbral de disponibilidad y su variación idiosincrásica.
- c) La recuperación de los elementos aprendidos de manera significativa.
- d) La potencialidad significativa.
- e) La memoria a largo plazo (MLP) y memoria a corto plazo (MCP).
- f) El fenómeno de la "punta de la lengua".
- g) El insight, fenómeno psicológico de la comprensión súbita.



a) Variación de la fuerza de disociación a través del tiempo

Durante el proceso de asimilación la fuerza de disociación aumenta hasta llegar a un valor máximo, para una determinada tarea de aprendizaje realizada por un aprendiz. Posteriormente, en el proceso de asimilación obliterativa su amplitud disminuye hasta tender asintóticamente a un valor mínimo. Este comportamiento de la fuerza de disociación se puede explicar desde el punto de vista del modelo de la estructura cognoscitiva.

La compresión del resorte origina una fuerza elástica, que puede ser liberada posteriormente; al finalizar la compresión del resorte la fuerza elástica tiene su valor máximo. Recordemos que al comprimir un resorte se gasta energía que queda almacenada como energía potencial elástica del resorte. De manera similar podemos considerar que el proceso de asimilación implica un gasto de energía cognoscitiva que queda almacenada de forma potencial en la relacionabilidad adquirida. Pero al igual que el mantenimiento de un resorte comprimido implica un gasto de energía, el mantenimiento de la fuerza de afianzamiento implica un gasto de energía cognoscitiva que es necesario liberar para poder realizar otras tareas. Esto implica que con el transcurrir del tiempo disminuye esa fuerza de afianzamiento teniendo como consecuencia una disminución en la fuerza de disociación.

En el circuito que representa la funcionalidad de la estructura cognoscitiva tenemos que la corriente decrece exponencialmente de una forma oscilatoria en el proceso de asimilación obliterativa debido a la inclusión de un capacitor. Esto hace que se alargue el tiempo en alcanzar un valor mínimo, el cual decae lentamente en un tiempo muy largo. Por la asociación que hemos establecido se puede considerar entonces que siempre existe un remanente de la fuerza de disociación.

b) Umbral de disponibilidad significativo y su variación idiosincrásica

El *umbral de disponibilidad significativo* corresponde a la mínima fuerza de disociación para la cual se puede recordar o evocar un material aprendido significativamente. Este umbral es idiosincrático y depende de factores cognoscitivos y afectivos del aprendiz. Veamos como se puede explicar este comportamiento desde el punto de vista del modelo de la estructura cognoscitiva.

Analicemos inicialmente el comportamiento de un conjunto de resortes de distinta constante de fuerza  $k$ . Cuando se aplica a cada uno de ellos la misma fuerza, la compresión producida en ellos es diferente. Aquellos que tienen una constante de fuerza mayor son más rígidos y se comprimen menos que aquellos que tienen una constante de fuerza menor por lo cual son más flexibles. Debido a que la compresión es diferente para cada uno, al ser suspendida la fuerza de compresión el espacio recorrido por el extremo libre de cada resorte es diferente. Si establecemos un determinado umbral no todos lo superarán. Se puede decir que cada resorte necesita de distinta fuerza elástica para poder superar un umbral impuesto. Los resortes más flexibles superarán con mayor facilidad el umbral citado.

Aplicando esto al comportamiento de la estructura cognoscitiva de diferentes aprendices, podemos decir que cada uno de ellos necesita de distinta fuerza de disociación mínima para recordar o evocar un material aprendido significativamente, de acuerdo a sus características idiosincráticas que dependen de factores emocionales y afectivos. Mientras más flexible sea la estructura cognoscitiva del aprendiz menor será la fuerza de disociación mínima necesaria para recuperar o evocar un concepto. Por lo tanto las estructuras cognoscitivas más flexibles tienen umbrales de disponibilidad más bajos.

c) Recuperación de materiales aprendidos de manera significativa

En el modelo de estructura cognoscitiva propuesta hemos asociado a las ideas, una frecuencia de oscilación que puede identificarla en la estructura cognoscitiva. Tenemos por lo tanto que se puede considerar como un mecanismo de recuperación de una idea almacenada en la estructura cognoscitiva, la interacción con un estímulo externo que tiene una frecuencia similar a la de identificación de dicha idea. Esto produciría un aumento en la amplitud de la fuerza de disociación que se mantendría constante mientras dure la presencia del estímulo y la cual decrecería gradualmente de forma exponencial ante su ausencia.

En este caso la amplitud puede alcanzar el valor de la máxima fuerza de disociación, de esa forma se hace posible que una idea surja en el plano consciente del aprendiz y se pueda recuperar de la estructura cognoscitiva. Pueden alcanzar este valor todos aquellos elementos que tengan una fuerza de disociación igual o superior al umbral de disponibilidad significativo.

Este incremento en la amplitud de la fuerza de disociación durante la recuperación daría cuenta de porqué un elemento ideativo que se utiliza en un momento dado, se puede recuperar con mayor facilidad en momentos posteriores.

d) Potencialidad significativa

La potencialidad significativa de los materiales de aprendizaje tiene un significado lógico y un significado psicológico. El significado lógico es propio del material de aprendizaje y el significado psicológico es dado por el aprendiz.

Esta potencialidad significativa de los material de aprendizaje es la que posibilita incorporar los elementos de dicho material a la estructura cognoscitiva por medio de las fuerzas de afianzamiento y recuperarlos posteriormente por medio de la fuerzas de disociación.

En el modelo de estructura cognoscitiva hemos asociado el material de aprendizaje con la fem, el voltaje proporcionado por la fem con el significado lógico, la resistencia con la actitud hacia el aprendizaje y la corriente que circula por el circuito con los significados construidos por el aprendiz. Tenemos que en dicho circuito para una misma fem la corriente máxima que circula por el circuito está determinada por la resistencia.

Se puede decir por analogía que un material de aprendizaje con su significado lógico pueden producir diferentes significados psicológicos en distintos aprendices. Se tiene entonces que las fuerzas de afianzamiento y disociación pueden ser diferentes para una misma tarea de aprendizaje en distintos aprendices.

e) Memoria a largo plazo (MLP) y memoria a corto plazo (MCP)

Los conceptos, introducidos por la psicología cognoscitiva, memoria a corto plazo (MCP) y memoria a largo plazo (MLP) pueden ser interpretados bajo la óptica del modelo de la estructura cognoscitiva. La memoria MCP corresponde al plano consciente del individuo y la memoria MLP corresponde al plano no consciente.

Tenemos que todos los elementos aprendidos significativamente se encuentran en la MLP. Aquellos elementos que tengan una amplitud de fuerza de disociación por encima del umbral de disponibilidad significativo, pueden ser recuperados aumentando la amplitud de la fuerza de disociación hasta su nivel máximo ante un requerimiento determinado. El incremento de la amplitud de la fuerza de disociación permite que dicho elemento sea percibido transitoriamente. Por lo tanto durante un corto periodo se encuentra presente en la memoria denominada a corto plazo (MCP). Al decrecer la amplitud de fuerza de disociación pasa a la MLP donde permanece almacenado, estando disponible ante algún requerimiento.

Tenemos que la MCP se encuentra en el plano consciente que es alcanzado por medio de la fuerza de disociación máxima. En cambio la MLP presenta distintos planos de profundidad dependiendo de la variación de la fuerza de disociación con el tiempo, esto daría cuenta del hecho de la diferenciabilidad de esfuerzo en la recuperación de un elemento almacenado en la MLP.

Un elemento guardado en la MLP con una amplitud de fuerza de disociación por encima del umbral de disponibilidad significativo, ante un requerimiento, puede pasar a la MCP siendo recordado o evocado y utilizado para determinados fines. El comportamiento elástico de las conexiones ideativas hace que los elementos ideativos que conforman la estructura cognoscitiva puedan desplazarse con facilidad de un tipo de memoria a otra.

f) Fenómeno de la "punta de la lengua"

Los conceptos no conforman un sólo bloque monolítico, sino que están compuestos por una serie de elementos sustantivos cuyo conjunto constituye su significado.

El fenómeno de la "punta de la lengua" nos muestra cómo a veces algunos de los elementos que constituyen un concepto no pueden ser recuperados simultáneamente por no poseer una amplitud de fuerza de disociación por encima del umbral de disponibilidad significativo. Entonces, es necesario una pequeña retroalimentación que pueda incrementar la fuerza elástica de disociación de esos elementos, para posibilitar su recuperación y de esa

manera la construcción del significado. De esta forma se puede recordar o evocar aquella palabra que se tiene en la punta de la lengua.

g) Insight, fenómeno psicológico de la comprensión súbita

La inclusión de nuevas ideas a la estructura cognoscitiva agrega nuevas fuerzas de afianzamiento que rompen el equilibrio existente en dicha estructura. Por lo cual, debe existir un reacomodo para lograr un nuevo estado de equilibrio que de estabilidad a la estructura cognoscitiva.

Los procesos mentales tienen una relacionabilidad consciente, que se produce en los procesos de asimilación y una relacionabilidad no consciente que se produce posteriormente en los procesos de acomodación de la estructura cognoscitiva con la finalidad de mantener el equilibrio.

Este esquema de comportamiento de la estructura cognoscitiva puede dar cuenta del fenómeno psicológico de la comprensión súbita denominado Insight.

El reacomodo de la estructura cognoscitiva produce variaciones de la fuerza de disociación y el establecimiento de nuevas relacionabilidades. Si la amplitud de la fuerza de disociación, de algunos elementos necesarios e indispensables para la comprensión, alcanza el umbral de disponibilidad significativo, es posible su recuperación si se mantiene el estímulo de querer solucionar el problema; esto incrementa la amplitud de la fuerza de disociación y hace que dichos elementos alcancen la máxima fuerza de disociación aflorando al plano consciente. Mediante la acomodación se producen acercamientos entre elementos ideativos, los cuales permiten establecer repentinamente, de manera no consciente, nuevas relaciones. Las nuevas relaciones establecidas posibilitan que varios elementos se enlacen y puedan superar simultáneamente el umbral de disponibilidad significativo conduciendo a una solución que cada elemento independiente no permitía alcanzar.

Este fenómeno psicológico es producto de un esfuerzo cognoscitivo, el cual no consiguió solución a una situación problemática planteada. Si la actitud de la persona que intenta solucionar el problema es positiva en cuanto a encontrar la solución, el estímulo perdura por un tiempo, de tal manera que cuando en el reacomodo cognitivo los elementos necesarios alcanzan una amplitud de fuerza de disociación por encima del umbral de disponibilidad significativo, estos elementos pueden ser recuperados de forma súbita construyendo la solución buscada.

El reacomodo cognitivo es posible debido a la elasticidad y flexibilidad de la estructura cognoscitiva. Mientras más flexible y elástica sea dicha estructura más eficiente será el reacomodo de la misma.

### **Conclusiones**

La analogía desarrollada entre los conceptos de la Teoría Reformulada de la Asimilación y el comportamiento de un resorte comprimido, permite una mejor comprensión de los conceptos abstractos de dicha teoría al compararlos con el comportamiento físico del resorte. El circuito que se introduce para dar cuenta

del comportamiento del resorte y los elementos eléctricos que en él se incorporan, refleja de forma adecuada el comportamiento de la estructura cognoscitiva en las etapas de la asimilación y la asimilación obliterativa.

La propuesta de un modelo de estructura cognitiva que permite la explicación de un conjunto de comportamientos considerados en la actualidad por la psicología cognitiva, y que está en concordancia con comportamientos cerebrales conocidos y con modelos actuales de su comportamiento, se constituye en un modelo teórico válido que se puede aplicar a otros comportamientos de aprendizaje y extrapolar situaciones cognitivas.

En esencia, el modelo de la estructura cognoscitiva propuesto para un aprendizaje significativo, corresponde a una estructura ideativa robusta, flexible, elástica y oscilante, en constante cambio como producto de los nuevos aprendizajes, tendiendo siempre al equilibrio que la hace estable.

La importancia de un modelo de la estructura cognoscitiva reside en que nos permite comprender y explicar procesos psicológicos involucrados en el aprendizaje. Al tener un modelo de la estructura cognitiva podemos influir en su construcción por medio de la interacción del aprendiz con los materiales de aprendizaje potencialmente significativos.

Teniendo como base los planteamientos de la Ciencia Cognitiva y la necesaria complementariedad interdisciplinaria en el estudio de los procesos cognitivos, nos hemos planteado que cualquier desarrollo teórico del aprendizaje es conveniente que esté en concordancia con el funcionamiento de la mente y de su sustrato físico el cerebro (Anderson, 1998). Dentro de esta concepción es importante considerar los aspectos psicológicos del aprendizaje y los aspectos neurofisiológicos del comportamiento cerebral (Garbarini, 2004). Los complejos procesos de la cognición humana no pueden ser explicados por una sola de las Ciencias que se dedican a su estudio (Norman, 1987; Johnson-Laird, 1993; Gardner, 1996).

El presente trabajo ofrece la propuesta de un modelo de la estructura cognitiva, que explica comportamientos funcionales de la mente y que está en armonía con planteamientos de la Neurociencia. Estudios de este tipo están en la búsqueda de lo planteado por la Ciencia Cognitiva, un acercamiento entre las diferentes áreas que se preocupan del estudio de los procesos cognitivos.

### **Referencias bibliográficas**

Anderson, O.R. (1998). A Neurocognitive perspective on current learning theory and science instructional strategies. *Science Education*, 81, 67-89.

Ausubel, D.P. (1976). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 1ª ed. México: Editorial Trillas.

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y H. Hasenian (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. 2ª ed. México: Editorial Trillas.

Ausubel, D.P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. España: Paidós.

- Basar, E. (1998). *Brain function and oscillations*. New York: Springer.
- Borisyuk, R.M. y Y.B. Kazanovich (2004). Oscillatory model of attention-guided object selection and novelty detection. *Neural Networks*, 17, 899–915.
- Carlson, N.R. (1996). *Fundamentos de Psicología Fisiológica*. México: Prentice Hall.
- Corchs, S. y G. Deco (2001). A neurodynamical model for selective visual attention using oscillators. *Neural Networks*, 14, 981-990.
- De Vega, M. (1998). *Introducción a la psicología cognitiva*. Madrid: Alianza Editorial.
- Eichenbaum, H. (2003). *Neurociencia cognitiva de la memoria*. Barcelona: Ariel.
- Eckhorn, R., Bauer, R., Jordon, W., Brosch, M., Kruse, W., Munk, M. y H.J. Reitboeck (1988). Coherent oscillations: A mechanism of feature linking in the visual cortex. *Biological Cybernetics*, 60, 121–130.
- Feldman, R. (1999). *Psicología*. México: Mc Graw Hill.
- Garbarini F. y M. Adenzato (2004). At the root of embodied cognition: Cognitive science meets neurophysiology. *Brain and Cognition*, 56, 100–106.
- Gardner, H. (1996). *La Nueva Ciencia de la Mente*. Barcelona: Paidós.
- Gray, C.M. (1994). Synchronous oscillations in neuronal systems: Mechanisms and functions. *Journal of Computational Neuroscience*, 1, 11–38.
- Hansen, L. (2002). Brain development, structuring of learning and science education: where are we now? A review of some recent research. *International Journal of Science Education*, 24, 343-356.
- Hewitt, P.G. (2002). *Conceptos de Física*. México: Limusa.
- Hilgard, E.R. (1975). *Introducción a la psicología*. Tomo I. 5 ed. Madrid: Morata.
- Hutcheon, B., y Y. Yarom (2000). Resonance, oscillations and the intrinsic frequency preferences of neurons. *Trends in Neurosciences*, 23, 216–222.
- Jhonson-Laird, P.N. (1993). *El ordenador y la mente*. España: Paidós.
- Kandel, E.R. (1979). Small Systems of Neurons. *Scientific American*, 241, 66-76.
- Kandel, E.R. y R.D. Hawkins (1992). The Biological Basis of Learning and Individuality. *Scientific American*, 267, 52-60.
- Kazanovich, Y.B. y R.M. Borisyuk (2002). Object selection by an oscillator neural network. *BioSystems*, 67, 103-111.
- Klingler, C. y G. Vadillo (1999). *Psicología Cognitiva. Estrategias en la práctica docente*. México: McGraw-Hill.

Laughlin, S. y T. Sejnowski (2003). Communication in Neuronal Networks. *Science*, 301, 1870-1874.

Leahey, T. H. y Harris, R. J. (1998). *Aprendizaje y Cognición*. 4 ed. España: Prentice Hall.

Lerma, J. (2002). *Somos lo que nuestro cerebro es, ni más ni menos*. En: <http://www.cienciadigital.net/agosto2002/entrevista.html>

Milner, B., Squire, L.R. y E.R. Kandel (1998). Cognitive Neuroscience and the Study of Memory. *Neuron*, 20, 445–468.

Morris, C.G. (1997). *Psicología. Un Nuevo Enfoque*. 7 Ed. México: Prentice Hall.

Nishii, J. (1998). A learning model for oscillatory networks. *Neural Networks* 11, 249-257.

Norman, D.A. (1987). *¿Qué es la ciencia cognitiva?* En *Perspectivas de la ciencia cognitiva*. Norman D.A. España: Paidós.

Paniagua, A. y J.A. Meneses (2006). Teoría Reformulada de la Asimilación (TRA): análisis, interpretación, coincidencias y diferencias con la Teoría de la Asimilación de Ausubel. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 5, 1, Artículo 9. En: <http://www.saum.uvigo.es/reec>

Piaget, J. (1975). *L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement*. París: P.U.F. Trad. Cast. de E. Bustos. *La equilibración de las estructuras cognitivas*. Madrid: Siglo XXI, 1978.

Pozo, J.I. (1987). *Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal*. Madrid: Visor.

Ratcliff, R. (1978). A theory of memory retrieval. *Psychological Review*, 85, 59-108.

Resnick, R., Halliday, D. y K.S. Krane (2002). *Física*. México: CECSA..

Singer, W. (1999). Neuronal synchrony: A versatile code for the definition of relations. *Neuron*, 24, 49–65.

Wang, D.L. (1999). Object selection based on oscillatory correlation. *Neural Networks*, 12, 579-592

Zeki, S. (1992). The visual image in mind and brain. *Scientific American*, 267, 42-50.

### Anexo A: Circuito con voltaje pulsante

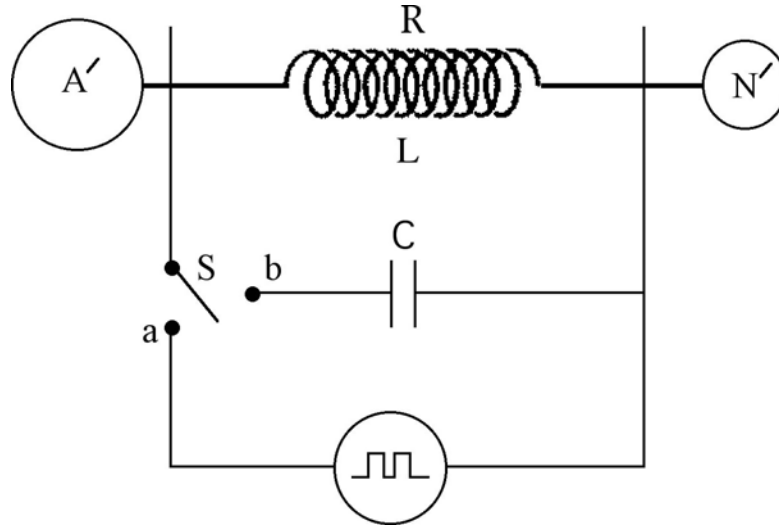


Figura A.1.- Circuito que posibilita la compresión del resorte y da cuenta por analogía del comportamiento de la fuerza de disociación en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa.

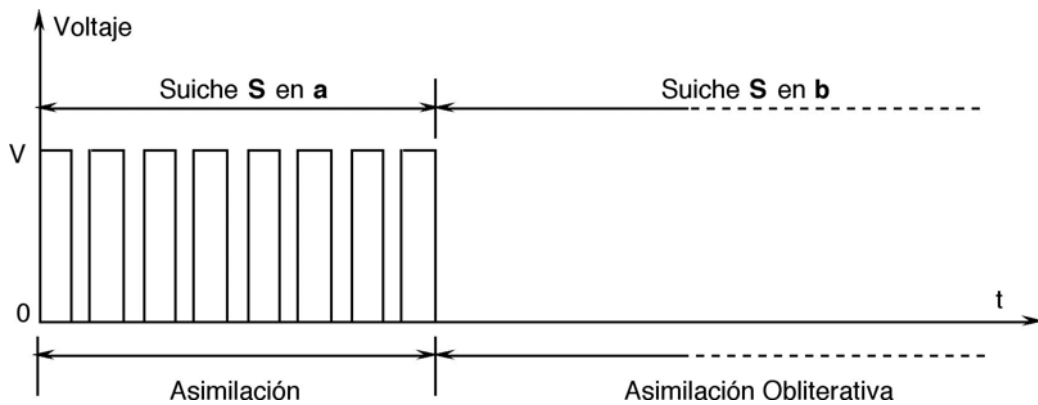


Figura A.2.- Voltaje que tiene un comportamiento pulsante durante la asimilación y un voltaje nulo en la asimilación obliterativa.



Anexo B: Representación del comportamiento de la estructura cognoscitiva

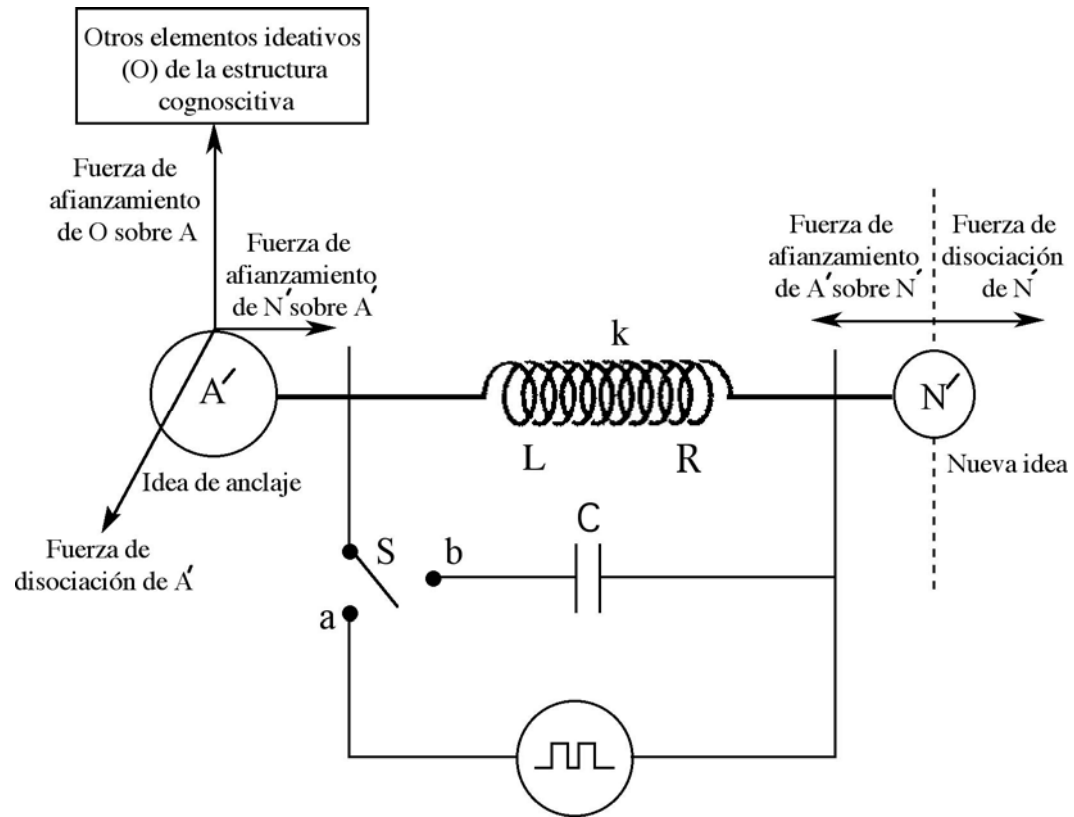


Figura B.1.- Interacción entre una nueva idea, denominada  $N'$  y la idea de anclaje, denominada  $A'$ . Se muestran además las fuerzas correspondientes a cada una de ellas y el circuito que representa por analogía el comportamiento de la fuerza de disociación.

Anexo C: Variación de la corriente en función del tiempo

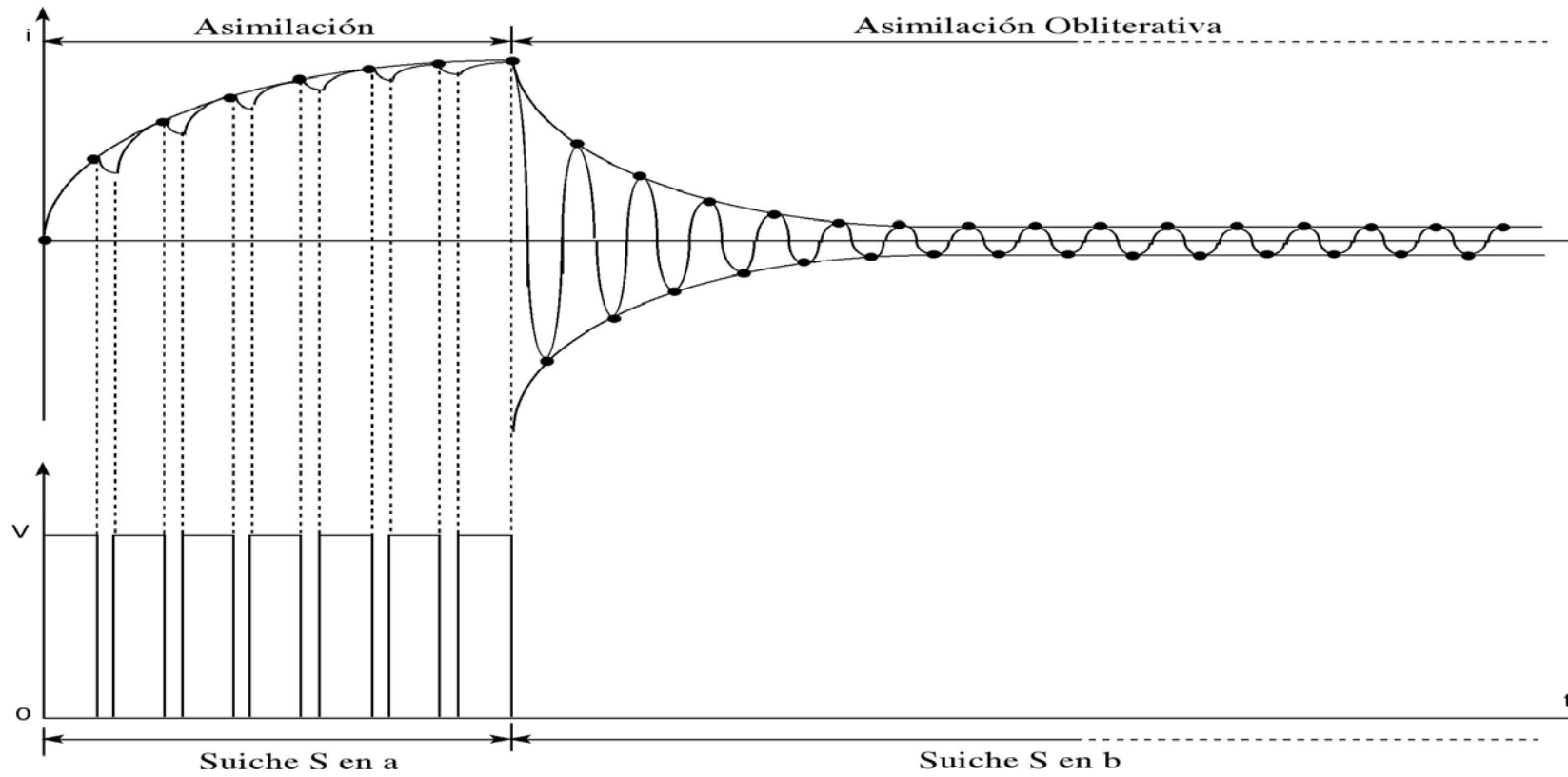


Figura C.1.- Se muestra el voltaje y la corriente que éste produce en el circuito A.1

Anexo D: Variación de la fuerza de disociación en el modelo de estructura cognoscitiva

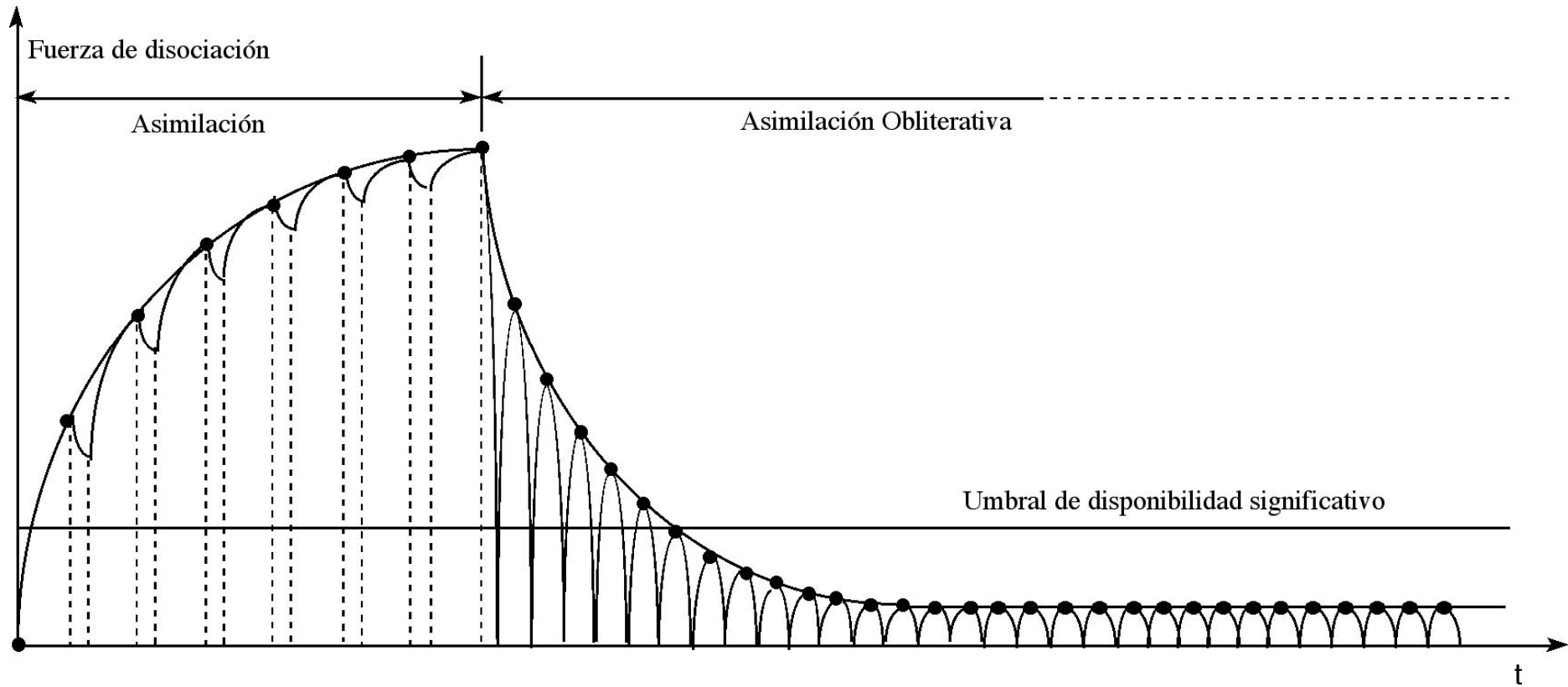


Figura D.1.- Se muestra el comportamiento de la fuerza de disociación en los procesos de asimilación y asimilación obliterativa.

## Anexo E

Tabla E.1.- Correspondencia entre los conceptos del comportamiento de un resorte elástico y los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación.

Resorte elástico comprimido	Teoría reformulada de la asimilación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso cuasiestático de compresión de un resorte elástico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de asimilación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso cuasiestático de expansión de un resorte comprimido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de asimilación obliterativa.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de compresión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de afianzamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conexión establecida para permitir el paso de corriente por el resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La relacionabilidad entre el nuevo elemento y el elemento pertinente de la estructura cognoscitiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puntos de conexión disponibles para el resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riqueza de la estructura cognitiva (cantidad de ideas pertinentes).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de compresión del resorte es posible por el establecimiento de la conexión que permite la circulación de corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de afianzamiento es posible por el establecimiento de la relacionabilidad entre la nueva idea y una idea pertinente ya existe en la estructura cognoscitiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza restauradora de un resorte elástico comprimido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de compresión produce una fuerza restauradora si el resorte es elástico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de afianzamiento produce una fuerza de disociación si la estructura cognitiva es flexible y tiene un comportamiento elástico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El resorte debe ser comprimido para que se pueda expandir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deben establecer relacionabilidades significativas para poder definir diferencias significativas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no existe fuerza elástica el resorte no se expande después de comprimirse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si no existe fuerza de disociación las ideas no pueden ser recuperadas y son asimiladas por las ideas de anclaje.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La magnitud de la compresión del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El grado de relacionabilidad entre la nueva idea y la idea pertinente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras mayor sea la magnitud de la compresión del resorte mayor es la fuerza de compresión entre sus extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras mayor sea la relacionabilidad entre las ideas interactuantes mayor es la fuerza de afianzamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La magnitud de la compresión del resorte determina la potencial expansión del mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La relacionabilidad entre la nueva idea y la idea pertinente determina las potenciales diferencias que se pueden establecer.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La magnitud de la expansión del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El grado de discriminabilidad entre la nueva idea y la idea pertinente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras mayor sea la magnitud de la expansión del resorte mayor es la fuerza elástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mientras mayor sea la discriminabilidad entre las ideas interactuantes mayor es la fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En una situación de equilibrio la fuerza de compresión es de igual magnitud que la fuerza elástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En un estado de equilibrio la fuerza de afianzamiento es de igual magnitud que la fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La compresión del resorte se produce cuando la fuerza de compresión (fuerza magnética) entre las espiras es mayor que la fuerza elástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La asimilación se produce cuando la fuerza de afianzamiento es mayor que la fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La expansión del resorte se produce cuando la fuerza elástica es mayor que la fuerza de compresión (fuerza magnética) entre las espiras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La asimilación obliterativa se produce cuando la fuerza de disociación es mayor que la fuerza de afianzamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La constante de fuerza k del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La flexibilidad de la estructura cognoscitiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un resorte es más flexible mientras menor sea la fuerza necesaria para comprimirlo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una estructura cognitiva es más flexible mientras menor sea el esfuerzo cognitivo para establecer relacionabilidades con la idea de anclaje.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para una misma fuerza de compresión, la magnitud de la compresión del resorte depende de la constante de fuerza k del mismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para una misma fuerza de afianzamiento el grado de relacionabilidad entre las ideas depende de la flexibilidad de la estructura cognitiva.</li> </ul>

<b>Resorte elástico comprimido</b>	<b>Teoría reformulada de la asimilación</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La expansión del resorte depende de la fuerza elástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La recuperación de los conceptos aprendidos depende de la fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una mínima fuerza elástica para la cual un resorte puede superar cierto umbral de desplazamiento predefinido.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe una mínima fuerza de disociación, para la cual un concepto puede ser recuperado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El resorte se expande al ser liberada la compresión y puede superar un umbral de desplazamiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un concepto se puede recuperar por la liberación de la fuerza de disociación que le permite pasar a un plano conciente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El fenómeno físico de compresión de un resorte es un proceso que involucra el establecimiento de conexiones que permiten el paso de corriente produciendo una fuerza de compresión y una fuerza restauradora elástica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el proceso de asimilación se establecen relaciones y discriminaciones no arbitrarias y sustantivas que producen fuerzas de afianzamiento y de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fortaleza del sistema depende de las conexiones eléctricas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La robustez de la estructura cognitiva depende de la fuerza de afianzamiento.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía potencial elástica almacenada en el resorte está determinada por la compresión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía cognoscitiva almacenada durante la asimilación está determinada por la relacionabilidad.</li> </ul>

## Anexo F

Tabla F.1.- Correspondencia entre los conceptos del comportamiento del circuito eléctrico A.1 (Anexo A) y los conceptos de la teoría reformulada de la asimilación.

Circuito A.1 (Anexo A)	Teoría reformulada de la asimilación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuente de fuerza electromotriz (fem)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material de aprendizaje</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La diferencia de potencial es aportada por la fuente de fuerza electromotriz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El significado lógico es aportado por el material de aprendizaje.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La producción de corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La construcción de significados.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intensidad de la corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de significatividad de un concepto.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corriente eléctrica máxima del circuito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Significado psicológico dado por el aprendiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La corriente se transmite por medio del establecimiento de las conexiones adecuadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El significado se manifiesta en la relacionabilidad con ideas pertinentes.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La magnitud de la fuerza de comprensión depende de la intensidad de la corriente que circula por el resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La magnitud de la fuerza de afianzamiento depende del grado de significatividad de las ideas relacionadas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia R es una característica del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La actitud hacia el aprendizaje es una característica propia de cada aprendiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia R varía con la temperatura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La aceptación o rechazo al aprendizaje de un aprendiz puede variar por factores psicológicos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La intensidad máxima de la corriente que circula depende de la diferencia de potencial aportada por la fem y de la resistencia R del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El significado psicológico depende del significado lógico del material de aprendizaje, y de factores afectivos y emocionales del aprendiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para una misma fuerza electromotriz, la intensidad de corriente máxima que circula por el resorte está determinada por la resistencia R.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para un mismo material de aprendizaje el significado psicológico está determinado por factores afectivos y emocionales de cada aprendiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máxima fuerza elástica del resorte está determinado por la resistencia R.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máxima fuerza de disociación de una tarea de aprendizaje está determinada por la actitud del aprendiz ante esa tarea.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La resistencia R al paso de la corriente y la constante de fuerza k que determina la elasticidad, son características propias del resorte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los factores idiosincráticos del aprendizaje significativo son los aspectos psicológicos y la flexibilidad de la estructura cognitiva del aprendiz.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El factor que posibilita la compresión del resorte es la corriente que circula entre sus extremos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El factor que posibilita la relacionabilidad entre las ideas es el significado de las mismas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía potencial elástica proviene de la fem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La energía cognoscitiva proviene de procesos cerebrales.</li> </ul>

Circuito A.1 (Anexo A)	Teoría reformulada de la asimilación
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inductancia L se opone al cambio de la corriente en el circuito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inercia mental del aprendiz se opone al cambio de la estructura cognoscitiva.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inductancia se opone al crecimiento instantáneo de la corriente en el circuito cuando el suiche <b>S</b> está en <b>a</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inercia al cambio impide el crecimiento instantáneo de la fuerza de disociación en la etapa de asimilación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inductancia se opone a la disminución instantánea de la corriente en el circuito cuando el suiche <b>S</b> está en <b>b</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La inercia al cambio impide la disminución instantánea de la fuerza de disociación durante la etapa de asimilación obliterativa.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El capacitor almacena carga eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los significados se almacenan en la memoria a largo plazo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La corriente oscila con una frecuencia fija cuando <b>S</b> se cierra en <b>b</b>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de disociación tiene una frecuencia fija de pulsación durante la asimilación obliterativa.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia de oscilación de la corriente depende de R, L y C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La frecuencia de pulsación de la fuerza de disociación depende de la actitud frente al aprendizaje, la inercia al cambio y del significado adquirido.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La amplitud de la oscilación de la corriente decrece con el tiempo de forma exponencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La amplitud de la pulsación de la fuerza de disociación decrece con el tiempo de acuerdo a la curva de Ebbingaus.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un resorte ideal oscila con la misma frecuencia que la corriente que circula por él.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las relacionabilidades que forman la estructura cognoscitiva, cambian de igual forma que la significatividad de las ideas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un circuito puede ser identificado por su frecuencia propia de oscilación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un significado adquirido puede ser identificado por la frecuencia de pulsación de la fuerza de disociación.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un circuito eléctrico puede interactuar con una determinada frecuencia externa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La estructura cognitiva puede interactuar con un estímulo externo de una determinada frecuencia.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la frecuencia externa es igual a la frecuencia propia de oscilación del circuito, aumenta la amplitud de la corriente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si la frecuencia externa coincide con la frecuencia de pulsación de la fuerza de disociación la amplitud de esa fuerza crece a un valor máximo.</li> </ul>

## Anexo G

Tabla G.1.- Concordancia del modelo de estructura cognoscitiva con comportamientos neurofisiológicos.

Comportamientos	
<i>Estructura cognoscitiva</i>	<i>Neurofisiológicos</i>
La estructura cognitiva se considera como una red de tipo neural en la cual en los nodos se encuentran las ideas que la conforman. La estructura cognoscitiva experimenta reajustes simultáneos para mantener su equilibrio (Paniagua y Meneses 2006).	Módulos neuronales diferentes trabajan de manera simultánea en tareas distintas (Carlson, 1996). Partes diferentes del cerebro parecen procesar de manera simultánea impulsos nerviosos en varios sistemas individuales (Zeki, 1993).
La estructura cognitiva es un sistema dinámico de situaciones de equilibrio (Paniagua y Meneses, 2006).	El cerebro es una red dinámica, cambiante, que se adapta continuamente (Laughlin y Sejnowski, 2003).
En la interacción de una nueva idea N con otra A ya existente en la estructura cognitiva, ambas se transforman (Paniagua y Meneses, 2006).	El cerebro presenta una plasticidad que posibilita el aprendizaje. La experiencia modifica la estructura neuronal y cambia la morfología de las células nerviosas (Kandel, 1979; Kandel y Hawkins 1992; Milner, Squire y Kandel, 1998; Lerma, 2002).
Los estímulos externos que interactúan con la estructura cognoscitiva tienen una frecuencia definida.	El movimiento vibratorio molecular y atómico de todos los objetos físicos del universo produce ondas electromagnéticas, (Hewitt, 2002). Por lo cual pueden ser identificados por una determinada frecuencia. El organismo humano es capaz de recibir estímulos de distintas frecuencias e identificarlos (Carlson, 1996; Morris, 1997).
La fuerza de disociación necesita tener un valor mínimo, que se ha denominado <i>umbral de disponibilidad</i> (Ausubel, 2002) y <i>umbral de disponibilidad significativo</i> (Paniagua y Meneses, 2006), para que sea posible la recuperación de los conceptos aprendidos.	Los estímulos sensoriales corresponden a alguna forma de energía y son captados por células receptoras especializadas. La mínima intensidad de energía física que se necesita para producir una sensación total se denomina <i>umbral absoluto</i> . Cualquier estimulación por debajo de él no se percibirá (Morris, 1997).
La estructura cognoscitiva presenta un movimiento oscilatorio.	Las neuronas presentan comportamientos oscilantes (Basar, 1998; Hutcheon & Yarom, 2000; Gray 1994).
Las ideas se identifican por medio de la frecuencia de pulsación de la fuerza de disociación.	Las oscilaciones sincrónicas en la corteza cerebral (Eckhorn, 1988; Singer, 1999), son consideradas como soporte de la idea que estas oscilaciones pueden ofrecer una "etiqueta" que identifique el código neural de un objeto específico (Borisyuk y Kazanovich, 2004).
Comportamiento oscilante de la fuerza de disociación y la posibilidad de sincronización con un estímulo externo.	Modelos computacionales del funcionamiento cerebral que se basan en redes neurales oscilantes y tratan funciones cognitivas tales como <i>selección de objetos</i> (Wang, 1999; Kazanovich y Borisyuk, 2003), <i>discriminación entre objetos nuevos y familiares</i> (Borisyuk y Kazanovich, 2004), <i>atención visual selectiva</i> (Corchs y Deco, 2001; Gray, 1994), y <i>aprendizaje</i> (Nishii, 1998).