

Modelo psicopedagógico para la dinámica cognitiva del aprendizaje humano

Psychopedagogical model for the cognitive dynamics of human learning

Autores

- ❖ Pablo Jesús San Martín Catalán. Psicopedagogo de la Universidad Tecnológica de Chile. Diplomado en Bioestadística del Instituto de Matemática, Física y Estadística de la Universidad de Las Américas, Chile. Investigador asociado del Centro de Estudios Psicopedagógicos Trepén.

Correo: pablojsmc@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2230-1635>

- ❖ Javiera Fernanda Carrasco Cursach. Psicopedagoga de la Universidad Tecnológica de Chile. Magíster en Investigación Social y Desarrollo de la Universidad de Concepción. Doctoranda en Educación de la Universidad Internacional Iberoamericana. Investigadora y Académica de Posgrado en la Universidad Miguel de Cervantes, Chile. Investigadora del Centro de Estudios Psicopedagógicos Trepén.

Correo: javiera.carrasco.cursach@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7212-784X>

Resumen

La Psicopedagogía centra su interés en estudiar y comprender el aprendizaje de los seres humanos, desde sus diversas manifestaciones y subjetividades. El aprendizaje humano está ligado a una perspectiva compleja, en cuanto a sistema caótico, por lo que las formas de abordarlo pueden ser de diversas líneas del conocimiento. El objetivo de este trabajo fue, desde un análisis metacientífico, establecer la relación sujeto-objeto en torno al aprendizaje humano y construir un modelo algebraico que permitiera el reconocimiento de una estructura lógica, sus manifestaciones, trayectorias, posibilidades e imposibilidades de determinación matemática, basándonos en las propuestas de Piaget, Ebbinghaus y Spearman. Los modelos construidos permitieron establecer relaciones sujeto-objeto reconociendo sus complejidades y propiedades, desafiando al análisis psicopedagógico a una nueva comprensión de los alcances de la lógica en el modelado del aprendizaje y el concepto de umbral.

Palabras clave: Aprendizaje; Inteligencia; Relación Sujeto-Objeto; Neogénesis; Umbral de aprendizaje; Psicopedagogía.

***Abstract:** Psychopedagogy focuses its interest on studying and understanding the learning of human beings, from its various manifestations and subjectivities. Human learning is linked to a complex perspective, in terms of a chaotic system, so the ways to approach it can be from different lines of knowledge. The objective of this work was, from a meta-scientific analysis, to establish the subject-object relationship around human learning and to build an algebraic model that would allow the recognition of a logical structure, its manifestations, trajectories, possibilities and impossibilities of mathematical determination, based on in the proposals of Piaget, Ebbinghaus and Spearman. The built models allowed to establish subject-object relationships recognizing their complexities and properties, challenging psychopedagogical analysis to a new understanding of the scope of logic in learning modeling and the concept of threshold.*

***Keywords:** Learning; Intelligence; Subject-Object Relationship; Neogenesis; Threshold of learning; Psychopedagogy.*

Introducción

La Psicopedagogía es un término omnipresente en todo sistema de relaciones que implique aprendizaje. Donde existe un espacio en el cual se aprende y un tiempo que transcurre en el acto de aprender, existirá el interés por parte de la Psicopedagogía de indagar sobre las relaciones que se producen en tal ejercicio, es decir, en el momento en que el sujeto se encuentra con el objeto, de modo tal que se genere un dinamismo que culmine en aprendizaje.

Como estructura universal, cada palabra, cada pensamiento, cada recuerdo y cada movimiento trae consigo un orden sistemático que no se diferencia en los sujetos dada su posibilidad cognitiva (facultad para aprender), y, esto, en su estructura primitiva, es independiente de la cultura siendo esta un sistema que le da identidad al sujeto en un mundo de objetos. La posibilidad cognitiva es universal considerando la naturaleza del aprendizaje, y, en su concepción, es el objeto de estudio de la Psicopedagogía en su carácter científico de acuerdo con la matriz interrelacional del objeto de estudio de la Psicopedagogía propuesta por Carrasco (2018).

La matriz interrelacional del objeto de estudio de la Psicopedagogía propone un espacio de relación lógica recíproca entre unidades de análisis (UA) (procesos cognitivos, procesos afectivos y sociales, comportamiento), las unidades de observación (UO) (persona, contexto) y las unidades de

información (UI) (persona, contexto). Esta relación establece un corpus complejo respecto del aprender y sus posibilidades, generando así una lógica condicional que establece una delimitación epistemológica lo cual considera que “donde haya aprendizaje, existe Psicopedagogía” (Carrasco, 2018, p. 40).

Por lo tanto, desde la base significativa del concepto de Psicopedagogía, existen concepciones con base epistemológica que sitúan a esta en un ámbito científico, considerándola como aquella ciencia encargada del estudio y conocimiento de la naturaleza del aprendizaje humano (Carrasco, 2018, p. 41). No obstante, este trabajo emerge de un contexto de discusión epistemológica de acuerdo con las ideas de Bertoldi et al. (2019), Ricci (2021) y Visca (2017).

En esta línea teórica es donde surge el estudio del aprendizaje en su dimensión cognitiva propiamente tal, dejando en suspensión otras unidades de análisis (comportamiento y socio afectividad) y unidades de observación e información (persona, contexto). Suspensión no negadora, sino que delimitante en la necesidad de profundizar en el estudio cognitivo.

Bajo la concepción de aprendizaje como corriente universal, se estudió a diferentes especies (mamíferos) utilizando el método científico, cuyo foco principal fue la estructura primitiva y universal del aprendizaje. A modo de ejemplo, tenemos la ley de efecto del aprendizaje desarrollada por Thorndike en 1911 (Pellón, 2013), la cual establece que, si una respuesta ejecutada en presencia de un estímulo va seguida de un hecho satisfactorio, la asociación entre estímulo y respuesta se fortalece, argumento que destaca el modelo conexionista del aprendizaje.

Por otra parte, existen hitos científicos que modelan la estructura y funcionamiento de la inteligencia y el aprendizaje, cuyo foco es basal en lo que implica el entendimiento de un ser humano cultural, siendo este un “ser humano psicopedagógico” (Carrasco, 2018). Esto quiere decir que los modelos explicativos de la inteligencia y el aprendizaje, en su estructura y funcionamiento universal, suspenden el estudio cultural, siendo esta una suspensión necesaria pero no negadora del fenómeno en cuestión.

Siguiendo el modelo matemático de la inteligencia propuesto por Spearman en 1923 (Maureira, 2017), el cual propone factores centrales de la inteligencia que interactúan como variables según el factor de estudio; el modelo epistemológico genético de Piaget (Raynaudo, 2017) que propone un tipo de dinámica relacional entre el sujeto y el objeto, considerando al

sujeto como un ser universal con estructura cognitiva variable en su desarrollo (es decir, tal como lo físico madura, la inteligencia también lo hace); y el modelo de aprendizaje y memoria humana como ley universal de Ebbinghaus (Ballesteros, 2012), que establece una comprensión matemática del ahorro de aprendizaje y el olvido como mecanismo logarítmico en función del tiempo e intensidad del estímulo-recuerdo, se plantea un análisis de la relación entre sujeto/objeto desde la premisa de la posibilidad de establecer un modelo y/o estructura lógica que nos permitirá comprender el aprendizaje.

Contexto para el análisis de la Psicopedagogía como ciencia

Inicialmente, nos proponemos establecer criterios basales para el análisis del aprendizaje humano como objeto de estudio de la Psicopedagogía, y, por consiguiente, analizar propiamente a la Psicopedagogía desde su carácter de ciencia anclada a la complejidad. Tal como señala Visca (2017), en torno al estudio del diagnóstico psicopedagógico como categoría de análisis, la Psicopedagogía propiamente tal, puede ser abordada desde tres niveles: metacientífico, científico y técnico (Visca, 2017, p. 57). Donde el nivel metacientífico hará alusión a la reflexión propia del objeto de la ciencia; el nivel científico a la construcción de formulaciones explicativas, descriptivas y/o categoriales de los fenómenos asociados al objeto de estudio de la ciencia; y el nivel técnico, al análisis específico del quehacer científico en la praxis.

Además, es necesario enlazar este estudio con las problemáticas epistemológicas que emergen del desarrollo de la Psicopedagogía como ciencia y profesión. De acuerdo con Bertoldi et al. (2019), las investigaciones epistemológicas, de corte teórico, son fundamentales para potenciar la disciplina. En este sentido, las problemáticas epistemológicas surgen de la identidad científica y disciplinar de la Psicopedagogía. Por esta razón, lo esencial, es la modelación consistente de los principios básicos que gobiernan la interacción de los agentes del aprendizaje: sujeto y objeto.

Finalmente, considerando la construcción histórica de la Psicopedagogía, su desarrollo lógico científico permite dilucidar los problemas y soluciones de los fenómenos del aprendizaje. Por tanto, el argumento es el siguiente:

La complejidad del objeto psicopedagógico, si bien requiere un abordaje en el que se asocien distintos saberes, conocimientos y prácticas, no hace de la psicopedagogía un pastiche epistémico. La diversidad de conocimientos, saberes y prácticas hace a la identidad de la psicopedagogía y de lo psicopedagógico (Ricci, 2021, p. 68).

Desarrollo teórico de la inteligencia y el aprendizaje

Un entendimiento propuesto sobre la concepción intelectual de Piaget refiere a una tendencia individualista del ser, lo cual se construye bajo el marco filosófico kantiano. Tanto Piaget como Kant planteaban la existencia de estructuras cognoscitivas capaces de ordenar la experiencia. No obstante, Piaget (1972), detalla científicamente que las estructuras *a priori* no son preestablecidas, sino que se desarrollan progresivamente.

Respecto a lo anterior, se define la epistemología genética como “la disciplina que estudia los mecanismos y procesos mediante los cuales se posibilita el pasaje de un estado de menor complejidad a un estado de mayor complejidad cognitiva” (Piaget, 1979, p. 142). Para Piaget (1970), el sujeto es un organismo en desarrollo no solo en el sentido físico y biológico, sino también en un sentido cognitivo, por lo tanto, existe una dimensión cognitiva que tiene su propia magnitud.

Los procesos por los cuales se desarrollan formas lógicas de razonamiento más complejas y avanzadas son la asimilación y la acomodación (Piaget, 1991; Piaget e Inhelder, 1997). El cual hace referencia a un proceso paulatino en el que las experiencias sucesivas de acomodación dan origen a esquemas de asimilación novedosos, con lo que se alcanza un nuevo estado de equilibrio, considerando, en síntesis, que cada estadio del desarrollo cognitivo representa un nivel cualitativo mayor respecto al modo de conocer o pensar (Piaget, 1991; Piaget e Inhelder, 1997).

En este sentido, es importante especificar, a tenor de esta investigación, los conceptos de asimilación y acomodación:

- 1. La organización** es la tendencia a crear categorías (por ejemplo: “pájaros”), al observar las características que tienen en común los individuos de una categoría (como ejemplo: gorriones y cardenales). Según Piaget, las personas crean estructuras cognoscitivas cada vez más complejas, llamadas esquemas, que son modos de organizar la información sobre el mundo, que

gobiernan la forma en que los niños piensan y se conducen en una situación particular. A medida que los niños adquieren más información, sus esquemas adquieren más complejidad. Por ejemplo, si analizamos el acto de succionar, un recién nacido tiene un esquema simple para succionar, pero pronto forma esquemas variados sobre cómo succionar el pecho, una botella o el pulgar.

2. **La adaptación** es el término con que Piaget se refería a la forma en que los niños manejan la nueva información con base en lo que ya saben. La adaptación ocurre a través de dos procesos complementarios: 1) **la asimilación**, que implica tomar nueva información e incorporarla a las estructuras cognoscitivas previas, y 2) **la acomodación**, que consiste en ajustar las estructuras cognoscitivas para que acepten la nueva información. Volvamos al acto de succionar. Un bebé amamantado o alimentado con biberón que empieza a chupar la punta de un vaso entrenador muestra asimilación: usa un esquema previo para enfrentar una situación nueva. Cuando el lactante descubre que succionar del vaso requiere otros movimientos de la lengua y la boca, modifica el esquema anterior para acomodarse y, por tanto, adapta su esquema original de succión para enfrentar una nueva experiencia: el vaso entrenador. (Papalia y Feldman, 2012, p. 33). Por esta razón, considerando la lógica de la adaptación, la tasa de cambio de la asimilación a acomodación se concibe como equilibración, lo cual sería entonces “una lucha constante por alcanzar un balance estable” (Papalia y Feldman, 2012, p. 33).

En función al desarrollo cognoscitivo, Piaget (1999) propone una relación entre el sujeto y el objeto, siendo el objeto el que exige las operaciones cognitivas, por ejemplo: el hecho de razonar de modo abductivo considera de manera indispensable un objeto que haga posible dicho razonamiento, ya que si tenemos a un sujeto A que realiza un tipo de silogismo, se debe por condición lógica considerar la presencia de un objeto B el cual mantenga una situación que involucre C, D y E para que así, el sujeto, pueda evaluar como válido o falso uno o más hechos desde las premisas existentes (objetos) para determinar una conclusión F. Lo anterior, considerando que la lógica es la base del pensamiento, y la inteligencia el conjunto de operaciones lógicas para las que está capacitado

el ser humano: yendo desde la percepción, operaciones de clasificación, seriación, abstracción y cálculo (Piaget, 1999).

Dada la controversial generación de ideas en torno a la inteligencia humana, Spearman, guiado por las ideas de Galton, postuló la existencia de un solo factor de la inteligencia, de naturaleza sensorial y correlacionado con el rendimiento académico. Posteriormente, Spearman, a través de estudios matemáticos sofisticados (análisis factorial), postuló que existen dos factores de la inteligencia formulando así el modelo bifactorial (Maureira, 2017).

Spearman, propuso que cada prueba, o reactivo de una prueba, mide un factor general (g) que es común a todos los reactivos, y un factor específico (s) que es propio de cada reactivo, y este último depende del factor general (g) y no así de otros factores específicos (s). A su vez, elaboró tres leyes conocidas como la *trilogía de la neogénesis*: a) la ley de la aprehensión de la experiencia; b) la ley de educción de correlatos; c) la ley de educción de relaciones. La ley de aprehensión de la experiencia hace relación a la evocación inmediata de conocimiento desde experiencias ya vividas; la educción de correlatos puede ser explicada como la capacidad de inferir nueva información a partir de otra información y una relación; y, por su parte, la educción de relaciones es la capacidad de inferir una relación basándose en dos informaciones (Maureira, 2017, p. 23).

Por otra línea, Ebbinghaus estudió el aprendizaje de manera experimental, ateniéndose al método científico matemático de su época, influenciado por la psicofísica de Fechner, quien tuvo éxito en utilizar el cálculo diferencial para determinar el umbral diferencial de la percepción ante el estímulo, proponiendo la ley fundamental de la psicofísica: $E = K \text{ Log } R$, lo cual establece que la sensación es proporcional al logaritmo del estímulo (Sprung y Sprung, 1983). Ebbinghaus estudió de manera analítica el aprendizaje y la memoria, cuyo objetivo fue formular las leyes universales de la memoria humana. Consiguió llevar al laboratorio el estudio del aprendizaje y la memoria para poder estudiar estas funciones de manera controlada.

Los materiales que utilizó en sus experimentos fueron sílabas sin sentido, trigramas con estructura consonante-vocal-consonante (CVC). El sujeto experimental fue el mismo Ebbinghaus. El método que utilizó (inventado por él mismo) se conoce como -método de ahorro-: este método consiste en repetir un número determinado de veces las series de sílabas sin

sentido, y tratar de recordarlas en el mismo orden después de 20 minutos, 1 hora, 8 horas, 1 día, 2 días, 5 días, 31 días (Ballesteros, 2012, p. 38-39).

Este método constó de tres pasos principales: 1) medición del tiempo empleado en aprender una determinada lista de trigramas sin sentido; 2) medición del tiempo del reaprendizaje de la misma lista (mismo orden) en tiempos de retrasos establecidos (20 minutos, 1 hora, 8 horas, 1 día, 2 días, 5 días, 31 días); y 3) cálculo de la diferencia entre los intentos de aprendizaje 1 y 2 (Ballesteros, 2012, p. 38-39).

Por lo tanto, al realizar la experimentación es posible obtener:

Intento de aprendizaje 1: x

Intento de aprendizaje 2: y

Entonces, *ahorro aprendizaje* = $\frac{(x-y)}{x}$ (*revisar ejemplo práctico 1*).

Donde X representa el tiempo empleado en el primer intento de aprendizaje del objeto A (o primer acercamiento), e Y representa el tiempo empleado en el segundo intento de aprendizaje del objeto A (o segundo acercamiento) respecto a un tiempo transcurrido desde el primer aprendizaje. De modo que, el segundo momento de aprendizaje, guarda relación con el primer momento, siendo el primero la condición inicial la cual se ve modificada en cada momento consecutivo (considerando secuencias de ahorro de aprendizaje). El intervalo de distancia temporal entre el primer intento de aprendizaje y el segundo intento de aprendizaje determina la magnitud del olvido y retentiva. Siento entonces, el ahorro de aprendizaje la experiencia consciente del objeto, según su magnitud de ahorro.

Ejemplo práctico 1.

Un estudiante estudió durante dos horas un contenido escolar. El segundo día, retomó el estudio del contenido, pero, considerando el olvido, demoró una hora en repasar el contenido para así recordar la totalidad. ¿Qué porcentaje de tiempo empleó para recordar? ¿Qué porcentaje de tiempo fue ahorrado con respecto al primer estudio?

Estas preguntas se pueden responder considerando la expresión planteada $\frac{(x-y)}{x}$:

$$\text{Porcentaje ahorrado} = \frac{\text{Tiempo primer estudio} - \text{Tiempo segundo estudio}}{\text{Tiempo primer estudio}} * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo empleado} = \left(1 - \frac{\text{Tiempo primer estudio} - \text{Tiempo segundo estudio}}{\text{Tiempo primer estudio}}\right) * 100$$

Por lo tanto, de acuerdo con el ejemplo:

$$\text{Porcentaje ahorrado} = \frac{2-1}{2} * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo empleado} = \left(1 - \frac{2-1}{2}\right) * 100$$

Entonces,

$$\text{Porcentaje ahorrado} = 50\%$$

$$\text{Porcentaje de tiempo empleado} = 50\%$$

Fuente: Elaboración propia de los autores.

En cuanto al ahorro del aprendizaje dado los sistemas de tiempo, se establecen como -eje Y- en cuanto a la función de olvido, generando formalmente una tendencia exponencial decreciente en función del tiempo. Dicha tendencia mantiene la siguiente forma matemática (*revisar ejemplo práctico 2*):

$$R = e^{-\frac{t}{s}}$$

Siendo R la retentiva, t el tiempo, y s la intensidad del recuerdo dado el estímulo.

En este sentido, es posible formular, desde la comprobación empírica, los siguientes postulados (Ballesteros, 2012):

- 1) La velocidad del aprendizaje tiene relación directa con la traza de memoria que dejó el objeto pre-aprendido.
- 2) Las propiedades de un sistema psicológico pueden descubrirse estudiando las unidades simples del sistema.

Ejemplo práctico 2.

Si se quiere explicar el comportamiento de la memoria en función del tiempo, es importante definir la intensidad del estímulo. Si se cuantifica la intensidad de acuerdo con lo significativo que es un objeto para el sujeto, podemos observar cómo cae el recuerdo de este. Entonces, un estudiante

aprendió en su clase de Biología los tipos de animales vertebrados. Luego, se aplicó una escala para definir la intensidad. De esto se obtiene un valor 5, considerando 10 tiempos de 1 hora. (Caso hipotético)

Dada la ecuación, se obtienen los siguientes valores que van de 0 a 1, siendo 1 el total recuerdo y 0 el total olvido.

$$R = e^{\frac{-0}{5}}, \text{ por lo que } R = \frac{1}{e^0}, \text{ y tenemos } R = 1$$

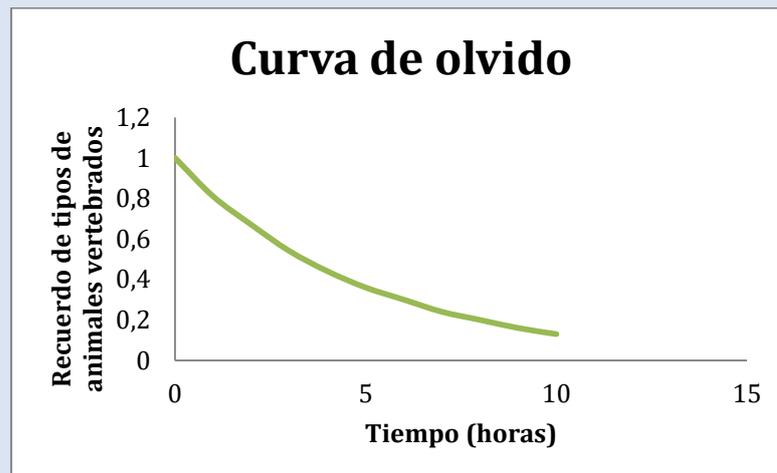
Luego,

$$R = e^{\frac{-1}{5}}, \text{ por lo que } R = \frac{1}{e^{\frac{1}{5}}}, \text{ y tenemos } R = 0,81$$

Y así sucesivamente.

El comportamiento es el siguiente:

Gráfico 1. Decrecimiento del recuerdo.



Fuente: Elaboración propia de los autores de acuerdo con la función de olvido que se deduce del trabajo de Ebbinghaus (Ballesteros, 2012).

Estos postulados permiten obtener una comprensión pormenorizada de la memoria, considerando el aspecto cognitivo y su tendencia universal de olvido; y la velocidad del aprendizaje como eje fundamental en el recuerdo de este. Además, ratifica la posibilidad del método cartesiano en el estudio sustancial de fenómenos cognitivos: esto considera la verdad del fenómeno en función de: la evidencia, el análisis, la síntesis y la revisión (Gómez, 2006).

Proposición de un sistema de aprendizaje dada la relación sujeto-objeto (SO)

Debido a la complejidad del sistema psicológico, resulta difícil modelar fenómenos globales de la inteligencia y aprendizaje humano. Desde su totalidad resulta no viable su estudio en laboratorio, siendo esta una de las críticas principales a la psicología experimental. No obstante, la ciencia no niega el estudio de los elementos simples para entender el fenómeno global, siendo de esta manera la tendencia científica que rige en la física y otras ciencias exactas. Por ejemplo, desde las leyes del movimiento de Newton se ha podido comprender en alguna proporción el aspecto complejo del universo.

La variabilidad de un sistema cognitivo no permite establecer modelos simples para su explicación, lo que denota la diferencia fundamental entre un sistema físico y un sistema mental. El primero, permite modelar considerando las variables físicas que en algún grado se pueden predecir utilizando matemática trivial y no trivial, mientras que el segundo sistema mantiene tendencia caótica lo cual permite predecir hasta un punto temporal en función de las condiciones iniciales del mismo, y son las condiciones iniciales las que varían en un espacio de múltiples estímulos. Por lo que un sistema A responde ante un objeto B, siendo B asociado a un objeto B2, lo que supone a B2 asociado a B3, dando iteración y secuenciación X veces, formando así un circuito posible de condiciones con tendencia exponencial e indeterminada. Por lo tanto, el sistema cognitivo permite la modelación algebraica de funciones cognitivas del sujeto. Además, debido a la presencia lógica del objeto, se posibilita la existencia de principios fundamentales que permitan modelar al mismo.

Si bien la premisa anterior nos lleva a modelar una estructura definida en un espacio-tiempo estable, queremos dejar de manifiesto que el aprendizaje puede ser considerado como un sistema caótico y como tal, con una indeterminación característica de este tipo de sistemas, por lo que será necesario (en una siguiente investigación) detenerse en este análisis desde el modelamiento matemático.

a. Principios lógicos del objeto

A continuación, se presentan cinco principios fundamentales del objeto, donde: 1. Entenderemos como “objeto” a aquel elemento del aprendizaje que nos permitirá constituirnos como sujetos de experiencia en el entorno y

en un momento histórico-cultural determinado; 2. Los principios señalados van a constituir la coherencia de un objeto particular (es un objeto particular X, distinto a un objeto particular Y).

Estos principios modelan al objeto considerando sus posibilidades. La modelación considera formalización matemática en dos principios (“d” y “e”), lo cual responde al uso correcto del álgebra.

Los principios lógicos del objeto, entonces, serán:

Los principios lógicos y la modelación matemática del objeto son obra propia.

- a. El objeto es todo elemento perceptible, sea este biótico y abiótico; animal y no animal; abstracto y físico; e interno y externo al ser cognoscente.
- b. El objeto se puede definir como reactivo y se puede dividir en dos índoles: 1) índole conceptual formal y 2) índole eductivo o generativo de la lógica. El primero refiere a todo objeto que surge del conocimiento formal (ejemplo: un idioma), y el segundo refiere a todo objeto que surge desde el sentido lógico del sujeto, es decir, es aquel objeto independiente de los conocimientos convencionales, ejemplos: un comportamiento secuencial donde se pueda determinar un patrón para dar sentido al objeto (2-4-6-8...); una paradoja entre objetos: J es un elemento de J si y sólo si J no es un elemento de J, o, dicho de otro modo: $J \in J \leftrightarrow J \notin J$.
- c. El objeto es fuente de aprendizaje para el sujeto.
- d. El objeto tiene su nivel de facilidad que depende de la capacidad del sujeto. Cuya facilidad puede ser modelada como (*revisar ejemplo práctico 3*):

$$F = \frac{A}{R}$$

Siendo:

F = facilidad del objeto

A = número de aciertos del sujeto o sujetos ante el objeto en situación de respuesta cognitiva

R = número total de respuestas cognitivas empleadas por el sujeto o los sujetos ante el objeto, considerando omisiones, errores y aciertos

Señalando también que:



0 = a la total no facilidad del objeto

1 = a la total facilidad del objeto; lo anterior representado por:

$F \geq 0$ y $F \leq 1$.

- e. El objeto tiene su nivel de dificultad que depende de la capacidad del sujeto. Cuya dificultad se modela (*revisar ejemplo práctico 3*):

$$D = 1 - \frac{A}{R}$$

Siendo:

D = dificultad del objeto

$\frac{A}{R}$ = facilidad del objeto

Señalando también que:

0 = total no dificultad del objeto

1 = total dificultad del objeto; representado por:

$D \geq 0$ y $D \leq 1$.

Ejemplo práctico 3.

Se presenta un acertijo a nueve niños de ocho años. Tres de ellos lograron resolver el problema y seis no. Entonces, dada la ecuación presentada, podemos decir que:

$$F = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$
$$D = 1 - \frac{3}{9} = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

Se lee: la facilidad del acertijo es igual a un tercio y su dificultad es igual a dos tercios.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

b. Principios lógicos del sujeto

A continuación, se presentan los tres principios fundamentales del sujeto, donde entendemos por "sujeto" a aquel elemento del aprendizaje referido como al "quién", es decir, a la persona que aprende, y que se constituye en el mundo de lo social como aprendiz. Estos principios constituirán la

coherencia cognitiva de un sujeto en particular, siendo este un sujeto inteligente en un medio con objetos. Los principios lógicos “b” y “c” del sujeto se modelan matemáticamente, siendo esto una formalidad algebraica que trasluce las constantes cognitivas y la inteligencia del sujeto.

Los principios lógicos y la modelación matemática del sujeto son obra propia.

- a. Sujeto es todo ser capaz de aprender o constituirse en uno o más objetos.
- b. El sujeto contiene una estructura cognitiva de base y cuya estructura está formada por elementos constantes correlacionados entre sí:
- i. La función de atención se comprende como elemento de la mente funcional, y se puede definir del siguiente modo: “Es la toma de posesión por la mente, de un modo claro y vívido, de uno entre varios objetos o cadenas de pensamientos simultáneamente posibles. De su esencia son la circunscripción, la concentración de la conciencia” (James, 1890, p. 321).

Por lo tanto, la atención es una función secundaria de la inteligencia que le da dirección a la intensidad cognitiva, formando ejes de intersección entre elementos atendidos y el tiempo transcurrido. La atención es una capacidad cognitiva que implica la percepción del objeto y la respuesta cognitiva global ante la constitución o no del objeto sea interno o externo al sujeto. La atención tiene la capacidad de dividir en /n/ veces la respuesta intelectual, pudiendo así responder a objetos varios con intensidad en correlación del número de divisor. La atención se modela (*revisar ejemplo práctico 4*):

$$MA = \sum_{k=1}^1 a - (e + o)$$

Siendo:

MA = momento atencional.

a = aciertos.

e = errores.

o = omisiones.

Entonces, se define el momento atencional como la diferencia entre la selección correcta de estímulos exigidos y los errores y omisiones ante el espacio de atención en un momento definido.

La razón de cambio atencional se define como la derivada de la posición de los objetos respecto al tiempo $\lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$.

Y, considerando la velocidad media atencional, se explica con la siguiente ecuación (*revisar ejemplo práctico 4*):

$$VA = \frac{\sum_{k=1}^1 a - (e + o)}{t}$$

Siendo:

VA = velocidad media de la atención.

t = tiempo del espacio atencional.

Ejemplo práctico 4.

Se le presentan 100 letras a una persona. Se le pide que las mencione de manera ordenada. Menciona 85 letras correctamente, 5 letras incorrectamente y 10 no fueron mencionadas. Demora 14 segundos. Se obtiene:

$$VA = \frac{\sum_{k=1}^1 85 - (5 + 10)}{14} = 5 \text{ A/seg.}$$

Se lee: la velocidad atencional de la persona es cinco atenciones por segundo.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

- ii. La función de memoria se comprende como elemento de la mente funcional y asociativa, y se puede definir como la capacidad de la mente para recuperar objetos y asociar entre 0 o más objetos en la estructura de aprendizaje del sujeto, considerando los objetos nuevos y/o concepciones propias de la elaboración cognitiva. Esto en función temporal con tendencia exponencial decreciente según intensidad asociativa, considerando la capacidad del sujeto. Además, el recuerdo, no es proporcional a las exigencias del medio: la recuperación no tiene un comportamiento de salida en proporción de una entrada, sino que, más bien, la memoria mantiene un límite propio dada su estructura.

Se modela (*revisar ejemplo práctico 5*):

$$M = \frac{R}{E}$$

Siendo:

M = memoria.

R = recuerdo.

E = estímulo (medio).

Ejemplo práctico 5.

Se le nombran los números 2, 5, 7, 9, 5, 4, 9, 9 y 3 a un niño, y se le pide que los repita en el mismo orden. El niño repite 2, 5, 9, 5, 9 y 3. La expresión matemática sería:

$$M = \frac{6}{9} = \frac{2}{3}$$

Se lee: de acuerdo con el conjunto numérico (2, 5, 7, 9, 5, 4, 9, 9, 3), el niño recuerda dos de cada tres números.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

Es importante no generalizar el resultado, ya que el recuerdo de un conjunto numérico no es el mismo considerando otro conjunto numérico u otro conjunto de objetos. Es decir, si se le presenta a un niño un conjunto de 100 números distintos, no recordará 67 números o dos tercios del total.

- iii. La función de pensamiento se comprende en su movimiento o actividad lo cual debido al cambio implica velocidad en la dinámica relacional sujeto-objeto (SO). Por lo tanto, el pensamiento se puede definir como la capacidad cognitiva superior que permite el flujo intelectual entre la estructura previa del sujeto y la estructura nueva (objeto), siendo esta función dependiente de la inteligencia general del ser, cuya razón de cambio en el espacio de respuesta (velocidad) determina la diferencia respecto al equilibrio entre el sujeto-objeto (SO).

Además, el pensamiento como capacidad cognitiva superior, está supeditado a un marco de referencia lingüístico, siendo este marco de referencia la función cognitiva del lenguaje. El lenguaje es generativo: esto implica una tendencia caótica en el sentido de las posibilidades de este.

Por lo tanto, si tenemos los pensamientos p1, p2, p3:

Si p1 genera a p4 y p5, p2 genera a p6 y p7 y p3 genera a p8 y p9, se puede representar como $p1+p2+p3=3p$, siendo el incremento dado

las posibilidades de cada pensamiento (*revisar ejemplo práctico 6*), lo que permite representar como $(3p)^2$, de tal modo que, sería, $9p = (3p)^2$. Siendo esta cadena de pensamiento una capacidad generativa del lenguaje, por lo que cada idea permite la posibilidad de otras manteniendo la idea inicial.

Ejemplo práctico 6.

Para una persona, el color rojo puede estar asociado a múltiples objetos: cabello rojo, polera roja, zapatillas rojas, etcétera. Por lo tanto, ese solo color puede desencadenar un proceso complejo en la persona, ya que, la polera roja, puede estar asociada a múltiples experiencias y así mismo cada objeto. Por esta razón, el pensar implica un proceso asociativo que puede emerger exponencialmente (*revisar ejemplo práctico 7*).

El pensamiento varía en función del lenguaje. Entonces, el lenguaje es el marco de posibilidades para pensar. Ejemplo:

El sujeto A se relaciona con el objeto A, y cuyo objeto implica el recorrido del sujeto A de manera diagonal sobre el objeto B circular, por lo que el sujeto A deberá pensar en la solución para el aprendizaje del objeto A (estando constituido en el objeto B). En este caso se pueden dar dos situaciones:

1. El sujeto conoce el concepto “diagonal”
2. El sujeto no conoce el concepto “diagonal”

Si 1 entonces hace el recorrido diagonal.

Si 2 entonces no hace el recorrido diagonal.

De manera que, cuya condición de pensar ante un hecho particular, implica la orientación conceptual ante el objeto, siendo posible pensar si y sólo si existe un medio lingüístico.

Según lo expuesto, se puede formalizar matemáticamente:

La velocidad media del pensamiento se puede modelar con la siguiente ecuación:

$$VP = \frac{R}{t}$$

Siendo:

VP = velocidad media del pensamiento

R = respuestas

t = tiempo

Y, entonces, $P = t.VP$

Siendo:

P = respuestas (pensamiento)

Y, si se considera más de una posibilidad ante el acto de pensar, es posible aumentar el exponente L (lenguaje) considerando al lenguaje como número de posibilidades sobre los elementos iniciales según marco referencial (*revisar ejemplo práctico 7*). Entonces, la ecuación es:

$$VP = \frac{R^L}{t}$$

Siendo:

L = lenguaje

Pudiéndose obtener la razón de cambio del pensamiento en tiempos definidos: esto calculando la pendiente de la recta tangente (derivada) en un punto dado.

Ejemplo práctico 7.

Si un problema considera para su solución un sistema binario de SI/NO, es necesario considerar la estructura conceptual del sujeto. Es decir, si el problema es “todas las cosas caen”, la experiencia del sujeto permitirá una cadena de posibilidades de SI/NO considerando los objetos caídos. Si tres son las ideas de “caída” que tiene un sujeto, y demora cuatro segundos en responder, la expresión sería la siguiente:

$$VP = \frac{2^3}{4} = 2 \text{ P/seg}$$

Se lee: el sujeto, ante un problema particular, tuvo dos pensamientos por segundo.

Fuente: Elaboración propia de los autores.

De la ecuación VP, se deduce lo siguiente:

Si del problema anterior, $VP = 2 P/\text{seg.}$ y $t = 4$, tenemos que $VP * t = 2^3$. Por tanto, si tenemos $R = 2$ y $P = 8$. Se puede obtener L con la siguiente ecuación:

$$L = \log_{P_B} P_F$$

Donde:

PB = R = pensamiento base

PF = P = pensamiento final

- c. La inteligencia del sujeto se puede ponderar con la sumatoria de las constantes cognitivas:

$$I = \sum_{K=1}^1 C1 + C2 + C3$$

Siendo constantes (C) las funciones cognitivas:

I = inteligencia

C1 = M

C2 = VA

C3 = VP

El tercer principio (c) del sujeto, converge al conjunto de constantes cognitivas. Son estas la atención (A), la memoria (M) y el pensamiento (P) en su operatividad dinámica, definiéndose como tal en sus razones de cambio A', M' y P'; o, dicho de otro modo: velocidad atencional (A'), memoria (M') y velocidad de pensamiento (P').

Esto permite definir la inteligencia como entidad abstracta que permite el flujo cognitivo del sujeto para con los objetos, manteniendo un circuito evolutivo determinado en la estructura de las partes, por lo que el sujeto inteligente se define en su movilidad en un curso adaptativo.

Sistema de ahorro de aprendizaje

De acuerdo con el postulado 1 que surge desde el estudio empírico de Ebbinghaus, se puede sostener que la velocidad del aprendizaje tiene relación directa con la traza de memoria que dejó el objeto pre-aprendido,

por lo tanto, se puede argumentar que el umbral de aprendizaje depende del sistema de ahorro que es producto de la relación sujeto-objeto (SO).

Un sistema de ahorro de aprendizaje se compone por uno o más subsistemas, y, cada subsistema, permite la generación del umbral de aprendizaje, siendo un sistema A del objeto A un espacio relativo al tiempo de cada subsistema necesario.

Un subsistema de ahorro de aprendizaje se puede expresar matemáticamente de la siguiente forma (*revisar ejemplo práctico 1*):

$$s_n = \frac{(x - y)}{x}$$

Donde:

Intento de aprendizaje 1: x

Intento de aprendizaje 2: y

Por esta razón, si tenemos s_n , es posible tener subsistemas de aprendizaje de manera consecutiva ($s_1, s_2, s_3, s_4, s...$). Lo que permite el siguiente caso:

Si se considera un sistema de aprendizaje compuesto por tres subsistemas de ahorro (s_1, s_2, s_3), se obtiene que la sumatoria de s_1, s_2 y s_3 menos la sumatoria de s_1 y s_2 (anteriores al subsistema total de ahorro de aprendizaje), es igual al umbral de aprendizaje. Considerando que el último subsistema (s_n) es aquel que alcanza el ahorro de aprendizaje total.

Utilizando matemáticas, un sistema de aprendizaje se puede formular así:

$$A = \left(\sum_{k=1}^1 s_1 + s_2 + s_3 \right) - \left(\sum_{k=1}^1 s_1 + s_2 \right)$$

Donde:

A = aprendizaje del sistema de ahorro

s_n = subsistema de ahorro de aprendizaje

De tal manera que, si se consideran variaciones de aprendizaje (Δ) dentro de un sistema (A), cuya variación significa la suma de subsistemas (s_n). De modo que, si tenemos s_1, s_2 y s_3 : los primeros subsistemas (s_1, s_2) implican una variación inicial (Δ_1), y, el último (s_3), implica una variación final (Δ_2). Siendo último el subsistema total de ahorro de aprendizaje.

Entonces, matemáticamente, se puede formular así:

$$A = \left(\sum_{k=1}^1 \Delta 1 + \Delta 2 \right) - \left(\sum_{k=1}^1 \Delta 1 \right)$$

Donde:

A = aprendizaje del sistema de ahorro

$\Delta 1$ = variación inicial (primeros subsistemas de aprendizaje; antecesores del subsistema total de ahorro de aprendizaje)

$\Delta 2$ = variación final (subsistema total de ahorro de aprendizaje)

El sistema de ahorro de aprendizaje y su modelación matemática son obra propia de los autores de acuerdo con la función de olvido que se deduce del trabajo de Ebbinghaus (Ballesteros, 2012).

Umbral de aprendizaje

De manera general, y en virtud de lo planteado por Bachelard (2000) en cuanto a la conceptualización de umbrales epistemológicos, podemos señalar como umbral de aprendizaje a aquel recorrido en el espacio-tiempo que permitirá establecer un punto de partida en torno al “aprender” y que, en virtud del devenir de las experiencias en lo social, actuará si y solo si como punto de partida, más no de término.

A su vez, Espinoza (2020), asumiendo una postura en torno al umbral desde lo basal a lo práctico en el acompañamiento psicopedagógico, señala que “el mediador hábil se sitúa en el umbral, capta el momento en que puede entrar en esta escena, no interrumpe, toma el pulso de la situación y acompaña en la generación de posibles preguntas (...)” (Espinoza, 2020, p. 39).

Tanto Bachelard como Espinoza, nos invitan a pensar el conocimiento y el aprendizaje como posibilidades, las cuales comienzan en un punto y su trayectoria termina siendo indeterminada; tal como lo que plantea Fechner (Sprung y Sprung, 1983) quien señala, en base a la denominada ley del umbral diferencial, que existirán diversidades de señales, sin embargo, serán sus intensidades las que nos acercarán menor o mayormente a percibir el umbral total.

En función de lo anterior se propone el concepto de umbral de aprendizaje (U), lo que supone una identidad resultante del sistema de

aprendizaje y/o subsistemas de aprendizaje. El umbral de aprendizaje refiere a la recuperación de la estructura del sujeto ante la configuración con el objeto, es decir, es lo consolidado (acomodación) mediante la fase de asimilación cognitiva.

De tal forma que, el umbral de aprendizaje (U), es igual al aprendizaje del sistema de ahorro (A), siendo entonces:

$$U = A, \text{ por lo que } A = U = (\sum_{k=1}^1 \Delta 1 + \Delta 2) - (\sum_{k=1}^1 \Delta 1)$$

El umbral de aprendizaje indica el recuerdo del objeto, por lo tanto, en función del umbral de 0 a 1, se expresa el flujo asociativo de los elementos que componen la estructura de aprendizaje del sujeto.

Siendo:

0 el total no umbral de aprendizaje del sujeto.

1 el total umbral de aprendizaje del sujeto, representado por $U \geq 0$ y $U \leq 1$.

Y, en cuanto al umbral de aprendizaje < 0 , se puede determinar el punto de alejamiento respecto a la experiencia inicial (encuentro del sujeto con el objeto). Por lo tanto, una situación de no alejamiento implica un umbral entre 0 y 1.

El umbral de aprendizaje y su modelación matemática son obra propia de los autores de acuerdo con la función de olvido que se deduce del trabajo de Ebbinghaus (Ballesteros, 2012).

Conclusión

Proponer una estructura lógica del aprendizaje permite determinar tipos de relación entre sujeto y objeto, la cual modela la interacción basal del aprendizaje como adaptación en sí mismo en su consecuencia, lo cual es definido por los umbrales del aprendizaje.

Un umbral de aprendizaje es lo que resulta de la experiencia del sujeto con el objeto, siendo el umbral una magnitud variable debido a la complejidad del aprender, susceptible a las tendencias de alejamiento (olvido) y posibilidades varias, por lo que existe determinación en su inicio mas no determinación en su término, siendo esto último indeterminado. Por tanto, se define al umbral de aprendizaje como una magnitud cognitiva no estática del sujeto. Prima en este sentido un “principio de incertidumbre del aprendizaje” que se comienza a vislumbrar desde los sistemas caóticos señalados por Lorenz (1960), donde sería posible definir al aprendizaje

como tal en cuanto su capacidad de punto de comienzo, pero indeterminación en su punto final.

La interacción entre el sujeto y el objeto marca una relación de equilibrio, lo cual implica un aprendizaje en movimiento y en constante accionar; por ejemplo, si el sujeto aprendió a escribir de una manera particular, dicho aprendizaje emerge de modo en que se escribe o de modo en que el sujeto piensa en dicha ejecución.

El sujeto y el objeto tienen sus propios principios: el sujeto mantiene su propia identidad como individuo y el objeto mantiene su propia identidad como fuente de aprendizaje. El objeto puede ser simple o complejo, y dicha característica depende del sujeto cognoscente; ejemplo: articular una palabra (objeto) es difícil para un recién nacido; pero es fácil para un adulto. El objeto es el mismo pero las experiencias ante el objeto cambian según la peculiaridad del sujeto, por lo tanto, el objeto en sí mismo no es universal en el sentido de ser aprendido en un espacio-tiempo determinado, siendo el sujeto quien le da presencia al objeto, y, el objeto, hace posible la existencia del sujeto, puesto como requisito de ser sujeto. Es decir, el objeto emerge ante la conciencia del ser humano psicopedagógico (Carrasco, 2018, p. 41).

“Si lo natural del ser humano es moverse, dicho movimiento es el objeto el cual permite la naturalidad. Y el mover implica un aprendizaje como tal”.

El modelo presentado describe la experiencia generativa básica del sujeto ante el objeto, obteniendo como resultado la transformación parcial o total del sujeto constituido en el objeto; siendo no modificado el objeto en un sentido universal, es decir, el sujeto-objeto (SO) implica una relación individual, y, lo individual, forma parte de manera discreta en un conjunto de experiencias de n sujetos.

Este modelo permite establecer que el aprendizaje del sujeto se define por su velocidad, siendo la velocidad la que define al sujeto inteligente, y, cuya inteligencia, define la velocidad del sujeto en un flujo cognitivo, el cual se concibe como dinámico y continuo con respecto al tiempo, ya que sin tiempo no hay existencia como tal. Por esta razón, todo dinamismo cognitivo implica velocidad, lo cual considera un espacio para ser posible.

La inteligencia es una magnitud que emerge en función de las posibilidades elementales del ser, en este caso, del ser humano. Cuando las

funciones cognitivas surgen, no surgen de manera aislada siguiendo patrones independientes, más bien, surgen de manera sincrónica como partes de un todo. Por lo tanto, cada magnitud cognitiva tiene su propia identidad, pero, cuya identidad, es posible en cuanto a otra en el flujo cognitivo, es decir, a modo de ejemplo: un sujeto observa un mapa mientras conduce para llegar a un destino. Si nos detenemos en algunos procesos básicos del sujeto debe ocurrir lo siguiente: para que llegue al destino debe prestar un grado de atención al mapa, y, el grado de atención, le permitirá ir tomando decisiones respecto a su dirección, lo cual implica un grado de pensamiento, pero, en el pensar, deberá tener una estructura simbólica respecto a lo que aparece en el mapa para así poder comprender, además, para que haya una cadena continua coherente, deberán haber recuerdos consecutivos según el recorrido y su marco de referencia. Sin negar las percepciones básicas de espacio-tiempo. Todo esto surge de manera simultánea en el espacio intelectual del sujeto, siendo así, la inteligencia, el resultado de la sumatoria de las magnitudes cognitivas.

Por último, el lenguaje algebraico utilizado en el modelo psicopedagógico presentado explica todo flujo cognitivo variable en un sentido lógico formal. Lo cual queda expuesto y abre espacio a toda experimentación lógica y empírica que tenga la intención de cuestionar este modelo.



Referencias

- Bachelard, G. (2000). La formación del espíritu científico. Buenos Aires: Siglo XXI editores.
- Ballesteros, S (2012). Psicología de la memoria: estructura, procesos, sistemas. Madrid: Editorial Universitas S.A.
- Bertoldi, S. y otros. (2019). La construcción de objetos en la Psicopedagogía Argentina: opciones teóricas, metodológicas y epistemológicas. Pilquen: 1-10.
- Carrasco, J. (2018). Análisis epistemológico y construcción del objeto de estudio de la Psicopedagogía. Pilquen Sección Psicopedagogía: 37-42.
<<http://revele.uncoma.edu.ar/htdoc/revele/index.php/psico/article/view/2172/pdf>>.
- Espinoza, R. (2020). Descolonizar la Psicopedagogía. Una Invitación epistemológica. La Serena: Trepén Ediciones.

- Gómez, A. (2006). El método cartesiano y la geometría analítica. *Matemáticas: Enseñanza Universitaria XIV*: 75-87. 2020. <<https://www.redalyc.org/pdf/468/46814108.pdf>>.
- James, W. (1989). *Principios de Psicología*. 1era edición en español. México D.F.: Fondo de Cultura Económica S.A.
- Lorenz, E. (1960). Máxima simplificación de las ecuaciones dinámicas. *Tellus*: 243-254. 2020. <<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3402/tellusa.v12i3.9406?needAccess=true>>.
- Maureira C. F. (2017). *¿Qué es la inteligencia?* Bubok Publishing S.L.
- Papalia, D. (2012). *Desarrollo Humano*. 12. México, D. F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Pellón, R. (2013). Watson, Skinner y algunas disputas dentro del conductismo. *Revista Colombiana de Psicología*: 389-399. 2020. <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcps/v22n2/v22n2a12.pdf>>.
- Piaget, J., & Inhelder, B. (1997). *Psicología del niño*. Madrid: Morata.
- Piaget, J. (1972). *Insights and illusions of Philosophy*. New York: The World Publishing Company.
- Piaget, J. (1970). Piaget's theory. *Carmichael's manual of child psychology*: 703-732.
- Piaget, J. (1999). *Psicología de la inteligencia*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Piaget, J. (1991). *Seis estudios de Psicología*. Barcelona: Labor.
- Piaget, J. (1979). *Tratado de lógica y conocimiento científico. Naturaleza y métodos de la epistemología (Vol. 1)*. Buenos Aires: Paidós.
- Raynaudo, G. (2017). Cambio conceptual: una mirada desde las teorías de Piaget y Vygotsky. *Liberabit*: 137-148. 2020. <<http://ojs3.revistaliberabit.com/index.php/Liberabit/article/view/56/55>>.
- Ricci, C. (2021). Revisión de metasíntesis sobre el estatus epistemológico de la psicopedagogía en Iberoamérica entre los años 2000 y 2020. *Revista Neuronum*: 48-80.
- Sprung, L. y Sprung, H. (1983). Gustav Theodor Fechner y el surgimiento de la psicología experimental. *Revista Latinoamericana de Psicología*: 349-368. 2020. <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=805/80515304>>.
- Visca, J. (2017). *Clínica Psicopedagógica. Epistemología Convergente*. Buenos Aires: Visca & Visca Editores.

