

# ALGORITMOS EN EL APRENDIZAJE Y SU APLICACIÓN NEUROPEDAGÓGICA Y TRANSDISCIPLINAR EN LA EDUCACIÓN

## ALGORITHMS IN LEARNING AND ITS NEUROPEDAGOGICAL AND TRANSDISCIPLINARY APPLICATION IN EDUCATION

VILLARROEL SILES, M.

Este trabajo es parte de un artículo analítico no publicado y no escolarizado, presentado en el programa DOE-7, del Doctorado en Educación, con enfoque en la Complejidad y la Investigación transdisciplinar; gestión 2021

### RESUMEN

**E**n que, se pretende dar a conocer desde el punto de vista de la transdisciplinariedad la relación existente entre los algoritmos que se definirán como pedagógicos, a la vez que las secuencias didácticas con aspectos secuenciales de la neuroeducación, se enfocarán en la Enseñanza y aprendizaje. Porque basándonos en un previo análisis de la definición de algoritmos empleados de modo matemático y también textual, se define inicialmente el aspecto de secuencia y fases de un proceso, sin obviar la retroalimentación que se aplicara definitivamente a la pedagogía. Sin que reste la definición de diversos tipos de algoritmo según su función, uso y aplicación. Ya que es importante entender de inicio los algoritmos de ordenamiento y búsqueda, para luego los detalles de estos, que nos conducirán a generar flujogramas y diseños algoritmos aplicados a la enseñanza. Donde se analizará el termino y concepto definido de la secuencia didáctica, que será el elemento generador de los algoritmos pedagógicos aplicados en secuencia a la enseñanza. Que se expondrán mediante secuencias conceptuales de aplicación didáctica, utilizando las definiciones algorítmicas secuenciales de ordenamiento y búsqueda, como a su vez que con flujogramas pedagógicos modelos, en la búsqueda de aclarar la aplicación básica hacia la pedagogía y enseñanza. Hacer una breve introducción a conceptos neurocientíficos en enseñanza, será sólo una aproximación y ejemplificación de cómo se puede definir un patrón secuencial, de pasos y fases encaminadas a la mejora esquemática de metodologías de enseñanza. Definiendo finalmente que queda abierta y presente, la sugerencia de crear patrones secuenciales de enseñanza en esquemas de algoritmos pedagógicos definidos por los educandos.

### ABSTRACT

**T**here it is intended to make known from the point of view of transdisciplinarity the relationship between the algorithms that are defined as pedagogical, as well as the didactic sequences with sequential aspects of neuroeducation, focused on Teaching and learning. Because based on a previous analysis of the definition of algorithms used in a mathematical and also textual way, the sequence and phase aspect of a process is initially defined, without ignoring the feedback that was definitely applied to pedagogy. Without subtracting the definition of various types of algorithm according to their function, use and application. Since it is important to understand the ordering and search algorithms from the beginning, and then the details of these, which will lead us to generate flowcharts and algorithm designs applied to teaching. Where the term and defined concept of the didactic sequence will be analyzed, which will be the generating element of the pedagogical algorithms applied in sequence to teaching. That will be exposed through conceptual sequences of didactic application, using sequential algorithmic definitions of ordering and search, as well as with model pedagogical flowcharts, in the search to clarify the basic application towards pedagogy and teaching. Making a brief introduction to neuroscientific concepts in teaching will be only an approximation and exemplification of how a sequential pattern of steps and phases can be defined aimed at the schematic improvement of teaching methodologies. Defining finally what remains open and present, the suggestion of creating sequential teaching patterns in pedagogical algorithm schemes defined by the learners.

### PALABRAS CLAVE

Algoritmos, Ordenamiento, Algoritmos Pedagógicos, Secuencias Didácticas, Esquemas Pedagógicos, Flujogramas, Transdisciplinariedad, Neuroeducación, Neurodidáctica, Neuroevaluación.

### KEYWORDS

Algorithms, Ordering, Pedagogical Algorithms, Didactic Sequences, Pedagogical Schemes, Flowcharts, Transdisciplinarity, Neuroeducation, Neurodidactics, Neuroevaluation,.

## INTRODUCCIÓN

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje adoptadas habitualmente en los diferentes niveles de la educación, desde la formación preescolar hasta la educación superior universitaria, están llamadas en efecto, a sufrir cambios considerables o de modo contrario a ser eliminadas de las prácticas docentes. Por eso hoy y gracias a las investigaciones y el dialogo interdisciplinario entre las ciencias cognitivas con las neurociencias, más la matemática y las definiciones algorítmicas, y con la educación, se está gestando un verdadero cambio.

Se pretende definir una serie de esquemas enfocados desde la matemática con los algoritmos hacia la enseñanza, con la definición de Algoritmos Pedagógicos.

Porque vislumbrando un nuevo enfoque sistémico en la secuencia de la transmisión del conocimiento, nos lleva a considerar la idea de emplear los algoritmos con fines no sólo matemáticos sino también pedagógicos y didácticos.

### Un acercamiento a la cibernética de Norbert Wiener

Si bien Norbert Wiener tenía la idea de crear aparatos o máquinas que mantuvieran un control exacto de la información que manejaban. Entre los requisitos que pensaba estaba el que “toda la secuencia de operaciones la compusiera la propia máquina sin que hubiera intervención humana desde la entrada de datos hasta la obtención de los resultados finales, y que todas las decisiones lógicas necesarias para ello las desarrollara la propia máquina” (Wiener,1998)

Para nuestro estudio sobre algoritmos matemáticos aplicados a la pedagogía, saber las causas del fenómeno no interesaba, porque se privilegiaba ante todo el propósito. “El principio que rige el funcionamiento de esos circuitos es lo que Wiener llamó retroacción, retroalimentación o feedback. En estos procesos la información sobre las acciones en curso nutre a su vez al sistema, lo realimentan, permitiéndole perfeccionar un comportamiento orientado a un fin” (Carlos Reynoso, op. cit., p. 23.)

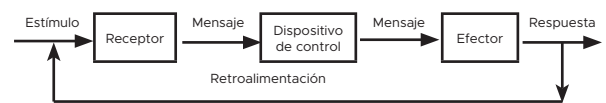
Para Wiener estos principios usados en la mecánica rigen también en los organismos vivos, que es donde se pretende enfocar y aplicar los conceptos de la secuencia y más específicamente sobre los algorítmicos pedagógicos.

Porque el principio de la retroalimentación es el elemento básico de la implementación de una secuencia de carácter algorítmica y aplicada a aspectos sociales como la educación.

Se podría decir que la cibernética es el peldaño que nos impulsara, porque se ocupa “de estudiar los sistemas de cualquier naturaleza capaces de percibir, conservar y transformar información y utilizarla para la dirección y la regulación”. (Jramoi

y otros, 1968; Rose, 1978). Ya que con esta idea que es clara: los problemas en el mundo orgánico e inorgánico están basados en mecanismos técnicos y sistemas autodirigidos y funcionan de la misma manera en los organismos vivos. Sobre este concepto, Wiener expresó también que: “del mismo modo que la cantidad de información en un sistema es la medida de su grado de organización, la entropía de un sistema es la medida de su grado de desorganización, y una no es más que lo opuesto de la otra”. (Wiener,1998). Para una aclaración más completa del concepto entropía véase: García-Colín, 1989).

Reconozcamos que la clave del control de sistemas es la retroalimentación que permite que el sistema siga estable a pesar de perturbaciones. Como se muestra en el siguiente flujograma en que la retroalimentación consiste en alcanzar un objetivo determinado desde la entrada hasta la salida de la información. En que sólo así se mantiene controlado un sistema.



(Torres Guillén; 2012).

## DESARROLLO

### Algoritmos

¡El algoritmo y su origen!

Cuando nos referimos a un algoritmo, debemos entender que es una secuencia de instrucciones codificadas para solucionar un problema automáticamente. Las instrucciones se ejecutan o se ejecutaran de forma sistemática por un tiempo determinado. En que dicha secuencia tiene una entrada y una salida de las instrucciones. Según Wikipedia.org.

En matemáticas, lógica, ciencias de la computación y disciplinas relacionadas, entendemos que un algoritmo es un conjunto de instrucciones o reglas definidas y no-ambiguas, ordenadas y finitas que permite, típicamente, solucionar un problema, realizar un cómputo, procesar datos y llevar a cabo otras tareas o actividades. Dados un estado inicial y una entrada, siguiendo los pasos sucesivos se llega a un estado final y se obtiene una solución. Los algoritmos son el objeto de estudio de la algoritmia. (Brassard; Bratley;1997).

### Una definición inicial y más aplicada del algoritmo

En general, no existe ningún consenso definitivo en cuanto a la definición formal de algoritmo. Muchos autores los señalan como listas de instrucciones para resolver un cálculo o un problema abstracto, es decir, que un número finito de pasos convierten los datos de un problema (entrada) en una solución (salida). (Brassard, Bratley; 1997)

Sin embargo, cabe notar que algunos algoritmos no necesariamente tienen que terminar o resolver un problema en particular. Por ejemplo, como una simple mención está una versión modificada de la criba de Eratóstenes, que nunca termine de calcular números primos no deja de ser un algoritmo. (Gurevich, 2000)

En general, la parte común en todas las definiciones se puede resumir en las siguientes tres propiedades siempre y cuando no consideremos algoritmos paralelos (Gurevich; 2000):

Tiempo secuencial. Un algoritmo funciona en tiempo discretizado -paso a paso-, definiendo así una secuencia de

estados computacionales por cada entrada válida (la entrada son los datos que se le suministran al algoritmo antes de comenzar).

Estado abstracto. Cada estado computacional puede ser descrito formalmente utilizando una estructura de primer orden y cada algoritmo es independiente de su implementación (los algoritmos son objetos abstractos) de manera que en un algoritmo las estructuras de primer orden son invariantes bajo isomorfismo.

Exploración acotada. La transición de un estado al siguiente queda completamente determinada por una descripción fija y finita; es decir, entre cada estado y el siguiente solamente se puede tomar en cuenta una cantidad fija y limitada de términos del estado actual.

Ahora bien, en resumen, un algoritmo es cualquier cosa que funcione paso a paso, donde cada paso se pueda describir sin ambigüedad y además tiene un límite fijo en cuanto a la cantidad de datos que se pueden leer/escribir en un solo paso. (Dershowitz & Gurevich; 2008):

Aritmetizabilidad. Solamente operaciones innegablemente calculables están disponibles en el paso inicial.

**Medios de expresión de un algoritmo**

Los algoritmos pueden ser expresados de muchas maneras, incluyendo al lenguaje natural, pseudocódigo, diagramas de flujo y lenguajes de programación entre otros. Las descripciones en lenguaje natural tienden a ser ambiguas y extensas. El usar pseudocódigo y diagramas de flujo evita muchas ambigüedades del lenguaje natural. Dichas expresiones son formas más estructuradas para representar algoritmos; no obstante, se mantienen independientes de un lenguaje de programación específico.

La descripción de un algoritmo usualmente se hace en tres niveles:

Descripción de alto nivel. Se establece el problema, se selecciona un modelo matemático y se explica el algoritmo de manera verbal, posiblemente con ilustraciones y omitiendo detalles.

Descripción formal. Se usa pseudocódigo para describir la secuencia de pasos que encuentran la solución.

Implementación. Se muestra el algoritmo expresado en un lenguaje de programación específico o algún objeto capaz de llevar a cabo instrucciones.

También es posible incluir un teorema que demuestre que el algoritmo es correcto, un análisis de complejidad o ambos.

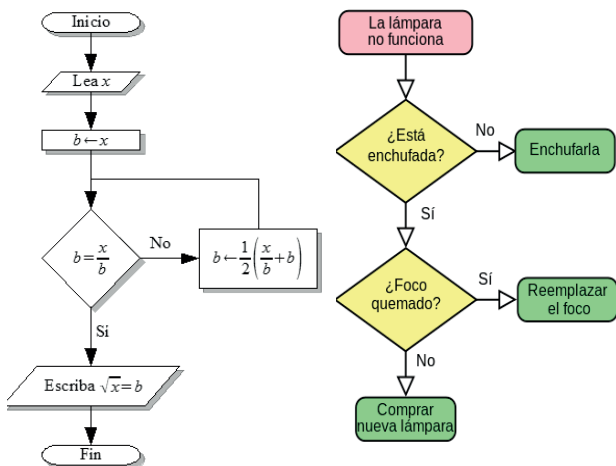


Figura 1. Diagramas de flujo de algoritmos

Diagrama de flujo que expresa un algoritmo para calcular la raíz cuadrada de un número.

Los diagramas de flujo sirven para representar algoritmos de manera gráfica

En la vida cotidiana, se emplean algoritmos frecuentemente para resolver problemas determinados. Algunos ejemplos serían los manuales de usuario, que muestran algoritmos para usar un aparato, o las instrucciones que recibe un trabajador de su patrón. En nuestro estudio aplicado a la pedagogía emplearemos algoritmos para mostrar la secuencia aplicada a métodos y esquemas de aprendizaje.

**Tipos de algoritmos según su función**

**Algoritmo de ordenamiento**

En computación y matemáticas un algoritmo de ordenamiento es un algoritmo que pone elementos de una lista o un vector en una secuencia dada por una relación de orden, es decir, el resultado de salida ha de ser una permutación -o reordenamiento- de la entrada que satisfaga la relación de orden dada. Las relaciones de orden más usadas son el orden numérico y el orden lexicográfico. Ordenamientos eficientes son importantes para optimizar el uso de otros algoritmos (como los de búsqueda y fusión) que requieren listas ordenadas para una ejecución rápida. También es útil para poner datos en forma canónica y para generar resultados legibles por humanos. Que, en nuestro caso, se aplicaran en el ámbito pedagógico por la secuencia ordenada para definir pasos de aprendizaje.

**Estabilidad**

Como mencionamos, los algoritmos de ordenamiento estable mantienen un relativo preorden total. Por ello esto significa que un algoritmo es estable solo cuando hay dos registros R y S con la misma clave y con R apareciendo antes que S en la lista original. Los algoritmos de ordenamiento inestable pueden cambiar el orden relativo de registros con claves iguales, pero los algoritmos estables nunca lo hacen.

(según: Bubble Sort: An archaeological algorithm analysis)

**Algoritmo de búsqueda**

Es importante definir que un algoritmo de búsqueda es un conjunto de instrucciones que están diseñadas para localizar un elemento con ciertas propiedades dentro de una estructura de datos; por ejemplo, ubicar el registro correspondiente a cierta persona en una base de datos, o el mejor movimiento en una partida de ajedrez. La variante más simple del problema es la búsqueda de un número en un vector.

**Búsqueda informada vs no informada**

Cuando el sistema agente (en este caso, un robot) posee algún tipo de información del medio, se utilizan técnicas de búsquedas informadas; sin embargo, si carece de conocimiento alguno, se deberán emplear algoritmos de búsqueda no informadas. En nuestro ejemplo, y para este último caso, podemos imaginar un robot que no posea ningún tipo de visión artificial, que únicamente sea capaz de moverse en horizontal o vertical de un baldosín a otro y detectar si en el baldosín se halla el libro.

De esta forma, los algoritmos de búsqueda pueden ser:

- Algoritmos no informados o ciegos: en general más ineficientes en tiempo y memoria que otros métodos.
- Algoritmos informados

Algoritmos heurísticos: destacan las Búsquedas Primero el Mejor (Algoritmo voraz o Greedy y Algoritmo de búsqueda A\*) y de Mejora Iterativa (Algoritmo Escalada Simple -Hill Climbing- y Escalada por Máxima Pendiente)  
Algoritmos de Búsqueda con adversario: destacan el Minimax y el Poda alfa-beta.

**Búsqueda secuencial**

Consiste en ir comparando el elemento a buscar con cada elemento del vector hasta encontrarlo o hasta que se llegue al final, esto hace que la búsqueda sea secuencialmente (de ahí su nombre). La existencia se puede asegurar cuando el elemento es localizado, pero no podemos asegurar la no existencia hasta no haber analizado todos los elementos del vector. Se utiliza sin importar si el vector está previamente ordenado o no.

**Búsqueda dicotómica (binaria)**

Este algoritmo reduce el tiempo de búsqueda considerablemente, ya que disminuye exponencialmente el número de iteraciones necesarias.

Para implementar este algoritmo se compara el elemento a buscar con un elemento cualquiera del vector (normalmente el elemento central): si el valor de este es mayor que el del elemento buscado se repite el procedimiento en la parte del vector que va desde el inicio de este hasta el elemento tomado, en caso contrario se toma la parte del vector que va desde el elemento tomado hasta el final. De esta manera obtenemos intervalos cada vez más pequeños, hasta que se obtenga un intervalo indivisible. Si el elemento no se encuentra dentro de este último entonces se deduce que el elemento buscado no se encuentra en todo el vector.

**Técnicas de diseño de algoritmos**

Algoritmos voraces (Greedy): seleccionan los elementos más prometedores del conjunto de candidatos hasta encontrar una solución. En la mayoría de los casos la solución no es óptima.

Algoritmos paralelos: permiten la división de un problema en subproblemas de forma que se puedan ejecutar de forma simultánea en varios procesadores.

Algoritmos probabilísticos: algunos de los pasos de este tipo de algoritmos están en función de valores pseudoaleatorios.

Algoritmos determinísticos: el comportamiento del algoritmo es lineal: cada paso del algoritmo tiene únicamente un paso sucesor y otro antecesor.

Algoritmos no determinísticos: el comportamiento del algoritmo tiene forma de árbol y a cada paso del algoritmo puede bifurcarse a cualquier número de pasos inmediatamente posteriores, además todas las ramas se ejecutan simultáneamente.

Divide y vencerás: dividen el problema en subconjuntos disjuntos obteniendo una solución de cada uno de ellos para después unirlos, logrando así la solución al problema completo.

Metaheurísticas: encuentran soluciones aproximadas (no óptimas) a problemas basándose en un conocimiento anterior (a veces llamado experiencia) de los mismos.

Programación dinámica: intenta resolver problemas disminuyendo su coste computacional aumentando el coste espacial.

Ramificación y acotación: se basa en la construcción de las soluciones al problema mediante un árbol implícito que se recorre de forma controlada encontrando las mejores soluciones.

Vuelta atrás (backtracking): se construye el espacio de soluciones del problema en un árbol que se examina completamente, almacenando las soluciones menos costosas. (Mezzadri,2017.)

**Atisbos de la Neurociencia en la Pedagogía y el aprendizaje**

¿Cómo aprendemos?

El presente estudio de innovación docente con enfoque en algoritmos pedagógicos surge inicialmente de la aplicación de la teoría de la elección, de William Glasser.



Figura 2 Piramide aprendizaje

Porque en su aplicación al contexto educativo, Glasser (1998) defiende que el profesorado es un guía para el alumnado y no un jefe. Glasser explica que el proceso de enseñanza-aprendizaje no debe basarse en la memorización, ya que el alumnado acaba olvidando los conceptos una vez realizada la evaluación correspondiente. Como alternativa, la propuesta de Glasser es la realización de trabajos útiles por parte del alumnado que le permita aprender mientras los hace. En línea con esta idea propone la pirámide de aprendizaje (Figura 2) en la que el autor describe cómo el grado de aprendizaje y adquisición de conocimiento puede variar en función de la técnica para el aprendizaje utilizada: aprendemos el 95% de lo que enseñamos a otros, el 80% de lo que hacemos, el 70% de lo que discutimos con los demás, el 40% de lo que vemos y oímos a la vez, el 30% de lo que sólo vemos, 20% de lo que sólo oímos y 10% de lo que leemos.

Al analizar estos porcentajes de aprendizaje, parece poco razonable restringir las técnicas de estudio a sólo la lectura de textos y a la realización de clases magistrales por parte del profesorado; ya que se vuelve más interesante y necesario el establecimiento de una metodología docente que permita que el alumnado interactúe con sus pares para explicar la materia.

Es por ello por lo que proponemos una metodología orientada a la creación y transferencia de conocimiento por parte del alumnado y para el alumnado, basando parte de la secuencia de estos en un algoritmo pedagógico. Porque como dice Prensky, en esta metodología se utilizan las tecnologías de la información y la comunicación para captar la atención de una generación de nativos digitales (Prensky, 2001).

Según Reyes (2012). Algunas de estos elementos son bien conocidos y aceptados, como la plasticidad cerebral, la neurogénesis, el papel de las emociones en la cognición y la identificación de períodos sensibles a ciertos aprendizajes. Otras propiedades comienzan a ser confirmadas y comentadas en recientes publicaciones (Jensen, 2016; Caicedo, 2012).

Ante todo, con esto se pretende establecer esquemas algorítmicos que identifiquen secuencias pedagógicas que interactúen entre la neuroeducación y el aprendizaje conductivo básico.

**Aplicación algorítmica en la enseñanza aprendizaje.**

Algoritmos como una opción pedagógica en los sistemas educativos.

## La analogía de un Sistema cibernético.

Dentro de un enfoque sistémico, usado como soporte de aplicación y no como base teórica, podemos partir de la idea de crear aparatos o máquinas que mantuvieran un control exacto de la información que manejaban en secuencia, que tenían Norbert Wiener y Arturo Rosenblueth. Porque entre los requisitos base que pensaban, estaba el que “toda la secuencia de operaciones la compusiera la propia máquina, o se generara de manera autónoma, sin que hubiera intervención humana desde la entrada de datos hasta la obtención de los resultados finales, ya que todas las decisiones lógicas necesarias para ello las desarrollaría la propia máquina” (Wiener, 1998.)

En este mecanismo de control, saber las causas del fenómeno no interesaba genéricamente, porque se privilegiaba ante todo el propósito. “El principio que rige el funcionamiento de esos circuitos es lo que Wiener llamó retroacción, retroalimentación o feedback. Ya que en estos procesos la información sobre las acciones en curso nutre a su vez al sistema, lo realimentan, permitiéndole perfeccionar un comportamiento orientado a un fin”.

Para Wiener estos principios usados en la mecánica rigen también en los organismos vivos. Y de ello mismo, también podemos inferir que se aplican a la definición de secuencias didácticas y “Algoritmos pedagógicos”.

## La contraparte social: La Liberación educativa de Freire.

Si bien la Educación Bancaria es la concepción básica de la educación como un proceso en el que el educador deposita “contenidos” en la mente del estudiante. Una de esas premisas es que enseñar consiste en narrar (o transferir contenidos de modo verbal), es decir que la narración cobra un papel no sólo muy importante, sino preponderante en la educación, bajo este esquema de enseñanza de Freire.

Sin embargo y también, para que exista liberación, Freire (1972) también informa que es necesario que tanto el educador como el educando sean liberados en su pensamiento auténtico, ya que los hombres se educan entre sí y si un educador no está liberado no podrá promover la liberación de sus educandos. Que será un prototipo de las secuencias de aprendizaje.

La educación liberadora que propone Freire propicia la reflexión de la conciencia sobre sí misma, de ahí que este tipo de educación sea un acto que permite la superación de educador - educando gracias al diálogo, el pensamiento y la acción. Es a partir del diálogo que tanto educandos como educadores logran conocer las ideas de cada uno, respetándolas, pero teniendo derecho a criticarlas y cuestionarlas de forma respetuosa e inteligente.

Por lo tanto, el educador debe propiciar espacios donde todos los educandos estén incluidos en los procesos educativos y actividades escolares, (que ahora denominamos retroalimentación) y se reconozcan y se relacionen con su realidad y con la sociedad en la que están inmersos. La educación no se basa por lo tanto ya en la transmisión de postulados abstractos, indiscutibles y exactos, sino en la creación de conocimiento basado en la historia de los sujetos, en su presente, los cambios que se deben realizar para la contribución al mejoramiento de este y la creencia en un mejor futuro. Por lo que el educador generará una secuencia de eventos para crear y transferir conocimiento y situaciones que generaran el aprendizaje en el educando. Ingresando en el ámbito de la secuencia didáctica con los algoritmos pedagógicos.

## Las secuencias pedagógicas para el aprendizaje.

Basados en un preliminar de Freire, hasta hace pocos años, los procesos de aprendizaje impartidos y desarrollados por las instituciones educativas utilizaban, principalmente, las clases magistrales en las que no había una comunicación de doble vía entre el educando y el educador, sino que este último simplemente pretende hacer depósitos de conocimiento, mientras que sus estudiantes se limitan a memorizar y repetir o guardar y archivar los depósitos efectuados, planteamiento conocido como la concepción bancaria de la educación. (Freire, 1972)

Ahora bien, se considera que, utilizando exclusivamente este método de enseñanza, la creatividad y las destrezas del individuo educado quedan relegadas, ya que el estudiante simplemente asiste a las clases en las que el maestro dicta temas preparados con anterioridad, porque no se permite la exploración del conocimiento y la práctica de la teoría con técnicas ajustadas a su propio entorno. Para reforzar lo anterior, en lo que se refiere a los educadores, la UNESCO agrega, “hoy en día, los docentes en ejercicio necesitan estar preparados para ofrecer a sus estudiantes oportunidades de aprendizaje apoyadas en las TIC; para utilizarlas y para saber cómo éstas pueden contribuir al aprendizaje de los estudiantes.” (UNESCO, 2008). Pero no sólo queda en esta apreciación la enseñanza innovadora, sino que también requiere que avancemos un paso más y se definan pasos y secuencias para afrontar un nuevo aprendizaje contextual, siendo un elemento de aporte los algoritmos pedagógicos propuestos didácticamente.

## Secuencias didácticas.

Pero ¿qué son las secuencias didácticas? Para abordar algunas aproximaciones a este concepto de secuencia didáctica, primero definiremos qué se entiende por este término desde diferentes posturas teóricas. Ya que, dependiendo del contexto, la palabra secuencia es utilizada para indicar el orden o disposición de una serie de elementos que se suceden unos a otros y guardan relación entre sí. Donde, para el presente trabajo se abordará el concepto de secuencia desde el ámbito educativo, es decir, desde el proceso enseñanza aprendizaje.

En este aspecto, por ejemplo (Frade Rubio, 2009), considera que las secuencias “Es la serie de actividades que, articuladas entre sí en una situación didáctica, desarrollan la competencia del estudiante. Se caracterizan porque tienen un principio y un fin, son antecedentes con consecuentes”. Desde esta perspectiva las secuencias didácticas establecen un orden lógico que permite desarrollar actividades acordes a una problemática dada, son consecuentes con el objetivo desarrollar competencias y no contenidos.

En ese mismo sentido, (Zavala Vidiella, 2008), señala que “...son un conjunto de actividades ordenadas, estructuradas, y articuladas para la consecución de unos objetivos educativos que tienen un principio y un final conocidos tanto por el profesor como por el alumnado”

De otro lado (Fons, 2010), establece que es “...la manera en que se articulan diversas actividades de enseñanza y aprendizaje para conseguir un determinado contenido”. Las actividades desarrollan o movilizan procesos cognitivos y estos a su vez dirigen acciones, es decir, respuesta de los sujetos. Esa respuesta debe estar enfocada a solucionar problemas del contexto del estudiante. El contenido no debe ser aislado de la realidad, sino que a través de una serie de actividades cobran significado para él.

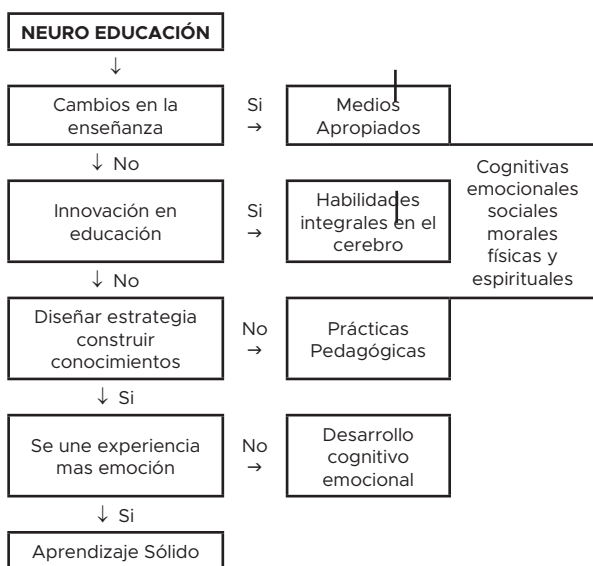
Según (Pérez, 2005) Una secuencia didáctica es una estructura de acciones e interacciones relacionadas entre sí, intencionales que se organizan para alcanzar un aprendizaje. Por eso, es importante que el docente cree actividades que permitan al estudiante movilizar el aprendizaje.

El concepto de secuencia didáctica que tomaremos como referencia será el de Tobón, quien expresa explícitamente que son "...conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos". En cada planeación se deben tener en cuenta los recursos necesarios para desarrollar las actividades. Este concepto recoge lo expuesto por los anteriores autores, pero agrega lo importante de la evaluación en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, las actividades propuestas deben orientarse a la consecución de un objetivo, por lo tanto, el seguimiento de los procesos permite medir la apropiación de las competencias propuestas (Tobón, Pimienta, & García, 2010, pág. 20).

**Análisis de algunas categorías para la formación de Algoritmos pedagógicos definidos**

La implicación de las secuencias didácticas ya entendidas, nos llevaran a una serie de Algoritmos pedagógicos propuestos, que se enmarcará sobre el análisis de algunas categorías que propondrán modelos y metodologías hacia la enseñanza.

Un ejemplo básico de un diseño de un algoritmo pedagógico De acuerdo con la pirámide propuesta por Glasser, vista anteriormente, la metodología de una enseñanza contextual y aplicado correspondería al nivel en el cual el alumnado estaría aprendiendo el 80% durante la clase mediante la realización de actividades y el 70% al discutir las tareas con sus pares y el profesorado.



De este modo se puede inferir la secuencia de pasos para desarrollar un algoritmo pedagógico aplicado: Los conocimientos teóricos necesarios para interactuar con la materia son y serán adquiridos en los periodos pre y post clase.

Es decir, que las clases no son ni serán clases magistrales, sino clases de interacción práctica donde los conocimientos que se impartían anteriormente como clase magistral son y serán adquiridos por el alumnado en un periodo anterior y posterior a la clase mediante el acceso al material teórico creado por el docente a principio de curso con la ayuda de manuales y otros materiales facilitados por el profesorado. Generando una secuencia de pasos de uso y metodología, para alcanzar un aprendizaje bajo el esquema de algoritmos pedagógicos.

Tomando en cuenta las escalas en la enseñanza y también en neurociencias, debemos identificar la aplicación en la pedagogía de modelos de Algoritmos, inicial y básicamente lineales, que a su vez en esquema de búsqueda se definirán como binarios y no binarios. Reconociendo que la aplicación de los algoritmos se diversifica por la metodología de la secuencia de los algoritmos, según la aplicación del momento pedagógico.

**Aplicación en la categoría de neuroeducación.**

En este nivel de neuroeducación, la secuencia del Algoritmo propuesto se plantearía con opciones que incluyan aspectos de tipo emocional y no solo racional en la enseñanza, ya que en el proceso de aprendizaje se promoverá la secuencia lineal con enfoque binario, para considerar más de una opción sobre la base de la emoción a considerar en la selección de respuesta.

Porque según Campos (2010), quien nos propone unas claves sencillas a tomar en cuenta: se aprende cuando la serie de experiencia involucra las emociones; se promueven aprendizajes sólidos cuando se enseña de manera amena con anécdotas y en medio de conversaciones gratas. Siendo estas las secuencias didácticas de un definido algoritmo pedagógico. Como también estimular la creatividad mediante actividades artísticas, que ayuda a disminuir tensiones y mejoran la concentración; como desarrollar regularmente el ejercicio como el mejor aliado de la plasticidad cerebral, la concentración y el antiestrés; descansar, dormir con el fin de incrementar la capacidad de retener, conceptualizar y abstraer; e incluir el juego, la diversión y la interacción social, para estimular áreas cerebrales implicadas en el aprendizaje. Todos los cuales se aplicarían en un subsiguiente algoritmo pedagógico, similar al que se presenta, porque la secuencia didáctica es el elemento generador de algoritmos pedagógicos.

**Aplicación en la categoría de neurociencia**

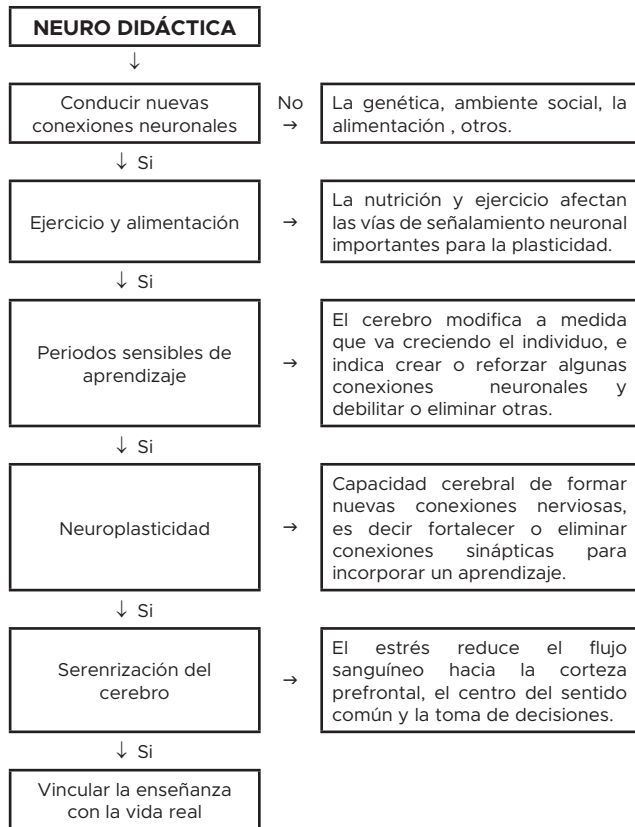
Al respecto Mora (2013), señala cinco propuestas que pueden ayudar a generar algoritmos pedagógicos definidos y a su vez mejorar las clases desde esta área, trabajando la motivación, la contextualización de la enseñanza-aprendizaje, y la problematización y el clima áulico.

Por lo que, dentro de este espectro de acciones, la secuencia del algoritmo pedagógico empezaría con algo provocador que podría consistir una frase, una imagen o una reflexión. Que conectaría luego la vida con los alumnos, presentando problemas interesantes que los afecten. Desarrollando luego y en secuencia, un clima favorable para que quieran y puedan hablar. Donde establecer un algoritmo pedagógico en esta escala motivaría introducir las incongruencias, las contradicciones, la novedad, la sorpresa, el desconcierto y la incertidumbre, de tal modo que estimule y desafíe el pensamiento. Ya que evitaría la ansiedad y el miedo, porque nadie aprende así.

**Aplicación en la categoría de neurodidáctica**

Se ha considerado esta categoría porque los autores consultados coinciden que será una disciplina nueva que aporta cambios grandes y significativos, que podrían originar una verdadera revolución en el arte de enseñar (Paniagua, 2013) y sobre todo que pueden ayudar a los educadores a desarrollar mejores estrategias didácticas. Para Cuesta (2009), la neurodidáctica es vista como un camino que conduce a los maestros y estudiantes a un entorno significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, porque no solo contempla los conceptos o contenidos a impartir, sino que profundiza habilidades personales, actitudes y aptitudes

que le facilitan el proceso, y que se considerarían como fases en la secuencia misma del algoritmo pedagógico propuesto. También porque se encarga de las formas en las que se presentan los contenidos, eligiendo aquellas en las que pueda resultar más fácil la asimilación, la memoria y la integración. (Forés y Ligoiz, 2009).



Se puede inferir que la neurodidáctica es y será una disciplina con grandes cambios en todas las áreas de la educación, incluyendo las estrategias de enseñanza, políticas de disciplina, artes, educación especial, currículo, tecnología, bilingüismo, música, entornos de aprendizaje, formación y perfeccionamiento del profesorado, con evaluación e incluso el cambio en la organización pedagógica y curricular. Lo que nos muestra la necesidad de elaboración de un tipo de algoritmo pedagógico complejo de ordenamiento y búsqueda con secuencias binarias y no binarias en el proceso del aprendizaje, alineadas a la neurodidáctica.

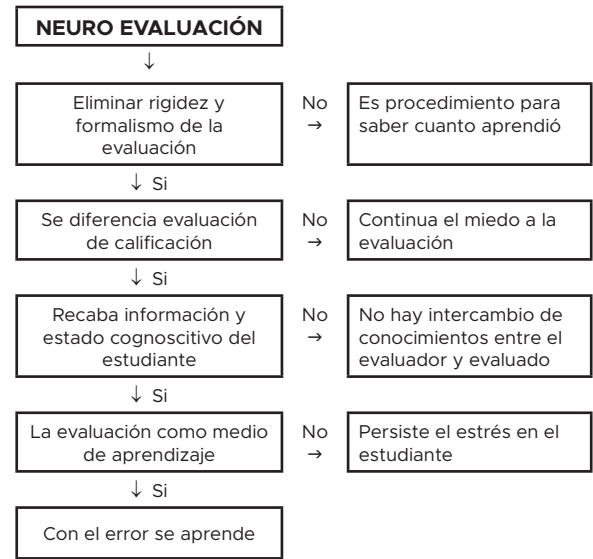
Porque al analizar los planteamientos y la función del educador mediante la neurodidáctica, es literalmente lograr conducir al estudiante en pasos y secuencias hacia nuevas conexiones neuronales correspondientes y la secreción de componentes químicos que posibilitarán el aprendizaje, (Franco;2013), quien respalda y presenta las siguientes estrategias, y que se pueden exponer aplicadas en una secuencia algorítmica pedagógica.

- Ejercicio y alimentación
  - Periodos sensibles de aprendizaje
  - Neuroplasticidad
  - Serenización del cerebro
- (Jensen, 2016; Sapolsky, 1998, citado por Scaddan, 2014).

Adicionando que, Tate (2016) dice que este estado se logra cuando vinculamos lo que se está enseñando con la vida real, con el mundo en que se vive.

**Aplicación en la categoría de neuroevaluación.**

Con relación a la evaluación educativa, más allá de su práctica convencional, no es solo un procedimiento para saber cuánto han aprendido los alumnos, sino que debe considerarse primeramente como un medio relevante de enseñanza y aprendizaje, que conlleva los pasos y fases de un algoritmo pedagógico binario en secuencias didácticas.



Porque en materia de evaluación de los aprendizajes, para que el cerebro pueda aprender, los investigadores pudieron observar que varios autores coinciden en que hay que eliminar la rigidez y el formalismo en la evaluación que por años ha atemorizado a los alumnos. Creándose en esta etapa un tipo de algoritmos pedagógicos lineales y binarios, con evidente retroalimentación.

Como manifiesta Cerda (2005) ya que este miedo a las evaluaciones empieza a eliminarse cuando se diferencia la evaluación de la simple calificación y de la medición; como cuando se empieza a entender que la evaluación no son sinónimo de exámenes y notas sino un instrumento de investigación que nos permitirá recabar mucha más información sobre el estudiante, siendo un medio de diagnóstico que nos ayudará a conocer el estado cognoscitivo y actitudinal del individuo.

Además, en este estudio realizado por los investigadores, se pudo comprobar que la evaluación puede ser un medio efectivo en la enseñanza y en el aprendizaje desde la neuroeducación, pero tiene que ser motivadora para provocar interés, estimular la actividad y ser una herramienta de comunicación y diálogo, de tal modo que ocasione el intercambio de ideas y conocimientos entre el evaluador y el evaluado. Porque la evaluación ya no sanciona, no prescribe, ni discrimina o amenaza, sino al contrario, es un mecanismo de orientación y formación (Cerda, 2005). Generando con esta definición un tipo de algoritmo pedagógico que no considera aspectos de evaluación tradicional y desactualizada, para crear secuencias didácticas dirigidas hacia acciones de orientación y formación, con el elemento de la retroalimentación.

Hay que considerar el error como parte del proceso de aprendizaje, porque equivocarse es el principio de aprender (Junta Andalucía, 2017); superar el error, con la ayuda del profesor, es lo formativo

y formador, es aprender a aprender (Castillo y Cabrerizo, 2006) creándose en la neuroevaluación un tipo de algoritmo pedagógico binario con secuencias didácticas de aprendizaje respecto a los errores.

Adicionalmente, igual existen consideraciones con Rotger (2017), que para la confección o preparación de las evaluaciones indica que se debe ser coherente entre lo que se enseña y lo que se

evalúa; teniendo en cuenta los estilos de aprendizajes y las inteligencias múltiples. Además, corrigiendo entre todos, la evaluación, al término de esta se logrará relajar a los estudiantes en sus posibles errores; variando los estilos, como las opciones individuales y grupales, con juegos en equipos y de trabajo cooperativo, entre muchas otras. Con secuencias didácticas ya definidas en patrones de algoritmos pedagógicos aplicados.

## REFERENCIAS

- Artículo derivado una investigación con enfoque cualitativo y de tipo documental realizada por la Corporación Universitaria Adventista: Pherez, G., Vargas, S., y Jerez, J. (2018). Neuroaprendizaje, una propuesta educativa: herramientas para mejorar la praxis del docente. *Revista Civilizar*, 18(34), 149-166.
- Brassard, Gilles; Bratley, Paul (1997). *Fundamentos de Algoritmia*. Madrid: PRENTICE HALL. ISBN 84-89660-00-X.
- Bubble Sort: An archaeological algorithm análisis. Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Ordenamiento\\_de\\_burbuja](https://es.wikipedia.org/wiki/Ordenamiento_de_burbuja).
- Caicedo, H. (2012). *Neuroaprendizaje una propuesta educativa*. Bogotá: Ediciones de la U.
- Cerda, H. (2005). Los elementos de la investigación. Bogotá : El Búho. Recuperado de [http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo18/files/Neuroeducacion\\_en\\_el\\_aula-.pdf](http://www.uca.edu.ar/uca/common/grupo18/files/Neuroeducacion_en_el_aula-.pdf)
- Forés, A., y Ligioiz, M. (2009). *Descubrir la neurodidáctica: aprender desde, en y para la vida*. Barcelona, España: Editorial UOC.
- Gurevich, Yuri (2000). «Sequential Abstract State Machines capture Sequential Algorithms». *ACM Transactions on Computational Logic* 1 (1): 77-111. ISSN 1529-3785.
- Jensen, E. (2016). Cómo dinamizar el cerebro. En E. Jensen, S. Feinstein, P. Nevills (Eds.), *Neurociencia educativa* (pp. 179-188). Madrid: Narcea.
- Junta Andalucía. (2017). *MOOC Neurodidáctica. Escuela tradicional-Escuela Neurodidáctica*. Andalucía: Autor.
- Kandel, E., y Jessel T. (2012). *Principles of Neuronal Science*. Estados Unidos: Mc Graw Hill.
- Mezzadri, Daniels. «¿Que es un algoritmo?». Consultado el 29 de mayo de 2017. Recuperado de: [https://www.wikiwand.com/es/Algoritmo\\_de\\_b%C3%BAscueda](https://www.wikiwand.com/es/Algoritmo_de_b%C3%BAscueda). <https://es.wikipedia.org/wiki/Algoritmo>.
- Nachum Dershowitz & Yuri Gurevich (2008). «A natural axiomatization of computability and proof of Church's Thesis». *Bulletin of Symbolic Logic* 14 (3): 299-350. ISSN 1079-8986.
- Pherez, G. A., Riasco, W., Agudelo, J. D., y Carabalí, W. (2009). Factores asociados a los docentes que predicen el rendimiento académico de los alumnos de educación básica y media del sistema educativo en Colombia en el año 2009 (Tesis de pregrado). Chillán, Chile: Universidad Adventista de Chile.
- Paniagua G., M. N. (2013). *Neurodidáctica: Una nueva forma de hacer educación*. *Fides et Ratio*, 6(6), 72-77.
- PAULO FREIRE Y LA PEDAGOGÍA DEL OPRIMIDO. «La Educación Liberadora de Paulo Freire»
- Reyes, F. (2012). *Paradigmas y enfoques de la investigación científica*. En, *Conocer y decidir*. Perú: IESPP CREA.
- Rotger, M. (2017). *Neurociencias y neuroaprendizajes: las emociones y el aprendizaje. Nivelar estados emocionales y crear un aula con cerebro*. Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.
- Scaddan, M. (2014). Cómo aquietar y serenar el cerebro. En E. Jensen, S. Feinstein, P. Nevills, A. Norfleet James, M. Scaddan, R. Sylwester, y M. Tate, *Neurociencia educativa: mente, cerebro y educación* (pp. 155-158). Madrid: Narcea Ediciones.
- Tobón, S., Pimienta, J. H., y García, J. A. (2010). *Secuencias didácticas: Aprendizaje y evaluación de competencias*. Naucalpan de Juárez, México: Prentice Hall- Pearson.
- UNESCO. (2000). *Educación para Todos: cumplir nuestros compromisos comunes con los seis Marcos de Acción Regionales*. Senegal: Adoptado en el Foro Mundial sobre la Educación Dakar. Obtenido de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001211/121147s.pdf>.
- Zavala Vidiella, A. (2008). *La práctica educativa. Cómo enseñar*. Barcelona: Grao.

## CITA

