

**UNIVERSIDAD MAYOR
FACULTAD DE HUMANIDADES
DIRECCIÓN POSTGRADOS EDUCACIÓN**

Medición de las Funciones Ejecutivas mediante el test de Los Senderos a estudiantes de primer año de medicina que utilizaron el Diseño de Proyectos como estrategia pedagógica en un programa de Gestión de la Información Digital (TICs), en el segundo semestre de 2017 en la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor.

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN NEUROCIENCIAS DE LA
EDUCACIÓN

Alumno:

Pérez Cortés Félix

Profesor guía:

Mg. Claudio Molina Díaz

2018

Dedicatoria

A Mónica, Claudia y Tatío, Pablo, Luis Emilio y Rodrigo

A mis estudiantes.

A mis héroes de las neurociencias.

A mis compañeros de curso, que con sus conversaciones de pasillo y durante desayunos y almuerzos me fueron aclarando las ideas y me entregaron su amistad.

SOLO USO ACADÉMICO

Agradecimientos

Agradezco infinitamente a mis profesores que me abrieron la mente y la consciencia:

Ricardo Puebla Wurt, Sergio Mora, Orestes García, Patricio Alarcón, María Alicia Ruiz, Claudio Maffet y a mi profesor guía Claudio Molina Díaz.

A mi compañera del magister Christine Etchart Mauriciano por su generosa traducción del resumen al inglés.

SOLO USO ACADÉMICO

ÍNDICE	Página
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	6
1.1 Antecedentes	6
1.2 Formulación del problema	12
1.3 Justificación e importancia de la investigación	13
1.4 Objetivo general	15
1.5 Objetivos específicos	16
1.6 Hipótesis de la investigación	16
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	18
2.1 El cerebro como órgano del aprendizaje	19
2.1.1 La neuroplasticidad principal atributo del cerebro	19
2.1.2 El cerebro adolescente	22
2.1.3 Neuroaprendizaje	22
2.1.4 Las cuatro claves del aprendizaje	23
2.3 Funciones Ejecutivas	26
2.3.1 Funciones Ejecutivas en la U Mayor	26
2.3.2 Buscando una definición de cuáles son las FE	27
2.3.3 Modelos de Funciones Ejecutivas	29
2.3.4 Una breve caracterización de las Funciones Ejecutivas	37
2.3.5 Funciones Ejecutivas Metacognitivas y Emocionales	39
2.3.6 Propuesta de Funciones Ejecutivas de Portelano y García Alba	39
2.3.7 Propuesta de un Modelo Cinético de Funciones Ejecutivas	41
2.3.8 Desarrollo de las FE desde la infancia hasta la adultez	59
2.3.9 Inteligencia Ejecutiva	63
2.3.10 Funciones Ejecutivas en la práctica pedagógica	64
2.3.11 Lóbulo Frontal, Corteza Prefrontal y Funciones Ejecutivas, una aproximación a su funcionamiento neurobiológico	72
2.4 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación	84
2.4.1 Entornos Personales de Aprendizaje y TICs	85
2.4.2 Mente Extendida y TICs	86
2.4.3 Conectivismo: Una nueva pedagogía en la era digital:	87
2.5 Contexto institucional	87
2.6 Políticas nacionales sectoriales	88
Síntesis del Marco Teórico	90

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	94	
3.1	Diseño de la investigación	94
3.1.1	Caracterización del diseño de investigación utilizado	99
3.2	Universo, población de estudio y muestra bajo estudio	100
3.3	Identificación, selección y definición operacional de las variables	104
3.4	Modelo de análisis	108
3.6	Instrumento utilizado: Test de los Senderos	108
3.7	Plan de análisis de datos	119
CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANALISIS Y DISCUSIÓN	120	
4.1	Muestra observada	121
4.2	Resultados globales para la variable de estudio, obtenidos del Test de Entrada antes de la intervención pedagógica y su incidencia en las Funciones Ejecutivas	122
4.3	Resultados globales para la variable de estudio, obtenidos en el Test de Salida después de la intervención pedagógica y su incidencia en las Funciones Ejecutivas	129
4.4	Prueba de significación estadística aplicada a los datos	135
4.5	Evolución de las Funciones Ejecutivas en estudiantes de primer año de Medicina en base a la medición de Pre Test y Post Test y Prueba t de Student para verificar si hay diferencias estadísticas significativas	138
4.6	Consideraciones acerca de la hipótesis general de trabajo	151
4.7	Discusión acerca de los resultados obtenidos en la investigación	154
CAPITULO V. CONCLUSIONES	156	
5.1	Conclusiones generales	156
5.2	Conclusiones acerca de los objetivos	158
5.3	Conclusiones en relación con el Marco Teórico	159
5.4	Limitaciones	160
5.5	Proyecciones	161
BIBLIOGRAFÍA	163	

RESUMEN

Esta tesis propone que el Diseño de Proyectos como método pedagógico en la sala de clases es un ambiente óptimo para potenciar las Funciones Ejecutivas (FE) de los estudiantes; y reconoce en las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) como las herramientas eficientes para su despliegue.

Se realizó una investigación cuasi experimental de tipo cuantitativo con pre y post test para solo un grupo, con variable independiente y dependiente. Se intervino la asignatura de Gestión Digital con estudiantes de primer año de medicina en el segundo semestre de 2017 en la Universidad Mayor. Los estudiantes utilizando el Diseño de Proyectos y las TICs investigaron desde fuentes validadas y produjeron un libro y una página web de Anatomía poniendo en acción las FE.

Se evaluaron las FE a través del test de Los Senderos, ampliamente validado en países de habla hispana, con pruebas de *velocidad procesamiento*, pruebas de *aciertos y errores* y pruebas de *ejecución* del test para evaluar las FE de *planificación, flexibilidad mental, memoria de trabajo y memoria prospectiva*. A los resultados de la medición cuantitativa se le aplicó una prueba de significación estadística para establecer si las diferencias observadas en el rendimiento de los alumnos antes y después de la intervención fueron estadísticamente significativas.

Las conclusiones de este trabajo, indican que es posible potenciar las FE en el aula ocupando el Diseño de Proyectos como pedagogía y las TICs como herramientas de trabajo para la investigación, creación y publicación de conocimiento.

Palabras claves: funciones ejecutivas - diseño de proyectos - gestión de la Información digital – tics - estrategia pedagógica - estudiantes de medicina - programa de estudio – universidad mayor.

ABSTRACT

“Either success or failure in life depend on Executive Functions” (E.Goldberg)

The following investigation proposes the Project Design as a pedagogical method to create an appropriate environment to enhance Executive Functions (EF's) in students; and it places the Information and Communication Technologies (ICTs) as an efficient tool for their development.

The research followed a quasi-experimental quantitative design with a previous and after test for a single sample, including a dependent and independent variable.

A Digital Management course was intervened during the second semester of first year students from medical school at Universidad Mayor. The students produced an anatomy book and a website applying valid sources while using the project design and ICT's to make their research, which set their EF in action.

Executive Functions in these students were measured through the 'test de Los Senderos' (TESEN), widely validated in Spanish-speaking countries, using *processing speed tests, success and failure tests and accuracy and execution tests* to evaluate EF of *planning, mental flexibility, working memory and prospective memory*. A test of statistical significance was applied to the quantitative results obtained to determine if the differences observed in student's results before and after the intervention were statically relevant.

The conclusions of this research show that it is possible to enhance EF in the classroom using the project design method and the ICTs as a working tool for the research, production and publication of knowledge.

Key Words: Executive Functions – project design – digital information management – icts – pedagogical strategy – medicine students – study program – Universidad Mayor.

INTRODUCCIÓN

Diseño de Proyectos como ambiente para el desarrollo de las Funciones Ejecutivas.

Hay múltiples formas de denominar a la estrategia pedagógica denominada Diseño de Proyectos, que busca que los estudiantes guiados por el docente, solucionen problemas reales que sean una contribución a la comunidad, o que este diseño pedagógico sirva para crear conocimiento a partir de una práctica concreta. Flechsing y Schifelbein le llaman Proyecto Educativo, pero también detallan otros nombres: proyecto educativo; proyecto de aprendizaje; método de proyectos; proyecto; proyecto de desarrollo; proyecto didáctico; *learnig project*; *project*; *method project*; *work group*; *hot groups*; misión Impossible; stages. (Flechsing, 2006).

Para efectos de esta tesis, se utilizará la denominación Diseño de Proyectos porque implica, desde una visión desde la docencia, la creación de una estrategia aplicada a ese grupo específico de estudiantes, que no se ha ocupado en otros contextos. Y la visión desde los estudiantes, significa diseñar un producto cultural desde sus inicios hasta su concreción final, desde su contenido hasta su diseño gráfico.

La práctica de Diseño de Proyectos, que es ampliamente conocida pero poco practicada, tiene su origen en la década del 30 del siglo pasado, así lo señala en su tesis de grado la peruana Isabel López Ruiz: “*Los representantes del método de trabajos o tareas formaron el primer movimiento pedagógico del siglo XX. Los nombres más conocidos en Estados Unidos son John Dewey (cuya filosofía educativa es la base del método); William Kilpatrick, Helen Parkhurst*”. (Ruiz, 2007) En otros países europeos son María Montessori (Italia), Adolph Ferriere (Suiza), Ovide Decroly (Bélgica), Celestin Freinet (Francia) y Kerschensteiner, Gaudig y Peter Peterson (con el Plan Jena) en Alemania.

John Dewey es considerado el creador de esta metodología y su fundamento es que el estudiante es el centro de la práctica educativa, de esta forma el aprendizaje es una vivencia que despierta su capacidad de pensar, investigar por su cuenta, verificar la información, tomar decisiones y reflexionar. Dewey señala:

“1ª. Que el alumno tenga una situación auténtica de experiencia, es decir, una actividad continua en la que esté interesado por su propia cuenta.

2ª. Que se desarrolle un problema auténtico dentro de esa situación como un estímulo para el pensamiento.

3ª. Que el alumno posea la información y haga las observaciones necesarias para manejarla.

4ª. Que las soluciones sugeridas se le ocurran a él, lo cual le hará responsable para desarrollarlas de un modo ordenado.

5ª. Que tenga la oportunidad para comprobar las ideas por sus aplicaciones, para aclarar su sentido y descubrir por sí mismo su valor.” (Ruiz, 2007)

Para William Kilpatrick, (citado por Ruiz) un proyecto es *“una entusiasta propuesta de acción para desarrollar en un ambiente social”* y debe servir para mejorar la vida de las personas. En la medida en que los sujetos se sientan implicados en el aprendizaje tanto mayor y mejor será éste. *“La función principal del Proyecto es posibilitar al alumnado el desarrollo de estrategias globalizadoras de organización de los conocimientos escolares mediante el tratamiento de la información”*.

El autor de esta tesis agrega, siguiendo la misma línea de argumentación de Kilpatrick, que *Diseño de Proyectos* es una oportunidad para crear productos culturales que sean la consecuencia del aprendizaje. Crear un producto, es resignificar la experiencia, dotar de nuevos códigos al aprendizaje, es encontrar una nueva forma de hacer las cosas y para eso las Tecnologías de la Información y Comunicación juegan un rol fundamental por su plasticidad y ubicuidad.

Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) y Diseño de Proyectos

Hoy como nunca antes, disponemos de herramientas tecnológicas gratuitas para la creación de conocimiento y solución de problemas. En cualquier hogar de un estudiante universitario se dispone de un computador y conexión a Internet, si no dispone de ella, existe el servicio en la universidad o en lugares públicos como el Metro de Santiago, restaurantes, malls, etc.

Las TICs permiten la investigación desde múltiples fuentes de Internet. La aplicación Word de Microsoft que viene instalada en cualquier computador o teléfono permite crear y diseñar contenidos con múltiples herramientas de diseño gráfico. Con Word se puede crear un periódico o una revista. Nosotros en nuestra práctica docente hemos creado revistas con buenos estándares de diseño, que luego hemos subido a Internet con aplicaciones en línea (ISSUU) que las transforman en revistas digitales, en formato e-Book.

Ante este escenario de segunda década del Siglo 21 es conveniente traer a la memoria la práctica pedagógica de uno de los creadores del Diseño de Proyectos, el francés Celestin Freinet en los años 30 del siglo veinte, quien creía en los talleres como una actividad evolucionada, socializada e intelectualizada, pero con un espíritu libre para la creatividad. Sus fundamentos fueron:

- 1) *“Investigación, conocimientos, documentación.*
- 2) *Experimentación*
- 3) *Creación, expresión y comunicación gráficas.*
- 4) *Creación, expresión y comunicación artísticas”*

Cada uno de estos talleres debería estar implementado adecuadamente para el trabajo del alumno, Freinet afirma: *“...una organización demasiado avanzada y perfecta de estos talleres de base, corre el peligro de perjudicar la iniciativa, la adaptación del trabajo al medio, esclavizando la creación al orden y a la disciplina fría de un material que impondría su ley como lo impone a los obreros la fabricación*

en cadena” (Ruiz, 2007). La práctica pedagógica tiene una multiplicidad de variables que inciden en un buen o mal aprendizaje, con Diseño de Proyectos el resultado del aprendizaje es concreto y tangible en corto tiempo.

Freinet tenía su propia imprenta y eran los mismos estudiantes quienes elegían el mejor texto para llevarlo a impresión. Eran los años 30 y los sistemas de impresión eran complejos y era necesario tener amplios conocimientos de las imprentas tipográficas. Contrasta en el hecho de que hoy cualquier texto puede imprimirse con facilidad desde cualquier casa u oficina. Esta conversación con Freinet a través del espacio tiempo y la pasión por la educación, es que en esta era se pueden hacer impresiones digitales con un costo mínimo y es posible publicar nuestros contenidos en Internet ante una audiencia posible de millones de personas.

Hoy se tiene la ventaja que los estudiantes dominan el ambiente tecnológico, tienen facilidad de entender las lógicas que en cada aplicación. La coincidencia con la práctica de Freinet es que una de las exigencias de la asignatura *Gestión de la Información Digital* es la aplicación del diseño y la creatividad como un concepto amplio que abarca más allá del diseño gráfico, también el diseño metodológico de crear un texto de estudio de Anatomía para que sea fácil de entender de parte del lector

Funciones Ejecutivas, Método de Proyectos y Tecnologías de la Información.

Para crear un Texto de estudio de Anatomía realizado en forma colectiva por los estudiantes de Primer año de Medicina de la Universidad Mayor, se requiere de la confluencia de estos tres vectores: Diseño de Proyectos como metodología pedagógica y “ambiente” para encarar un desafío académico; las TICs como herramientas de trabajo y soporte para publicar los contenidos; y Funciones Ejecutivas como “método” para la Planificación del Proyecto.

En esto, los componentes de las FE contribuyen al proyecto para su realización son: 1) Gestión de emociones como disparador de la acción y la voluntad de concretar un proyecto en la realidad; 2) La Planificación, que diseña un plan de trabajo, organiza los recursos necesarios, y crea los mecanismos de control; 3) Monitorización que es imponer un control ejecutivo que va vigilando el cumplimiento de las acciones y flexibilidad ante cambios de escenarios para concluir el proyecto de manera exitosa; 4) la Memoria Operativa, que asume el control de todo el sistema de memorias como un banco de información y conocimientos previos; 5) Actualización, como una filosofía de vida, como práctica regular para integrar nuevos conocimientos para nuevas tareas no rutinarias y como una actitud de aprendizaje continuo; 6) Control Atencional para filtrar información no relevante y mantener el rumbo prefijado; 7) Fluencia o velocidad de procesamiento cerebral para mantener las capacidades cognitivas en buen estado y realizar la tarea en un plazo estipulado.

Durante todo el proceso los estudiantes estuvieron Monitorizando y evaluando en forma permanente su estrategia metodológica para tener el convencimiento si iba a servir para que el lector del libro aprendiera Anatomía.

Esta tesis que se presenta es la unión de Funciones Ejecutivas, Diseño de proyectos y Tecnologías de la Información en el marco de la asignatura Gestión de la Información Digital y que tuvo como resultado la creación de un texto de estudio de Anatomía con la utilización de la aplicación Word de Microsoft y su publicación en la web en formato de e-Book y una Página Web.

A continuación, se abordará del problema de investigación y se formulará esta tesis, sobre la necesidad de incorporar las FE y el *Diseño de Proyectos* a la práctica pedagógica y la conveniencia de continuar con la investigación, para crear nuevo conocimiento en el desarrollo de las FE en estudiantes universitarios.

CAPITULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes

¿Es posible potenciar las Funciones Ejecutivas en el aula con Diseño de Proyectos como estrategia metodológica y las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de trabajo?

Oliver Saks sostiene que uso eficiente de las Funciones Ejecutivas (FE) *“permite a las personas conseguir sus deseos y propósitos”*; el filósofo español José Antonio Marina nos dice que *“estamos hablando de funciones que transfiguran nuestra vida entera”*. Elkhonon Goldberg nos señala que para emprender una tarea novedosa debemos *“identificar el objetivo, proyectar la meta y establecer planes, controlar, organizar los medios para llevarlo a cabo tales planes, controlar y juzgar consecuencias para ver que todo se ha conseguido como se pretendía”*. (Goldberg, 2015)

Esta propuesta para potenciar las FE en los estudiantes de medicina en la Universidad Mayor, es la de trabajar de en forma simultánea el desarrollo de las FE y el Diseño de Proyectos como método pedagógico y ambiente favorable para la puesta en práctica de las FE, utilizando como herramienta de trabajo las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs).

Diseño de Proyectos permite al estudiante vivir una experiencia de trabajo real, creando y diseñando productos culturales que pueden ser vistos y leídos por personas del todo el mundo. Las TICs permiten su realización y el trabajo en equipo es la mejor respuesta de los estudiantes, sobre todo, si este proyecto viene a solucionar problemas apremiantes como el aprendizaje del ramo de Anatomía.

Taxonomía de Bloom Digital

Taxonomía de Bloom Digital	Habilidades de pensamiento de orden superior	Espectro de la comunicación
1 Crear	Publicar, <i>bloggear</i> , mezclar, <i>remezclar</i> , <i>mashup</i> , participar en redes. Programar, filmar. <i>Diseñar, construir, producir, idear, elaborar.</i>	Creación de conocimiento.
2 Evaluar	Reelaborar, colaborar, participar en redes, publicar. <i>Revisar, formular hipótesis, juzgar, experimentar, probar, monitorear.</i>	Cruce de información de diferentes de fuentes.
3 Analizar	Recombinar, enlazar, <i>media clipping</i> , <i>cracking</i> . Google Académico. <i>Comparar, organizar, deconstruir, estructurar, integrar, delinear.</i>	Deconstruir contenidos
4 Aplicar	Editar, compartir, subir archivos a la red, cargar, jugar. <i>Implementar, desempeñar, ejecutar, usar.</i>	Analizar y clasificar contenidos más o menos relevantes
5 Comprender	Búsquedas avanzadas, comentar, etiquetar, suscribir, <i>twitear</i> . <i>Clasificar, interpretar, inferir, resumir, parafrasear, ejemplificar.</i>	Evaluar y guardar contenidos
6 Recordar	Marcar favoritos, resaltar, utilizar viñetas, búsquedas en Google. <i>Reconocer, listar, identificar, describir, encontrar, denominar.</i>	Búsqueda de fuentes acreditadas
	Habilidades de pensamiento de orden inferior	



(Tabla inicial 0, creación propia, fuente de información Eduteka.org)

Diseño de Proyectos es un espacio para el desarrollo de la creatividad de los estudiantes, cualquiera que sea su nivel académico, porque la esencia de la metodología es la creación de productos o servicios que tengan una utilidad real. De acuerdo a la taxonomía de Benjamin Bloom, la naturaleza del trabajo creativo, situado en cima de la dimensión del aprendizaje, es un ir y venir continuamente por todas las dimensiones del aprendizaje.

Al comienzo de la intervención, al momento del encuentro con los estudiantes, el docente presentó a las Tecnologías de la Información y Comunicación en un entorno universitario como las herramientas para la solución de los problemas académicos.

Mediante la metodología Árbol de Problemas se identificó cuál era el problema más significativo para los estudiantes de primer año de medicina. El acuerdo unánime fue el difícil aprendizaje del ramo Anatomía por las características de la asignatura: fuerte cantidad de contenidos que se pasaban a la semana, alta cantidad de estudiantes en el salón de clases, gran número de conceptos y sistemas para memorizar. Las consecuencias de esta realidad significa en los estudiantes una alta reprobación de la asignatura, lo que implica el retraso en un año de la carrera con el consiguiente costo económico para las familias. Las razones de fondo que ellos atribuyen a este bajo rendimiento es a la mala base de conocimientos de biología que traen desde el colegio, las metodologías de enseñanza en el liceo y la universidad, y lo deficiente del sistema educacional chileno.

Con la metodología Árbol de Problemas se situó“ el problema” en el tronco, sus consecuencias en el follaje, y las causas que originan el problema en la raíz del árbol. Así se fue construyendo un diagnóstico y también una solución.

Árbol de Problemas

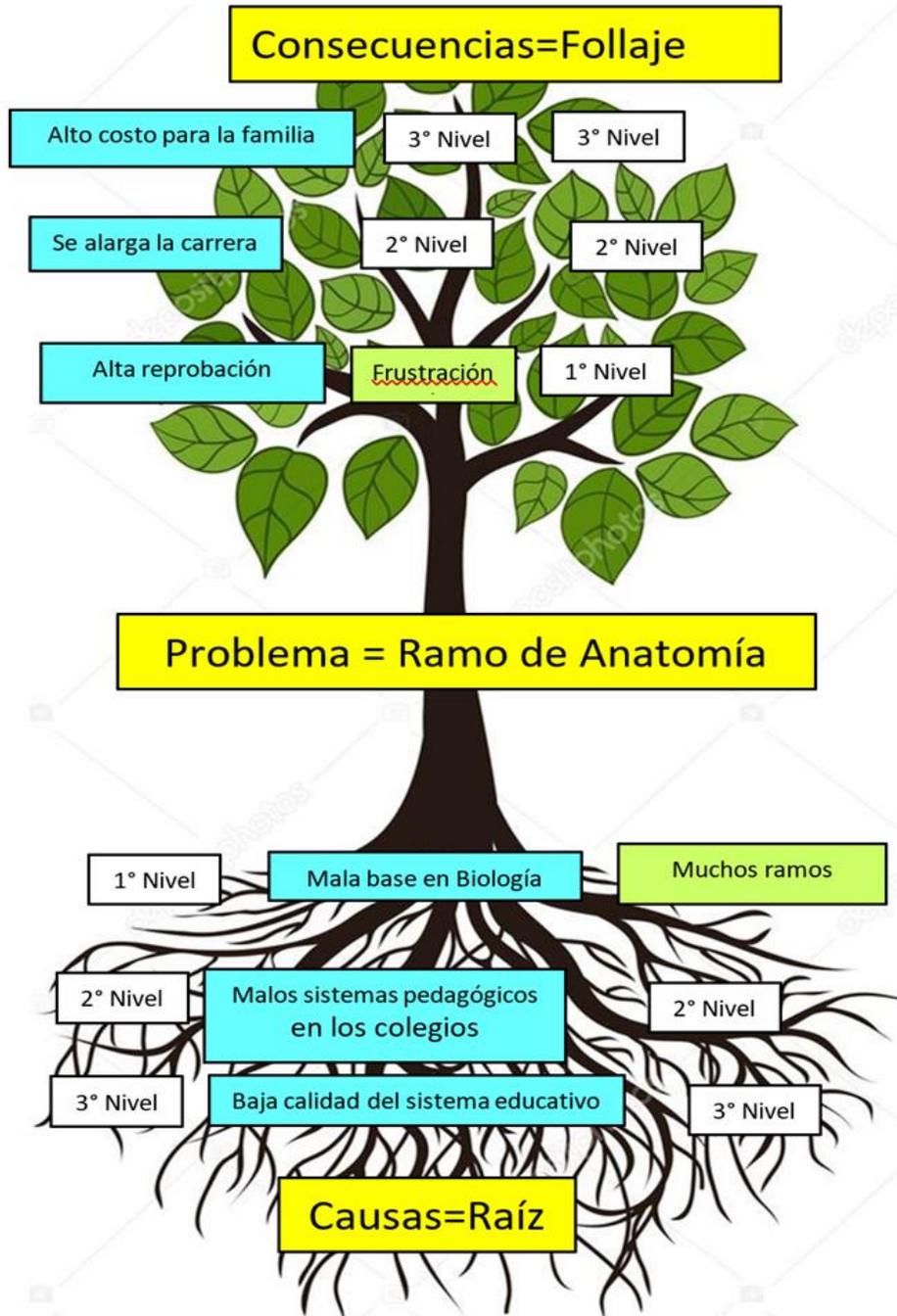


Imagen inicial 0 / Fuente Propia

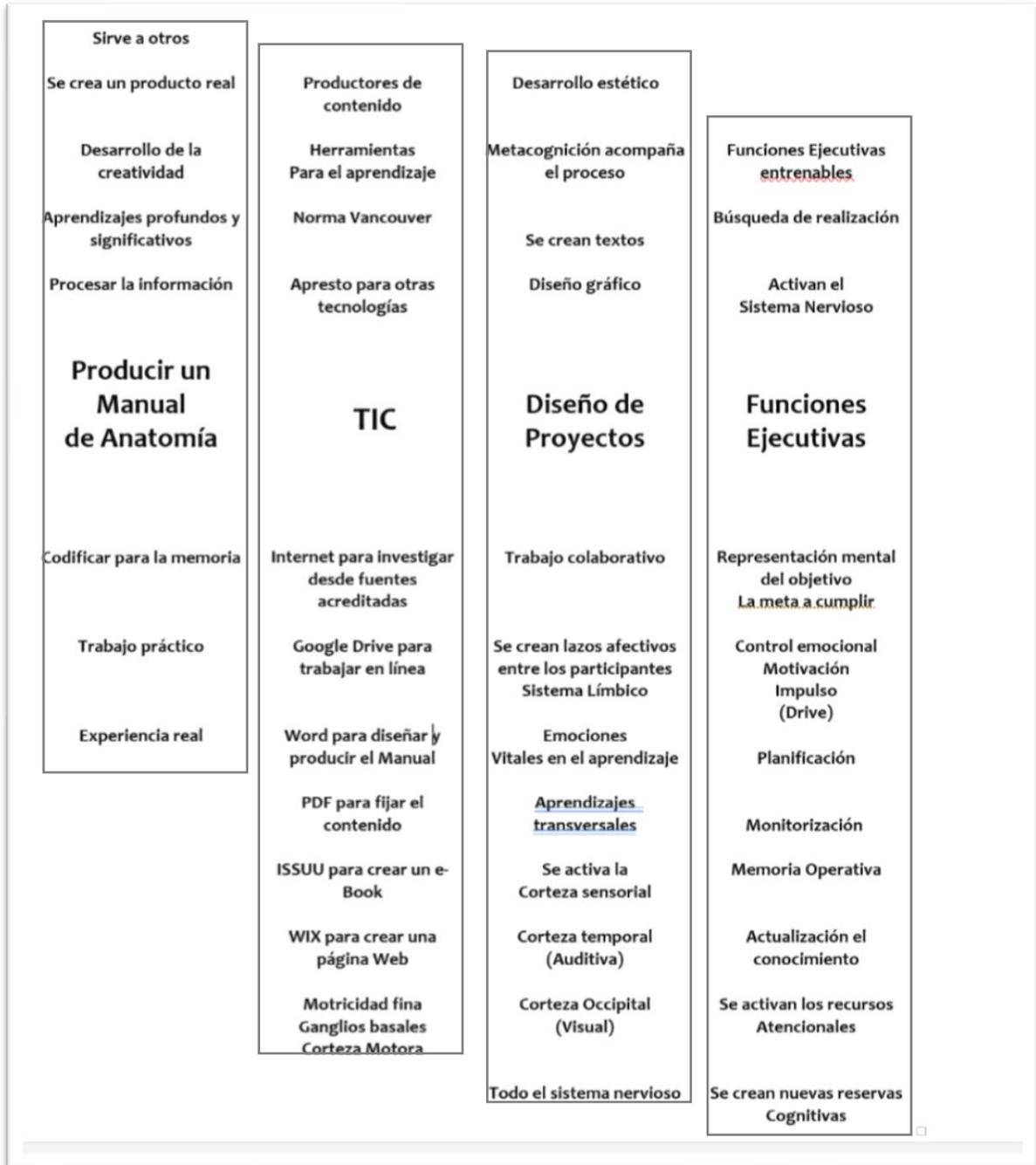
Si nos atenemos al funcionamiento de las FE, los estudiantes para poder crear un Texto de Estudio tuvieron que poner en tensión y movilizar las FE para lograr el objetivo concreto que era de crear un manual de anatomía realizado en la aplicación Word Microsoft, luego transformarlo en PDF para que no desconfigurar el diseño, después subirlo al portal ISSUU de Internet para transformarlo de lenguaje digital a formato de e-Book, y por último, ser los creadores de contenido de una página Web de Anatomía.

El objetivo fue plenamente logrado, se produjo el texto en formato de Word aplicando al máximo las herramientas del software, creando textos y diseño.

Los estudiantes de medicina del primer años secciones 5 y 7 tuvieron un buen desempeño de sus FE, fueron capaces de movilizarse con decisión tras de un objetivo, planificaron su trabajo, actualizan sus conocimientos, dispusieron de capacidad de Fluencia que es la velocidad de procesamiento de la información, Flexibilidad para enfrentarse a imprevistos y actuar con creatividad para enfrentar los cambios de escenarios; pudieron inhibir distractores y enfocar su atención de manera sostenida en su trabajo; y por último estuvieron enfrentados a la toma de decisiones en forma cotidiana mientras duró el Proyecto. Las TICs fueron utilizadas con eficiencia.

A continuación, se irá desarrollando el informe de la investigación realizada, paso a paso, para destacar la relevancia que puede tener en el estudiante universitario el empleo de las FE como método para la resolución de problemas, el Diseño de Proyectos como ambiente de trabajo y las TICs como herramientas de producción de conocimiento.

Implicancias y aprendizajes transversales de la intersección de Funciones Ejecutivas, Diseño de Proyectos y TICs en la educación universitaria.



Esquema inicial 0 / Fuente propia

1.2 Formulación del problema

¿Es posible potenciar las Funciones Ejecutivas en el aula con el Diseño de Proyectos como estrategia metodológica y las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de trabajo en los estudiantes de primer año de medicina?

1.3 Justificación e importancia de la investigación

No existen evidencias de los efectos de las neurociencias de la educación para el aprendizaje de las TICs en el medio universitario local, razón que fundamenta la realización de esta investigación, con el propósito de generarlas.

Los efectos de esta intervención pueden contribuir a mejorar los rendimientos de los estudiantes en otras asignaturas, lo que fundamenta la necesidad de realizar este estudio.

Lo anterior, especialmente considerando, que si se demuestra la tesis de esta intervención, otro grupo investigador puede desarrollar una didáctica universitaria pensada en los principios de cómo aprende el cerebro, con fines de mejoramiento de la trayectoria formativa de los estudiantes universitarios.

Esta investigación se justifica realizarla, por la necesidad reunir evidencias sobre el aporte que pueden hacer las neurociencias al aprendizaje en el entorno Universitario. Ello puede contribuir a mejorar la didáctica en asignaturas de conocimientos complejos y eventualmente el diseño de una nueva pedagogía basada en el cerebro.

Interesa reunir información y conocimiento del aprendizaje que sea útil a la comunidad universitaria para el desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas en las diferentes asignaturas que se imparten y eventualmente para una mayor

capacitación a los docentes en las áreas del aprendizaje basados en las Neurociencias de la Educación.

Se trata de abrir el horizonte a futuras investigaciones, basadas en las neurociencias, aplicadas en el ámbito de la educación y el aprendizaje.

Esta investigación es relevante para los estudiantes, sus familias y directivos de la Universidad. Importa a los estudiantes porque deben llevar una carga académica abultada y de esta investigación se pueden inferir cuáles son las estrategias de aprendizaje basadas en el comportamiento del cerebro y los efectos que tiene el autocuidado del cerebro en el aprendizaje para alivianar la carga académica.

Importa a las familias que esperan buenos rendimientos académicos de sus hijos y por el esfuerzo financiero que significa asumir el costo de la educación universitaria.

Importa a la institución universitaria para el fortalecimiento de la asignatura Gestión de la Información Digital y para reunir evidencias sobre la contribución de la asignatura a la malla académica y al perfil de egreso de los estudiantes.

El tesista e investigador es parte del equipo de docentes que imparte la asignatura Gestión de la Información Digital. Por ello tiene acceso directo y la confianza de los estudiantes para poder realizar la intervención exploratoria, lo que hace factible su realización.

Existe una comunidad universitaria a la cual el tesista puede acceder para realizar esta intervención. Todos los segundos semestres se imparte la asignatura Gestión de la Información Digital a los estudiantes que ingresan al primer año de la carrera de medicina. El investigador tiene la facilidad comprometer a los estudiantes en la realización de esta intervención exploratoria.

La institución universitaria, producto de su acreditación internacional, ha desarrollado una cultura de innovación y de mejoramiento continuo en el campo académico. Hay un permanente entrenamiento a los docentes con Diplomados en Pedagogías Efectivas. Anualmente, se estimula la innovación académica, otorgando premios a la innovación pedagógica.

Por estar realizando un Magister en Neurociencias de la Educación, el tesista tiene de las competencias académicas necesarias para esta intervención exploratoria, diseñar instrumentos de medición, analizar datos e inferir conclusiones.

Las neurociencias de la educación es una disciplina joven, que no tiene más de 16 años de desarrollo en cuanto a la convergencia de estas dos zonas del saber.

No hay experiencias similares, ni hay evidencias empíricas del aporte de las neurociencias en el aprendizaje en el medio universitario local, por lo que se hace necesario dar el paso inicial para investigar el aporte de las neurociencias al aprendizaje.

Dado el aún escaso desarrollo de las neurociencias como área del saber, hay un conocimiento fragmentado del aporte de las neurociencias a la educación en general, lo que conspira para tener una idea unificada de su aporte en el aprendizaje de los estudiantes de la educación superior.

No existe una argumentación teórica que dé sustento al desarrollo y aplicación de una pedagogía basada en el cerebro como un cuerpo integrado que esté corroborado a través de la experiencia, así como lo hay con el constructivismo, y otras teorías del aprendizaje del siglo XX.

Todo lo señalado anteriormente significa que esta intervención es pionera en el medio local; es un territorio desconocido, aún sin transitar, lo que confiere grados de complejidad no previstos.

Es una intervención acotada a la asignatura Gestión de la Información Digital y a 24 estudiantes de la carrera de medicina en el segundo semestre de 2017.

Es importante consignar que el grupo a intervenir es de 24 estudiantes por necesidades estratégicas. La asignatura tiene solo 80 minutos de clase semanales y durante el semestre solo se imparten 14 clases. La metodología de trabajo en formato de taller exige que sea con un grupo pequeño para la intervención.

La intervención se realizó manteniendo los resultados de aprendizajes de la asignatura, expresados en los contenidos del documento oficial de la Coordinación de Formación General: Gestión de la Información Digital 2017.

De acuerdo a la pregunta problema ¿Es posible potenciar las Funciones Ejecutivas en estudiantes de primer año de medicina utilizando el Diseño de Proyectos y las Tecnologías de la Información y Comunicación?,

- Se evaluarán las FE antes y después de la intervención.
- Se evaluarán los resultados para observar si hay diferencias estadísticamente significativas.

1.4 Objetivo general

Describir el efecto de una pedagogía basada en el desarrollo de proyectos en un programa semestral de Gestión de la Información Digital, en la medición de las funciones ejecutivas de los alumnos de primer año de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor, a través del Test de Los Senderos.

1.5 Objetivos específicos:

- Evaluar la capacidad para *planificar, memoria de trabajo, flexibilidad mental y memoria prospectiva*, antes y después de la intervención con el Test de Los Senderos.
- Establecer si las diferencias después-antes de la intervención, son estadísticamente significativas utilizando el *Método t de Student*.

1.6 Hipótesis de la investigación

La hipótesis global de trabajo, que orientó el desarrollo de la presente investigación, en cuanto a lo que se hizo y lo que se observó, fue la siguiente:

El aprendizaje en la asignatura Gestión de la Información Digital (TICs) utilizando el Diseño de Proyectos puede potenciar las Funciones Ejecutivas (FE) en estudiantes de primer año de medicina de la Universidad Mayor.

Para finalizar este capítulo, en síntesis, se recuerda que el propósito de estas tesis es estimular y potenciar en el aula, realizando una tarea compleja, como es escribir un libro/manual y producir una página web de Anatomía, el funcionamiento de las FE en un ambiente pedagógico de Diseño de Proyectos, en la asignatura TICs y evaluar si hay una evolución en las FE de los estudiantes después del proceso.

A continuación, en el apartado dedicado al Marco Teórico, se expondrá cuáles son las Funciones Ejecutivas y cómo influyen en la conducta de los individuos según diversos autores; cómo ha evolucionado el concepto de FE en el tiempo según las diferentes miradas; su desarrollo y maduración desde los primeros años del niño hasta la edad adulta, y desde qué regiones del encéfalo operan. De la misma manera nos detendremos en la metodología Diseño de Proyectos como el ambiente propicio para el desarrollo de las FE y cómo pueden contribuir las TICs como herramientas de trabajo, como soporte de producción y para el desarrollo de la creatividad en la elaboración de conocimiento.

SOLO USO ACADÉMICO

A continuación, a modo de introducción, se revisará sucintamente las propiedades plásticas del cerebro que le otorgan la calidad de ser el órgano del aprendizaje y las cualidades del cerebro adolescente. Se expondrá brevemente en concepto de *Neuroaprendizaje* en su corto desarrollo dentro de las neurociencias de la educación y los textos que le acompañan, para luego entrar a la idea de las cuatro claves del aprendizaje, desarrollada por el profesor del magister Sergio Mora. Una vez despejados estos temas se irá al núcleo de nuestra tesis, dedicándole un extenso texto sobre las Funciones Ejecutivas, los modelos desarrollados a través del tiempo, el funcionamiento desde la niñez a la adultez, los entornos de aprendizajes favorables para su desarrollo y luego se observará la neurobiología de las Funciones Ejecutivas. Para finalizar se examinará el rol que juegan las Tecnologías de la Información y la Comunicación para el desarrollo de las Funciones Ejecutivas en las salas de clases.

2.1 El cerebro como órgano del aprendizaje.

2.1.1 La neuroplasticidad como principal atributo del cerebro para el aprendizaje.

El cerebro es el órgano más complejo del universo, posee la particularidad de modificarse a sí mismo y por su propia naturaleza aprende todos los días. Cualquier experiencia humana es un aprendizaje para el cerebro. Si una persona al levantarse en las mañanas va su trabajo, camina por la calle, ve los rostros en el metro y mira los kioscos de diarios, todo eso es un aprendizaje y modifica su cerebro. Si esos aprendizajes no tienen mayor significado pasan al olvido. El cerebro de una persona no es el mismo cuando se levanta en las mañanas que cuando se acuesta en la noche. Todas las experiencias de la vida cotidiana son aprendizajes que pueden quedar guardados en la memoria o pueden quedar en el olvido, como tantas experiencias que no tienen mayor sentido para las personas. A

esta particularidad, única en todo el cuerpo humano, se le llama plasticidad neuronal.

El cerebro es definido como el órgano de la sobrevivencia, porque su plasticidad permite adaptarse a los nuevos entornos del ser humano, el cerebro aprende sí o sí. De lo contrario la especie se extingue. La experiencia humana lo ha probado desde los primeros habitantes del planeta, estos se fueron adaptando a los cambios del ambiente y cuando este ambiente no les fue favorable, migraron hacia otras tierras más favorables para su desarrollo. Así el cerebro se fue adoptando a las nuevas condiciones y su propia naturaleza lo hizo aprender de su entorno.

En todos nosotros el cerebro actúa como un órgano para la sobrevivencia gracias a su extraordinaria cualidad de aprendizaje. Así como el hombre de las cavernas gracias a su cerebro aprendió a cazar y procurarse utensilios y herramientas para la caza, el hombre contemporáneo utiliza su cerebro para sobrevivir estudiando profesiones o aprendiendo oficios que le permitan sobrevivir. El cerebro puede aprender lo que el ser humano desee y siempre será el fiel compañero que le permitirá sobrevivir en cualquier época y en cualquier entorno, porque el cerebro aprende gracias a su plasticidad. Los trabajos pioneros sobre el cerebro fueron realizados por Ramón y Cajal.

2.1.2 El cerebro adolescente

“Uno de los rasgos que caracteriza al cerebro adolescente es el ajuste gradual de la densidad sináptica de la región frontal, esta poda sináptica es esencial para el ajuste de las redes funcionales del tejido cerebral y de los procesos de percepción”. (Blackmore, 2007)

Otro rasgo que va caracterizando el cerebro adolescente es el aumento de la mielina, esta sustancia grasa es el aislante que envuelve los axones y que incrementa una mayor velocidad a los impulsos eléctricos de las neuronas en el proceso de las sinapsis. También esta mayor mielinización produce mejores conexiones neuronales entre regiones del cerebro más distantes y apartadas, lo que produce una reorganización de las partes del cerebro que siguen desarrollándose durante los años adolescentes y aún después.

Los efectos de esta reorganización son un mayor control y una mejor planificación en las Funciones Ejecutivas. En esta edad los aprendizajes son ultra rápidos, el cerebro es adaptable y necesita ser moldeado y modelado, Los objetivos para los adolescentes de más edad deberían cambiar para fortalecer el control interno, el aprendizaje a su propio ritmo, evaluación crítica de los conocimientos transmitido y el aprendizaje orientado hacia el desarrollo de destrezas. (Blackemore, 2007)

Esta orientación de Sara-Jane Blackemore contrasta con las opciones políticas del currículum en la enseñanza básica y media. Los niños y adolescentes son atiborrados de contenidos, los contenidos están sobre exigido y la mayor preocupación de los docentes está centrada en “pasar” el contenido, dando menos importancia al desarrollo de destrezas. Este enfoque no se aviene con el intenso desarrollo tecnológico de los medios de comunicación, que hace que el conocimiento de todas las áreas del saber se expanda a niveles nunca visto, se estima que para el año 2015 el conocimiento global se duplicará cada 175 días.

2.1.3 Neuroaprendizaje

El deseo de incorporar el cerebro a la educación no es nueva, ya en 1926 el psicólogo norteamericano Lee Thorndike escribió: *“El intelecto y el carácter y la destreza tienen su base psicológica en la estructura y en las actividades de las neuronas y los órganos accesorios que componen el sistema nervioso”*. (Howard-Jones, 2011) Sin embargo la investigación neurocientífica era la pariente pobre en las ciencias médicas y ni soñar que se produjera un puente con la educación.

La década del cerebro 1990-2.000

Fue en 1988, observando la carencia de investigación en neurociencias, el Consejo Asesor del Instituto Nacional de Desórdenes Neurológicos y Accidentes Cerebrovasculares (NINDS) de los Estados Unidos, publica la convocatoria: “Década del Cerebro; Respuesta a través de la investigación científica”. El presidente George Bush padre, hace el anuncio al mundo. Durante esta década se comprometen recursos para la investigación en el cerebro como nunca antes se había hecho. Se crean academias en distintos países, centrando su atención en cerebro-conducta; neuroanatomía y neuroimagen; genética; neurobiología del desarrollo; neurotransmisores, receptores y citoquinas; neurología reconstructiva; Alzheimer y otras enfermedades neurodegenerativas; trastornos psiquiátricos y otras enfermedades neurológicas. Los avances tecnológicos en neuroimagen permiten estudiar el cerebro en la vida cotidiana. El 90% de lo que se conoce del cerebro es a partir de los años 90.

Aun así, todavía no se producía el encuentro entre las neurociencias y la educación, el cruce era tangencial. No fue hasta el año 2.000, cuando ya finalizaba la década del cerebro, se realiza el primer curso de “Mente, Cerebro y Educación” en la Escuela de Educación de la Universidad de Harvard, sus convocantes eran Howard Gardner y Kurt W. Fischer. De ahí en adelante, durante los últimos 18 años los caminos han ido convergiendo lentamente hasta llegar a un concepto novedoso

que da sentido a esta convergencia: *Neuroeducación*, autores como Tokuhamas-Espinosa, se refieren a este cruce con el concepto de Mente, Cerebro Educación. (MCE).

Hasta el momento no más de 20 títulos en español han explorado esta convergencia. La mayoría de ellos, dedicados a establecer los puentes entre neurociencias y educación y a la necesidad de crear una nueva pedagogía basada en el cerebro.

Esta necesidad es urgente por cuanto las didácticas y pedagogías existentes ya no responden con eficiencia a la nueva época que estamos viviendo, que es la Sociedad de la Información y del Conocimiento que requiere nuevos tipos de habilidades y competencias, para un mundo laboral desconocido en el futuro.

Cerebro y aprendizaje

2.1.4 Las cuatro claves del aprendizaje:

Motivación, Atención, Memoria y Metacognición. Esta secuencia de pasos en el aprendizaje desde el cerebro fue desarrollada por el profesor del magister Sergio Mora.

Se examinará cada uno de estos pasos

Este apartado “Las cuatro claves del aprendizaje” constituye el punto de inicio de cualquier estrategia pedagógica basada en el cerebro. Por eso nos detendremos a detallarla.



Imagen 2/ Fuente: Creación propia

- La Motivación: la gasolina del cerebro

Es el primer componente de “Las cuatro claves del aprendizaje”. Definida como el motor que da el impulso inicial al aprendizaje, *“los sujetos con alta motivación persisten más en la tarea y por tanto es más probable que alcancen sus metas, hacen juicios independientes y se proponen retos sopesando cuidadosamente sus posibilidades de éxito, y el propio éxito alcanzado refuerza su forma adecuada de afrontar las tareas”*. (Ibáñez, 2016)

En nuestra propuesta de Funciones Ejecutivas abordaremos en detalle la Motivación.

- La atención, recurso escaso

Es el segundo componente de “Las cuatro claves del aprendizaje”. La atención ha sido definida desde las neurociencias como un recurso escaso, la atención es considerada la puerta de entrada al aprendizaje.

El sistema atencional ha sido estudiado en profundidad por el neuropsicólogo norteamericano Michael Posner en su texto “Modelos atencionales”.

Posner propone tres sistemas anatómicos y funcionales dependientes y diferenciados, aunque interrelacionados:

- 1 Red de alerta.
- 2 Red de Orientación, y
- 3 Red de control ejecutivo.

En nuestra propuesta de Funciones ejecutivas abordaremos en extenso el control atencional.

-La Memoria: Pasado y futuro a la vez.

Es el tercer componente de “Las cuatro claves del aprendizaje”. Es un proceso que permite codificar, consolidar y recuperar lo aprendido y nuestras experiencias de vida. El olvido también es parte de la memoria. Vivimos en el pasado, todos los acontecimientos que nos ocurren transcurren en el pasado, mientras usted lee este documento, cada línea que ya ha leído es parte de su pasado, por eso la memoria es el proceso mediante el cual el organismo adquiere la capacidad de predecir el futuro en base a eventos del pasado. Revisaremos en detalle los Sistemas de Memoria en nuestra propuesta de Funciones Ejecutivas.

-La metacognición: Aprender cómo aprendemos

Es la última de “Las cuatro claves del aprendizaje”. La metacognición es ver desde la distancia cómo aprendemos. “La metacognición es el conocimiento del conocimiento, es decir, es la capacidad de ser conscientes de la manera en que aprendemos, manejar los conocimientos adquiridos y saber qué falta por aprender.” (Osses, 2008)

Implica diseñar planes y estrategias para el aprendizaje, buscar alianzas entre los pares, compartir conocimientos, identificar las propias falencias en el proceso de aprendizaje y cómo superarlas. Según las neurociencias cognitivas la metacognición es una habilidad que traen los humanos en sus genes, esta habilidad comienza a manifestarse más o menos a los cuatro años sin que los niños den cuenta de esta destreza.

Si se observa con atención, la metacognición está relacionada con una parte de las Funciones Ejecutivas que denominamos Monitorización o secuenciación de las tareas. En nuestra propuesta de Funciones Ejecutivas abordaremos en detalle la metacognición.

2.3 Funciones Ejecutivas

“El éxito o fracaso de la vida de una persona, dependen de las Funciones Ejecutivas”. (Goldberg, 2015)

El creador de esa frase es el neurosicológico ruso Elkhonon Goldberg y el sentido de esa frase lo cuenta en su libro el “Cerebro Ejecutivo” (Goldberg E. , 2016), texto de neurociencias dedicado a su maestro Alexander Luria. Las Funciones Ejecutivas de Goldberg fueron fundamentales para evaluar su situación como académico y ciudadano en la Unión Soviética stalinista. Goldberg planificó y secuenció en detalle su huida de la URSS y se abrió al mundo, regalándonos sus profundos conocimientos sobre las neurociencias aprendidos junto a su maestro Alexander Luria. (Goldberg E. , 2016)

Así de importante son las FE para cualquier ser humano, más aún si tiene que tomar decisiones dramáticas que afectan su libertad y sus experiencias vitales, porque después de todo, el cerebro es el órgano de la sobrevivencia.

2.3.1 Funciones Ejecutivas en el aula de clases de la Universidad Mayor

Este proyecto de tesis propone que los estudiantes de la asignatura Gestión de la Información Digital pongan en acción sus Funciones Ejecutivas en el desarrollo de un proyecto colectivo, utilizando como estrategia pedagógica el Diseño de Proyectos.

Oliver Sacks define las Funciones Ejecutivas como capaces de “identificar un objetivo, proyectar la meta y establecer planes para alcanzarla, organizar los

medios para llevar a cabo tales planos, controlar y juzgar sus consecuencias para ver que todo se ha conseguido tal como se pretendía”. (Goldberg, 2015)

En la sala de clases se estableció “un objetivo”, de realizar como proyecto colaborativo un libro digital de Apuntes de Anatomía y una Página Web (“ la meta” final.) y para su concreción fuimos transitando por la Funciones Ejecutivas indispensables para llevar a puerto este “objetivo”: Planificación, Actualización, Fluencia, Flexibilidad, Inhibición y Toma de Decisiones.

2.3.2 Buscando una definición de cuáles son las FE

Portelano y García Alba, revisando diferentes modelos de Funciones Ejecutivas las definen como “a) Capacidad de llevar a cabo con éxito tareas dirigidas al logro de un objetivo...b) Capacidad para resolver problemas complejos para los que no se tiene una respuesta previamente aprendida... c) Capacidad para adaptarse y responder ante situaciones novedosas de las que se carece de experiencia previa.” Para esto selecciona seis componentes esenciales que forman el modelo: Actualización, Planificación, Fluencia, Flexibilidad, Inhibición y Toma de decisiones (Portelano, 2014) Estos componentes los iremos revisando más abajo.

El concepto de las FE es aún difuso y hay múltiples visiones de ellas según el neurocientífico que las estudie. Su nombre lo debemos a Joaquín Fuster, pero fue Muriel Lezak quién divulgó esta denominación en 1968 al definir las ampliamente como “capacidades mentales esenciales para llevar a cabo una conducta eficaz, creativa y aceptada socialmente”. También ha dicho que son las capacidades que ponemos en marcha cuando formulamos nuestras metas y objetivos, nos organizamos y planificamos para lograrlos, y cuando llevamos a cabo una serie de comportamientos ajustados y eficaces para conseguirlos (Tirapu-Ustároz, 2017)

Sin embargo, fue Alexander Luria quien primero se refirió a ellas, sin nombrarlas en su libro “Funciones corticales superiores en el hombre”, las definió como Funciones Mentales Superiores y escribió, *“El hombre no reacciona pasivamente a la información que recibe, sino que crea intenciones, forma planes y programas de sus acciones, inspecciona su ejecución y regula su conducta para que esté de acuerdo con estos planes y programas; finalmente, verifica su actividad consciente, comparando los efectos de sus acciones con las intenciones originales corrigiendo cualquier error que haya cometido”*.

Javier Tirapú- Uztarroz, neurosicólogo español ha estudiado a fondo las FE, ha escrito en solitario y en colaboración con otros colegas al menos unos 10 paper y un libro sobre las FE y ha recopilado algunas visiones que nos parecen importantes para esta tesis en particular:

Sholberg y Mateer las definen como un conjunto de procesos cognitivos entre los que se encuentran la anticipación, la elección de objetivos, la planificación, la selección de la conducta, la autorregulación, el autocontrol y el uso de realimentación, dirección de la atención, el reconocimiento de los patrones de prioridad, la formulación de la intención, el plan de consecución, la ejecución del plan y el reconocimiento del logro.

Pineda (2000) define las funciones ejecutivas como un conjunto de habilidades cognitivas que permiten la anticipación y el establecimiento de metas, el diseño de planes y programas, el inicio de las actividades y de las operaciones mentales, la autorregulación y la monitorización de las tareas, la selección precisa de los comportamientos y las conductas, la flexibilidad en el trabajo cognitivo y su organización en el tiempo y en el espacio para obtener resultados eficaces en la resolución de problemas.

Si el lector observa, las FE que se van repitiendo según quién ha escrito sobre ellas, y se puede afirmar, que aunque difieran las miradas y los puntos de vista, las FE son las mismas desde que se enunciaron en 1966 por Alexander Luria.

2.3.3 Modelos de Funciones Ejecutivas

No existe un modelo que sea aceptado por toda la comunidad neurocientífica, hoy se puede levantar un modelo y mañana otro. Para efectos académicos revisaremos los más estudiado y que son referenciados en diversos libros de texto.

Modelo de Funcionamiento Ejecutivo de Tirapu, también llamado Modelo Integrador. (Tirapu-Ustárroz, 2017)

Para este modelo Tirapu toma prestado los modelos de Memoria de Trabajo (también llamada memoria de operativa) de Baddeley; las funciones jerarquizadas de Stuss y Benson; el SAS (Sistema Atencional Superior) de Shallice; y la hipótesis del Marcador Somático de Damasio.

En este modelo los componentes de las FE son Anticipación, Selección de Objetivos, Planificación y Monitorización. Según este modelo, el Sistema Atencional Supervisor detecta unas tareas no rutinarias y novedosas, y con ello, se activan los componentes del sistema ejecutivo ya mencionado. El marcador somático de Damasio juega el papel de disparador de la acción en base a las emociones guardadas en la memoria y activa la Memoria de Trabajo (Operativa).

El Sistema Supervisor Atencional solo se activa si la tarea es novedosa.

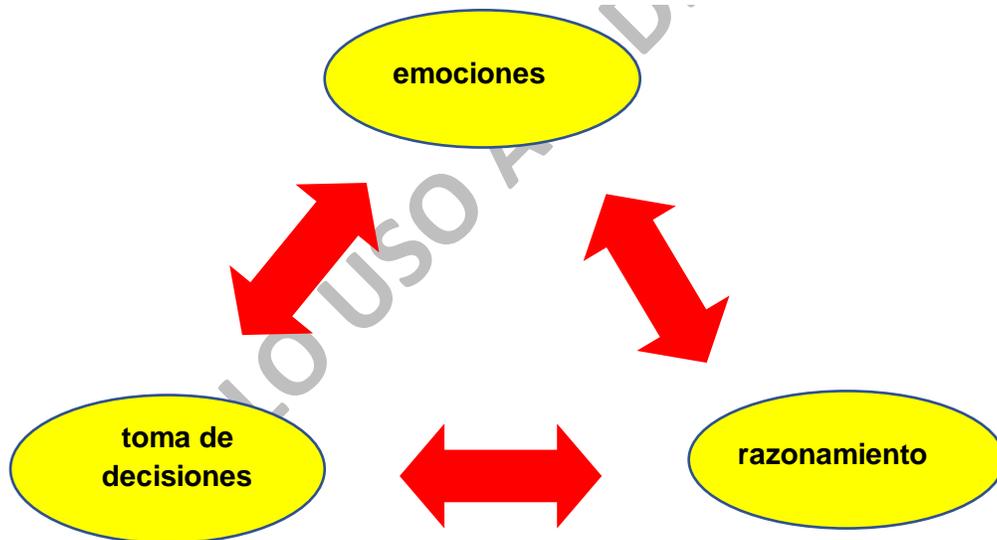
Tiene dos niveles

a) Nivel Inferior o programador de contienda que se activa cuando la tarea es rutinaria, cuando esa tarea la realizamos de manera automática (Por ejemplo: Conducir un automóvil, trasladarse hacia el trabajo por donde siempre).

b) Nivel superior: Se activa en situaciones novedosas, en aquellas tareas que no disponemos respuestas que son conocidas. (por ejemplo: Diseñar un programa de clases, planificar un viaje hacia un lugar desconocido)

2) El Marcador Somático de Damacio:

Interacción en el Marcador Somático



Esquema 1/ Fuente: Creación propia

La teoría de Antonio Damacio dice que las experiencias anteriores en la toma de decisiones han dejado una huella emocional y biológica en los sujetos debido a sus consecuencias, sean emociones buenas o malas. Estas emociones vuelven a la memoria al momento de tomar decisiones parecidas. Así se activan los mecanismos de la memoria para ayudarnos en la toma de decisiones, para que

estas sean más confiables y más rápidas. En otras palabras, el Marcador Somático estaría formando parte de un proceso de deliberación, las emociones nos pueden llevar a rechazar inmediatamente un curso de acción.

3) Modelo de Stuss y Benson

Los autores definen las FE como "el comportamiento dirigido a una meta", se identifican sus componentes como: planificación, control de impulsos, fluidez cognitiva y velocidad de respuesta. (Flores-Ostrosky, 2012) En este modelo se establecen tres niveles de jerarquía de las Funciones ejecutivas, independientes e interconectadas como se lee en la tabla.

Modelo de Stuss v Benson

Nivel	Funciones Ejecutivas
1° Nivel	Autoconsciencia o Autoanálisis: Se comparan las experiencias del pasado con la tarea del momento presente. Se va monitorizando la actividad mental. Se utilizan los conocimientos previos para las nuevas tareas y en la toma de decisiones en el futuro.
2° Nivel	Anticipación. Selección de objetivos. Formulación y planificación previa de posibles soluciones. Inicio de la respuesta ante el estímulo, monitorización de la misma y de sus consecuencias
3° Nivel	Motivación o Impulso (Iniciar y mantener una actividad mental y motora hacia un objetivo con la energía necesaria. Organización de la acción: "Capaz de mantener secuencias de información y percibir el orden temporal de los sucesos" (Tirapu)

Tabla 1/ Fuente: Tirapu-Ustarroz

4) Modelos Factoriales de Miyake

Este modelo tiene una larga trayectoria en su evolución. Formulado en sus inicios por Welsh, Pennington y Groisser en 1991. El interés de los autores es identificar los componentes principales de las FE través de la neuroimagen y estudios neuropsicológicos y observar desde en qué regiones del encéfalo operan. En 100 personas se evaluó la fluidez verbal, secuencias motoras y clasificación con el test WCST (test antecesor de Los Senderos) y Torre de Hanoi para la planeación.

En 1998 un nuevo aporte de Boone viene a ampliar el modelo. A través de pruebas psicológicas a una muestra heterogénea de personas concluyen que las funciones ejecutivas son

- Flexibilidad cognitiva
- Velocidad de procesamiento y
- Atención básica y dividida y
- Memoria de corto plazo

En el 2000 Stuss y Alexander contribuyen al modelo identificando funciones ejecutivas que se interrelacionan: Fluidez cognitiva, Control atencional y Procesamiento de la información.

Definen 1) Fluidez Cognitiva como la habilidad para seleccionar una respuesta ante un abanico de posibilidades, habilidad para aprender de los propios errores, atención dividida, memoria de trabajo (operativa) y retroalimentación. Si el lector observa, para Stuss y Alexander la Fluidez Cognitiva contiene componentes de Funciones Ejecutivas que en otros modelos están diferenciadas.

2) El control atencional es considerado como varios subprocesos: Atención selectiva y sostenida, autoregulación y autocontrol, automonitoreo para la

corrección de errores y solución de tareas e inhibición de respuestas preponderantes. Nuevamente se observa que en este modelo hay varios componentes diferenciados en otros modelos.

3) Procesamiento de la Información: Velocidad de procesamiento, fluidez y eficiencia.

No es hasta el año 2000 en que Akira Miyake hace su aporte investigando desde la Universidad de Colorado en 137 estudiantes. Define las FE en tres grupos para su correcta ejecución:

- a) Fluidez Cognitiva: FC (shifting) como la habilidad para el cambio entre tareas, operaciones mentales o esquemas.
- b) Actualización (updating): Monitorización y manipulación en línea de la Memoria de Trabajo (Operativa). (Yo agregaría actualización de nueva información).
- c) Inhibición (*inhibition*): Capacidad de inhibir de manera controlada la producción de respuestas predominantes automáticas cuando la situación lo requiere. Y se podría agregar a esta definición el concepto el de Control Atencional.

En el 2001 un nuevo aporte al Modelo Factorial viene desde Anderson, Enderson, Jacob y Catroppa, ellos proponen tres componentes principales:

- 1) Control atencional: Atención selectiva, atención sostenida e inhibición de respuestas automáticas.
- 2) Establecimiento de metas: Iniciación, planeación, solución de problemas. Aquí se observa en la FE *Establecimiento de metas*, varios componente de FE que en otros modelos se diferencian.
- 3) Flexibilidad cognitiva: Memoria de trabajo, transferencia atencional y conceptual. Siguiendo la lógica del modelo, se pude agregar creatividad de la respuesta ante un nuevo escenario.

En el año 2002 Diamond, Kirkham y Amso reivindicaron a Miyake con un modelo basado en los 3 componentes.

- a) Fluidez cognitiva: Aquí se le adjudica el amplio concepto como el ajuste a los cambios. La realidad es cambiante y es imposible prever todas las variables, entonces es necesaria la habilidad de adaptarse ante un nuevo escenario y salir ventajoso. Este concepto se relaciona con la creatividad y lo que se denomina Inteligencia fluida, que no es otra cosa que el aprendizaje en la acción.
- b) Control inhibitorio: Resistencia a los distractores. Aquí en este punto me parece necesario señalar que el Control Inhibitorio contiene el Sistema Atencional y Volición de otros modelos. El control atencional obviamente se refiere inhibir estímulos no relevantes, pero también con la Volición que es la expresión de la voluntad de iniciar una acción o un proyecto y la decisión que ni un distractor aleje al sujeto de su meta final.
- c) Memoria de Trabajo (MT): Es la manipulación mental de la información. Es imprescindible señalar que algunos autores definen la memoria de trabajo

como la velocidad de procesamiento de la información por todo el sistema nervioso. Hay quienes comparan la MT con la memoria RAM de los computadores, a mayor Memoria RAM mayor velocidad de procesamiento de la información. La Memoria de Trabajo, que indistintamente también se llama Memoria Operativa o Working Memory, nos permite tener en línea los conocimientos y habilidades adquiridas en nuestro ciclo vital para la ejecución de una tarea compleja. La Memoria de Operativa permite a la persona poner a su disposición todo el arsenal de conocimientos, experiencias, habilidades y la actitud propositiva para enfrentar un desafío complejo.

A través de diferentes estudios realizados por Diamond con diferentes equipos de investigadores, entre el año 2002 y 2007 señala que estas FE trabajan en conjunto hacia la obtención de metas y la resolución de problemas complejos, ayudando a los individuos a adaptarse a su medio.

A continuación se muestra una tabla con la evolución del estudio de las funciones ejecutivas y sus componentes.

EVOLUCION DE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS 1966-2017

Luria (1966/1980): Anticipación/Planificación/Ejecución/Autoregulación.

Stuss y Benson (1986): Iniciación/Planificación/secuenciación/Organización.

Welsh y Pennigton (1988): Inhibición-demora/Planificación estratégica/Representación mental tareas.

Fuster (1989/1990): Memoria de trabajo-función retrospectiva/Control de interferencia-inhibición/Anticipación-función prospectiva.

Lezak (1995): Planificación/Conducta dirigida a metas/Volición/Desempeño eficaz.

Pennington y Ozonoff (1996): Inhibición/Flexibilidad cognitiva/Memoria de trabajo/Planificación/Fluidez.

Torgesen (1994): Memoria de trabajo/Procesamiento metacognitivo/solución de problemas-autoregulación/Esfuerzo.

Miyake et al. (2000): Memoria de trabajo/Actualización/Inhibición/Cambi-alternancia.

Barkley (2001): Memoria de trabajo no verbal/Memoria de trabajo verbal/ Autoregulación del efecto motivación-actuación/Reconstitución/Esfuerzo.

Klemberg, Korkman y LahtiNuutila (2001): Inhibición de impulsos/ Planificación/Selección de metas/Supervisión y regulación de la actividad/ Evaluación de resultados.

Anderson, Anderson, Northam, Jacobs y Catroppa (2001): Control atencional/ Flexibilidad cognitiva (MT, cambio atencional, supervisión y transferencia)/Predisposición hacia metas (iniciación, planificación, solución de problemas, conducta estratégica).

Zelazo y Müller (2002): FE calientes (autocontrol, toma de decisiones y regulación emocional).

Soprano (2003): Planificación/Organización/Anticipación/memoria de trabajo/Inhibición/Flexibilidad/Autoregulación/Control de la conducta.

Anderson y Doyle (2004): Anticipación/Selección de metas/Planificación y organización/Iniciación de la actividad/Autoregulación/Flexibilidad mental/Despliegue atencional/memoria de trabajo/Retroalimentación.

Renie, Bull y Diamond (2004): Inhibición de la acción/Inhibición de la atención-flexibilidad.

Roth, Randolph, Koven e Isquith (2006): Flexibilidad cognitiva/Toma de decisiones/Control inhibitorio/Planificación y organización/Automonitorización/Memoria de trabajo.

Barkley, Murphy y Ficher (2008): Memoria de trabajo no verbal/memoria de trabajo verbal/Autoregulación emocional/Motivación-activación/Recomposición.

Tirapu-Ustárroz et al. (2017): Velocidad de procesamiento/memoria de trabajo/Fluidez verbal-Inhibición/Ejecución dual/Flexibilidad/Planificación/Toma de decisiones. (Arias, 2012)

Elkhonon Goldberg, en su ya citado libro *El cerebro ejecutivo (2015)* separa las funciones ejecutivas en 3 dimensiones de acuerdo al rol que le corresponde en una tarea compleja:

- Concebir los planes de acción necesarios para alcanzar dichos fines.
- Seleccionar las habilidades cognitivas necesarias para implementar los planes, coordinar dichas habilidades y aplicarlas en el orden correcto.
- Es responsable de evaluar el éxito o el fracaso de nuestras acciones en relación con nuestras intenciones.

2.3.4 Una breve caracterización de las Funciones Ejecutivas que se repiten de acuerdo a cada modelo con que son descritas.

Selección de un objetivo: Este tiene que tener cierto grado de verosimilitud, que sea posible de lograr con recursos limitados.

Planificación: Fijar la ruta a seguir, los pasos necesarios a seguir, identificar los recursos cognitivos para su realización, y los recursos humanos y materiales.

Secuenciación: Son los pasos intermedios dentro de la planificación general, son secuencias cortas, necesarias para aunar recursos e ir verificando la puesta en acción. Son las estaciones necesarias para el viaje hacia el objetivo final.

Ejecución del plan: Es la puesta en marcha de las acciones y conductas que nos llevarán hacia el objetivo seleccionado. Los pasos previos de Selección de Objetivos, planificación, secuenciación nos permitirán una ejecución eficiente del plan.

Monitorización: Nos permite ir vigilando paso a paso si el plan se está llevando a cabo con eficiencia y alterar su rumbo si este se aparta del objetivo final.

Reconocimiento del logro: Es la constatación si el resultado final corresponde o no al objetivo trazado.

Memoria de Operativa o Memoria de trabajo. Es mantener en la memoria on line la información necesaria, todos los conocimientos y habilidades útiles para realizar una tarea compleja. (Más adelante se desarrollará en detalle este sistema de memoria)

Selección de recursos: Toda tarea requiere recursos humanos y materiales para la planificación, ejecución y la consecución del objetivo. Esta función ejecutiva propende a aterrizar el plan a la realidad objetiva. Verificar si el sujeto cuenta con las aptitudes necesarias para la tarea.

Selección de conductas: Para realizar cualquier actividad que nos lleve hacia un objetivo debemos tener conductas que nos permitan lograrlo, las conductas pueden ir variando de acuerdo a cómo se va desarrollando el plan.

Motivación: Para dar inicio a cualquier conducta que nos lleve hacia un objetivo, una tarea o una acción, la motivación es el motor para la acción. Según Antonio Damasio, la motivación es disparada por una emoción. Sin emociones no hay acción.

Regulación de la conducta: Las conductas van dando impulso a la acción y su regulación protege el plan para la consecución del objetivo. Una conducta no regulada y fuera de contexto puede sabotear la planificación.

Ajustar expectativas: Así como no se pueden controlar todas las variables de la vida real, hay que tener la habilidad de ir ajustando las expectativas de acuerdo a cómo se está llevando a cabo el plan. Para esto se requiere flexibilidad cognitiva.

Flexibilidad: Es la capacidad de cambiar la estrategia y planificación si el plan no está dando los frutos necesarios para llegar hasta nuestro objetivo. La flexibilidad implica asumir que es imposible prever todas las variables que tiene la vida real.

2.3.5 Funciones Ejecutivas Metacognitivas y Emocionales

Para los objetivos de esta tesis nos quedaremos con el concepto de Funciones Ejecutivas formulado por Ardilla y Ostrosky- Solis, estos autores proponen que existen “dos tipos de FE estrechamente relacionadas, pero diferentes: (1) solución de problemas, planeación, formación de conceptos, desarrollo e implementación de estrategias, memoria de trabajo, etc. (funciones ejecutivas “metacognitivas”); es decir, las funciones ejecutivas tal y como se conciben en las neurociencias contemporáneas; y (2) coordinación de la cognición y emoción/motivación (funciones ejecutivas emocionales”): es decir, satisfacer las necesidades biológicas de acuerdo a las condiciones existentes”. (Ardilla, 2018)

Las FE metacognitivas dependen de la Corteza Prefrontal dorsolateral y las FE emocionales están asociadas al área orbitofrontal y medial. La solución de temas cotidianos estarían radicados fundamentalmente en las FE emocionales. (Ardilla, 2018)

Al diferenciar claramente las FE en metacognitivas y emocionales, Ardilla va esclareciendo la naturaleza de las FE que en otros modelos se ven mezcladas y confusas. El mismo Ardilla señala que si los humanos pensáramos solo racionalmente los problemas de la humanidad estarían resueltos porque la civilización actual cuenta con los recursos financieros y tecnológicos para solucionar los problemas del hambre y las guerras. El factor emocional juega un papel fundamental en todas las acciones de las personas. En la mayoría de los modelos de FE ejecutivas se enfocan más en las FE metacognitivas. (Ardilla, 2018)

2.3.6 Propuesta de Funciones Ejecutivas de Portelano y García Alba

Portelano, revisando la bibliografía de diferentes modelos de Funciones Ejecutivas las reduce 6 componentes esenciales, redefiniendo algunos

componentes, fusionando otros e incluyendo algunos dentro de otros, etc., estos componentes esenciales son: Actualización, Planificación, Fluencia, Flexibilidad, Inhibición y Toma de decisiones. Para esta tesis el orden de la FE será de esta manera:

Planificación: Capacidad para definir y secuenciar en el tiempo las tareas necesarias para el logro del objetivo. Lo que significa primero hacer una construcción mental de lo que se desea realizar, hacer ensayos, realizar maquetas, bocetos, prever inconvenientes, seleccionar los recursos necesarios. Secuenciar los pasos a seguir dividiendo el camino en pequeños tramos. Involucra memoria prospectiva, memoria de la fuente y memoria temporal.

Actualización: Ante una tarea compleja, significa actualizar y manipular nueva información para resolver problemas nuevos. Contrastar esta información con conocimientos y experiencias previas. Involucra inteligencia fluida, memoria operativa, lenguaje, abstracción y razonamiento.

Toma de decisiones: Selección de la opción más ventajosa entre un repertorio de varias alternativas disponibles con el menor costo posible.

Implica consciencia ética, control de impulsos, autorregulación, capacidad de anticipación, y capacidad de inhibición.

Fluencia: Es la capacidad de procesar la información y emitir respuestas de manera rápida y eficiente, empleando el menor tiempo posible.

Flexibilidad: Significa dar la respuesta adecuada de acuerdo al contexto en que se va desarrollando la tarea, en algún momento deberá realizar caminos de laterales, otras veces rutas invertidas para retomar el rumbo. Un objetivo tiene diferentes tareas y estas pueden ser alternantes, u otras simultáneas o secuencias lineales.

Implica. Atención selectiva, atención dividida, memoria prospectiva.

Inhibición: Implica la supresión de estímulos e información no relevante para el objetivo. No reaccionar con respuestas automáticas que impidan la realización de la tarea. Significa mantener el rumbo y no dejarse seducir por la procrastinación. Requiere resolución y voluntad del individuo para realizar una tarea, resistir las interferencias y lograr el objetivo.

Implica: Activar los Sistemas atencionales, resistir a la interferencia e inhibición motora.

Componentes auxiliares

Junto a los componentes esenciales de las Funciones Ejecutivas, tenemos componentes auxiliares que contribuyen a la realización de una tarea compleja, Portelano señala 11 componentes, muchos de ellos en otros modelos son considerados como Funciones Ejecutivas. Para efectos de esta Tesis vamos a considerar 3 componentes auxiliares: Sistema Atencional, Sistema de Memorias/Memoria Operativa y Metacognición.

2.3.7 Propuesta de un Modelo Cinético de Funciones Ejecutivas

Ante un amplio abanico de ofertas de modelos de Funciones Ejecutivas y tantos conceptos de FE que se repiten, que se contienen unos en otros, que se excluyen y que se fusionan, otros tantos que se asocian y se denominan igual con otros nombres, se ha optado por armar un nuevo modelo de Funciones Ejecutivas que falta por demostrar.

Este modelo personal y que se aplicará en la práctica docente se llama Modelo Cinético de las Funciones Ejecutivas, basado en la idea del movimiento

propio de la especie humana y de la naturaleza. Las FE operan fundamentalmente desde el Lóbulo Frontal y comprometen otras regiones, núcleos, circuitos y órganos del cerebro.

El Lóbulo Frontal contiene a la corteza motora primaria, la corteza premotora, motora suplementaria, el campo ocular que controla el movimiento de los ojos, el área de Broca que participa en la producción del lenguaje y los movimientos de la boca, laringe, faringe y órganos respiratorios y la Corteza Prefrontal encargado de las FE metacognitivas y emocionales, Ardilla sostiene que la Corteza Prefrontal es la continuación de la corteza premotora.

Todos los circuitos prefrontales tienen una íntima conexión con los ganglios basales encargados de modular el movimiento. José Antonio Marina sostiene que las FE por su naturaleza están orientadas hacia la acción al ser las encargadas de llevar adelante una tarea. (Marina, 2015) En esencia las FE ejecutivas son fuerzas motoras que llevan a las personas al movimiento, a la acción para la solución de sus problemas.

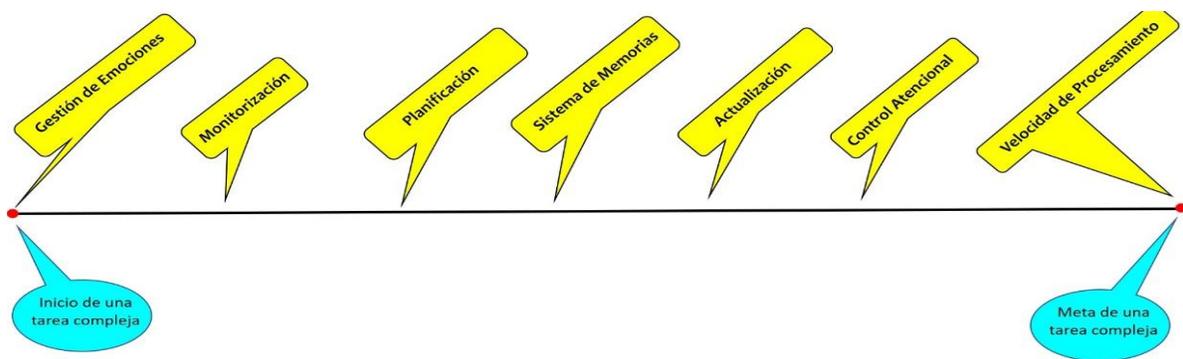
Esta propuesta de modelo contiene 7 componentes de FE y se inicia con Gestión de Emociones. Revisaremos sus componentes en detalle.

1) Gestión de Emociones.

De acuerdo a la Teoría del Marcador Somático de Antonio Damasio, las emociones son las iniciadoras de la acción, todas las decisiones en la vida de una persona se toman en base a las experiencias pasadas.

Toda decisión deja una huella emocional y biológica debido a sus consecuencias, entonces al momento de tomar una decisión la memoria evoca rápidamente las emociones pasadas y permite tomar decisiones en momentos de incertidumbre, cuando las cosas son poco claras o cuando la oferta de opciones es grande y los argumentos racionales no son suficientes, ahí opera el Marcador Somático. Todo lo que hacemos en la vida tiene su raíz en las emociones, también en lo que no hacemos. (Arteaga, 2010)

Modelo cinético de Funciones ejecutivas



Esquema2 / Fuente: Propia

Desde su significado la palabra emoción tiene su raíz en el latín e-motio= movimiento hacia, lo que dota de motricidad e impulso a las emociones, entregan la motivación, la voluntad de realizar una tarea o un proyecto, porque claramente tendrá consecuencias emocionales futuras en la persona.

La Gestión de Emociones incluye lo que en el modelo de Antonio Marina son FE separadas: “Gestión de la motivación (fundamental para iniciar con éxito una tarea, es el impulso, drives); Iniciación de la acción y organizarla (iniciar el proyecto, podemos tener la idea, el plan, la decisión de realizarlo, haber elegido una meta, pero no iniciarlo); Mantener la acción (es la perseverancia, podemos haber iniciado una acción pero si no la continuamos no tendremos éxito en nuestro cometido);

Gestión de impulso (inhibir el impulso y evaluar si es compatible con las metas que nos hemos trazado)” (Marina, 2015)

Siguiendo la enumeración de las FE del modelo propuesto después de la Gestión de emociones, en que el sujeto de propone hacer “algo”, emprender una tarea compleja o un proyecto, se suceden encadenadas una serie de acciones para la consecución de esa meta propuesta, entonces surge la FE monitorización.

2) La Monitorización:

Asume en control ejecutivo de todo el proceso, coordinando la cognición y la emoción-motivación. Monitorización va asumir el control el funcionamiento de todas las FE incluida ella misma. Tendrá que asumir la flexibilidad para modificar los planes ante un cambio de escenario, o cuando no se puedan prever todas las contingencias de la vida real, anticiparse a los acontecimientos futuros y tener de un plan alternativo ante la toma de decisiones, va a velar por un desempeño eficaz de todo el sistema. Lo primero que va a considerar la Monitorización es la planeación.

3) La Planeación:

Considerada como una de las *“capacidades más importantes de la conducta humana, se define como la capacidad para integrar, secuenciar y desarrollar pasos intermedios para lograr metas a corto, mediano o largo plazo”*. (Flores-Ostrosky, 2012). La planeación también considera caminos laterales e inversos para continuar su curso, la asignación de recursos cognitivos y materiales. La planeación no debe considerarse como un plan inamovible, sirve como guía y el sujeto debe estar abierto a flexibilizar su plan ante un cambio de escenario.

4) La Memoria Operativa:

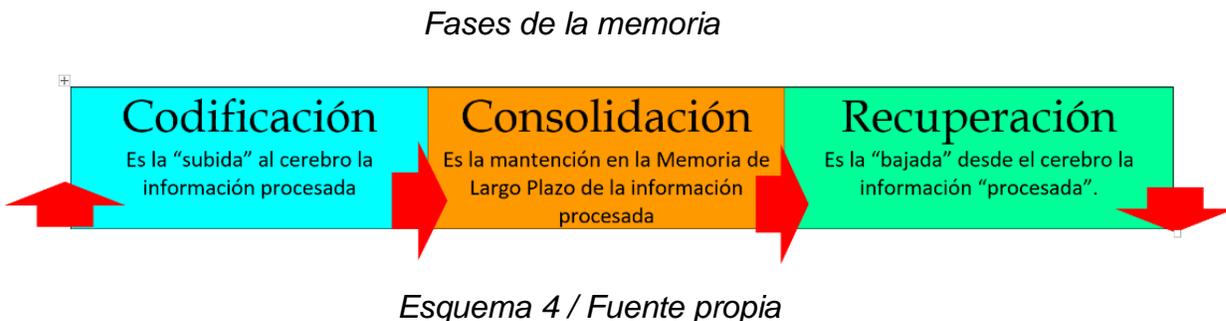
A cargo de todo el sistema de memorias. La Memoria Operativa (MO) sirve para poner en línea la información disponible, es un banco de información y conocimientos que tiene una persona ante la realización de una tarea. La MO que es la base de otros modelos de FE, permite verificar si la persona cuenta con los recursos cognitivos necesarios para la la realización de las tareas necesarias en la consecución del proyecto. La MO permite observar y verificar si en los aprendizajes anteriores y futuros se hayan codificado de manera eficiente para que estén consolidados en la Memoria de Largo Plazo y puedan ser rescatados por la Memoria Operativa al momento de ser utilizados.



Esquema N°3: Fuente: Elaboración propia

Para un buen funcionamiento de la Memoria Operativa cuando se requiere rescatar información, primero debe codificarse ese conocimiento, luego consolidarse para que vaya a la memoria de largo plazo y después recuperarse con la MO.

Fases de la memoria



Codificación, Consolidación y Recuperación en la memoria semántica

Codificación: Si a un aprendizaje complejo lo dotamos de palabras claves, imágenes y emociones, si lo dotamos de una mayor “elaboración” en su codificación, será más fácil evocar ese aprendizaje. Por ejemplo, un estudiante de medicina estará codificando su aprendizaje de Anatomía si subraya los textos de un paper, si hace esquemas o mapas mentales, si hace dibujos, si ve videos, si tiene experiencias emocionales como ver un cadáver o estudiar con grupo de amigos.

En la medida que exista mayor elaboración en la codificación, habrá más entradas a esa memoria. Aquí surge el concepto “*generar*”, se aprende más escribiendo un texto sobre Anatomía que leyendo un texto de Anatomía. La vieja tradición que mejor “se aprende haciendo” es de vital importancia para el cerebro, para *generar* se requiere tanto elaboración como un mayor grado de atención.

Esta conclusión procede de experimentos de neuroimagen, los cuales han demostrado que el lóbulo frontal izquierdo, que muestra un efecto de nivel de

procesamiento, está más activo cuando se generan palabras que cuando se leen. (Kasslyn, 2008). Este es el sentido de esta tesis con estudiantes de medicina, que producen un texto de estudio de Anatomía.

Consolidación: Un contenido al estar codificado, reelaborado y lleno de significados el proceso de consolidación será más eficiente. En este momento el hipocampo juega un rol esencial en la gestión de la memoria de largo plazo. La literatura neurocientífica señala que en el momento del sueño se consolidan los aprendizajes (Se toma como concepto de aprendizaje cualquier experiencia significativa o un contenido semántico de importancia para el sujeto).

Recuperación: Es un acto voluntario de evocar un contenido o una experiencia. La codificación semántica se produce procesando la información, otorgándole mayor valor en significados y claves para después poder recordar esa información. Se codifica en forma de 1) lenguaje, son los textos, conversaciones, mapas conceptuales; 2) iconográfico, son las imágenes, videos, fotografías, dibujos, mapas mentales; y 3) experiencial, son las experiencias concretas ante el aprendizaje, solución de problemas, trabajo en equipo y experiencias grupales es lo que se denomina aprendizaje kinestésico, en el que están involucradas los sentidos y las emociones. A mayor codificación mayor recuperación.

Al estar codificado el aprendizaje se *Consolida* en la Memoria de largo plazo a través de los mecanismos neurobiológicos del sueño y de la misma forma en que fueron codificados, son recuperados por la Memoria Operativa a través del Bucle Fonológico todo lo que se codificó utilizando las herramientas del lenguaje, la Agenda Visuoespacial recupera lo codificado iconográficamente y el Buffer Episódico recupera los aprendizajes codificados por la experiencia. (Kasslyn, 2008)

La Memoria

La memoria nos entrega nuestra identidad como personas, somos lo que somos gracias a nuestra memoria, nos hemos construido gracias a nuestros recuerdos, nuestra biografía, nuestros afectos de niños, lo que hemos aprendido, todo lo que sabemos, nuestras habilidades. Todo esto nos va conformando en lo que somos.

La memoria es fundamental en el aprendizaje, al punto que no hay aprendizaje sin memoria. El sistema de memoria, para su estudio, se ha dividido según el esquema de más abajo, pero no significa que las memorias sean espacios estancos, todo el sistema de memorias está íntimamente relacionado unos con otros y las fronteras entre cada sistema son difusas y se interponen unas en otros.

La memoria tiene un proceso que cubre tres etapas: Codificación, Consolidación y Recuperación. Es importante saberlo de parte los docentes, porque podemos crear estrategia pedagógicas basándonos en las propiedades del sistema de memorias.(Más abajo iremos al detalle)

Sistema de Memorias

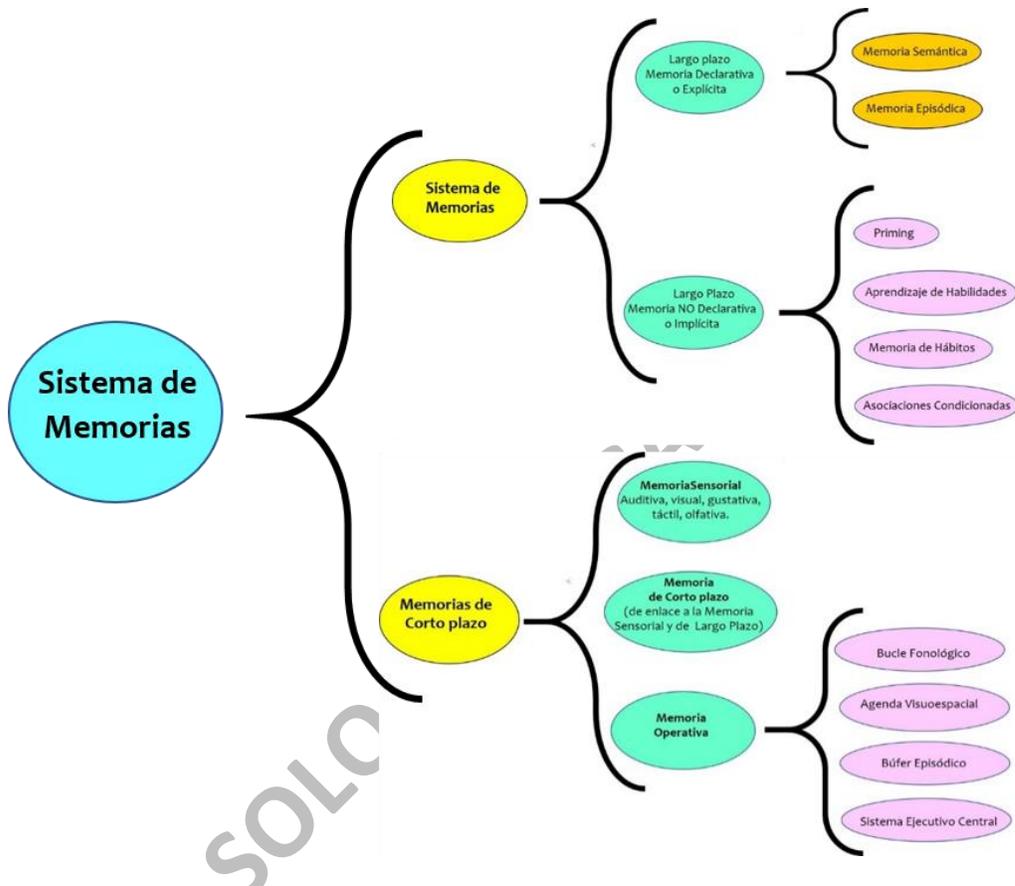
Tenemos dos tipos de memoria que son imprescindibles en el aprendizaje: Memoria de largo plazo y Memoria de corto plazo. El esquema que se presenta más arriba señala su división.

La memoria juega un rol primordial en el aprendizaje, sin memoria no hay aprendizaje. Por esta razón los educadores deben conocer el sistema de memorias para direccionar la enseñanza de modo que los aprendizajes del estudiante vayan

a la memoria de largo plazo y puedan recuperar los contenidos aprendidos cuando sea necesario.

Nos detendremos a examinar los sistemas de memoria que tienen influencia en el aprendizaje.

Sistema general de memorias



Esquema 5 / Fuente propia

Memoria de Largo Plazo o Declarativa, también llamada explícita. Se divide en Memoria Semántica y Memoria Episódica.

Memoria Semántica: Son aquellos conocimientos que se han aprendido durante la vida de una persona y que mediante el lenguaje pueden declararse: lo aprendido en la escuela sobre hechos históricos, las ciencias, matemáticas, etc. aquello que mediante el lenguaje es parte de nuestro acervo cultural, lo aprendido en libros, conversaciones, revistas, etc.

Memoria Episódica: Son los hechos biográficos vividos por una persona, su infancia, sus experiencias con los padres y amigos, los viajes, su vida en comunidad. Tienen una ubicación el tiempo y en el espacio.

Memoria Largo Plazo No declarativa también llamada implícita. Son las habilidades que vamos adquiriendo en la vida, aquellas en que su aprendizaje no media el lenguaje de manera fundamental. Por ejemplo aprender a andar en bicicleta, si bien el lenguaje será para explicar y aprender el funcionamiento de los frenos y el pedaleo, el aprendizaje se realizará gracias a las funciones motoras, sensoriales y de equilibrio. Estas habilidades son transferibles a otra situación semejante, ya que la persona que aprende a andar en bicicleta puede ocupar cualquier bicicleta o algo parecido. Estos aprendizajes son muy eficientes, ya que a costa de repetirlos se produce una automatización. una vez que se aprende ya no se olvida.

Esto es importante en el sistema de enseñanza/aprendizaje como es el caso de aprendizaje del uso de las tecnologías de la información, ya que son habilidades lo que aprende el estudiante. Cuando un joven aprende a usar el teclado de un computador o aprende el uso de una aplicación, las interfaces son casi las mismas en todas las aplicaciones, por lo tanto ese aprendizaje de habilidades lo podrá transferir a otra situación.

Memoria Largo Plazo No declarativa tiene 4 dimensiones que es necesario observar.

Priming: Tiene que ver con las experiencias previas perceptivas y/ conceptuales. Si ya antes teníamos una experiencia perceptiva, aunque breve, con ese estímulo el aprendizaje será facilitado para distinguir el estímulo. Lo mismo ocurre si la experiencia es conceptual.

Aprendizaje de Habilidades: Para adquirir una habilidad, por ejemplo manipular una aplicación en el computador, primero hay una etapa de cognición, en

que los componentes verbales son importantes para “conocer” la aplicación. Luego viene una etapa de asociación para realizar la tarea en que vamos recordado los sucesivos pasos. Y más tarde viene la automatización de tanto repetir los pasos del proceso.

Memoria de Hábitos: Así como fuimos aprendiendo las habilidades, también podemos aprender hábitos de tanto repetirlos, como cepillarse los dientes en la mañana, revisar si llevamos las llaves de la casa, o revisar si guardamos el documento antes de apagar el computador.

Asociaciones Condicionadas: Son aquellos aprendizajes como saber que no debo acercarme al fuego o no meter los dedos al enchufe eléctrico.

Memoria de corto plazo

La memoria de corto plazo tiene 3 modalidades que son necesarias de observar:

Memoria Sensorial: Tiene una duración de escasos segundos y se refiere a cómo nos gatillan la memoria los estímulos sensoriales como el olfato, la vista, la visión, el gusto, lo táctil.

Memoria De Corto Plazo: Es una estación intermedia entre la memoria sensorial y la de largo plazo.

Memoria Operativa: Es la más compleja de las memorias de corto plazo, también llamada memoria de Trabajo.

El proceso de la Memoria autobiográfica en tres pasos

Atención (Codificación), Procesamiento (Consolidación) y Elaboración semántica (Recuperación).

Atención: Estamos hablando de la memoria biográfica de un sujeto. El primer paso de en la codificación que ahora llamaremos Atención consiste precisamente en estar

“atentos” a la experiencia y dotarla de significado = elaboración. Es producir una representación mental de la experiencia. En este caso la atención tiene el significado de estar atentos al momento de estar “aquí y ahora” como lo señala la práctica budista. Muchos recuerdos biográficos se olvidan por no haber estado atentos a la experiencia para transformarla en Memoria Episódica de largo plazo.

En la medida que más atención y más valor (elaboración) agregamos a la experiencia biográfica, más asentado quedará en la memoria. Por ejemplo. Si una persona conoce a otra, agregará más codificación o valor si además de reconocer detalles de su rostro, pone atención a la voz, a los gestos, si profundiza más y conversa sobre sus ideas políticas, donde vive, etc., quedarán más huellas en la memoria. En la medida que esa experiencia de conocer a una persona sea más profunda, mejor recuerdo, menor profundidad menor recuerdo. *“La elaboración implica interpretar la información, relacionarla con otra información y reflexionar sobre ello. Los lóbulos temporales mediales juegan un papel crucial en la codificación episódica”.* (Kasslyn, 2008)

Procesamiento o consolidación: Cuando una memoria episódica esta suficientemente codificada experimenta el proceso de consolidación. Esta memoria queda temporalmente en el lóbulo temporal medial. Durante el sueño, o evocándola,

Desglose de la memoria operativa



Esquema 6 / Fuente propia

se va estableciendo y consolidando y a través de un proceso lento esta memoria episódica a través de conexiones neuronales se va desplazando hacia otras regiones corticales laterales. (El dínamo, 2017)

Elaboración semántica (recuperación) El acto de recordar es la conexión del presente con el pasado. En la medida que hemos puesto mayor atención a la experiencia y hayamos codificado con mayor elaboración la experiencia tendremos mayores señales o claves, lo que implica mayores entradas para su recuperación. “Se ha demostrado que el hipocampo está activo durante los intentos de recuperación que desembocan en una adecuada recuperación del contexto o los detalles de un acontecimiento”. (Kasslyn, 2008)

La Memoria de largo plazo No declarativa o de habilidades. Proceso en tres fases.

El aprendizaje de habilidades es de vital importancia en la educación, cuando los nuevos modelos pedagógicos hacen hincapié en el aprendizaje de habilidades por sobre el currículum de contenidos.

El proceso es: 1) Fase cognitiva; 2) Fase asociativa; y 3) Fase de autonomía.

1) Fase cognitiva: Pongamos como ejemplo aprender a conducir un automóvil. Al comienzo hay una fase de elaboración semántica en que el lenguaje interviene para entender el funcionamiento de los pedales y la varilla de cambios del automóvil, las reglas del tránsito, la ubicación de los espejos. Esta primera parte es consciente. Es una función de los lóbulos frontales.

2) Fase asociativa: En la medida que vamos practicando, vamos activando la conversación interna, repitiendo los pasos para conducir correctamente. La respuesta motora se va perfeccionando.

3) Fase de autonomía: Los movimientos y conducta se hace más precisa, la fase cognitiva deja paso a una respuesta mas automática. Ya no es necesario ir repitiendo mentalmente los pasos a seguir, pedales, varilla de cambio para las marchas, la ubicación de los espejos, etc. Hasta convertirse en un proceso automático. “Las pruebas de neuroimagen han revelado cambios en el grado de activación del caudado, y el putámen, parte de los ganglios basales, cuando se adquiere esa habilidad. (Kasslyn, 2008) Este aprendizaje es un cambio de conducta, permite que la persona pueda cambiar de auto, pero igual sabe conducirlo

5) Control Atencional: La atención es considerado la puerta de entrada al aprendizaje, a mayor atención-mayor aprendizaje. El Control Atencional como FE actúa en muchas direcciones, nos sirve para enfocarnos en nuestro proyecto y sirve como filtro para información irrelevante que no es necesaria para la tarea. Y también nos entrega información sobre nuestro estado interno.

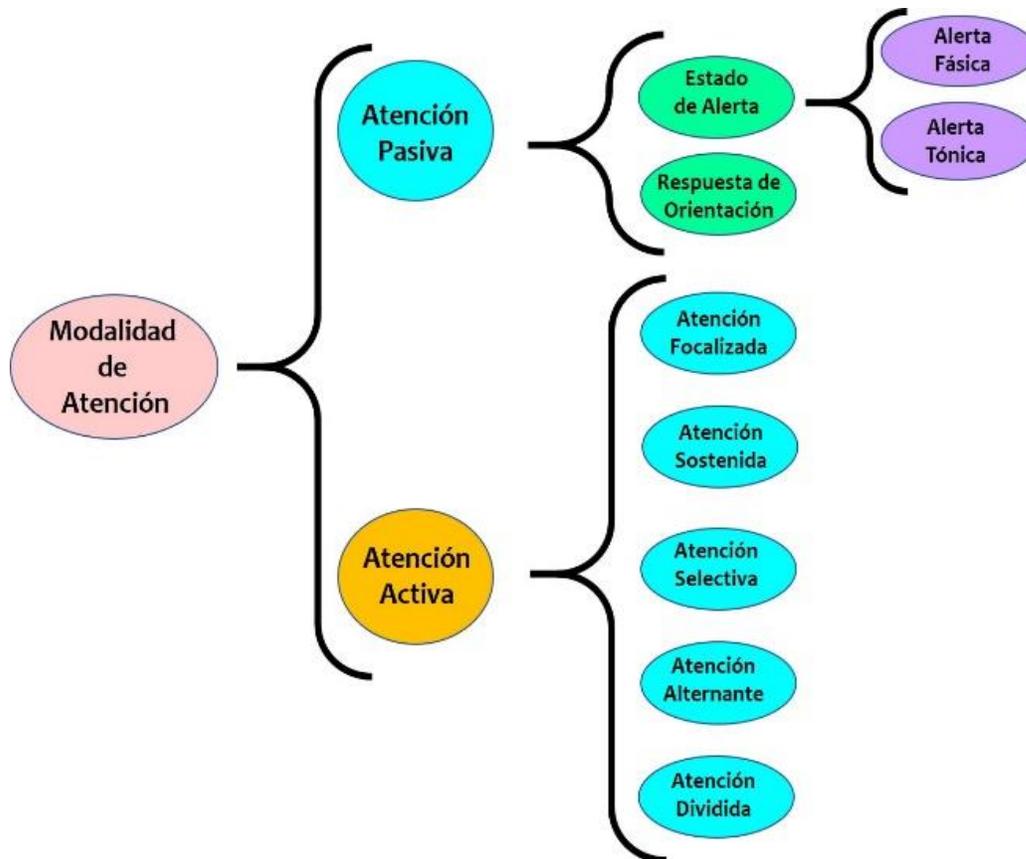
Sistema atencional:

No existe una teoría unificada de la atención, el diagrama que se muestra arriba es de Portelano y García Alba, en este se integran la mayor parte de los modelos atencionales.

La Atención opera como un filtro para seleccionar los mensajes que llegan a nuestro cerebro. Todos los días estamos siendo bombardeados por miles de estímulos y nuestro cerebro no tiene la capacidad para procesarlos, por eso el sistema Atencional tiene la misión de seleccionar, priorizar, procesar y supervisar los estímulos relevantes para la consecución de las tareas. Desechando los innecesarios y los irrelevantes.

La atención juega un papel prioritario para la supervivencia de los humanos ya que nos permite tener el tono adecuado para estar alertas y conscientes y nos da la capacidad para responder ante estímulos sorpresivos que pueden ser amenazantes y nos entrega nuestro sentido de orientación espacial y de contexto.

Componentes del Sistema Atencional



Esquema 7 / Fuente propia

Si bien el Sistema Atencional nos pone en alerta de los estímulos del medio ambiente, también nos entrega información propioceptiva, aquella que viene desde nuestro medio interno, como tener sed, sentirnos cansados, tener hambre, etc. La Atención está íntimamente relacionada con la función Ejecutiva de la Inhibición que abarca aspectos más amplios de la conducta humana.

A continuación, se revisará una a una las diferentes modalidades de atención y cómo influyen en el aprendizaje y la realización de tareas complejas.

Atención Pasiva: Es un acto involuntario, el sistema nervioso está en estado de alerta, nuestro organismo está preparado para respuestas no racionales. La atención Pasiva se manifiesta en dos modalidades: Estado de Alerta y Respuesta de Orientación.

El estado de alerta se divide en dos Alerta Fásica y Alerta Tónica.

Alerta Fásica: El Sistema Nervioso Central (SNC) responde con rapidez ante un estímulo sorpresivo, por ejemplo, ante un terremoto el organismo responde con velocidad y pone en acción el sistema motor para salir arrancando.

Alerta tónica: El SNC nos provee de un sistema de vigilancia necesario para estar despiertos y no caer en estados de ensoñación ante una tarea.

Respuesta de Orientación: Nos pone en contexto espacio/temporal. Podemos distinguir de donde viene un estímulo para enfrentarnos a él. También nos provee el sentido de orientación y de las coordenadas espacio/temporal para saber dónde y cuándo nos encontramos. Este Sistema Atencional nos protege del medio ambiente y es fundamental para la supervivencia.

La atención Activa: Es la puerta de entrada para cualquier proceso cognitivo. Es una atención voluntaria, el individuo hace un esfuerzo consciente para mantener este estado atencional. Tiene 5 modalidades:

Atención Focalizada: En esta modalidad el foco atencional se concentra en un objetivo concreto. La motivación es fundamental para mantener el foco y vencer la

resistencia del cansancio. En el sistema educacional es tarea difícil lograr que los estudiantes mantengan una Atención Focalizada en el docente, más aún si este está durante largos períodos hablando y el estudiante está en una actitud pasiva. Pronto aparecen estímulos que compiten con el docente: la conversación del compañero, el teléfono celular, etc.

Atención Sostenida: Es una modalidad en que el foco atencional se puede sostener en el tiempo. El actual paradigma pedagógico de la educación atenta contra la Atención Sostenida ya que pone al maestro como protagonista y no al estudiante como eje del aprendizaje.

Atención Selectiva: Ante una amplia oferta de estímulos, la atención Selectiva requiere de gasto de recursos cognitivos para seleccionar el estímulo ante tanta competencia. Las estrategias pedagógicas deberían poner al estudiante como protagonista del proceso de aprendizaje para que la atención selectiva sea la que el estudiante requiere para sí mismo y no para el docente.

Atención Alternante: En esta modalidad el individuo va cambiando de foco de manera alternativa entre uno o más estímulos. Requiere un gasto atencional superior y está en entredicho si esta modalidad es propia de los estudiantes más jóvenes que van permanentemente del celular a otras tareas. De todas maneras, en el trabajo con los estudiantes en el aula, estos señalan que el principal distractor en los aprendizajes es el teléfono celular.

Atención Dividida: Es una modalidad de gran habilidad cognitiva, estar atendiendo el foco en dos o más tareas simultáneamente. Esta modalidad se presenta en conductores de espacios radiales en que están saliendo al aire y simultáneamente están buscando información de prensa en el computador. Estas dos modalidades

de Atención alternante y dividida atenta contra el rendimiento académico de los estudiantes primerizos.

6) La Actualización:

Si bien la Memoria Operativa nos pone en línea la información y conocimientos necesarios para realizar una tarea compleja y novedosa, siempre hay información faltante, más aún si la tarea es novedosa. Para eso tenemos como FE la Actualización. Debemos entender la Actualización no como un mero acto administrativo que se realiza ante una situación compleja, esta debe ser una filosofía de vida, la actualización es el aprendizaje permanente. Al estar actualizado el sujeto está familiarizado con las nuevas tendencias en cualquier dominio del conocimiento, sobre todo en una época en que el conocimiento se va duplicando en períodos más cortos de tiempo. La actualización es una actitud que al estar conectado con una realidad cambiante nos permite mayores grados de creatividad para afrontar desafíos de resolución de problemas.

7) Velocidad de procesamiento:

Para afrontar desafíos complejos debemos preocuparnos de la mantención y optimización del funcionamiento cerebral.

El dormir el tiempo necesario nos permite una adecuada mantención, una buena alimentación, la diversión, el humor, el descanso y el cuidado con sustancias tóxicas nos permiten un adecuado funcionamiento cerebral. Pero también podemos optimizar el rendimiento y la velocidad de procesamiento, la práctica de Mindfulness permite “resetear” el cerebro, permite incrementar los niveles atencionales, soportar mejor el stress y la presión externa, y controlar los impulsos emocionales. Es tarea permanente mantener y optimizar la velocidad de

procesamiento, nos permitirá tener mayor eficacia en el rendimiento ante tareas complejas. (Kabat-Zinn, 2012)

Ya hemos examinado cuáles son las Funciones Ejecutivas de esta propuesta de modelo. A continuación revisaremos como se desarrollan las FE en las personas, desde la infancia hasta la adultez.

2.3.8 Desarrollo de las FE desde la infancia hasta la adultez

Las Funciones Ejecutivas tan importantes en el desarrollo de las personas para lograr sus objetivos de vida, metas laborales y de estudio, tienen una aparición temprana y con una maduración lenta que se prolonga hasta la tercera década de vida.

Si bien las primeras manifestaciones rudimentarias de FE comienzan a los 6 meses de edad con representaciones simples, Diamond citado por María de los Ángeles García, señala que entre los 8 y 12 meses los bebés buscan intencionalmente juguetes deseados que no están a la vista, lo que vendría a representar una manifestación incipiente de la Memoria Operativa. (Arias, 2012)

Esta observación no es nueva, ya Piaget la había desarrollado en los años 50 con una prueba similar a la que se ocupa hoy: Un bebé de 12 meses está sentado frente a dos pantallas opacas: Pantalla A y Pantalla B. Se le oculta un juguete tras la pantalla A y se le pide que la busque, el niño cumple la tarea sin mayor dificultad. Dos segundos después se le oculta el juguete ante la pantalla B, ante este nuevo escenario el bebé es capaz de buscarla en la pantalla B y no la pantalla A. Se piensa que es una forma embrionaria de Memoria Operativa, el niño después de

dos segundos tiene aún tiene una representación mental de donde estaba oculto el juguete. También es una primera manifestación de la Inhibición ya que el bebé debe resistir la tentación de buscar en el lugar original (la pantalla A). Al aumentar el tiempo de espera para buscar en la pantalla B, el niño va perdiendo esa facultad, sin embargo al aumentar la edad esta mantención de la información en línea como es la Memoria Operativa va aumentando el tiempo de tenerla a disposición. (Capilla, y otros, 2004)

Durante el primer año de vida el bebé es capaz de suprimir respuestas dominantes, puede dejar una actividad placentera como estar jugando con un peluche y responder a los requerimientos de la persona que lo cuida. Según Koshanska citado por García Molina, esta es una forma primaria de inhibición de dejar una actividad placentera, se manifiesta en bebés de un año en el 40% de las ocasiones, a medida que el niño va creciendo aumenta a un 78% a los 22 meses y 90% a los 33 meses. Estas formas de funcionamiento ejecutivo son embrionarias, frágiles y alterables. (Garcia-Molina A, 2009)

Todas estas pruebas descritas son de laboratorio, una prueba interesante de observar es la Dimensional Change Card Short. En niños de 3, 4 y 5 años.

Son juegos de cartas de dos colores: rojo y azul y dos imágenes: una estrella y un auto. Primero los niños deben clasificarla por color. Los niños de 3 años lo hacen sin dificultades, pero cuando las deben clasificar por forma (estrella o auto), vuelven a repetir el mismo patrón inicial: por color. A los 4 años los niños ya pueden diferenciar las categorías para clasificar las cartas: las de color en un grupo y las de formas en otro grupo. Antes de los 3 años, los niños responden a los estímulos de forma rígida y estereotipada, luego gradualmente van inhibiendo respuestas automáticas. (Garcia-Molina A, 2009)

Según Diamond (2000), citado por García Arias los niños “ya son capaces de planificar tareas de modo simple y desarrollar estrategias, Esta función va desarrollándose entre los 6 y los 10 años y el pensamiento empieza a guiarse por la lógica y no por la percepción. A esta edad aparece la “inhibición de conductas”. (Arias, 2012) En esto hay plena coincidencia entre las afirmaciones de Diamond (2002) y Welsh (1991). Según Welsh citado por Capilla, “habría tres estadios diferentes de desarrollo de las FE, a los 6 años, a los 10 años y a los 12 años. Distintos estudios coinciden tal como se muestra en la siguiente tabla elaborada por Capilla

Capilla señala: “Los resultados obtenidos en estos estudios muestran que el desarrollo de las FE es un proceso multiestadio, es decir, las funciones consideradas ejecutivas maduran de distintas maneras y en distintos momentos temporales, de manera análoga a la jerarquía en el desarrollo cerebral comentado anteriormente”. (Capilla, y otros, 2004)

Funciones Ejecutivas en niños, diferentes autores

Funciones ejecutivas que maduran a los 6 años, 10 años y en la adolescencia		
6 años: Planificación simple	Welsh et al.,	1991
Inhibición simple	Klenberg et al.,	2001
10 años: Comprobación de hipótesis	Welsh et al.,	1991
Control de impulsos	Welsh et al.,	1991
Adolescencia (>12 años)		
Planificación compleja	Welsh et al.,	1991
Comportamiento dirigido a una meta	Anderson	2001
Fluidez Verbal	Welsh et al.,	1991
	Klenberg et al.,	2001

Tabla 2 / Fuente propia

Una tesis doctoral que investigó sobre las funciones ejecutivas desde la niñez hasta su presunta maduración nos proporciona el siguiente cuadro:

Evolución de las Funciones Ejecutivas desde los 6 meses a 18 años

6 meses	Empiezan a ser capaces de recordar representaciones simples.
8 meses	Búsqueda de objetos deseados.
12 meses	Comienzo de la adquisición de las funciones ejecutivas
3 años	Inhiben conductas instintivas, con errores de perseveración. Comienza a incrementarse la habilidad de inhibir decisiones desventajosas (Kerr y Zelazo, 2004). Comienzan a anticipar y prever dificultades.
4 años	Primer hito importante en el desarrollo. Entra en juego la memoria operativa, mantienen información e inhiben respuestas. Aumento de la capacidad de tomar decisiones con un componente afectivo.
6 años	Mejora de la capacidad de inhibición de conductas. Son capaces de planificar tareas de modo simple y desarrollar estrategias. Empiezan a guiarse por la lógica y no por la percepción en lo referido al pensamiento. Incremento en el desarrollo de la capacidad de tomar decisiones y del control emocional.
5-8 años	Incremento de la memoria de reconocimiento, formación de conceptos y atención selectiva. Habilidades de planificación y organización.
7-9 años	Desarrollo de la flexibilidad cognitiva, dirigir actividades hacia una meta u objetivo concreto y procesamiento de la información.
9 años	Capacidad de monitorizar y regular acciones. Comienza un incremento en la memoria de trabajo espacial (Klingberg, Forsberg y Westerberg, 2002).
10-12 años	Maduración de la capacidad de inhibición, flexibilidad cognitiva y memoria de trabajo
11 años	Adquisición del nivel de inhibición como el del adulto.
11-13 años	Periodo de afianzamiento y maduración del control ejecutivo.

Tabla 3 / Fuente: María de los Ángeles García

2.3.9 Inteligencia Ejecutiva

Si las FE son aquellas habilidades necesarias para dirigir la conducta y las acciones necesaria para llevar a cabo una tarea compleja, un proyecto de trabajo o de estudio que culmine de manera exitosa, en fin, un proyecto de vida que nos dé satisfacciones, que nos haga felices, ¿acaso no es actuar con inteligencia?

El filósofo español José Antonio Marina nos habla en varios de sus libros de la Teoría de la Inteligencia Ejecutiva,

Si las funciones ejecutivas son "la capacidad de dirigir bien el comportamiento, eligiendo las metas, aprovechando la información y regulando las emociones" (Marina, 2015)

¿Cuál es la importancia de conocer los distintos grados de desarrollo de las FE en niños y adolescentes?

De acuerdo a lo expresado por Garcia Molina si "el desarrollo de las FE influye directamente en el control de la cognición, actuar con intencionalidad, almacenar información, elaborar conocimientos, considerar y organizar distintas alternativas de acción, tomar decisiones y finalmente rendir en la escuela", ¿qué debemos hacer los docentes ante tales evidencias de cómo opera el aprendizaje?

Si conocemos el funcionamiento de las FE y su importancia en la vida de las personas, los docentes podemos diseñar estrategias pedagógicas en la que los niños y adolescente puedan emplear sus FE y entrenarlas mediante el trabajo académico. El Diseño de Proyectos, la resolución de problemas y la investigación son los soportes didácticos más simples para su desarrollo.

Si seguimos aceptando que nuestros estudiantes se eduquen mirando la espalda de sus compañeros, sentados y sin moverse, tenemos mínimas posibilidades de entregarles una educación basada en el cerebro que aprende.

2.3.10 Funciones Ejecutivas en la práctica pedagógica

“El desarrollo de las Funciones Ejecutivas debería constituirse en una de las principales metas de la educación formal obligatoria. A ella compete procurar la formación integral de todos los miembros de la sociedad aportándole conocimientos y habilidades para la participación plena como ciudadanos y para sus proyectos de vida”. (Alejandra Yoldi)

Se ha señalado que el desempeño académico puede ser explicado por cuatro factores que se entrelazan y actúan en conjunto:

- Las habilidades del propio estudiante: temperamento, recursos cognitivos, conocimientos previos, estrategias de aprendizaje.
- Variables asociadas al docente (personalidad, estrategias pedagógicas y didácticas utilizadas, etc.)
- Variables relativas al entorno familiar en el cual el niño se desarrolla (máximo nivel de instrucción alcanzado por los progenitores, estimulación proporcionada por los mismos.
- Factores referidos a las características del ambiente escolar (infraestructura, recursos materiales. (Stelzer, 2011)

De la misma manera diversos estudios provenientes desde las neurociencias se ha asociado el desempeño académico al desarrollo cognitivo y socio afectivo de los estudiantes. Estudios de St Clair-Thompson y Gathercole, 2006; Blair y Razza; Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent y Numtee, 2007; Bull, Espy y Wiebe, 2008), citados por Stelzer y Servigni. (Stelzer, 2011)

Los mismos autores señalados citan estudios de Blair y Razza de 2007; indican que el vínculo entre la capacidad de los estudiantes en el desarrollo de las FE y el rendimiento en actividades de lectura, escritura y cálculo matemático.

Alejandra Yoldi señala que el mejor ambiente académico para el desarrollo de las FE es el Diseño de Proyectos como estrategia pedagógica. Al crear un proyecto en el aula, normalmente los estudiantes trabajan en quipo, deben tener la voluntad y la motivación de trabajar en un proyecto que es significativo para su desempeño académico lo que involucra las emociones, tienen que hacer una representación mental de lo que desean lograr, deben trazar un objetivo claramente definido, planificar y secuenciar las acciones necesarias, verificar los recursos cognitivos, actualizarse, monitorear el proceso y finalmente verificar si el objetivo obtenido es igual o no al objetivo trazado. El diseño de Proyectos pone en juego las Funciones Ejecutivas.

Si buscamos estudiantes independientes y autosuficientes debemos crear estrategias pedagógicas y didácticas orientadas al Diseño de Proyectos o a la resolución de problemas que son las formas de trabajo en que el estudiante se transforma en el protagonista del proceso aprendizaje.

En el apartado Diseño Metodológico, abordaremos nuestra experiencia pedagógica de las FE en el aula en unión con Diseño de Proyectos y las Tecnologías de la Información.

Ahora revisaremos la Corteza Pre Frontal del cerebro que es desde donde operan las Funciones Ejecutivas y otras regiones desde donde operan funciones auxiliares de la FE: la Memoria, la Atención y la Metacognición, Memoria Operativa.

Funciones Ejecutivas en Prekinder y Enseñanza Básica

Una revisión de diferentes estudios sobre técnicas de estimulación de las Funciones Ejecutivas en edad temprana realizado por las académicas de la Universidad de Playa Ancha Francisca Bernal Ruiz y Montserrat Rodríguez Vera abarca el periodo 2006 y 2013, “Estimulación temprana de las Funciones Ejecutivas en escolares, una revisión actualizada”, señala que las Funciones Ejecutivas en los niños se pueden potenciar y desarrollar desde tres diferentes circuitos cerebrales.

- 1) El circuito *fronto-estriado* para el desarrollo de las FE cognitivas, como la Atención, Memoria de trabajo, la Planificación y la supresión de respuestas automática. Se le reconoce como las FE frías.
- 2) El circuito *fronto-límbico* encargado de las FE emocionales como el control emocional, la motivación, el control de los impulsos y de la agresividad. Son las llamadas FE calientes.
- 3) Y el circuito *fronto-cerebeloso* encargado de la coordinación motora. (Bernal, 2014)

El mismo estudio señala, citando una investigación de Röthlisberger y colaboradores del año 2012, que el desarrollo temprano de las FE en los niños, es un predictor de los rendimientos futuros de matemáticas, lenguaje y lecto escritura. El estudio demuestra, que si bien las intervenciones que desarrollan estos tres circuitos por separado, es conveniente diseñar intervenciones que potencien estos tres circuitos integrados a medida de la maduración cerebral de los niños.

Aun así la mayor parte de estas intervenciones apuntan al estímulo de las FE de la *Memoria de trabajo (Working Memory, Memoria Operativa) , la Atención y el Control emocional*. Esto no debe extrañarnos si consideramos que las Cuatro Claves del Aprendizaje son Motivación, Atención, Memoria y Metacognición.

Las estrategias de estimulación de las FE en edad escolar que consideran el circuito fronto-estriado o componente frío.

Estas intervenciones dan importancia a la reflexión en el procesamiento de la información, con ello se estimula de Memoria de trabajo, entendiendo a esta como la capacidad de codificar/decodificar la información. Debemos entender que en este período escolar los niños aprenden a leer y escribir, de esta manera en la Memoria de trabajo comienza a operar el bucle fonológico en la codificación de la información media por el lenguaje. El aprendizaje de la lecto-escritura es una herramienta poderosa para la reflexión en los niños y permite explorar nuevas formas de clasificación de los contenidos. Un diseño didáctico para este cometido es el de la clasificación de tarjetas bivalentes de “conejos rojos/barcos azules” en que la clasificación puede ser en base a las formas o a los colores. Este trabajo es de los autores Espinet, Anderson y Zelazo.

Otro estudio realizado por Diamond y Lee del 2011 considera que una forma de estimular el componente cognitivo de las FE es la meditación, también hoy se le conoce como Mindfulness, que significa atención plena. El ejercicio de meditación propende al desarrollo de la atención sostenida y enfocada, lo que permite mejores aprendizajes, y algo importante: la meditación potencia el control de los impulsos automáticos y estimula la percepción sensorial. La pionera en estimular la integración mente-cuerpo fue Aida Montessori, al crear dinámicas para el aprendizaje en niños como el silencio, caminar sobre una línea o caminar con un libro en la cabeza.

Funciones Ejecutivas y emociones

El trabajo desarrollado por las educadoras Elena Dobrova y la Deborah J. Leong a sido ampliamente divulgado en su libro “Herramientas de la Mente”. En este texto nos muestran una forma de desarrollar las Funciones Ejecutivas en los colegios de pre Básica y Básica. Los niños van desarrollando sus FE a través de juegos que estimulan habilidades cognitivas de la lecto-escritura y matemáticas,

potenciando el control inhibitorio. Los niños aprenden las habilidades del lenguaje en el aprendizaje de la lecto escritura; y en la conversación/escucha activa. Se dice que el ejercicio más difícil en una conversación es la escucha. En este diseño, la escucha juega un rol importante, y para ello el niño debe inhibir su deseo de hablar. Para ello se valen de tarjetas que tienen imágenes de bocas u oídos, representando el rol que van cumpliendo los niños en la conversación lo que estimula el autocontrol.

El desarrollo del lenguaje, según estas autoras, incide en el fortalecimiento de la Memoria Operativa, incorporando al Bucle Fonológico una mayor cantidad y calidad de representaciones mentales, con el ejercicio del lenguaje el niño dispone de una mayor cantidad de significados y de códigos en procesamiento de la oinformación. (Bodrova, 2004).

Funciones Ejecutivas y circuito psicomotor

Un estudio realizado por Best en el 2012, señala que las actividades aeróbicas como el deporte implican procesos cognitivos que requieren de un comportamiento estratégico, respeto a las reglas del juego, coordinación con los compañeros, tolerancia a la frustración y espíritu de equipo que incide en la planificación y memoria de trabajo. También el esfuerzo aeróbico permite un mayor flujo sanguíneo hacia el cerebro y estimula los cambios fisiológicos en el cuerpo.

Las conclusiones que llegan las investigadoras de la Universidad de Playa Ancha señalan que la estimulación de las FE en la educación inicial reducen el desnivel en el rendimiento escolar otorgando mejores habilidades para el aprendizaje.

Otra investigación acuciosa de las Funciones Ejecutivas está contenida en el libro *“Funciones ejecutivas y Educación”* de Cristian Rojas-Barahona que actúa como autor y editor en este texto de 2017 de Ediciones UC. Rojas-Barahona junto a un grupo de siete colaboradores que trabajan en la Facultad de Educación de la Universidad Católica hacen una recorrido global de como se integran las FE al

currículum de la enseñanza prebásica y básica, como se estimulan desde el juego y como se entrenan desde la computación. Para este propósito, el texto se estudia la incidencia de las FE en el aprendizaje de Lenguaje y comunicación, Pensamiento científico; Ciencias Sociales; y Habilidades artísticas. (Rojas-Barahona, 2017)

Para los efectos de esta tesis se seleccionarán las más representativas.

En este estudio nuevamente surge la Memoria de trabajo (Memoria Operativa o Working Memory) en los niños que cursan la educación inicial, la asociación entre bucle fonológico y palabras nuevas es evidente. La incorporación de nuevas palabras producto de la lecto-escritura y de la conversación y escucha atenta, incrementa la riqueza de nuevos significados semánticos que va en directo beneficio del bucle fonológico de la Memoria Operativa. Lo que permite un incremento de la codificación del aprendizaje y nuevamente la incorporación de palabras nuevas lo que constituye un círculo virtuoso. La adquisición de palabras y su incremento permite tener un abanico de posibilidades de comunicación verbal, en la producción de textos escritos y la conversación. También el bucle fonológico incide en la decodificación y comprensión lectora. Y algo muy importante la adquisición de palabras y el incremento de la comprensión lectora y producción de textos permite una mayor riqueza en el habla interna, lo que permite una mejor la reflexión

Una investigación de Arrington de 2014 citado por Rojas-Barahona señala que para la comprensión lectora en los niños, intervienen el control Atencional, la Memoria de trabajo y la Inhibición Cognitiva. De la misma manera, los estudios citados de Maheler &Schuchardt de 2016 con niños alemanes, se descubrió la asociación entre Memoria de Trabajo y dislexia que se relaciona con el bucle fonológico ante la dificultad de leer las palabras; la discalculia con la agenda visuoespacial y el déficit atencional con el Ejecutivo Central de la Memoria de Trabajo.

La intervención en el aula de las Funciones Ejecutivas

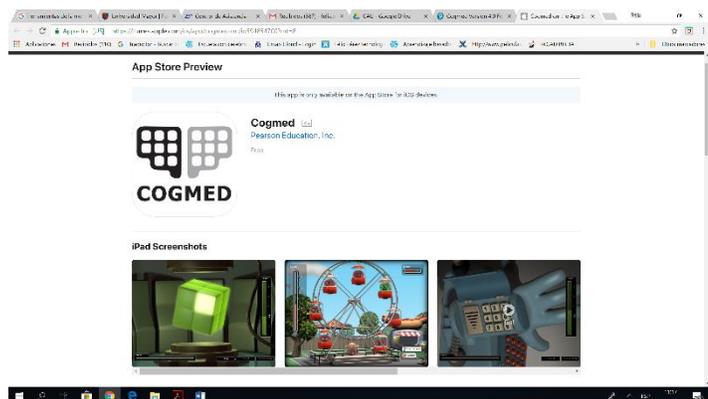
Las intervenciones más estudiadas en los niños son las que fortalecen las Funciones Ejecutivas de Memoria de Trabajo, Control Inhibitorio y la Atención. Se ha identificado que entre más temprano se estimulan, mayor será el beneficio en las áreas académicas y en las habilidades sociales y emocionales. También se postula que estas habilidades son el andamiaje para otras habilidades cognitivas de desarrollo posterior como la Planificación, el Monitoreo y la Flexibilidad cognitiva.

El programa “Herramientas de la mente” desarrolla la Atención pidiéndole al niño que después de una conversación con escucha activa, que dibuje lo que otro niño le habla. El desarrollo del Habla Interna y también se estimula dibujando sus reflexiones. Mediante el dibujo también los niños aprenden a Planificar su día, y luego diariamente debe hacer una plan de sus tareas cotidianas.

El programa “Promoción de estrategias alternativas de pensamiento”, desarrollado por Greenberg, Kusche, Cook & Quamma, promueve en los niños el autocontrol emocional, se entiende que los niños normalmente ante una situación de estrés actúan impulsivamente antes de pensar. Las dinámicas en clases propenden a que el niño verbalice sus emociones negativas para tener una mayor control, así el niño aprende a detenerse primero, respirar y luego hablar lo que le ocurre, y realizar un plan de acción.

Programas computacionales de desarrollo de Funciones Ejecutivas

Existe una variedad de Portales y aplicaciones para teléfono de sitios que ofrecen entrenamiento para la Atención, y Memoria de Trabajo. Consisten en una batería de juegos visuales, de formas geométricas a modo de puzles que van incrementando sus grados de dificultad en la construcción de formas como en su memorización. Con gráficas atractivas que



permiten una conversación activa con las personas, estos programas son de pago, pero los primeros juegos son gratis. Han sido cuestionada su validez científica, pero están disponibles en la web y son fáciles de adquirir.

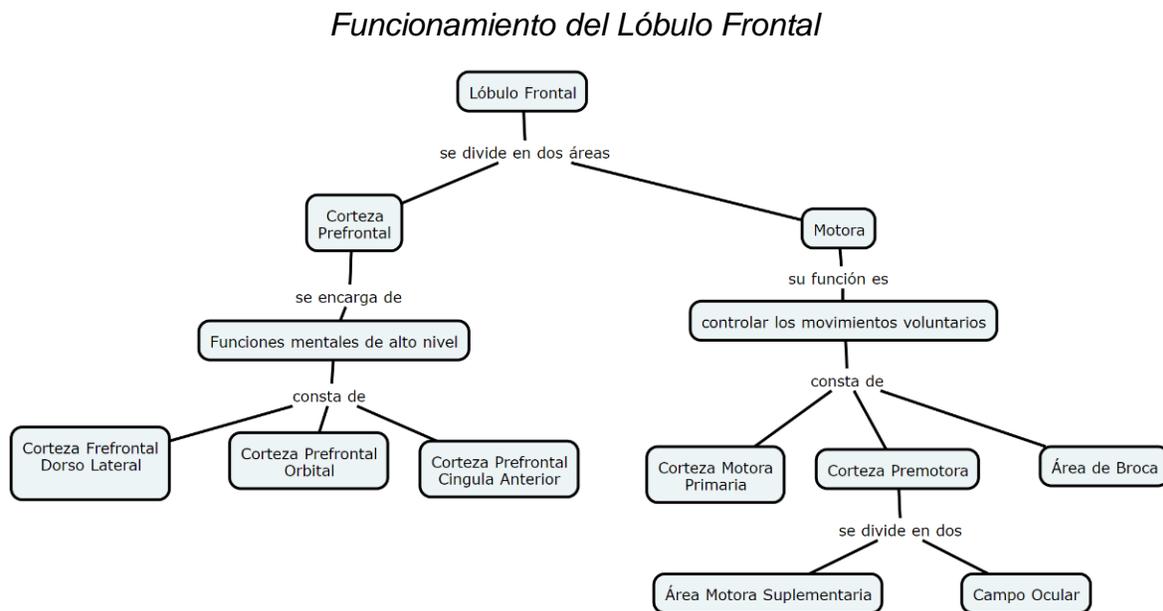
Si bien existen muchos programas de estimulación de las FE en niños y adolescentes que las abordan desde los juegos, integradas al curriculum o desde programas computacionales, Cristian Rojas en su libro "*Funciones ejecutivas y educación*", señala que diferentes estudios han concluido, que un programa de estimulación de las Funciones Ejecutivas en niños y adolescentes que dure unas cuantas semanas de aplicación difícilmente pueden ser transferidas a otros contextos, y al cabo de unos meses, estas habilidades adquiridas van desapareciendo con el tiempo. Lo que nos lleva a concluir que las FE solo se van desarrollando si estas se van estimulando a lo largo de la enseñanza formal e informal y durante la edad adulta.

La práctica de Diseño de Proyectos integrada al curriculum, si se practica de un modo sistémico en los colegios y no solo como un acontecimiento extraordinario que acontece una vez al año, puede contribuir al desarrollo y potenciamiento de las Funciones Ejecutivas. Transformar la sala de clases en un taller que funciona durante todo el año y que se aplica a todas las asignaturas puede transformarse en una herramienta poderosa para el desarrollo cognitivo de niños, adolescentes y estudiantes universitarios.

2.3 Corteza Prefrontal como soporte las Funciones Ejecutivas

El lóbulo frontal es el órgano de la civilización". (Alexander Luria)

2.3.1 Lóbulo Frontal, Corteza Prefrontal y Funciones Ejecutivas, una aproximación de su funcionamiento neurobiológico.



Esquema 8 / Fuente propia

El Lóbulo Frontal

El Lóbulo Frontal tiene dos regiones vinculadas hacia la acción y el movimiento: la Corteza Motora y la Corteza Prefrontal con el control de la conducta y las emociones

La Corte Motora tiene como función controlar los movimientos voluntarios dirigidos hacia un objetivo.

Corteza Motora Primaria: Transmite las órdenes hacia las neuronas del tronco cerebral y la medula espinal, controla el movimiento corporal para realizar acciones. Pone el movimiento al cuerpo.

Corteza Premotora: Es la encargada de la preparación y programación del movimiento previo a su realización. “La corteza premotora automatiza, armoniza y archiva programas de movimiento relacionados con las experiencias previas”. (Pasquin, 2017) En la Corteza Premotora existen dos áreas:

Corteza Motora suplementaria: Se encarga de los movimientos de la postura de las personas en relación al espacio.

Campo Ocular: Que controla la el movimiento ocular para la visualización del entorno de manera voluntaria.

Área Motora del lenguaje (área de Broca): “Se considera el centro del lenguaje expresivo. Coordina los movimientos de la boca, laringe, faringe y órganos respiratorios, los cuales controlan la expresión del lenguaje. Además de ve implicada en los movimientos necesarios para la escritura”. (Pasquin, 2017)

Corteza Prefrontal y Funciones Ejecutivas

De acuerdo a los neuropsicólogos Alfredo Ardilla y Feggy Ostrosky-Solís la Corteza Prefrontal “participa en dos funciones ejecutivas estrechamente relacionadas, pero diferentes:

- (1) Solución de problemas, planeación, formación de conceptos, desarrollo e implementación de estrategias, memoria de trabajo, etc. (funciones ejecutivas “metacognitivas”); es decir, las funciones ejecutivas tal y como se

conciben en las neurociencias contemporáneas; estas funciones operan desde la Corteza prefrontal Dorsolateral (CPFDL); y

- (2) Coordinación de la cognición y emoción/motivación (funciones ejecutivas emocionales”): es decir, satisfacer las necesidades biológicas de acuerdo a las condiciones existentes”. Estas funciones operan desde la Corteza Prefrontal Orbital y desde la Corteza Prefrontal Medial Frontal. (Ardilla, 2018)

Si observamos con atención, todas las áreas del Lóbulo Frontal están asociadas al movimiento, el mismo autor señala que la corteza prefrontal es una extensión de la corteza motora. Por su función de procesamiento del pensamiento de orden superior la CPF tiene conexiones aferentes y eferentes con todas las regiones del sistema nervioso.

A continuación, se observará en cada una de las áreas de la CPF y las FE que operan desde ellas y revisaremos sus conexiones con otras regiones corticales y subcorticales para su funcionamiento: Corteza Dorso Lateral, Corteza Orbitaria y Cingulado Anterior, en cada una de estas zonas operan FE diferentes. Se explicará en detalle estas zonas en detalle.

La Corteza Prefrontal (CPF) está compuesta de la Corteza Prefrontal Dorso Lateral (CPFDL); la Corteza Prefrontal Orbitaria (CPFO) y la Corteza Cingulada Anterior (CCA) (Portelano, 2014) En el Texto de Portelano y tal cual se nos enseñó en las clases del Magister una de las áreas de la CPF es el Cingulado Anterior, en otros textos se considera como tercera CPF a la Corteza Prefrontal Medial y considera el área del cíngulo anterior como parte de esta y destaca que es parte de

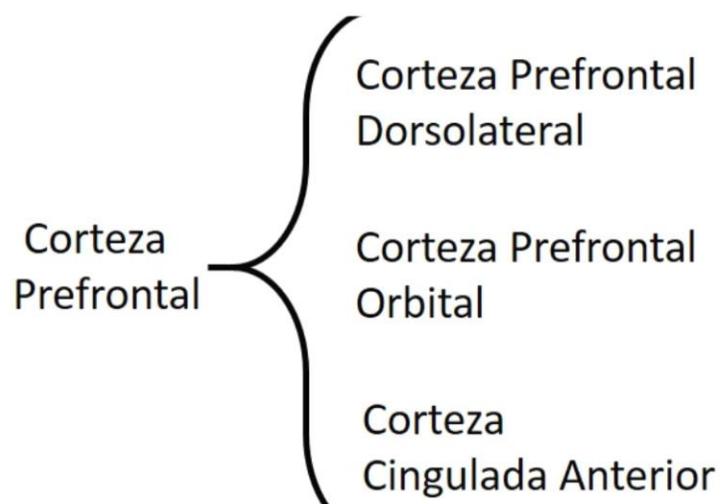
la región paralímbica más larga de los lóbulos frontales (Flores-Ostrosky, 2012). Para los efectos de esta tesis vamos a considerar la tercera Corteza Prefrontal a la Corteza Cingulada Anterior.

Corteza Pre Frontal Dorso Lateral (CPF DL): Según Portelano en la CPF DL se alojan las funciones netamente cognitivas. (Cabe señalar que estos conceptos son considerados como FE en diferentes modelos)

- Adquisición y formación de conceptos
- Resolución de problemas
- Flexibilidad mental
- Atención selectiva
- Resistencia a la interferencia
- Inhibición
- Memoria Operativa
- Metacognición

Otros autores como Flores y Solís agregan la planeación, fluidez, diseño y verbal, solución de problemas complejos, generación de hipótesis, estrategias de trabajo, seriación y secuenciación. Hay muchos otros conceptos asociados a FE metacognitivas, las palabras pueden ser

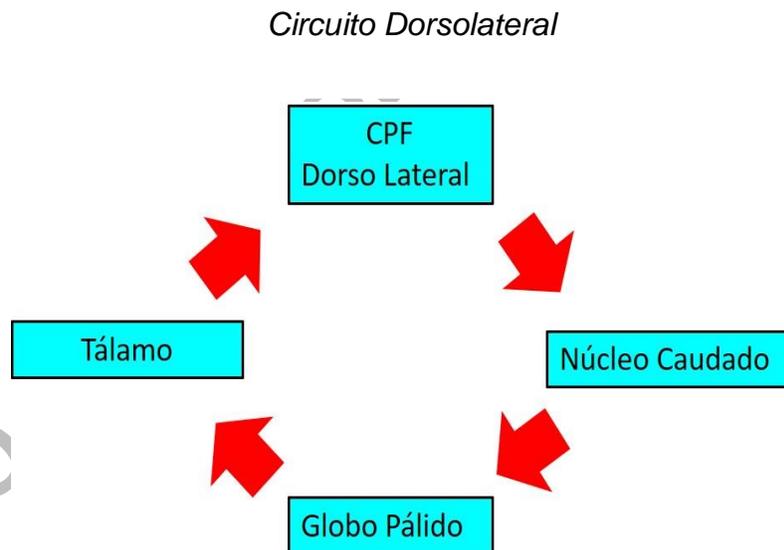
Regiones de la Corteza Prefrontal



Esquema 9 / Fuente propia

sinónimos y las traducciones del inglés pueden llevarnos a confusiones, pero todos entendemos que las FE metacognitivas nos permiten planificar y monitorear la correcta ejecución un proceso novedoso y complejo e incorporar todas aquellas FE que nos sirvan para la consecución de ese objetivo. Por último en la CPFDL habita la consciencia autooética o la autoconsciencia, es la experiencia y la memoria pasada, presente y futura, son los recuerdos de nuestra existencia autobiográfica, lo que sabemos y hemos aprendido a los largo de la vida, nuestro momento de aquí y ahora y aquello que anhelamos para el futuro, es la consciencia de lo que somos y que da forma a la identidad de la persona. (Weissmann, 2001)

La conexión de la Corteza Prefrontal Dorso Lateral con otras regiones del encéfalo se explican a través del concepto “circuito Dorso Lateral - Núcleo Caudado- Globo Pálido- Tálamo- Corteza Pre Frontal Dorso Lateral”, expuesto por Portelano Garcia Alba ya citados.



Esquema 10/ Fuente propia

Este circuito se explica por las funciones netamente cognitivas que adquieren los componentes de este recorrido. La CPFDL es la última región cerebral en el desarrollo filogenético de la especie humana y también es la última región en madurar en el individuo, según nos señalan Sara-Jayne Blackemore y Uta Frith en el “Cómo aprende el cerebro, claves para la educación”. (Blackemore, 2007)

Las conexiones de la CPFDL son amplias e involucran al Núcleo Caudado que participa en el control del movimiento a través de la posición del cuerpo en el espacio, el control y coordinación motora y la motricidad fina; también participa el aprendizaje y en la memoria procedimental; debido a sus conexiones con el Sistema Límbico participa de la motivación que precede a la acción y al sentido de alarma avisando que algo no está bien. El otro componente del Circuito es el Globo Pálido encargado de la regulación de los movimientos no conscientes y modula los movimientos excitatorios del cerebelo, la postura corporal y los movimientos armoniosos. Otro componente del circuito Dorso Lateral es el Tálamo cuya función inicial es recibir y procesar información sensorial proveniente del mundo exterior, el Tálamo está rodeado del Sistema Límbico y actúa como un regulador de las emociones haciendo que estas afecten lo percibido y viceversa; también participa en el ciclo sueño-vigilia dotando al Control Atencional los mecanismos de la atención y la consciencia (Goldberg, 2015). El Tálamo actúa como interfaz entre la CPF y los Núcleos de Formación Reticular que tienen como función regular el estado de la consciencia, al estar en medio del Tálamo y el Tronco del encéfalo tiene que ver con el ritmo circadiano y la aparición del sueño.

Otras conexiones de la CPFDL son con el Lóbulo Parietal encargado de integrar la información sensorial, al reunir retazos de información sensorial puede construir un todo dando paso a la cognición. Por esta razón el lóbulo parietal trabaja integrado a la CPF y con otras regiones del encéfalo. También trabaja procesando información simbólico-analítica lo que le permite actuar en las funciones matemáticas, al ser un lugar en que se integran procesos mentales puede crear el pensamiento abstracto en la creación de símbolos. Esta capacidad de integrar información abstracta para el razonamiento matemático se pudo establecer al descubrir que las lesiones en lóbulo parietal izquierdo produce el Síndrome de Gertsman que produce la incapacidad de realizar cálculos matemáticos simples, también al disminuir su capacidad de integración sensorial crea confusión con la percepción de derecha e izquierda.

Las lesiones al Lóbulo parietal derecho producen heminegligencia lo que impide prestar atención a los estímulos del lado derecho del cuerpo, no se preocupa de asearlo y de atenderlo, es como si no existiera ese lado del cuerpo humano.

Las lesiones a los dos lóbulos parietales derecho e izquierdo produce el síndrome de Balint, en la que se pierde su principal función de integrador sensorial. No puede integrar imágenes como un todo, pierde la capacidad de calcular la distancia entre el sujeto y los objetos. Tiene dificultad para el movimiento de los ojos. (Torres, s.f.)

Otra conexión de la CPFDL es con el Lóbulo Temporal que tiene gran relevancia en las funciones cognitivas pues en el Lóbulo Temporal se encuentra el área de Wernicke que es el área de la comprensión del lenguaje, lo que permite la comunicación verbal. Otras áreas son las cortezas auditivas primaria, secundaria y de asociación, estas zonas permiten percibir los sonidos, codificarlos y descodificarlos para interpretar la información auditiva. Lo que permite la supervivencia y la comunicación. El giro angular permite la lecto escritura al integrar información visual y auditiva permite asociar un grafema con un fonema.

El giro supramarginal es parte del área sensitiva terciaria lo que permite el reconocimiento táctil, podemos reconocer las letras por su forma al tocarlas e inferir su sonido.

La corteza temporal medial se conecta con la región hipocampal y tiene participación en la memoria y en el reconocimiento de rostros. Tiene participación en los sistemas de memoria. El área de asociación temporo-parieto-occipital integra

tres lóbulos, y asocia la percepción visual, auditiva y somática. La percepción espacial es una de sus funciones asociadas.

El área de asociación del sistema límbico se encarga de dotar de información emocional a las percepciones integrando emoción y percepción. Cumple un rol importante en la memoria y el aprendizaje. (Castillero Mimenza, s.f.)

Otra región del cerebro que tiene una estrecha relación con la CPFDL son los ganglios basales en su conjunto, no olvidemos que parte del circuito dorsolateral contiene el Núcleo Caudado y el Globo Pálido que forman parte de los ganglios basales. Los Ganglios basales (GB) participan de la Planificación, integración y control del movimiento voluntario. El aprendizaje procedimental en ello cumplen un papel predominante, el aprendizaje procedimental es la forma como se aprende con acciones que se vuelven automáticas de mucho repetirlas, por ejemplo andar en bicicleta. Esto permite que los recursos atencionales puedan dirigirse hacia actividades más creativas.

También los GB cumplen un rol importante en varios de los componentes principales de las FE: La Velocidad de Procesamiento de la información, la Planificación y la solución de problemas. De la misma forma los GB al tener conexiones con la Corteza Orbitofrontal participa en la inhibición de conductas que impiden llegar al objetivo planeado.

Forman parte de los GB el Núcleo Accumbens por lo tanto tienen conexiones con el Sistema Límbico y el Sistema de Recompensa, por lo que tienen participación en la conducta emocional y en reforzamiento del sistema de recompensas.

Como puede verse la CPF tiene conexiones con múltiples regiones del cerebro por lo que no puede decirse que operan solo de ahí las FE. Más adelante revisaremos las otras regiones de y sus conexiones que hacen posible la operatividad de las FE.

Corteza Prefrontal Orbital:

Según Antonio Damasio citado por Flores y Ostroksky-Solis “Se encuentra estrechamente ligada al Sistema Límbico, y su función principal es el procesamiento y regulación de las emociones y estados afectivos, así como la regulación y el control de la conducta.” (Flores-Ostrosky, 2012)

En la primera definición de las FE dijimos que su función era en dos sentidos:

- 1) Solución de problemas en las que tienen participación las FE cognitivas; y
- 2) Coordinación entre cognición y emoción/motivación. La Corteza Prefrontal Orbital (CPFO) parece ser la llamada a esa coordinación por “ser la zona de convergencia entre las áreas límbicas y dorsolaterales estando implicada en la gestión, el control y la regulación de las respuestas emocionales”. (Portelano, 2014)

Algunos autores como Ardilla sostienen que la CPFO es una extensión del Sistema Límbico, de ahí a que esta área de la corteza sea fundamental en la toma de decisiones, Damasio sostiene que toda decisión humana tiene una base emocional y eso le da seguridad al individuo de tomar decisiones correctas ante situaciones riesgo-beneficio, porque si todo fuera solamente racional el mundo sería perfecto. Las emociones en la toma de decisiones nos permiten reaccionar con rapidez ante situaciones inciertas e impredecibles, en que la ambigüedad se presta a confusión. Ante situaciones de incertidumbre el cerebro responde con la sabiduría

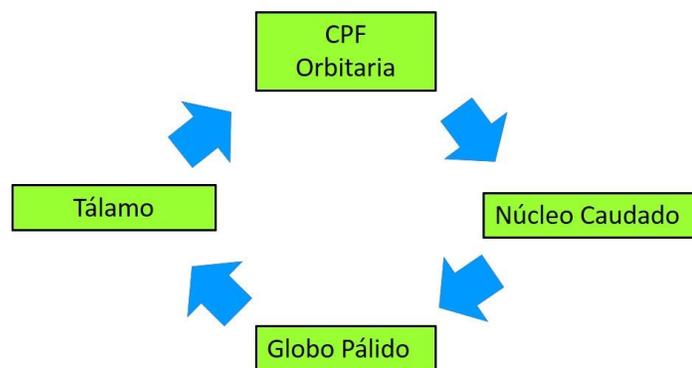
propia que tenemos cada uno de los seres humanos de acuerdo a experiencias pasadas e información que se encuentra en la memoria de largo plazo.

La CPFO participa de las conductas sociales que permiten la relación con los demás, la empatía, el sentido ético en la toma de decisiones, la conducta de adaptación social y la autoregulación de las emociones. (Portelano J Garcia Alba, 2014)

El circuito Orbital tal como lo expone Portelano

CPF Orbitario-Núcleo Caudado-Globo Pálido-Tálamo-Corteza Orbitario, conserva las mismas regiones que comprenden las Circuito Dorso lateral como se observa en la imagen.

Circuito Prefrontal Orbital



Esquema 11 / Fuente propia

Pero se agregan a la CPF Orbitaria otros componentes del cerebro en una relación dinámica que se expone más abajo.

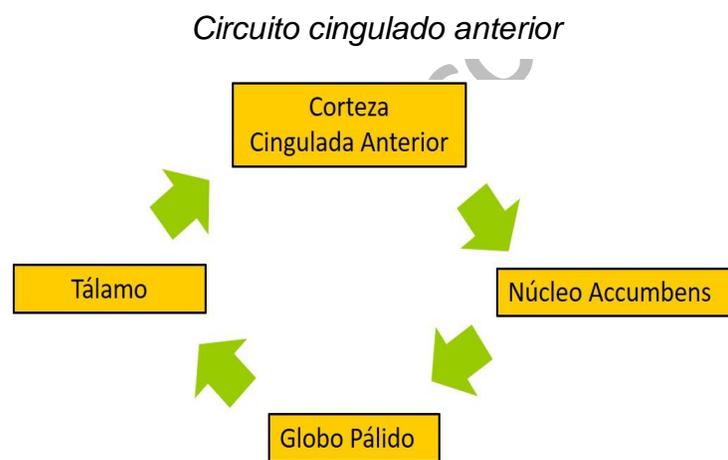
Recibe información aferente y eferente de la amígdala, que le entrega información de las respuestas emocionales aprendidas en el pasado.

La corteza entorrinal, es la interfaz del hipocampo con la CPFO por lo que le entrega información desde la memoria. La circunvolución del cíngulo es la conexión del sistema límbico con la corteza, permite procesar y matizar las emociones. Permite la modulación de la voz de acuerdo al esta emocional (una voz temblorosa

o energética). También activa el estado emocional para el inicio de una acción o propósito como expresión de la voluntad. La CPFO recibe información de todas las áreas sensoriales como la corteza auditiva, corteza visual, corteza sensorial y el bulbo olfatorio y el tálamo.

Corteza Cingulada Anterior (CCA), también se le llama Corteza medial:

Está situada en las caras internas de los lóbulos frontales. Participa en los estados de activación como la voluntad de hacer algo, de emprender una acción o la realización de un proyecto, en algunos modelos de FE a esto se le llama Volición (voluntad) y es considerada una FE; También en la CCA



Esquema 12 / Fuente propia

es importante en la Atención sostenida y dividida (hay modelos de FE que se basan en el sistema atencional, como el modelo de Baddeley); la monitorización de las respuestas para el logro del objetivo. Algo importante en la conducta humana es la Teoría de la Mente que es la habilidad de interpretar las intenciones y el pensamiento del otro, es en la CCA desde donde opera la Mentalización, fundamental en cualquier acción humana que requiere la una relación efectiva con los demás para cumplir con los objetivos trazados.

De acuerdo al circuito Corteza Cingulada Anterior- Núcleo Accumbens- Globo Pálido-Tálamo-Corteza Cingulada Anterior, podemos ver en el gráfico que lo que ha cambiado es la incorporación del Núcleo Accumbens (NA).

Para entender la incorporación del Núcleo Accumbens en este circuito debemos entender que una de las funciones de la CCA es la motivación de emprender una acción, en esto el Núcleo Accumbens por su naturaleza funcional es el llamado a integrar la emoción-motivación-acción. La estructura del NA está formado por dos secciones: La Corteza que tiene conexiones con el Sistema Límbico (emociones) y el Hipocampo (lo que es relevante al momento del aprendizaje) y la Zona Central (Core) y su funcionamiento está vinculado a la motricidad ya que forma parte de los Ganglios Basales. Esta zona se activa cuando el sujeto emprende una acción o una tarea que tiene una motivación emocional.

Las funciones del Núcleo Accumbens son variadas y las detallamos a continuación:

Integración emoción-motivación -acción: Esto se realiza entre la Corteza Prefrontal y los Ganglios Basales.

Planificación de la conducta: Por su conexión con el lóbulo frontal tiene participación en la ideación y planificación de la conducta orientada hacia un objetivo.

Evaluación de la situación: Al estar conectado con el Sistema Límbico y el Hipocampo, puede hacer una evaluación emocional del momento, para tomar decisiones rápidas que pasan por la CPF para su modulación. Posee memoria emocional con lo cual puede hacer una evaluación subjetiva del momento.

EL Núcleo Accumbens tiene participación en otras actividades relacionadas con la adicción al estar vinculado con el sistema de recompensa a través del neurotransmisor dopamina. Por su vinculación con el hipocampo tiene una

participación en el aprendizaje y automatización de conductas vinculadas a la obtención del placer. (Castillero Mimenza, s.f.)

Evaluación de las Funciones Ejecutivas

Existen al menos once instrumentos para evaluar las FE, entre ellas el Test de Los Senderos de José Antonio Portelano y Rosario Martínez. Según los autores, este test está basado en el Trail Making Test de larga tradición en la psicología americana. El test de Los Senderos se adaptó a la realidad española y se comercializa a través de la Editorial TEA Ediciones con sucursales varios países de habla hispana incluida una sucursal en Chile. Sobre la evaluación de las Funciones Ejecutivas nos dedicaremos en extenso a este tema en el Marco Metodológico.

2.4 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas de trabajo para el Diseño de Proyectos integradas a las FE.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) son el mejor aliado que podemos disponer los docentes para el Diseño de Proyectos, con ellas podemos solucionar problemas reales que afectan a la comunidad y a los propios alumnos, como es el caso de los estudiantes de medicina con problemas de aprendizaje de la asignatura Anatomía. Permiten la investigación desde fuentes validadas y a la vez son un medio de comunicación. Los Entornos Personales de Aprendizaje permiten al estudiante un abanico variado de tecnologías de la información especializados para cada evento y el Conectivismo nos proporciona un marco teórico en esta era de las redes de internet, interconectadas desde donde se aloja en conocimiento. Ante este panorama la Universidad Mayor como institución se inserta en esta era de innovación tecnológica incorporando las TICs y el Diseño de Proyectos como parte de su práctica pedagógica, contrastando con el sistema

político en que aún no incorpora a la discusión en la agenda educacional los temas de tecnologías de la información, ha dejado pasar el constructivismo como estrategia didáctica y aún desconoce el aporte de las neurociencias en el aprendizaje.

2.4.1 Entornos Personales de Aprendizaje y TICs

En la actualidad gran parte de la literatura relacionada con las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) vinculadas a la educación se refieren a los Entornos Personales de Aprendizaje como las herramientas tecnológicas por excelencia para incrementar los aprendizajes. Las TIC están ausentes en las prácticas pedagógicas de parte de profesores en la educación básica y media por el desconocimiento de los docentes como herramientas para el aprendizaje, hoy se está dejando escapar una tremenda oportunidad de desarrollo cognitivo de parte de los alumnos, porque ellos tienen habilidades que están siendo desperdiciadas por el sistema educacional. Prueba de ello es los estudiantes de primer año de todas las carreras de la Universidad Mayor, aun teniendo destrezas para el uso de las tecnologías, ignoran su utilización de los entornos académicos.

Una herramienta como el Word los va acompañar durante toda la vida profesional para crear documentos, presentaciones, etc. sin embargo pocos conocen las posibilidades que nos proporciona esta aplicación. Lo mismo ocurre con Google Drive como herramienta para organizar los papeles digitales y documentos, como herramienta para los trabajos colaborativos o el uso de Internet como dispositivo para encontrar información refinada validada por expertos.

2.4.2 Mente Extendida y TICs:

“¡Los procesos cognitivos no están (todos) dentro de la cabeza!”. Así declaran y David J. Chalmers, filósofo de la Universidad de Arizona, y Andy Clark, investigador de la Universidad de Washington.

Así como el bastón del no-vidente se transforma en una extensión de su cuerpo, que le permite comprender el mundo próximo, esta extensión significa un remodelamiento de sus estructuras cerebrales que se activan de una manera diferente el cuerpo, la musculatura, la percepción y la conducta. Existen otros dispositivos que permiten a los humanos extender su cognición más allá del encéfalo, como el cuaderno y el lápiz para realizar un extenso ejercicio matemático, o los lentes ópticos para extender la capacidad de visión.

La propuesta de Mente Extendida se hizo en 1998 en la revista *Analysis* y es la primera aproximación teórica de las tecnologías de información como una extensión de la mente.

Esta extensión se puede ejemplificar en la memoria del hipocampo que puede extenderse a la memoria de un computador. ¿Para qué tener ocupada la memoria del hipocampo con información que se puede rescatar desde un dispositivo externo? Se sabe que la memoria humana tiene sus límites, es mejor ocupar la mente para tareas creativas y liberarla de la memoria que es fácilmente rescatable desde el exterior desde una agenda. Lo que realmente importa para el cerebro es el contexto y los detalles los dejamos a los dispositivos, por ejemplo los números telefónicos.

La teoría de la Mente Extendida tiene sus límites, Andy Clark se refiere a que con estos dispositivos externos se tenga una larga experiencia de uso, sean generalmente aceptados y que estén siempre disponibles de forma inmediata. De nada serviría un dispositivo si su búsqueda signifique un esfuerzo adicional y que podría no encontrarse en el momento oportuno.

Los ejemplos de mente extendida en el trabajo académico están a la mano y forman parte de la experiencia diaria, por ejemplo los Smartphones son depósitos de memoria, agendas, conexión a Internet, cámara fotográfica como extensión del ojo humano, GPS como navegadores, etc.

2.4.3 Conectivismo: Una nueva pedagogía en la era digital:

Desarrollada por el educador canadiense George Siemens, la teoría del Conectivismo como su nombre lo sugiere propone que la mente humana debe estar conectada a las Redes de Internet, pues ahí está el conocimiento distribuido por la intrincada red de redes. Según Siemens, una de las grandes habilidades de los sujetos del Siglo XXI es saber navegar por la Red para encontrar de manera oportuna el conocimiento para las tareas diarias, no solo saber encontrarlo, sino saber discriminar entre fuentes legítimas y confiables, también trabajar y manipular esa información para producir nuevo conocimiento en colaboración con otros actores de la Red y volver a subirlo al ciberespacio para distribuirlo a otras personas que lo necesiten y lo valoren. (Siemens, 2004)

2.5 Contexto institucional

2.5.1 Por su acreditación internacional, la Universidad Mayor tiene una cultura de innovación pedagógica. Todos los años se realiza un evento organizado por la

Vicerectoría Académica en la que se exponen y se premian innovaciones pedagógicas al interior de la Universidad.

2.5.2 Existe un diplomado gratuito para los docentes: Diplomado en Docencia Efectiva que busca alinear a los docentes en la pedagogía constructivista un entorno de aprendizaje por competencias.

2.5.3 “La asignatura que se desarrolla mediante talleres de aplicación para la construcción de informes, gestión, análisis y presentación eficiente de datos. Tiene el propósito de integrar en el estudiante el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación existentes y puestas al servicio de la gestión del aprendizaje y desempeño futuro profesional como herramienta de trabajo. Esto mediante una gestión y uso eficiente del PC, incorporando dispositivos y sistemas interconectados, en apoyo a la gestión de los datos. Se trabajan habilidades de usuario del paquete office tales como: Word, Excel y PowerPoint para facilitar el éxito académico y futuro profesional”. (Programa oficial de Gestión de la Información Digital)

2.6 Políticas nacionales sectoriales

Prácticamente toda la literatura disponible señala que existen períodos críticos o ventanas de oportunidades en el desarrollo cerebral de los humanos. Según la neurocientífica inglesa Sara-Jayne Blackemore el mejor momento para adquirir una lengua extranjera y adoptarla como segunda lengua va entre los 3 y los 7 años, luego esa habilidad va descendiendo progresivamente con el curso de los años. De la misma manera, el cerebro adolescente comienza un extraordinario período de mielinización lo que le permite una mayor velocidad e interconexión entre las neuronas de regiones distantes. Esta característica incide de manera sustantiva en los aprendizajes.

Sin embargo, los esfuerzos económicos de las políticas públicas parecen estar orientadas con criterios más favorables a satisfacer a los grupos de presión que a orientar las inversiones en educación con fundamentos técnicos y científicos.

Mirado desde las neurociencias de la educación y de acuerdo al desarrollo cognitivo de niños y adolescentes, la prioridad de los recursos económicos, debieran estar orientados hacia la educación parvularia, luego la educación básica y educación media y después la educación universitaria, en ese orden de prelación.

El gobierno central y el parlamento han aprobado 3 leyes de mejoramiento de la educación que van en dirección de hacer más competitiva la educación pública:

Ley de política docente. Que resguarda a los docentes estableciendo beneficios y deberes. Establece un incremento en los tramos de remuneraciones de acuerdo a su perfeccionamiento docente.

Ley de incentivo al retiro: Establece condiciones económicas ventajosas cada cierto tiempo a los profesionales para que puedan acogerse a retiro voluntario. La idea de fondo es retirar a docentes con muchos años de docencia y que se encuentran desgastados física y emocionalmente lo que les impide un buen funcionamiento en el aula.

Ley de inclusión: Regula que ni un niño ni joven quede marginado del sistema educativo. No al copago y al lucro. Los colegios subvencionados pasan al sistema de gratuidad.

Síntesis del Marco Teórico

Se ha examinado la función del cerebro como el órgano del aprendizaje, la plasticidad cerebral hace que el cerebro aprenda de cualquier experiencia de una persona sí o si. Puede aprender cosas buenas o malas, pero igual va a aprender y es esa cualidad la que nos debe importar a nosotros los docentes para que nuestros estudiantes obtengan el máximo beneficio de sus aprendizajes.

Las *Cuatro claves del aprendizaje* demuestran que el proceso de aprender no es casual ni azaroso, si no que se debe a un proceso que parte con la *motivación*, que es el punto de partida, si una persona no está motivada para aprender “algo”, este aprendizaje no se va a realizar, la motivación actúa como activador de la acción de emprender un aprendizaje. Luego en este proceso viene la *atención*, para que una persona aprenda “algo” debe estar atenta y no desviar su atención a otro estímulo, hay una gran variedad de estímulos que compiten con el objeto del aprendizaje, por tanto el sujeto debe estar atento y no dejarse llevar por estímulos no relevantes. La tercera parte del proceso de aprendizaje es la *memoria*, si no hemos memorizado nuestros aprendizajes de nada nos van a servir al momento de ponerlos en práctica, no podremos recordarlos. Es de suma importancia para los profesores conocer cómo funciona el sistema de memorias para poder crear estrategias didácticas en función de cómo el sistema de memoria codifica la información, cómo la consolida la información convirtiéndola en memoria de largo plazo y como la recupera ese aprendizaje para ponerlo en práctica. Y finalmente la última parte del proceso de aprendizaje es la metacognición, que es tomar distancia, observar el “cómo se aprende”. De esta manera una persona puede reflexionar sobre su propio aprendizaje y decir, esto aprendí y esto no aprendí y me doy cierto plazo para aprender lo que no sé.

Las Funciones Ejecutivas (FE) son el núcleo de esta tesis y la intervención en la asignatura Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) fue potenciar el desarrollo de las FE en estudiantes del primer año de medicina que asistían a las clases de TICs. Para este documento primero hemos buscado una definición de las FE y entre muchas que se han divulgado nos quedamos con la definición de Oliver Sacks que nos señala que las FE son capaces de “identificar un objetivo, proyectar la meta, y establecer planes para alcanzarla, organizar los medios para llevarla a cabo tales planes, controlar y juzgar sus consecuencias para ver que todo se ha conseguido tal como se pretendía”. Elkhonon Goldberg nos dice que el “*éxito o fracaso de una vida dependen de las FE*”, el filósofo español José Antonio Marina nos dice que las FE sirven para que una persona consiga los objetivos de su vida para ser feliz.

Así como hay muchas definiciones de FE, también hay muchos modelos de FE que grupos de neurocientíficos se han dedicado a estudiar y evaluar en laboratorio. Se conocen más de 10 modelos teóricos de FE, en que sus componentes se repiten, se refunden, se incluyen uso a otros o se rechazan. El primero de formular un incipiente modelo de FE, sin darles el nombre fue Alexander Luria en que señalaba que el sujeto no estaba a merced de los estímulos a los sentidos, no se quedaba inerte, si no que actuaba en consecuencia y tomaba la iniciativa. Fue Muriel Lezak quien divulgó el concepto de FE y hasta el día de hoy lo mas reciente en formular un modelo de FE es el de Javier Tirapu-Ustarroz quien crea un híbrido integrando diferentes modelos.

La definición más acertada para esta tesis es la propuesta por Ardilla en que hay FE metacognitivas dedicadas al control atencional, la memoria operativa, la monitorización, el planeamiento y otra función de importancia capital: la coordinación entre la metacognición y la emoción/motivación, en donde se reconoce el papel fundamental de las emociones como el activador de la acción. Ante esta amplia oferta de modelos y definiciones de FE se ha propuesto desde esta tesis un

modelo de contempla las FE como se señalan: Gestión de emociones, Monitorización, Planeamiento, Memoria Operativa, Actualización, Control atencional y Velocidad de procesamiento. Todas ellas se pueden entrenar y poner en práctica de la niñez.

Las primeras manifestaciones incipientes de las FE se producen antes del año de edad, cuando el bebé es capaz de buscar un juguete que se ha guardado en un lugar que previamente había visto, se entiende como una manifestación rudimentaria de la Memoria Operativa, ya que ha guardado transitoriamente en su mente el lugar donde se había guardado el juguete. Estos componentes de FE se van incorporando progresivamente a la vida cotidiana, a la par como va madurando la Corteza Prefrontal (CPF) que es desde donde operan las FE estableciendo múltiples conexiones con todo el encéfalo. La lenta maduración de la CPF se va produciendo en la segunda década y diferentes autores indican que su maduración concluye entre los 20 y los 30 años junto a un proceso acelerado de mielinización de los axones de las neuronas, lo que le confiere al cerebro una mayor velocidad de integración de información entre regiones más distantes del cerebro. Esta mielinización provoca, en la voz de Sara -Jane Blackemore, mejores y más rápidos aprendizajes en la adolescencia y la primera adultez.

Las Funciones Ejecutivas en el aula es una preocupación reciente y existe escasa literatura y modelos teóricos de fundamenten esta necesidad de potenciar las FE en estudiantes desde los primeros años hasta la vida universitaria y profesional. Por nuestra parte podemos afirmar que si las FE son habilidades para realizar una tarea compleja que requiere planificación, asignación de recursos, monitorización del proceso y recursos atencionales de memoria, el Diseño de Proyectos en el aula es una pedagogía amigable para potenciar las FE en estudiantes de cualquier nivel de enseñanza. Y si a esto agregamos las TICs, que sirven como herramientas de trabajo para la investigación, como soporte para la creación de contenidos y para su publicación, tenemos el cruce de FE, Diseño de

Proyectos y Tics para su potenciamiento. El desarrollo de las FE se puede medir antes y después de una intervención en el aula, para eso hay múltiples herramientas validadas internacionalmente para evaluarlas. De eso se trata esta tesis. De potenciar las FE mediante el Diseño de Proyectos, de utilizar las TICs como herramientas de trabajo y evaluar su desarrollo con un instrumento confiable.

A continuación, en el apartado Marco Metodológico abordaremos en extenso la experiencia poner en práctica las Funciones Ejecutivas y su evaluación, el Diseño de Proyectos en la creación de un Libro y Página Web de Anatomía y las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de creación y publicación de contenidos con estudiantes de medicina de la Universidad Mayor.

SOLO USO ACADÉMICO

CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se expondrá el Marco Metodológico de esta intervención en la asignatura *Gestión de la Información Digital* con estudiantes de primer año de Medicina, en el segundo semestre de 2017. En este capítulo se exponen las características del diseño de la investigación por el cual se ha optado, todas las cuales tienen el propósito de describir la forma general que se utilizó para responder a la pregunta-problema del estudio de la tesis realizada. También se describe el proceso de aplicación del test de entrada y el test de salida para evaluar las Funciones Ejecutivas y el instrumento que se utilizó.

3.1 Diseño de la investigación

El diseño por el cual se optó, tiene su base en el paradigma analítico-explicativo. Su base filosófica, responde principalmente, a las escuelas filosóficas correspondientes al realismo científico y crítico; y al materialismo moderno.

Esta tesis se inscribe, mayormente, en la base filosófica del realismo crítico, por cuanto se propone demostrar mediante el método científico las teorías y constructos de las Neurociencias de la Educación, como así mismo, el conocimiento empírico de las prácticas educativas. Siguiendo a Molina (2016), se puede decir que “la ciencia contemporánea puede caracterizarse como el estudio de objetos materiales por medio del método científico y con el fin de encontrar y sistematizar las leyes de tales objetos”.

El objeto general de estudio, bajo esta opción paradigmática, corresponde a los grupos, organizaciones, instituciones, procesos sociales y personas. En este caso, se trata de una muestra de 24 estudiantes de primer año, del segundo

semestre de la Escuela de Medicina de la Universidad Mayor, una universidad privada perteneciente al Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas (Cruch), por lo que se les ha exigido la rendición de la Prueba de Selección Universitaria y las notas (calificaciones) de enseñanza media (NEM), como requisito para el ingreso a la universidad.

En los últimos cinco años, sistema educacional chileno ha estado sometido a las tensiones de una convulsión social promovida desde los propios estudiantes, que como usuarios del sistema se han movilizadado con marchas y huelgas para exigir al poder político reformas al sistema que les asegure una calidad educativa acorde a la modernidad y que el sistema sea gratuito. De ese entorno político y social, provienen los estudiantes de la muestra bajo estudio.

Este grupo muestral fue sometido a una intervención desde las Neurociencias con una metodología que pretende demostrar que las Neurociencias pueden incrementar el desarrollo cognitivo de los estudiantes, utilizando una metodología que se explicará en detalle más adelante.

Uno de los conceptos básicos de la teoría central que caracteriza a este paradigma analítico –explicativo, es el principio de verificabilidad, que en esta investigación se traduce en la implementación de un diseño que procura ser exhaustivo en cuanto a las mediciones, especificaciones y descripciones que permitan la posibilidad de una réplica con otras muestras de poblaciones con características similares.

Este programa de intervención es pionero de su tipo en el ámbito local, pretende abrir un camino de investigación sobre la aplicación de conceptos de

neurociencias aplicados a una asignatura de aprendizaje. Se espera reunir evidencias concretas, medibles y verificables para que, en lo posible, otro grupo investigador pueda profundizar sobre los efectos de las neurociencias en la asignatura Gestión de la Información Digital.

Como prueba de proposiciones, la tesis propone la hipótesis que al poner en funcionamiento las Funciones Ejecutivas estas se aprehenden y forman parte de los recursos de los sujetos para emplearlos en otros escenarios. Para asumir este principio paradigmático, el diseño consideró mediciones de estas funciones ejecutivas, con un test de entrada y otro de salida.

A su vez, el principio de la utilización de una investigación metódica, el programa de estudio detallado más abajo, y que representa la variable experimental o el tratamiento aplicado a los estudiantes, de manera experimental, consideró dinámicas de motivación intrínseca, herramientas digitales para la organización y planificación de tareas y, como estrategia didáctica de enseñanza-aprendizaje, el denominado diseño de proyecto o método de proyecto (Flehsig y Schiefelbein, 2003), a fin que el aprendizaje fuese práctico. Existió, por lo tanto, un plan sistémico para este fin, que se midió antes y después, de la experiencia académica realizada.

En este paradigma, básicamente la relación investigador-objeto, está controlada por el uso de instrumentos de medición objetivos, que evaluaron el efecto del programa en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas, que obviamente las personas ponen en juego, al servicio de sus rendimientos académicos.

La creación de lazos afectivos es uno de los elementos esenciales en la aplicación del programa de esta tesis. Lo anterior, porque desde las neurociencias,

se señala que la afectividad es una de las claves del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Acerca de la verificación de resultados, ella fue objetiva, según declara esta opción paradigmática, dado que fue aplicado el Test de Los Senderos, al comienzo y al finalizar la intervención.

De acuerdo al paradigma de base, en cuanto a los instrumentos, ellos posibilitan la objetividad por la vía de separar toda posible interacción entre investigadores e investigados. Por ello, la aplicación de un test, cuya característica central, es ser de tipo auto aplicado.

Acerca del tipo de conocimiento que se desea alcanzar, este es intersubjetivo, por lo que busca un conocimiento convencional, es decir, aquel basado en el consenso de los expertos e investigadores, lo que supone un desarrollo pausado y largo en el tiempo. Acerca del objeto de estudio, en la actualidad no existe un cuerpo teórico asentado que establezca el aporte real de las neurociencias a la educación. Hay ideas que se proponen hoy y que mañana son desechadas. Las neurociencias de la educación se están construyendo y esta tesis tiene como propósito aportar evidencias a esta discusión desde una experiencia concreta.

En cuanto a los conceptos básicos del método propuesto por el paradigma de base, lo central corresponde a la relación entre la teoría y los hechos lo que está mediado por la hipótesis tras la búsqueda de una explicación.

Los constructos sobre Neurociencias y Educación proponen que el cerebro es un organismo plástico que aprende y se modifica en forma permanente, cualquier experiencia puede ser un aprendizaje. Las Funciones Ejecutivas proponen un modelo de planificación, selección de un objetivo y selección de los recursos para la concreción de estos objetivos, como así mismo la verificación de si los resultados se ajustan a lo planificado.

Esta tesis se propone demostrar la validez de estas teorías y constructos a través de una experiencia académica, generada en el mundo de los hechos, sometiendo a prueba la hipótesis presentada que “El aprendizaje de Gestión de la Información Digital (TICs) utilizando el Diseño de Proyectos puede influir en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas (FE) en estudiantes de primer año de la Escuela de Medicina de la Universidad Mayor”.

En cuanto al análisis de relaciones entre variables, el diseño por el cual se ha optado, se intervino una asignatura con un programa basado en las Neurociencias de la Educación, que miden niveles de *capacidad para planificar, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental y memoria prospectiva*, se comparan estas variables cuantitativas y se obtienen conclusiones de este cruce.

Bajo este modelo causal que propone el paradigma de base, se aplica un diseño cuasi-experimental, bajo el supuesto que la intervención del programa en la asignatura *Gestión de la Información Digital* y utilizando la estrategia metodológica de *Diseño de Proyectos*, es la causa que produce como efecto la variación de los niveles de *capacidad para planificar, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental y memoria prospectiva*.

La función final de la investigación o el nivel de conocimiento que se desea alcanzar bajo esta opción paradigmática, es describir y explicar la realidad. Se trata de probar que el efecto del incremento del rendimiento de las Funciones Ejecutivas se debe a la intervención de las Neurociencias sobre el grupo muestral. Se estaría estudiando los efectos prácticos de la teoría del aprendizaje de las Neurociencias de la Educación.

Caracterización del diseño de investigación utilizado

Bajo la opción paradigmática analítico-explicativa, en este estudio se utilizó un diseño descriptivo, exploratorio, de tipo cuantitativo, denominado cuasi-experimental con grupo único y con aplicación de pre y post test, sin grupo de control

De acuerdo con la simbología utilizada para caracterizar las condiciones de este tipo de diseño, que se describe más adelante, se tiene lo siguiente:

GE: T1 – X - T2

Donde:

- **GE** es el grupo experimental, formado por los 24 estudiantes de Medicina, de la Universidad Mayor, que constituyen el grupo único;
- **T1** es el test de entrada o pre test y evalúa el estado inicial de las FE del grupo muestral; y
- **X** es la experiencia académica; la variable independiente, representada por el uso de la metodología propia de la estrategia de *diseño de proyectos* como ambiente pedagógico y la TICs como herramientas de trabajo para incidir en un mayor desarrollo de las FE; y
- **T2** es el test de salida o post test, que evalúa el estado de desarrollo de las FE, después de la intervención pedagógica.

Se utiliza el test de los Senderos como medición de entrada y de salida en el semestre, de las FE, considerando aspectos correspondientes a la planificación, la memoria de trabajo, la flexibilidad mental y la memoria prospectiva. La comparación entre las medidas inicial y final, posibilitan establecer una posible evolución de las FE consideradas, como efecto de la intervención pedagógica realizada. Al momento, no hay experiencias similares como la que propone esta tesis.

3.2 Universo, población de estudio y muestra bajo estudio

A fines del año 2016, un universo de 290.000 estudiantes, desde donde proviene la muestra bajo estudio, rindió la batería de pruebas de la Prueba de Selección Universitaria (PSU).

En marzo de 2017 el sistema público y privado de universidades soportaba 1.162.306 estudiantes, ese año ya había disminuido la matrícula en un 0,6% respecto al año anterior, por primera vez se detenía el incremento anual de estudiantes en las universidades.

El sistema universitario se ha visto fuertemente cuestionado por los propios estudiantes, el sistema político y los académicos por la calidad de la educación. La quiebra de universidades como la U del Mar, y Arcis pone en cuestión el sistema de acreditación y la calidad de la educación de las mismas universidades. Desde la creación del sistema privado de universidades han cerrado por diversas causas las universidades que se enumeran (El dínamo, 2017):

- Universidad Indoamericana (1994)
- Universidad Real (1996)
- Universidad Panamericana de Ciencias y Artes (1996)
- Universidad Santa Cruz de Triana (1997)
- Universidad Contemporánea (1997)
- Universidad Mariscal Sucre (1998)
- Universidad de Temuco (1999)
- Universidad Las Condes (2000)
- Universidad Francisco de Vitoria (2001)
- Universidad Regional El Libertador (2002)

- Universidad Educares (2003)
- Universidad de San Andrés (2003)
- Universidad Francisco de Aguirre (2005)
- Universidad José Santos Osa (2005)
- Universidad de Puerto Varas (2005)
- Universidad Europea de Negocios (2006)
- Universidad de Rancagua (2009)
- Universidad San Marcos (2011)
- Universidad del Mar (2013)

La misma crítica sobre los niveles de calidad de la educación ocurre con los colegios municipales, donde se concentra la mayor cantidad de jóvenes de enseñanza media. Tradicionalmente son los colegios particulares lo que concentran la mayor cantidad de altos puntajes de la PSU para acceder a las universidades. Para ello un botón de muestra: considerando los resultados de algunos de los denominados *colegios emblemáticos*, el Instituto Nacional quedó en el puesto 101 con un puntaje de 642,3 mientras que el colegio Carmela Carvajal quedó en el puesto 105 con un puntaje de 640.

Ranking de colegios con mayor rendimiento en la PSU

Posición en el ranking	Tipo de establecimiento	Comuna	Colegio	Alumnos que rindieron la prueba	Promedio PSU
1	Particular	Providencia	Cambridge College	29	704,4
2	Particular	Las Condes	Cordillera	63	699,0
3	Particular	Concón	Montemar	22	694,0
4	Particular	Maipú	Internacional Alba	26	693,4
5	Particular	Vitacura	Los Andes	69	692,9
6	Particular	Puerto Montt	Instituto Alemán	46	690,9
7	Particular	Lo Barnechea	Maimonides School	10	689,7
8	Particular	Chiguayante	Pinares	16	685,5

Imagen/Fuente: Canal13

La población de estudio, está representada por los estudiantes de la carrera de medicina de la universidades chilenas, las que se caracterizan por ser las de mayores exigencias en puntajes de la PSU y Notas de Enseñanza Media para acceder a la carrera. Una muestra de ello son los puntajes de corte del año 2017:

- Pontificia Universidad Católica: 796,5 puntos ponderados
- Universidad de Chile: 785,8 puntos ponderados
- Universidad de Santiago: 781,2 puntos ponderados
- Universidad de Los Andes: 764,1 puntos ponderados
- Universidad del Desarrollo: 756,7 puntos ponderados
- Universidad Andrés Bello: 750,6 puntos ponderados
- Universidad Diego Portales: 739 puntos ponderados
- **Universidad Mayor: 730,2 puntos ponderados**
- Universidad de FinisTerae: 732,4 puntos ponderados

Son los puntajes más altos que exigen las universidades chilenas para el ingreso a la carrera de medicina, luego le siguen las carreras de ingenierías. (psu.cl, 2017)

La muestra bajo estudio, finalmente, estuvo conformada en el caso de esta tesis, a 24 estudiantes de ambos sexos de un grupo de 60 estudiantes que se matriculó en 2017 en la Universidad Mayor. El puntaje de corte para acceder a la carrera fue de 730,2 puntos ponderados y está entre los más altos de todos los estudiantes de Chile.

La universidad les exige Notas de enseñanza media 10%, Ranking 10%, Lenguaje 20%, Matemáticas 50%, Historia 10% y Ciencias 10%. Al conversar con ellos, al revisar sus trabajos de investigación escritos se observa un dominio en el lenguaje escrito, lo mismo en conversaciones, una facilidad en el lenguaje oral.

Una característica sobresaliente es que los integrantes de esta muestra fueron los alumnos de mejor rendimiento en sus respectivos cursos, en cuarto medio.

Este grupo muestral fue sometido a una intervención desde las Neurociencias con una metodología que pretende demostrar que las Neurociencias pueden incrementar su desarrollo cognitivo con una metodología que se explicará en detalle más adelante.

Los siguientes aspectos, corresponden a una caracterización del grupo muestral:

- Estudiantes de medicina, primer año, segundo semestre.
- Edades entre 19 y 20 años.
- Universidad privada del Consejo de Rectores de Universidades Chilenas
- Puntaje de corte al ingreso: 730,2 puntos ponderados.
- Primeros puestos en cuarto medio.
- Nacionalidad: chilena.
- Idioma español.
- Sexo: Hombres y mujeres en partes iguales

Considerando la muestra utilizada, se puede decir que no hubo elementos significativos que constituyan algún tipo de sesgo, que incidiera en los resultados. Se trata de una muestra de estudiantes de una misma carrera, de entre 19 y 20 años de edad y distribuidos equitativamente en cuanto a sexo, todos de habla hispana y nacionalidad chilena, además de similar nivel socioeconómico.

Identificación, selección y definición operacional de las variables

En este tipo de diseños cuasi-experimentales, se interviene bajo el arbitrio del investigador una variable, denominada *independiente o experimental*, que corresponde al tratamiento que se da al grupo experimental y único, en este caso; para estudiar los posibles efectos, en una segunda variable, denominada variable *efecto o de estudio o dependiente*.

Ambas variables, la independiente y la dependiente, se describen a continuación.

Variable Independiente o Experimental o Variable Tratamiento: Intervención pedagógica con Diseño de Proyectos y Tecnologías de la Información y de la Comunicación

El programa de TICs en el segundo semestre con los estudiantes de primer año medicina contempla el aprendizaje de la aplicación Word de Microsoft, Google Drive y el uso intensivo de Internet como fuente de información desde fuentes validadas y confiables.

Para el proceso de enseñanza/aprendizaje se utilizó la metodología didáctica Diseño de Proyectos. En un ambiente distendido la pregunta que formuló el docente fue: ¿Cuál es la asignatura de la carrera que es más difícil y la que tiene mayor incidencia en repeticiones? La respuesta de parte de los estudiantes fue unánime: anatomía. Ante esta situación el docente propuso que para el aprendizaje de Internet y de la Aplicaciones Word y Drive se realizara un Manual de Anatomía.

Para ello se utilizaría Internet como fuente de información, Goggle Drive para el trabajo en equipo con los textos creados en línea y Word como soporte y diseño del texto final. Se dividió el programa semestral de Anatomía por unidades y se formaron los equipos de trabajo.

Luego cada equipo investigó desde Internet buscando fuentes validadas, trabajaron en línea con la aplicación Google Drive lo que les permitió tener el mismo texto en cada uno de los computadores y de esa manera fueron construyendo el relato de cada unidad de Anatomía, hasta concluirla y entregar al docente la primera parte del trabajo, la investigación y texto final de cada parte del Manual de Anatomía.

Luego vino la etapa del diseño del Manual, que se hizo utilizando la aplicación Word de Microsoft, los mismos estudiantes diseñaron diagramas y tablas, buscaron imágenes de alta calidad para insertarlas en el texto, siempre pensando en que el contenido fuera de fácil comprensión para el lector final.

Para que quedaran fijos los textos e imágenes se convirtió el texto y diseño hecho en word se transformó a formato PDF, luego se juntaron los trabajos de todos los equipos. Así quedó conformado el libro de texto. Luego el docente creó una página web y se subieron los contenidos. Se adjunta como anexo el texto de Anatomía creado y diseñado por los estudiantes en seis semanas de trabajo. También se adjuntan los link a la página web: <https://serendipiaumayor.wixsite.com/iloveanatomia>.

La pedagogía Diseño de Proyectos permite una interacción docente/estudiantes relajada con ánimo festivo en un ambiente de trabajo y colaboración. Al finalizar el bloque de clases generalmente se quedaban trabajando para finalizar las partes que habían planificado y no estaban apurados para salir de la clase. También escuchaban música y podían ingerir alimentos en la sala. Fue realmente un trabajo de taller.

Programa de la intervención en TICs con estudiantes de medicina

Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Tarea	Tarea	Tarea	Tarea	Tarea	Tarea	Tarea
Acuerdo entre docente y estudiantes de realizar un texto de Anatomía utilizando Internet/Word/Drive. Un estudiante se compromete a traer el programa de Anatomía segundo semestre.	Se reparten las unidades de Anatomía del segundo semestre. Se conforman los equipos. Se imagina como debe ser un Manual de Anatomía. manual.	Investigación desde fuentes validadas y confiables . Trabajo en equipo con Google Drive. También trabajan desde sus casas.	Siguen investigando y creando el texto. Se conversa sobre como debiera ser un texto de anatomía desde el cual todos aprendieran.	A primera hora se entrega del texto final desde Google Drive. Comienzo del libro de texto. Diseño, tipografías, columnas en Word. Cada equipo se reparte el trabajo	Continuación de la creación del manual en Word. Diseño y estrategias didácticas. Los grupos se llevan tareas para la casa.	Diseño en Word. Al finalizar la clase, se pegan losPDFs para unir los retazos. Fin de la experiencia.

Tabla 4 / Fuente propia

Variable dependiente o de estudio o variable efecto: Medición de las Funciones Ejecutivas con el Test de Los Senderos.

La variable independiente, corresponde al Desarrollo de las Funciones Ejecutivas que, como se señaló, fue medido con Pre Test antes de la intervención y un Post Test después de la intervención pedagógica. De dicha variable, compleja si se atiende al concepto utilizado en el marco de esta tesis, se consideró cuatro aspectos, medidos por el Test de Los Senderos: 1) *capacidad para planificar*; 2) *memoria de trabajo*; 3) *flexibilidad mental*; y 4) *memoria prospectiva*. La forma de como se infieren estas FE con los factores de la medición del test, la veremos cuando presentemos el Test de Los Senderos

Planificación: Es importante para la realización de cualquier tarea definir el objetivo a donde llegar y la manera de cómo llegar, esto es la Planificación en las FE. Los estudiantes debieron Planificar las estrategias y secuenciar los pasos y considerar los recursos para elaborar un libro digital y una Página Web de estudio de Anatomía basado en Apuntes de Clases.

Memoria de trabajo: Al realizar este texto de estudio debieron poner en línea los conocimientos aprendidos de como manipular de manera creativa y eficiente todos los recursos de la aplicación Word para crea un texto de estudio. Como así mismo deben actualizar sus conocimientos de Anatomía desde fuentes confiables.

Flexibilidad Mental: Una planificación nunca podrá manejar todas las variables, siempre hay inconvenientes que se deben sortear ante la realización de una tarea. La flexibilidad mental debieron ponerla en práctica ante las dificultades que aparecieron durante la creación del texto de estudio.

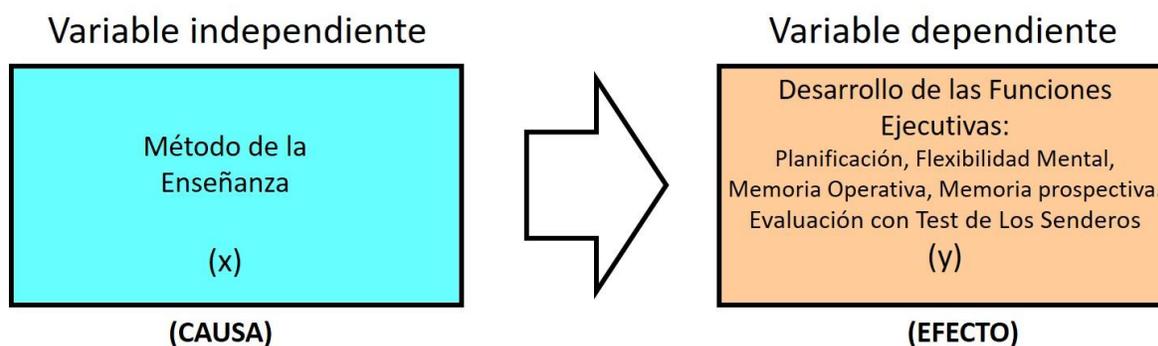
Memoria prospectiva: En base a sus experiencias anteriores, los estudiantes primero debieron hacer una construcción mental del proyecto que iban a realizar antes del diseño conceptual y gráfico, visualizar en su mente cómo se iba a ver el

producto final. Una vez finalizada la realización del producto, debieron ajustar sus expectativas al resultado final.

Modelo de análisis

El modelo de análisis que representa esquemáticamente las variables consideradas en este estudio, fueron las del esquema siguiente.

Modelo de análisis que representa las variables independiente y dependiente



Esquema 13 / Fuente propia

Instrumento utilizado: Test de Los Senderos (TESEN)

Existen al menos once instrumentos para evaluar las FE, entre ellas el Test de Los Senderos de José Antonio Portelano y Rosario Martínez. Según los autores, este test está basado en el Trail Making Test de larga tradición en la práctica de la psicología americana. El test de Los Senderos se adaptó a la realidad española y se comercializa a través de la Editorial TEA con sucursales en varios países de habla hispana, entre ellas una sucursal en Chile. El Test de Los Senderos está validado por la amplia experiencia en el estudio de las Funciones Ejecutivas (FE) de su autor al ser creador del texto base que se ocupa en el Magister de

Neurociencias “Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria” de Editorial Síntesis y autor de otros dos instrumentos de medición de las FE, el Test de Las Anillas y el Test de Palabras y Colores, también comercializados en los países de habla hispana por la Editorial TEA.

De acuerdo al Manual que acompaña al formulario para aplicar el test y la información de la página web de la editorial, este

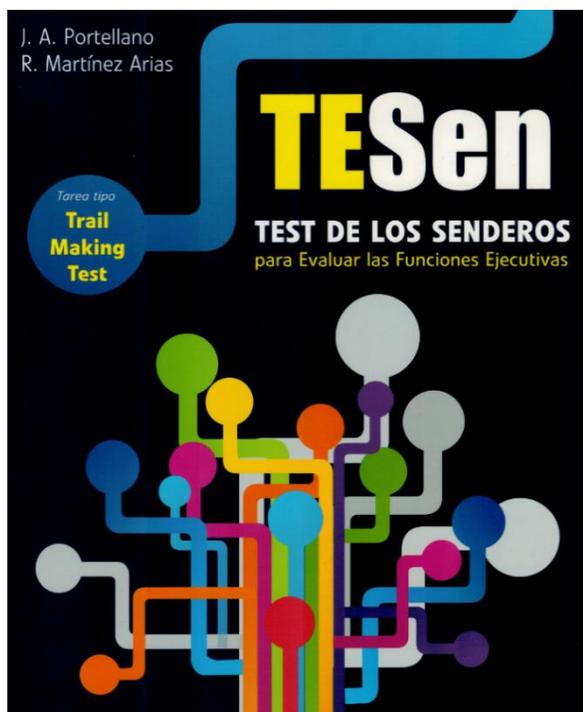


Imagen 3 / Fuente: Editorial TEA

instrumento evalúa nueve Funciones Ejecutivas: “*planificación, memoria de trabajo (operativa), flexibilidad, atención sostenida, alternancia, memoria prospectiva, velocidad de procesamiento perceptivo y fluidez de la respuesta motora*”.

Ante esta afirmación de los autores del Test de Los Senderos, es importante citar las palabras de Alfredo Ardilla “las estrategias actuales de evaluación de las funciones ejecutivas presentan limitaciones importantes en su validez ecológica”, por cuanto evalúan principalmente solo funciones ejecutivas metacognitivas. Ya hemos señalado que una visión moderna de FE estas se desempeñan en dos ámbitos distintos pero estrechamente relacionados: a) las FE metacognitivas orientadas a resolver problemas, y b) la coordinación de la cognición y emoción/motivación (Ardilla, 2008). Entonces el factor emocional queda afuera en una prueba de laboratorio, porque en cualquiera simulación no es lo mismo que enfrentarse a una situación real en la que sí la emoción juega un papel importante en la conducta.

Aun así, no deja de tener importancia contar con una herramienta para poder evaluar algunas funciones que son relevantes en la educación como la Planificación, Atención sostenida y dividida, velocidad de procesamiento y la memoria visuoespacial tan importante en la codificación de la memoria semántica.

Facsímil de Test los Senderos

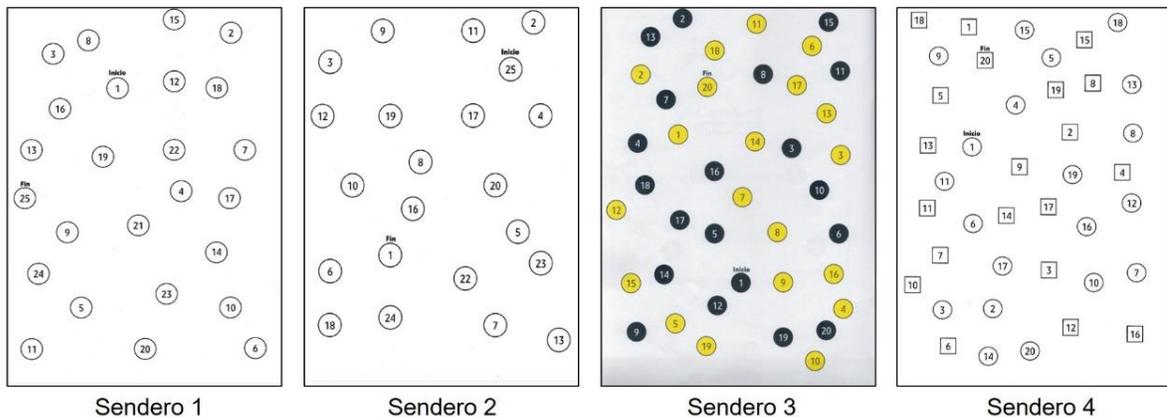


Imagen 4 / Fuente: Editorial TEA

El test de Los Senderos (TESEN) consta de un cuadernillo de cuatro pruebas contra reloj, que van incrementando su grado de dificultad. Como se muestra en la imagen, se trata de ir uniendo en forma secuencial las formas geométricas numeradas:

- Sendero 1: En el Sendero 1 el orden es ascendente y es el más fácil de realizar por cuanto no presenta mayores dificultades. Sin embargo, las personas más ansiosas que buscan incrementar la velocidad de procesamiento incurren en el error de atravesar con el lápiz las figuras. En la muestra se dio el caso que una estudiante volvió a cometer el mismo error, siete semanas después en el Test de Salida.
- Sendero 2: Este sendero incrementa en forma leve su complejidad al realizar el recorrido en forma decreciente; como hay una experiencia anterior con el Sendero 1, hay menor cantidad de errores de precisión. El tiempo de ejecución va disminuyendo.

- Sendero 3: Aquí se presenta un mayor grado de complejidad al ir alternando la unión de círculos amarillos y negros. La dificultad mayor es el incremento del tiempo de ejecución. En algunos casos se cometieron errores de alternancia, pero que no constituyen una desviación estadística significativa.

- Sendero 4: Tiene una similitud con el Sendero 3, aquí la dificultad es la unir círculos y cuadrados en forma alternada y ascendente. Igual que en el caso anterior la dificultad está dada por el incremento del tiempo de ejecución de la tarea y los errores son de atravesar con el lápiz las figuras geométricas. Los errores de alternancia son escasos y no contribuyen de manera significativa en la estadística.

Variables que contribuyen en la evaluación

En el TESEN se consideran tres variables a evaluar que son: **Ejecución, Velocidad y Precisión** y que tienen incidencia en las Funciones Ejecutivas. Primero de contabilizan los Aciertos y los *Errores*.

Aciertos: Es concluir la operación sin alterar la secuencia ascendente o descendente de las formas geométricas en los Senderos 1 y 2; y Aciertos en la alternancia correcta entre círculos negros y amarillos del Sendero 3 y Aciertos en la alternancia correcta de círculos y cuadrados del Sendero 4. Los *no aciertos* se van penalizando. Existe en total un máximo de 86 aciertos en los 4 Senderos.

Errores: Se consideran errores cruzar con el lápiz las formas geométricas (Figuras atravesadas) y los errores de Alternancia. Los errores de Secuencia se vuelven a penalizar.

Hoja de anotación



Hoja de anotación



Nombre del evaluado: _____

Nombre del examinador: _____

Nivel de estudios: _____

Ocupación: _____

Sexo: Varón Mujer

Fecha de nacimiento: Día: _____ Mes: _____ Año: _____ Edad: _____

Fecha de evaluación: Día: _____ Mes: _____ Año: _____

Mano utilizada para realizar el test: Izquierda Derecha

Mano con la que escribe habitualmente: Izquierda Derecha

Puntuación total

Tiempo total <small>(en segundos)</small>	Aciertos totales <small>(Máx. 86)</small>	Errores totales
375	82	9
Suma de los 8 senderos	Suma de los 4 senderos	Suma de los 4 senderos

Sendero 1

ENTRENAMIENTO: "A continuación le voy a presentar una lámina con una serie de números dibujados en el interior de círculos. Tiene que unir con el lápiz los números del 1 al 6, trabajando lo más deprisa posible. Puede levantar el lápiz en cualquier momento y también cruzar líneas, pero no se preocupe si los trazos no le salen muy rectos. No puede atravesar los círculos, ni tampoco puede borrar. Si se equivoca, puede rectificar corrigiendo la trayectoria. Cuando le diga «ya», puede empezar".

INSTRUCCIONES: "Muy bien, a continuación le voy a pedir que haga lo mismo en esta lámina. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 1 hasta el 25, trabajando lo más deprisa posible. Cuando le diga «ya», puede empezar".

		Errores
25	23*	2
Tiempo <small>(en segundos)</small>	Aciertos <small>(Máx. 24)</small>	Errores

Sendero 2

ENTRENAMIENTO: "A continuación le voy a presentar otra lámina con una serie de números dibujados en el interior de círculos. Ahora tiene que unir con el lápiz los números desde el 6 hasta el 1, trabajando lo más deprisa posible. Puede levantar el lápiz en cualquier momento y también cruzar líneas, pero no se preocupe si los trazos no le salen muy rectos. No puede atravesar los círculos, ni tampoco se permite borrar. Si se equivoca, puede rectificar corrigiendo la trayectoria. Cuando le diga «ya», puede empezar".

INSTRUCCIONES: "Muy bien, a continuación le voy a pedir que haga lo mismo en esta lámina. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 25 hasta el 1, trabajando lo más deprisa posible. Cuando le diga «ya», puede empezar".

		Errores
80*	24*	2
Tiempo <small>(en segundos)</small>	Aciertos <small>(Máx. 24)</small>	Errores

Sendero 3

ENTRENAMIENTO: "A continuación le voy a presentar una lámina con una serie de números dibujados en el interior de círculos de color amarillo a azul. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 1 hasta el 4, pero alternando el color de los círculos. Primero debe unir el 1 dibujado en azul con el 2 dibujado en amarillo, seguido del 3 en azul y finalmente acabar en el 4 de color amarillo. Puede levantar el lápiz en cualquier momento y también cruzar las líneas, pero no se preocupe si los trazos no le salen muy rectos. No puede atravesar los círculos ni tampoco se permite borrar. Si se equivoca, puede rectificar corrigiendo la trayectoria. Cuando le diga «ya», puede empezar".

INSTRUCCIONES: "Muy bien, a continuación le voy a pedir que haga lo mismo en esta lámina. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 1 hasta el 20, pero alternando el color. Primero debe unir el 1 dibujado en azul con el 2 dibujado en amarillo, seguido del 3 en azul y así sucesivamente hasta acabar en el 20 en amarillo. Procure trabajar lo más deprisa posible. Cuando le diga «ya», puede empezar".

		Errores
97*	19*	0
Tiempo <small>(en segundos)</small>	Aciertos <small>(Máx. 19)</small>	Errores

Sendero 4

ENTRENAMIENTO: "A continuación le voy a presentar una lámina con una serie de números que están dibujados en el interior de círculos y de cuadrados. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 1 hasta el 4, alternando círculos y cuadrados. Primero debe unir el 1 dibujado en un círculo, seguido del 2 dibujado en un cuadrado, después el 3 dibujado en un círculo y finalmente el 4 dibujado en un cuadrado. Puede levantar el lápiz en cualquier momento y también cruzar las líneas, pero no se preocupe si los trazos no le salen muy rectos. No puede atravesar las figuras ni tampoco se permite borrar. Si se equivoca, puede rectificar corrigiendo la trayectoria. Cuando le diga «ya», puede empezar".

INSTRUCCIONES: "Muy bien, a continuación le voy a pedir que haga lo mismo en esta lámina. Tiene que unir con el lápiz los números desde el 1 hasta el 20, pero alternando las figuras y los cuadrados. Primero debe unir el 1 dibujado en un círculo con el 2 dibujado en un cuadrado, después el 3 dibujado en un círculo y así sucesivamente hasta acabar en el 20 dibujado en un cuadrado. Procure trabajar lo más deprisa posible. Cuando le diga «ya», puede empezar".

		Errores
120*	16*	4
Tiempo <small>(en segundos)</small>	Aciertos <small>(Máx. 19)</small>	Errores

Imagen 5 / Fuente: Editorial TEA

El tiempo, los aciertos y los errores se anotan en esta hoja de anotación como se observa en la imagen.

Luego esos valores de la Hoja de anotación se traspasan a esta Hoja de Corrección y se realizan las operaciones aritméticas correspondientes

Hoja de Corrección

utilizando los baremos del manual, transforme las puntuaciones directas en percentiles y decatipos. Represente gráficamente los decatipos para obtener el perfil de resultados.

Corrección rápida: Si desea obtener solamente la puntuación total calcule solo las puntuaciones de este recuadro gris.

Puntuación total

Aciertos totales Errores totales / Tiempo total (En segundos) $\times 100 =$ P. Directa \rightarrow Percentil \rightarrow Decatipo
 Ejecución (E_{Total})

Tiempo (seg.) \rightarrow Velocidad (V_{Total})
 Aciertos totales Errores totales / Aciertos totales $\times 100 =$ Precisión (P_{Total})

Decatipos

Muy bajo	Bajo	Medio bajo	Medio	Medio alto	Alto	Muy alto			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Sendero 1

Aciertos Errores / Tiempo (En segundos) $\times 100 =$ P. Directa \rightarrow Percentil \rightarrow Decatipo
 Ejecución (E₁)

Tiempo (seg.) \rightarrow Velocidad (V₁)
 Aciertos Errores / Aciertos $\times 100 =$ Precisión (P₁)

Sendero 2

Aciertos Errores / Tiempo (En segundos) $\times 100 =$ P. Directa \rightarrow Percentil \rightarrow Decatipo
 Ejecución (E₂)

Tiempo (seg.) \rightarrow Velocidad (V₂)
 Aciertos Errores / Aciertos $\times 100 =$ Precisión (P₂)

Sendero 3

Aciertos Errores / Tiempo (En segundos) $\times 100 =$ P. Directa \rightarrow Percentil \rightarrow Decatipo
 Ejecución (E₃)

Tiempo (seg.) \rightarrow Velocidad (V₃)
 Aciertos Errores / Aciertos $\times 100 =$ Precisión (P₃)

Sendero 4

Aciertos Errores / Tiempo (En segundos) $\times 100 =$ P. Directa \rightarrow Percentil \rightarrow Decatipo
 Ejecución (E₄)

Tiempo (seg.) \rightarrow Velocidad (V₄)
 Aciertos Errores / Aciertos $\times 100 =$ Precisión (P₄)

Imagen 6 / Fuente: Editorial TEA

Velocidad: Es el tiempo total de demora en la realización de los 4 Senderos del TESEN medido en segundos. Se anota en los casilleros Puntación Directa (P Directa) de cada Sendero de la Hoja de Corrección

Ejecución: A los puntajes de Aciertos, se resta el puntaje de Errores, y se divide por los segundos de Velocidad. El resultado de esta operación se anota en los casilleros P. Directa de cada Sendero de la Hoja de Corrección

Precisión: La cantidad de *Aciertos* se le restan los *Errores* y se divide por la cantidad de *Aciertos*. El resultado se anota en el casillero P. Directa de cada Sendero de la Hoja de Corrección

Todas estas operaciones aritméticas dan como resultado el Puntaje

El Puntaje Directo (P.Directo) de las casillas de la Hoja de Corrección va a servir para encontrar el significado de esta evaluación, expresado en *Decatipos* que son intervalos de puntaje, primero debemos buscar en el Manual de TESEN la Tabla de Baremos según diferentes tramos de edad.

Como se sabe, la velocidad de procesamiento de la información va variando según la edad. El nivel óptimo se da entre los 20 y los 30 años, período en que va madurando la Corteza Prefrontal y momentos en que se va incrementando el proceso de mielinización de los axones neuronales lo que les confiere una mayor velocidad de procesamiento de la información. Con el curso los años esta facultad va disminuyendo suavemente

En la próxima imagen se verá como se va avanzando en la evaluación hasta llegar a los Decatipos que nos van a entregar el resultado final. Se ha elegido la Tabla de Baremos de edades entre 16 y 20 años, que son las edades de los participantes de nuestra muestra.

Tabla de Baremos para encontrar los Decatipos

16 a 20 años

Localice en el cuerpo de la tabla las puntuaciones directas (PD) obtenidas por el evaluado en cada variable. A continuación, obtenga el percentil y el decatipo correspondiente a esa PD desplazándose por esa misma fila hasta las columnas de los extremos de la tabla (Pc y DE).

Percentil	Decatipo	TOTAL			Sendero 1			Sendero 2			Sendero 3			Sendero 4			Percentil	Decatipo
		Ejecución	Velocidad	Precisión														
Pc	DE	PD	PD	PD	Pc	DE												
1	1	≤ 12,4	≤ 6,99	≤ 81	≤ 14,5	≤ 7,25	≤ 90	≤ 14,5	≤ 7,25	≤ 90	≤ 14,5	≤ 7,25	≤ 90	≤ 14,5	≤ 7,25	≤ 90	1	1
3	2	12,5 - 13,4	6,10 - 6,29	82 - 90	14,5 - 15,4	7,30 - 7,49	91 - 95	14,5 - 15,4	7,30 - 7,49	91 - 95	14,5 - 15,4	7,30 - 7,49	91 - 95	14,5 - 15,4	7,30 - 7,49	91 - 95	3	2
5	2	13,5 - 14,9	5,54 - 6,09	82 - 90	15,5 - 16,4	5,03 - 5,53	---	15,5 - 16,4	5,03 - 5,53	---	15,5 - 16,4	5,03 - 5,53	---	15,5 - 16,4	5,03 - 5,53	---	5	2
10	3	15 - 16,4	4,84 - 5,02	91 - 95	16,5 - 17,4	4,06 - 4,83	---	16,5 - 17,4	4,06 - 4,83	---	16,5 - 17,4	4,06 - 4,83	---	16,5 - 17,4	4,06 - 4,83	---	10	3
20	4	17,5 - 17,9	4,06 - 4,83	---	17,5 - 17,9	3,81 - 3,87	---	17,5 - 17,9	3,81 - 3,87	---	17,5 - 17,9	3,81 - 3,87	---	17,5 - 17,9	3,81 - 3,87	---	20	4
25	4	18 - 18,4	4,46 - 4,65	96 - 97	18,5 - 19,4	4,22 - 4,45	---	18,5 - 19,4	4,22 - 4,45	---	18,5 - 19,4	4,22 - 4,45	---	18,5 - 19,4	4,22 - 4,45	---	25	4
30	4	18,5 - 19,4	4,22 - 4,45	---	19,5 - 19,9	4,11 - 4,21	---	19,5 - 19,9	4,11 - 4,21	---	19,5 - 19,9	4,11 - 4,21	---	19,5 - 19,9	4,11 - 4,21	---	30	4
35	5	19,5 - 19,9	4,11 - 4,21	---	20 - 20,4	4,03 - 4,10	98	20 - 20,4	4,03 - 4,10	98	20 - 20,4	4,03 - 4,10	98	20 - 20,4	4,03 - 4,10	98	35	5
40	5	20 - 20,4	4,03 - 4,10	98	20,5 - 21,4	3,88 - 4,02	---	20,5 - 21,4	3,88 - 4,02	---	20,5 - 21,4	3,88 - 4,02	---	20,5 - 21,4	3,88 - 4,02	---	40	5
45	5	20,5 - 21,4	3,88 - 4,02	---	21,5 - 21,9	3,81 - 3,87	---	21,5 - 21,9	3,81 - 3,87	---	21,5 - 21,9	3,81 - 3,87	---	21,5 - 21,9	3,81 - 3,87	---	45	5
50	6	21,5 - 21,9	3,81 - 3,87	---	22 - 22,4	3,77 - 3,80	99	22 - 22,4	3,77 - 3,80	99	22 - 22,4	3,77 - 3,80	99	22 - 22,4	3,77 - 3,80	99	50	6
55	6	22 - 22,4	3,77 - 3,80	99	22,5 - 22,9	3,63 - 3,76	---	22,5 - 22,9	3,63 - 3,76	---	22,5 - 22,9	3,63 - 3,76	---	22,5 - 22,9	3,63 - 3,76	---	55	6
60	6	22,5 - 22,9	3,63 - 3,76	---	23 - 23,4	3,54 - 3,62	---	23 - 23,4	3,54 - 3,62	---	23 - 23,4	3,54 - 3,62	---	23 - 23,4	3,54 - 3,62	---	60	6
65	6	23 - 23,4	3,54 - 3,62	---	23,5 - 24,4	3,47 - 3,53	---	23,5 - 24,4	3,47 - 3,53	---	23,5 - 24,4	3,47 - 3,53	---	23,5 - 24,4	3,47 - 3,53	---	65	6
70	7	23,5 - 24,4	3,47 - 3,53	---	24,5 - 25,4	3,44 - 3,46	---	24,5 - 25,4	3,44 - 3,46	---	24,5 - 25,4	3,44 - 3,46	---	24,5 - 25,4	3,44 - 3,46	---	70	7
75	7	24,5 - 25,4	3,44 - 3,46	---	25,5 - 25,9	3,33 - 3,43	---	25,5 - 25,9	3,33 - 3,43	---	25,5 - 25,9	3,33 - 3,43	---	25,5 - 25,9	3,33 - 3,43	---	75	7
80	7	25,5 - 25,9	3,33 - 3,43	---	26 - 26,9	3,27 - 3,32	---	26 - 26,9	3,27 - 3,32	---	26 - 26,9	3,27 - 3,32	---	26 - 26,9	3,27 - 3,32	---	80	7
85	8	26 - 26,9	3,27 - 3,32	---	27 - 28,4	3,13 - 3,26	---	27 - 28,4	3,13 - 3,26	---	27 - 28,4	3,13 - 3,26	---	27 - 28,4	3,13 - 3,26	---	85	8
90	8	27 - 28,4	3,13 - 3,26	---	28,5 - 29,9	3,04 - 3,12	---	28,5 - 29,9	3,04 - 3,12	---	28,5 - 29,9	3,04 - 3,12	---	28,5 - 29,9	3,04 - 3,12	---	90	8
95	9	28,5 - 29,9	3,04 - 3,12	---	30 - 31,4	2,93 - 2,95	---	30 - 31,4	2,93 - 2,95	---	30 - 31,4	2,93 - 2,95	---	30 - 31,4	2,93 - 2,95	---	95	9
97	9	30 - 31,4	2,93 - 2,95	---	31,5 - 31,5	2,89 - 2,89	---	31,5 - 31,5	2,89 - 2,89	---	31,5 - 31,5	2,89 - 2,89	---	31,5 - 31,5	2,89 - 2,89	---	97	9
99	10	≥ 31,5	≤ 2,89	---	≥ 47	≤ 54	---	≥ 47,5	≤ 55	---	≥ 29,5	≤ 64	---	≥ 26	≤ 81	---	99	10

Para una mayor comprensión vamos a observar como se llegó a los Decatipos con un ejemplo real: El estudiante tuvo 67 aciertos, 18 errores y su tiempo de realización del test fue de 289 segundos.

Precisión $\frac{\text{Aciertos totales} - \text{Errores totales}}{\text{Aciertos totales}} \times 100 = \text{Puntaje Directo}$
 $\frac{67 - 18}{67} \times 100 = 73$

Ejecución $\frac{\text{Aciertos totales} - \text{errores totales}}{\text{tiempo total}} \times 100 = \text{Puntaje Directo}$
 $\frac{67 - 18}{289} \times 100 = 16,9$

Velocidad $\frac{\text{Tiempo de realización}}{\text{segundos}} = \text{Puntaje Directo}$
 $\frac{289}{289} = 289$

Imagen 7 / Fuente: Editorial TEA

A través de este instrumento se obtienen los Decatipos finales que serán el resultado del Test de Los Senderos, con los Decatipos obtenidos de la tabla de Baremos (como se muestra en la imagen) obtendremos los puntajes como se observa en la imagen de más abajo.

Casilleros para P.Directa y Baremos

Corrección rápida: Si desea obtener solamente la puntuación total calcule solo las puntuaciones de este recuadro gris.

Puntuación total	Aciertos totales Errores totales (67 - 18)	Tiempo total (289) (En segundos)	$\times 100 = 17,9$ P. Directa (E)	Percentil 15 (E)	Decatipo 3 (E)	Ejecución (E _{Total})	Muy bajo Bajo Medio bajo Medio Medio alto Alto Muy alto 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10		
	Tiempo (seg.) 289 → 99 V _{ti} → 10 V _{ti}						Velocidad (V _{Total})	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	
	Aciertos totales Errores totales Aciertos totales (67 - 18) / (67) × 100 = 73 P _{ti} → 1 P _{ti}							Precisión (P _{Total})	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Imagen 8 / Fuente: Editorial TEA

El mayor o menor rendimiento en el Test de Los Senderos se expresan en 10 *Decatipos*, siendo el 1 Muy bajo puntaje de rendimiento; 2 y 3 Bajo rendimiento; 4 Medio Bajo; 5 y 6 Medio; 7 Medio Alto; 8 y 9 Alto; y 10 Muy alto puntaje de rendimiento.

Variables del Test de Los Senderos y Funciones Ejecutivas

Las 3 variables evaluadas en la realización del Test de Los Senderos, según los autores, son la consecuencia de las habilidades de Funciones Ejecutivas de quien realiza el Test. De estas variables se infieren las siguientes FE como se muestra en la tabla.

Variables de Test de los Senderos y correlación con Funciones Ejecutivas

Variable medida en TESEN	Se infieren las Funciones Ejecutivas
Velocidad	<i>Velocidad de procesamiento perceptivo</i> <i>Atención sostenida</i> <i>Fluidez de la respuesta motora</i> <i>Memoria prospectiva</i>
Ejecución (síntesis de velocidad y precisión)	<i>Velocidad de procesamiento perceptivo</i> <i>Atención sostenida</i> <i>Fluidez de la respuesta motora</i> <i>Memoria prospectiva</i> <i>Memoria de trabajo</i> <i>Flexibilidad mental</i> <i>Planificación</i>
Precisión (aciertos menos errores)	<i>Memoria de trabajo,</i> <i>Atención sostenida</i> <i>Memoria prospectiva</i> <i>Planificación</i> <i>Flexibilidad</i>

Tabla 5 / Fuente propia

En la literatura sobre neurociencias se discute si solo un instrumento puede evaluar una cantidad elevada de FE. Algunos autores recomiendan que se utilicen varios instrumentos de evaluación para ir contrastando resultados. En nuestro caso

solo utilizamos el TESEN más bien por cuestiones operativas que por una decisión fundada en criterios técnicos. De las nueve FE que evalúa TESEN, como se dijo anteriormente, nos quedaremos con las cuatro que se señalan a continuación y de qué manera las variables del Test inciden en ellas.

Planificación: Cada uno de los Senderos tiene una prueba de ensayo para entender de qué se trata la prueba, el evaluado debe decidir con rapidez un plan para responder el test desde el mismo momento en que visualiza el plano con las figuras geométricas, debe actuar contra el tiempo y su plan debe ser eficaz.

Memoria de trabajo: Al momento de responder el test, el evaluado debe visualizar los elementos en el plano y debe mantenerlos en la memoria de corto plazo para ir recordando donde se encuentran al ir uniéndolos con el lápiz los elementos, debe recordar donde están ubicados para responder con fluidez su respuesta y no perderse en la maraña de figuras.

Flexibilidad: Al responder las pruebas de entrenamiento el evaluado ya se habrá dado cuenta que estrategia le ha servido para responder con fluidez, y cual no. Debe estar atento a ser flexible y cambiar de estrategia si esta no le ha funcionado. Las pruebas de los Senderos 3 y 4 requieren responder con alternancia en los elementos, en el Sendero 2 la secuencia es inversa, ahí la Flexibilidad mental juega un rol preponderante.

Atención Sostenida: Es tal vez la FE más demandada al responder el Test. El evaluado debe centrarse en la operación y debe tener atento con las interferencias ambientales, cualquier descuido le va hacer incurrir en errores. La prueba está diseñada con elementos distractores que interfieren en la respuesta.

Si nos atenemos a la experiencia de académica de crear un Manual de Anatomía en forma grupal, debemos tener en cuenta que para la consecución de este logro, los estudiantes debieron poner en práctica las FE que hemos detallado

y que evalúa el Test de Los Senderos: *planificación, memoria operativa, flexibilidad mental y atención sostenida.*

Aplicación del test

Como se señaló, se aplicó un Pre Test o Test de Entrada y siete semanas después se aplicó un Post Test o Test de Salida. Se quería observar si habían diferencias significativas entre uno y otro test después de la experiencias académica en la que se había estimulado el funcionamiento ejecutivo con una tarea compleja de investigar, producir y diseñar un Manual de Anatomía en solo 7 semanas de trabajo, lo que por cierto fue poner en tensión las FE de los estudiantes de medicina.

La aplicación del Pre Test y el Post Test se realizó con estudiantes voluntarios, de 48 estudiantes del curso TICs, 28 accedieron a evaluarse con el TESEN. Dos de ellos no asistieron a la segunda evaluación y otros dos se equivocaron al no poner sus nombres en la hoja de respuestas por lo que fue imposible identificarlos y parear sus dos evaluaciones. Al final la muestra real quedó con 24 estudiantes.

La evaluación se realizó en el Laboratorio de Computación, que es el lugar donde se hacen las clases. El docente les hizo una breve inducción para responder el test, en el Data Show de la sala se proyectó los ejemplos de cómo responder el test. Cada estudiante midió su tiempo de realización con el cronómetro de su teléfono celular, hubo algunos que no participaron del test pero se ofrecieron para cronometrar el tiempo de sus compañeros. En general hubo en el grupo evaluado y los no evaluados un espíritu de colaboración al estar participando de una experiencia científica. Incluso en el Test de Salida se unieron a la evaluación estudiantes que no participaron del Test de Entrada, por el simple hecho de querer participar, pero esas evaluaciones no se consideraron en el análisis estadístico.

Plan de análisis de los datos

- Se diseñó una plantilla Excel en colores, en donde se pusieron todos los resultados para tener una visión global de la evaluación. Se dividió la página Excel en mitades que reflejaban los datos del Test de Entrada y del Test de Salida.
- Se hizo foco en los datos de cada una de las variables del Test de Entrada y del Test de Salida: Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión. Se encontró la media y se estableció cuantos estudiantes estaban sobre y bajo la media. Se hicieron gráficos para demostrar visualmente los resultados.
- Se contrastaron los resultados del Test de Entrada y el Test de Salida para inferir si hay una evolución en los resultados de las Funciones Ejecutivas. Se hizo foco en cada una de las variables: Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión. Se hicieron gráficos para demostrar las diferencias.
- Se aplicó la *Prueba T de Student* a cada variable comparada para verificar si las diferencias entre el Pre Test y el Post Test son estadísticamente significativas.

En el próximo capítulo **Resultados Esperados** veremos el universo real y efectivo y el entorno de trabajo al aplicar el test; los resultados obtenidos al aplicar el Pre Test y el Post Test, expresado en datos, tablas, imágenes y gráficos; contrastaremos los resultados entre uno y otro test y veremos si hay una diferencia estadística significativa para demostrar si hubo o no una evolución de las Funciones Ejecutivas en los estudiantes después de la experiencia académica.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

En este apartado se verán los resultados de la medición de la FE mediante el Test de Entrada y el Test de Salida con la herramienta de evaluación de las Funciones Ejecutivas TESEN antes y después de la intervención pedagógica.

Se observará en tablas coloreadas los datos generales del Test de Entrada y el Test de Salida.

Se hará foco con datos, gráficos e imágenes de la media de cada una de las variables de TESEN del Test de Entrada: Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión.

Se observará en foco con datos y gráficos de la media de cada una de las variables de TESEN del Test de Salida: Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión.

Se contrastarán los resultados con datos y gráficos de las medias del Test de Entrada y el Test de Salida.

Se aplicará la “*Prueba de t de Student*” para observar si hay diferencias estadísticas entre las medias de cada una de las variables: Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión de los Test de Entrada y el Test de Salida.

4.1 Muestra observada

La muestra teórica la constituyeron los 48 estudiantes de primer año de Medicina, de la Universidad Mayor, que participaron de la asignatura TICs en el segundo semestre de 2017.

La muestra observada (real o práctica) estuvo conformada por 28 de ellos, aceptaron participar como voluntarios para el Test de Entrada y de Salida, se les explicó que los datos serían utilizados de forma anónima y firmaron una autorización escrita dando su consentimiento. La totalidad de este grupo participó en el Test de Entrada. Siete semanas después 26 estudiantes participaron en el Test de Salida, dos de ellos no asistieron a clase ese día. De este grupo dos de ellos no anotaron su nombre en el Test de Salida y no se pudo parrear sus mediciones con el Test de Entrada, por lo que se les eliminó de la muestra real. 20 estudiantes del universo real decidieron no participar de la evaluación.

Universo de estudiantes de medicina en la intervención

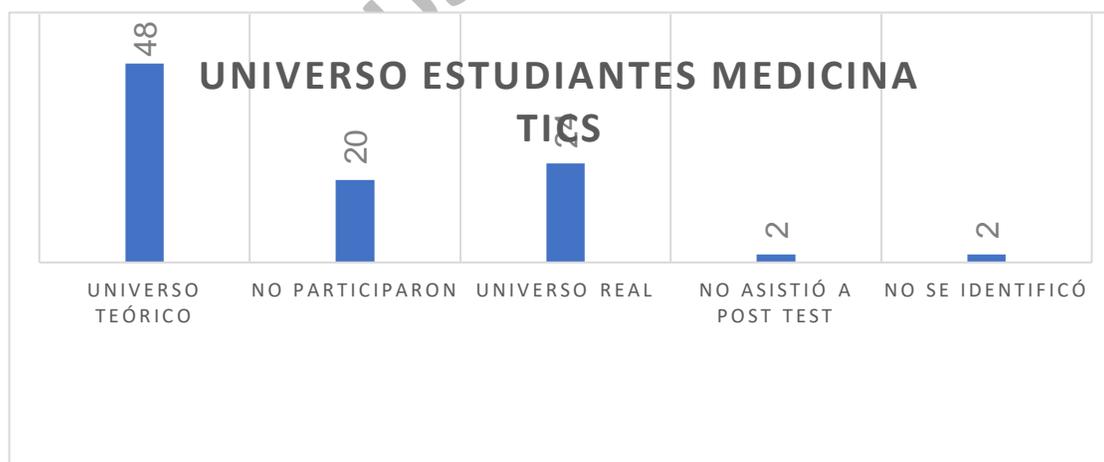


Gráfico 1 / Fuente propia

4.2 Resultados globales para la variable de estudio, obtenidos en el Test de Entrada antes de la intervención pedagógica y su incidencia en las Funciones Ejecutivas

Puntajes totales y promedios obtenidos para toda la muestra en el Test de Los Senderos, considerando Estudiante, Tiempo, Aciertos, Errores, Ejecución, Velocidad y Precisión en el Test de Entrada.

Test de Entrada Los Senderos						
Estudiante	Tiempo	Aciertos	Errores	Ejecución	Velocidad	Precisión
1	322	86	0	8,0	8,0	10,0
2	278	86	0	9,0	10,0	10,0
3	242	86	1	10,0	10,0	7,0
4	343	86	1	7,0	7,0	6,0
5	302	86	1	9,0	8,0	7,0
6	328	86	0	8,0	8,0	9,0
7	380	85	1	6,0	6,0	10,0
8	339	84	9	6,0	8,0	3,0
9	288	67	18	3,0	10,0	1,0
10	337	85	0	7,0	7,0	7,0
11	259	86	0	10,0	10,0	10,0
12	472	86	0	4,0	4,0	10,0
13	413	86	1	6,0	5,0	7,0
14	368	78	8	4,0	6,0	3,0
15	278	86	17	3,0	8,0	1,0
16	350	86	0	7,0	6,0	10,0
17	489	86	0	4,0	3,0	10,0
18	345	85	1	7,0	7,0	6,0
19	284	71	21	4,0	10,0	1,0
20	321	86	1	8,0	9,0	6,0
21	302	86	0	9,0	9,0	10,0
22	365	85	2	6,0	6,0	4,0
23	250	86	2	10,0	10,0	5,0
24	322	86	0	8,0	8,0	10,0
Media	332,4	84,0	3,5	6,8	7,6	6,8

Tabla 6 / Fuente propia

La tabla 6 muestra los resultados totales de la evaluación con el Test de Entrada. La primera columna café muestra el número asignado al estudiante para conservar su anonimato. Las columnas azul, verde y rosado muestran los datos considerados en la revisión para asignar el puntaje a cada una de las variables que dan el resultado final del Test. En celeste Ejecución, Velocidad y Precisión. Haremos foco en cada una de ellas.

La Variable Tiempo en la columna azul en el Test de Entrada, muestra el tiempo total de la realización del test medido en segundos. El tiempo promedio fue 332,4 segundos. Se observa en las filas destacadas en amarillo que los estudiantes 9, 15 y 19 tuvieron tiempos muy por debajo de la media, que los hizo incurrir en demasiados errores (columna rosada) lo que conspiró en el buen resultado de la Variable Precisión, la moraleja es que ser rápido no significa siempre ser más preciso. Si desagregamos estos tres casos que se escapan de la norma, el tiempo promedio aumentaría a 339,4 segundos.

El gráfico nos muestra la barra con 24 estudiantes del universo real, y se muestra una barra con 13 estudiantes sobre la media en el tiempo realizado y 11 estudiantes bajo la media del tiempo realizado.

*Media de variable **Velocidad/Tiempo***

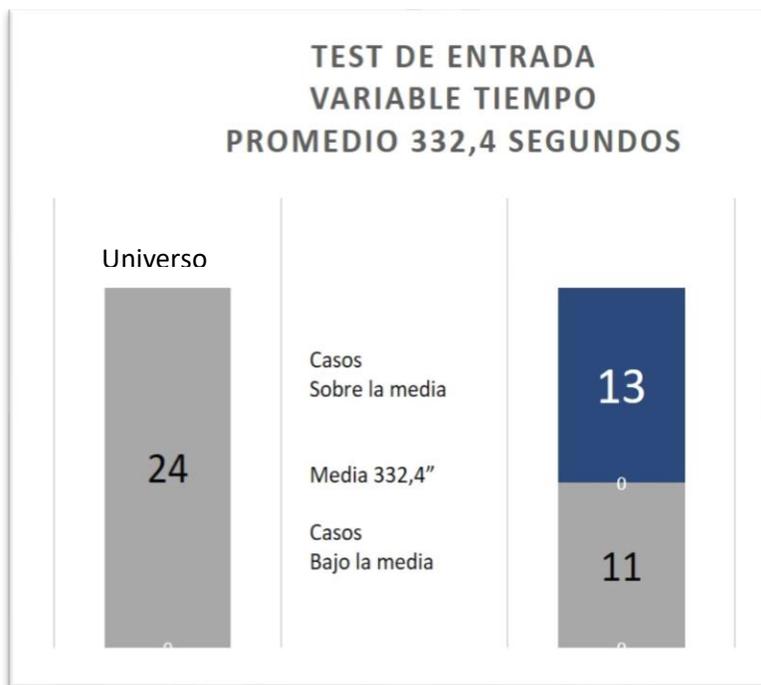


Gráfico 2 / Fuente propia

Decatipos en la variable **Velocidad/Tiempo**

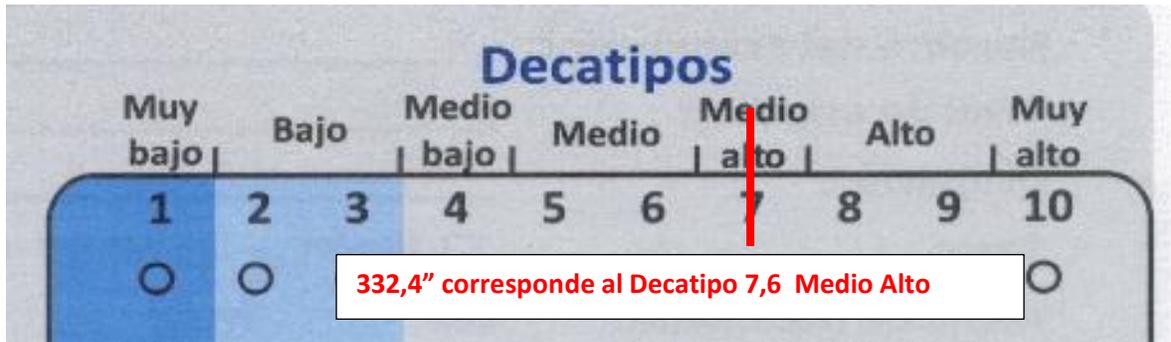


Imagen 8 /Fuente: Editorial TEA

De acuerdo al estándar que ofrece TESEN, la media 332,4 equivale al Decatipo 7,6, Lo que estaría demostrando que los estudiantes que realizaron el test estarían en el grupo Medio Alto como promedio en Velocidad/Tiempo.

Relación de **Velocidad** de realización del Test de los Senderos y Funciones Ejecutivas

Variable medida en TESEN	Se infieren las Funciones Ejecutivas
Velocidad	<i>Velocidad de procesamiento perceptivo</i>
Decatipo 7,6	<i>Atención sostenida</i>
Medio Alto	<i>Fluidez de la respuesta motora</i>
	<i>Memoria prospectiva</i>

Tabla 7 / Fuente propia

Lo que se infiere que en el Test de Entrada la Velocidad en la realización del Test corresponde al Decatipo 7,6 que corresponde al estándar dado por el Manual de TESEN= Medio Alto en las Funciones Ejecutivas *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora y Memoria prospectiva.*

Variable Ejecución

Decatipos en variable Ejecución

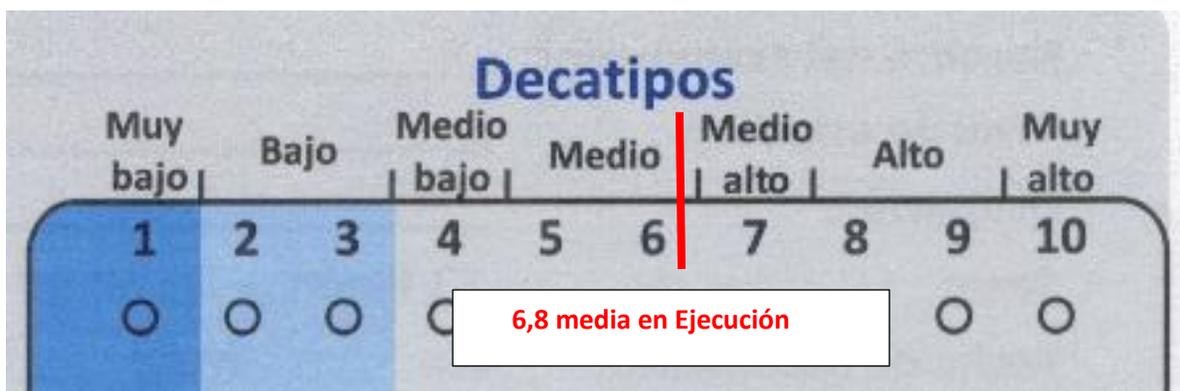


Imagen 9 / Fuente: Editorial TEA

Como se señaló al describir el Test de Los Senderos, la variable *Ejecución* es una de las más importantes porque es la síntesis de *Aciertos*, *Errores* y *Tiempo*. Cualquier variación en cada uno de estos factores va a incidir en esta variable. Los estudiantes que se escaparon de la media en *Velocidad* cometieron muchos errores, lo que incidió negativamente en la *Ejecución*. La media en la variable *Ejecución* es de 6,8 puntos sobre un máximo de 10, lo equivale a estar en el estándar Medio en el borde del estándar Medio Alto como se muestra en la imagen 9. Solo 6 estudiantes estuvieron bajo la media del estándar de TESEN.

Relación de la variable Ejecución del Test de los Senderos y Funciones Ejecutivas

Variable medida en TESEN	Se infieren las Funciones Ejecutivas
Ejecución (síntesis de velocidad y precisión)	<i>Velocidad de procesamiento perceptivo</i> <i>Atención sostenida</i> <i>Fluidez de la respuesta motora</i> <i>Memoria prospectiva</i> <i>Memoria de trabajo</i> <i>Flexibilidad mental</i> <i>Planificación</i>

Tabla 8 / Fuente propia

El puntaje de la variable Ejecución demuestra que las Funciones Ejecutivas *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora, Memoria prospectiva, Memoria de trabajo, Flexibilidad mental y Planificación*, de acuerdo al estándar de TESEN se encuentran en el valor Medio, al borde de Medio Alto.

Media en Variable Ejecución del Test de Entrada

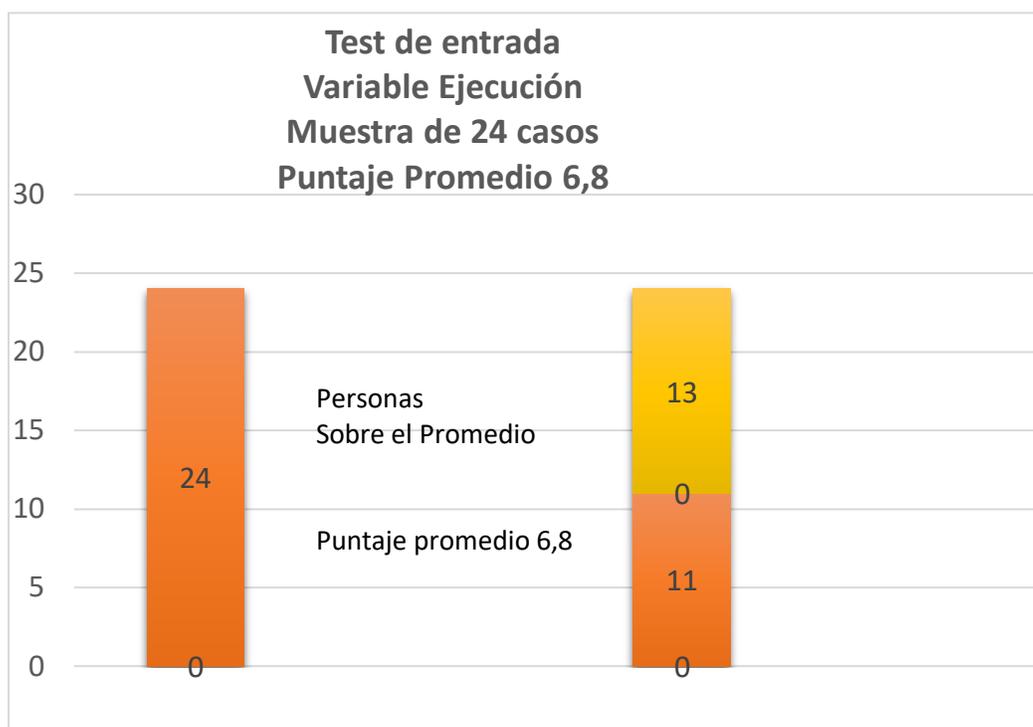


Gráfico 3 / Fuente propia

Si el puntaje promedio de la variable Ejecución en el Test de Entrada es de 6,8 13 estudiantes de un universo real de 24 estuvieron sobre la media y 11 estuvieron bajo la media, como se muestra en el gráfico 3.

Variable Precisión:

*Decatipos en la variable **Precisión***

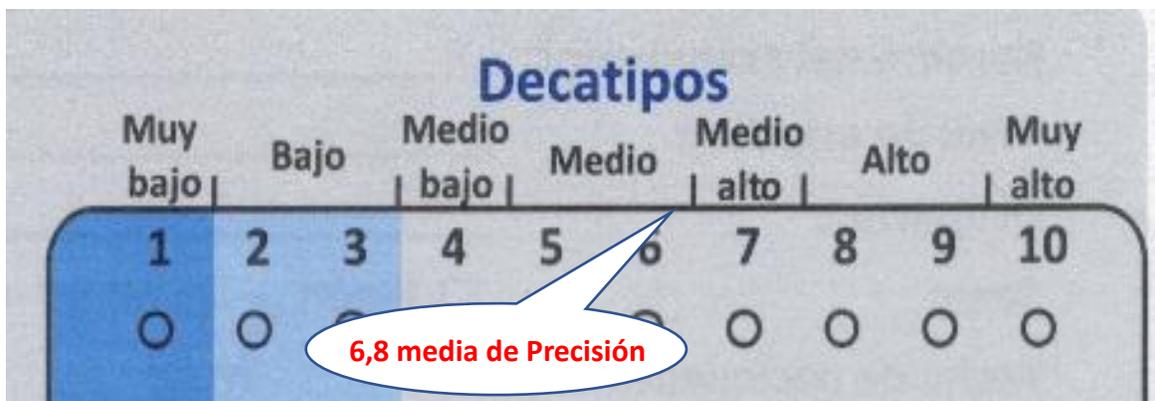


Imagen 10 / Fuente: Editorial TEA

Tal como se indica en la tabla de resultados del Test de Entrada, la variable Precisión tiene la media del puntaje de 6,8 sobre un puntaje máximo de 10. Lo que corresponde al estándar de TESEN Medio, en el borde de Medio Alto, como se observa en la imagen número 9.

*Relación de la variable **Precisión** del Test de los Senderos y Funciones Ejecutivas*

Variable medida en TESEN	Se infieren las Funciones Ejecutivas
Precisión (aciertos menos errores)	<i>Memoria de trabajo</i> <i>Atención sostenida</i> <i>Memoria prospectiva</i> <i>Planificación</i> <i>Flexibilidad mental</i>

Tabla 8 / Fuente propia

El puntaje de la variable Ejecución demuestra que las Funciones Ejecutivas *Memoria de trabajo*, *Atención sostenida*, *Memoria prospectiva*, *Planificación* y *Flexibilidad mental*, de acuerdo al estándar de TESEN estarían en el valor Medio, muy cerca de Medio Alto.

Al finalizar la revisión de los resultados del Test de Entrada podemos concluir que las tres variables que mide el Test de los Senderos Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión y que tienen una incidencia directa sobre el funcionamiento de las Funciones Ejecutivas están **por sobre la media** del estándar creado por el Test de los Senderos. Como se muestra en la imagen 11.

*Media del estándar de Test de los Senderos
y medias del Test de Entrada de estudiantes de medicina*

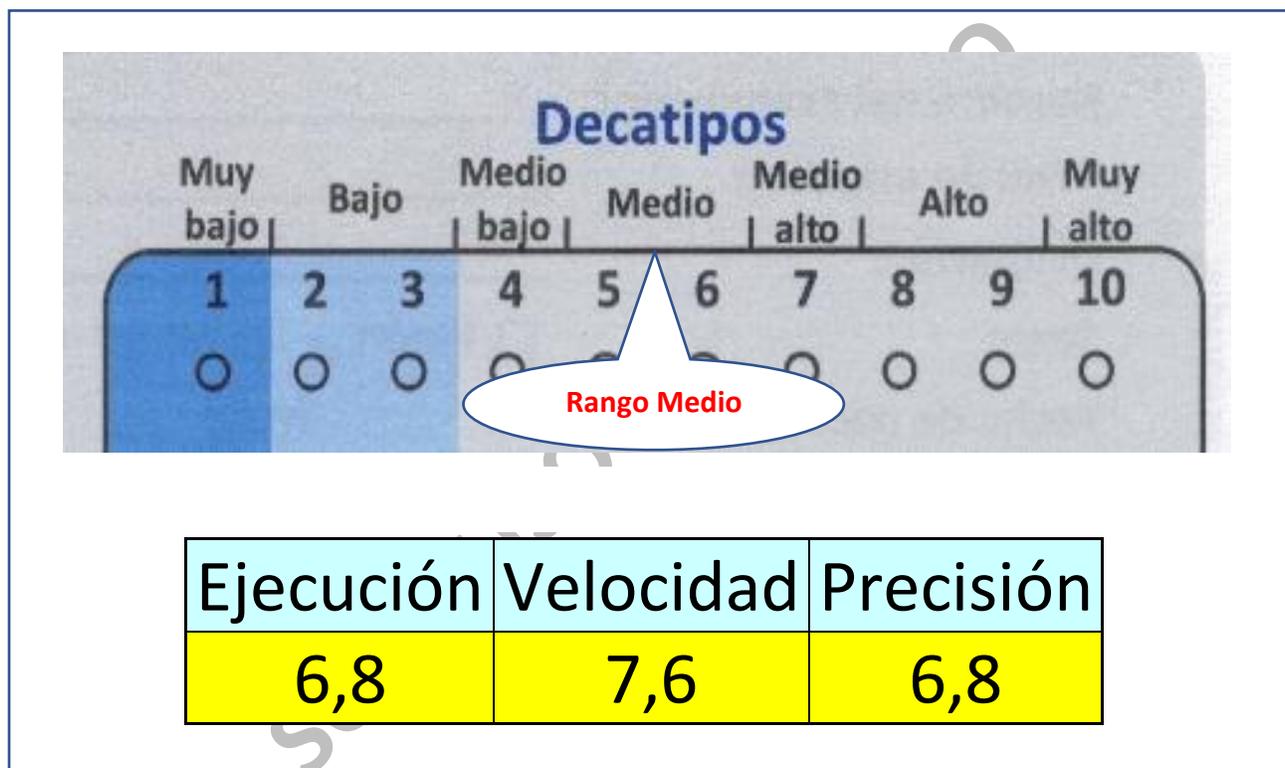


Imagen 11 / Fuente propia

4.3 Resultados globales para la variable de estudio, obtenidos en el Test de Salida después de la intervención pedagógica y su incidencia en las Funciones Ejecutivas

Puntajes totales y promedios obtenidos para toda la muestra en el Test de los Senderos, considerando Estudiante, Tiempo, Aciertos, Errores, Ejecución, Velocidad y Precisión en el Test de Salida.

Estudiante	Test de Salida Los Senderos					
	Tiempo	Aciertos	Errores	Ejecución	Velocidad	Precisión
1	289	85	1	9	10	7
2	276	86	1	10	10	6
3	258	86	2	10	10	5
4	370	85	1	6	6	6
5	284	86	0	9	10	10
6	284	86	1	9	10	7
7	343	86	1	7	7	9
8	273	84	6	9	10	3
9	315	86	0	8	8	10
10	368	86	0	6	6	10
11	217	86	0	10	10	10
12	371	86	1	6	6	10
13	359	86	0	7	6	10
14	304	86	0	8	9	10
15	326	75	22	7	10	1
16	294	86	0	10	9	10
17	456	86	0	4	4	10
18	278	86	0	10	10	10
19	375	82	9	5	6	3
20	332	86	2	7	8	6
21	249	83	4	10	10	3
22	300	85	1	8	8	9
23	230	74	16	7	10	1
24	279	86	1	10	10	10
PROMEDIO	309,6	84,5	2,9	8,0	8,5	7,3

Tabla 9 / Fuente propia

La tabla del Test de Salida nos muestra dos casos que se escapan de la norma, los estudiantes 15 y 23 cometieron exceso de errores y en el caso del

estudiante 23 al acelerar el tiempo de realización incurrió en más errores lo que se expresa en la

Variable Velocidad/Tiempo

Decatipos en la variable Velocidad/Tiempo

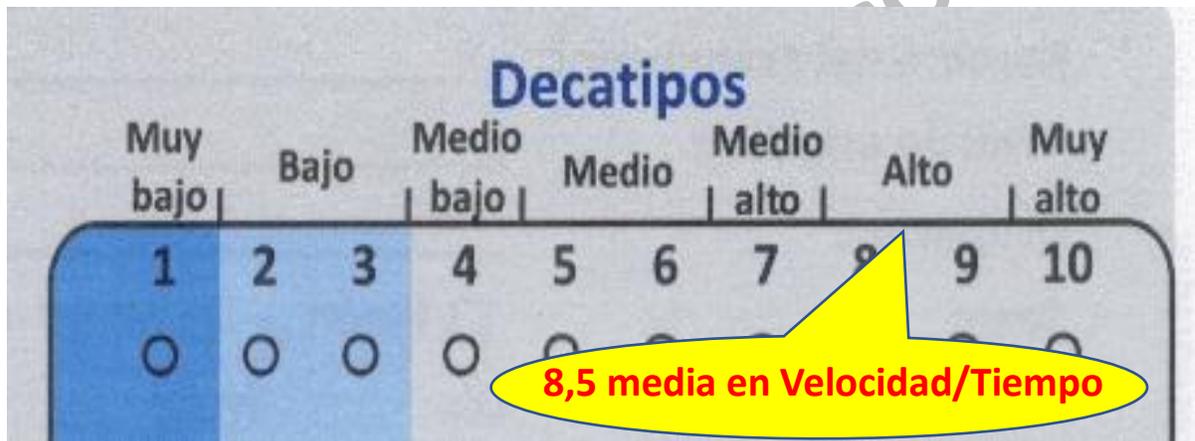


Imagen 12 / Fuente: Editorial TEA

La media en la variable Velocidad/Tiempo es de 309,6 segundos en Test de Salida lo equivale al Decatipo 8,5 que de acuerdo al estándar de TESEN es Alto, como se observa en la imagen 12.

Media en variable **Velocidad/Tiempo** en Test de Salida

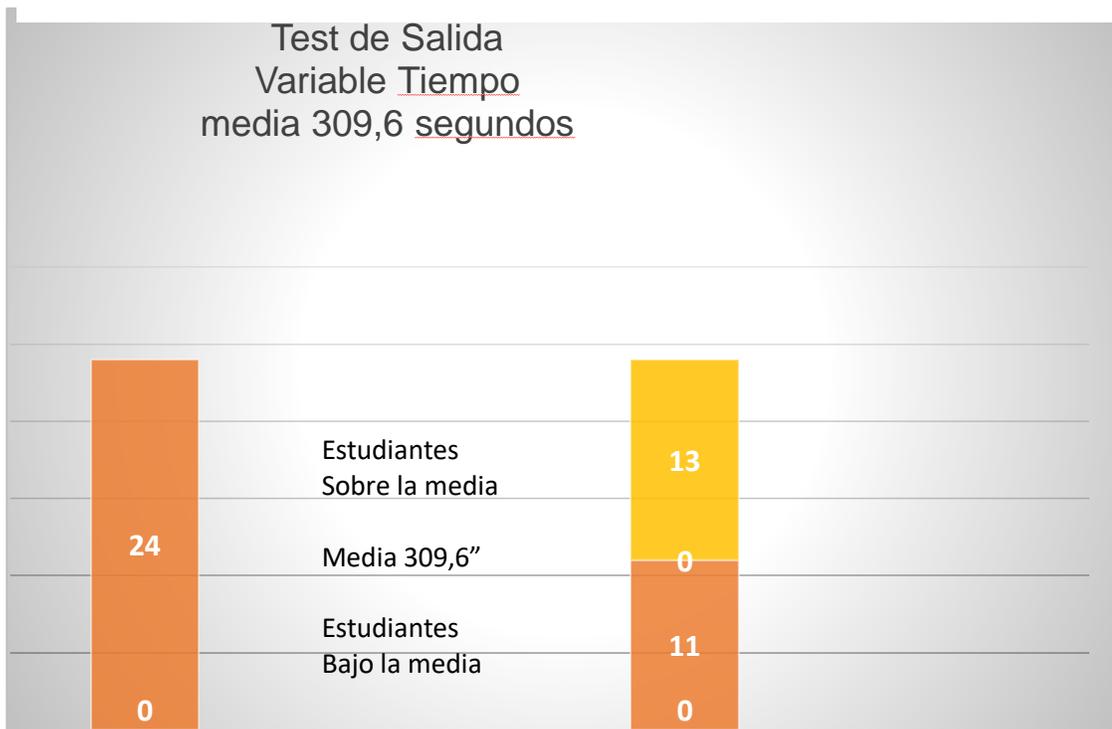


Gráfico 3 / Fuente propia

La media de la variable Velocidad/Tiempo es de 309,6 segundos, según el gráfico 13 estudiantes estuvieron sobre la media y 11 estudiantes estuvieron bajo la media.

Como ya se señaló la variable Velocidad/Tiempo del Test de los Senderos se correlaciona a las Funciones Ejecutivas *Velocidad de procesamiento perceptivo*, *Atención sostenida*, *Fluidez de la respuesta motora* y *Memoria prospectiva*, por lo que estas FE de acuerdo al estándar TESEN después de la intervención pedagógica están en Alto.

Variable Ejecución:

*Decatipos en la variable **Ejecución** en el Test de salida*

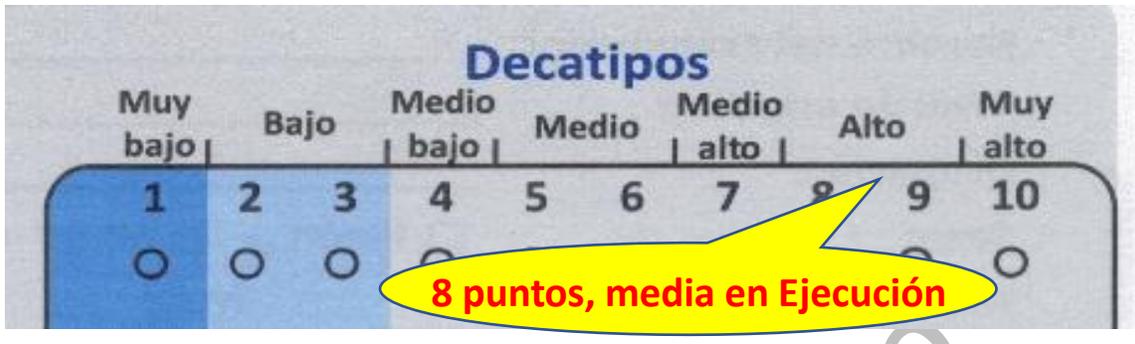


Imagen 13 / Fuente: Editorial TEA

Ya se señaló que la variable Ejecución en TESEN es la síntesis de *aciertos, errores y tiempo* de realización del test. En el Post Test el puntaje de la media fue de 8 puntos sobre un máximo de 10,

El puntaje de la variable Ejecución demuestra que las FE *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora, Memoria prospectiva, Memoria de trabajo, Flexibilidad mental y Planificación*, de acuerdo al estándar de TESEN en el valor Alto.

Media en variable Ejecución en Test de Salida

El gráfico 5 nos muestra que en la variable Ejecución, tres estudiantes estuvieron en la media, 11 sobre la media y 10 bajo la media.



Gráfico 5 / Fuente propia

Variable Precisión:

Decatipos de variable Precisión en Test de Salida

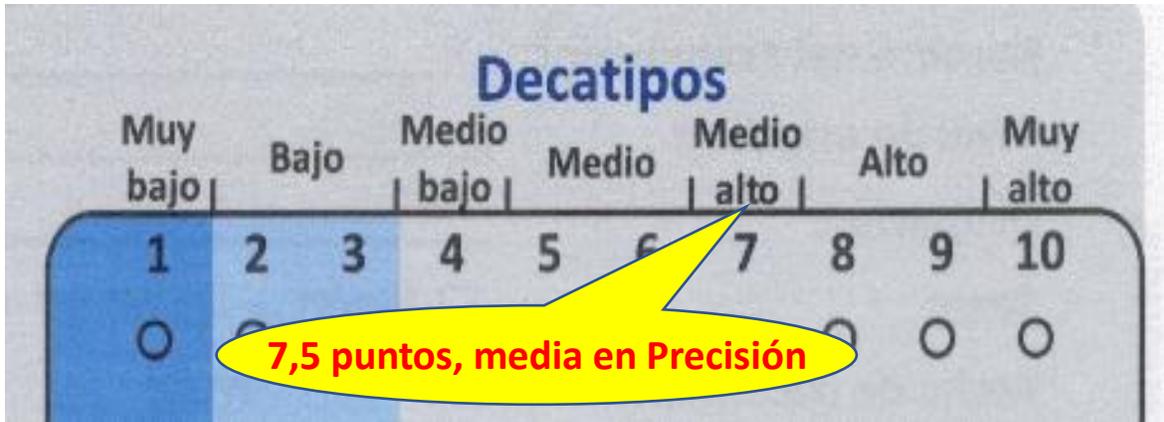


Imagen 14 / Fuente: Editorial TEA intervenida

La variable Precisión en TESEN son los Aciertos menos los Errores en la realización del Test. El puntaje promedio fue de 7,3 puntos sobre un máximo de 10.

Las Funciones Ejecutivas medidas por el Test de los Senderos en la variable Precisión: *Memoria de trabajo*, *Atención sostenida*, *Memoria prospectiva*, *Planificación* y *Flexibilidad mental*, de acuerdo al estándar de TESEN estarían en el valor Medio Alto.

*Media de variable **Precisión** en Test de Salida*

El gráfico nos muestra que de 24 estudiantes 13 están sobre la media y 11 bajo la media.

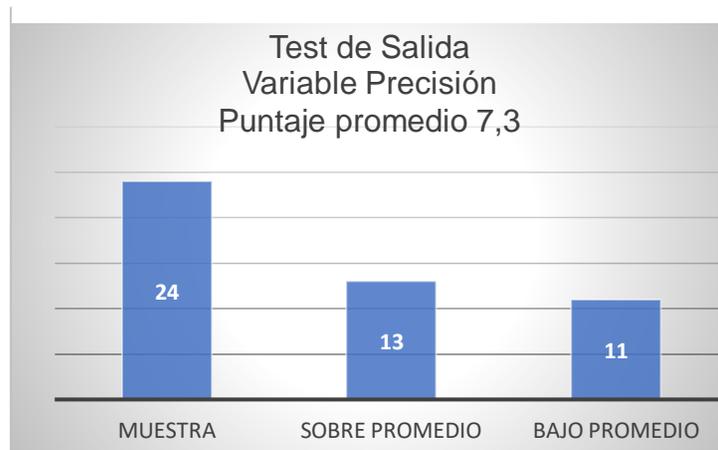


Gráfico 6 / Fuente propia

*Media del estándar de Test de los Senderos
y medias del Test de Salida de estudiantes de medicina*

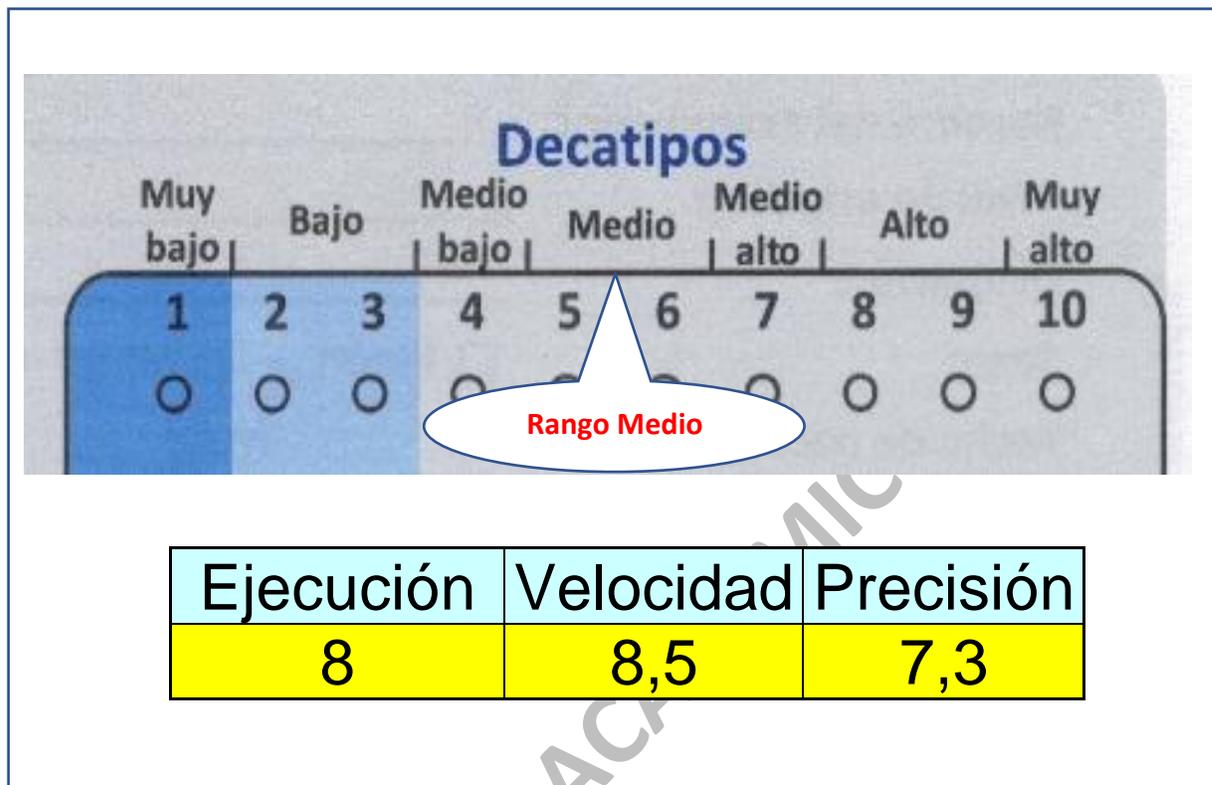


Imagen 15 / Fuente propia

Como se observa en la imagen 14 en todas las variables que considera TESEN en el Test de Salida y que inciden en las Funciones Ejecutivas están por sobre la media estándar del Test de los Senderos.

4.4 Prueba de significación estadística aplicada a los datos

Las pruebas de significación estadística, se aplican a la masa de datos de una investigación, en la idea de someter a prueba una hipótesis, que asume la forma de Hipótesis Nula o Hipótesis de Nulidad, generalmente representada por la simbología H_0 (*hache sub cero*). La aplicación de estas pruebas de significación, también se denomina Docimasia de Hipótesis.

Las pruebas de significación estadística que se aplican, deben corresponderse con el nivel de medición de las variables. En este caso y considerando los aspectos que mide el test utilizado, se trata de datos propios de aspectos, factores, componentes o variables continuas o de intervalo. La mejor prueba de significación o prueba de hipótesis, dado el tipo de datos que entrega el test aplicado, corresponde a la *Prueba t de Student*.

En el caso de esta tesis, cabe recordar la hipótesis general de trabajo, que plantea que los alumnos de la carrera de medicina de la Universidad Mayor, sometidos a una intervención metodológico-didáctica basada en el método de proyectos y con uso intensivo de las TIC's, para obtener determinados objetivos y productos específicos (un libro y una página Web), son capaces de modificar hacia la mejoría, las funciones ejecutivas que considera el Test de Los Senderos, utilizando para ello los siguientes seis aspectos: *tiempo, aciertos, errores, ejecución, velocidad y precisión*. Lo anterior, aplicado dicho test, como pre test o test de entrada y como post test o test de salida.

El diseño experimental, supone que la intervención pedagógica provocaría un aumento en el promedio de los resultados del grupo único, lo que resulta evidente si se comparan los puntajes obtenidos por el grupo único, en estos seis aspectos,

antes y después del experimento, al aplicar el pre y post test, respectivamente, según se observa en la tabla siguiente.

Comparación de los puntajes obtenidos por los alumnos de la muestra bajo estudio en las Tres variables que considera el Test de Los Senderos en el pre y post test.

Aspecto medido	Pre Test	Post Test
Velocidad/Tiempo	332,4	309,6
Ejecución	6,79	8,0
Precisión	6,8	7,3

Tabla 10 / Fuente propia

Ciertamente, los valores promedios grupales del post test, son mejores que aquellos obtenidos por el mismo grupo en el pre test, es decir, antes de la experiencia. Al cabo del experimento, los alumnos de la muestra exhiben un menor tiempo utilizado en la resolución del test; aumenta aunque levemente el promedio de los aciertos y disminuye mucho más la cantidad de errores cometidos; aumenta la ejecución, lo que demuestra una mayor eficacia en la ejecución de las tareas involucradas en el test; disminuye la velocidad de ejecución de la tarea y aumenta la precisión en la ejecución de la misma, globalmente considerada.

Pero cabe la pregunta, si acaso estas diferencias, que son obvias a simple vista, a la vez resultan ser estadísticamente significativas, cuestión a la que responden las pruebas de significación estadística, como la *t de student*.

Para ello, se deben formalizar las denominadas Hipótesis Alternativa (H1) e Hipótesis Nula (H0), que son las siguientes:

- H0: Las medias o promedios del grupo único en el pre y post test, son iguales.
- H1: Las medias o promedios del grupo único en el pre y post test, son distintas.

Dicho en otras palabras, mientras la hipótesis alterna mantiene la idea global planteada por la hipótesis general de trabajo, la hipótesis nula que señala que las medias son iguales, se formula para derribarla.

Si por el imperio de la prueba de significación estadística aplicada, se derriba la hipótesis nula, cobra mayor sentido la hipótesis alterna y se empieza a asumir que la intervención pedagógica realizada, podría ser la causa (junto a otras variables presuntamente asociadas al fenómeno, que no se previeron o no se midieron), de las variaciones en los dos momentos medidos: antes y después del experimento.

Por el contrario, si no es posible derribar la hipótesis nula, los investigadores deben representar en la discusión de los resultados, por qué, habiendo variaciones de los aspectos medidos en los dos momentos, ellas no son tan diferentes.

La prueba t de student considera variantes, dentro de las cuales, se eligió la denominada *Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*, en razón a que ambos subconjuntos de datos son absolutamente comparables por provenir todas ellas, de un grupo único que recibió la intervención pedagógica y que en términos globales, solo difieren (los 24 casos de estudiantes) en que ellos fueron medidos mediante la aplicación del Test de Los Senderos, en dos momentos diferentes, separados por siete semanas de intervención.

En los acápites siguientes, se analizan los resultados de la aplicación de la *prueba t de student* como prueba de significación, para establecer si las diferencias son o no estadísticamente significativas para las variables Velocidad/Tiempo, Ejecución y Precisión de la medición del Test de Los Senderos: Ejecución, Precisión y Velocidad.

4.5 Evolución de las Funciones Ejecutivas en estudiantes de primer año de Medicina en base a la medición del Pre Test y Post Test y *Prueba t de Student* para verificar si hay diferencias estadísticas significativas.

Tabla general de puntajes Test de Entrada y Test de Salida

Test de Entrada Los Senderos							Test de Salida Los Senderos					
Estudiante	Tiempo	Aciertos	Errores	Ejecución	Velocidad	Precisión	Tiempo	Aciertos	Errores	Ejecución	Velocidad	Precisión
1	322	86	0	8,0	8,0	10,0	289	85	1	9	10	7
2	278	86	0	9,0	10,0	10,0	276	86	1	10	10	6
3	242	86	1	10,0	10,0	7,0	258	86	2	10	10	5
4	343	86	1	7,0	7,0	6,0	370	85	1	6	6	6
5	302	86	1	9,0	8,0	7,0	284	86	0	9	10	10
6	328	86	0	8,0	8,0	9,0	284	86	1	9	10	7
7	380	85	1	6,0	6,0	10,0	343	86	1	7	7	9
8	339	84	9	6,0	8,0	3,0	273	84	6	9	10	3
9	288	67	18	3,0	10,0	1,0	315	86	0	8	8	10
10	337	85	0	7,0	7,0	7,0	368	86	0	6	6	10
11	259	86	0	10,0	10,0	10,0	217	86	0	10	10	10
12	472	86	0	4,0	4,0	10,0	371	86	1	6	6	10
13	413	86	1	6,0	5,0	7,0	359	86	0	7	6	10
14	368	78	8	4,0	6,0	3,0	304	86	0	8	9	10
15	278	86	17	3,0	8,0	1,0	326	75	22	7	10	1
16	350	86	0	7,0	6,0	10,0	294	86	0	10	9	10
17	489	86	0	4,0	3,0	10,0	456	86	0	4	4	10
18	345	85	1	7,0	7,0	6,0	278	86	0	10	10	10
19	284	71	21	4,0	10,0	1,0	375	82	9	5	6	3
20	321	86	1	8,0	9,0	6,0	332	86	2	7	8	6
21	302	86	0	9,0	9,0	10,0	249	83	4	10	10	3
22	365	85	2	6,0	6,0	4,0	300	85	1	8	8	9
23	250	86	2	10,0	10,0	5,0	230	74	16	7	10	1
24	322	86	0	8,0	8,0	10,0	279	86	1	10	10	10
MEDIA	332,4	84,0	3,5	6,8	7,6	6,8	309,6	84,5	2,9	8,0	8,5	7,3

Tabla 10 / Fuente propia

Como se muestra en la tabla dividida en Pre Test y Post Test, la fila amarilla muestra las medias de cada una de las variables que mide TESEN. Se puede observar que hay una evolución positiva en la media de los puntajes de la medición, lo que se infiere es en hay una evolución de las Funciones Ejecutivas de los estudiantes que realizaron los dos test con siete semanas de diferencia. Vamos a comparar cada una de las variables y observar esta evolución y aplicaremos la *Prueba t de Student* para observar si hay diferencias estadísticas significativas.

Variable Velocidad/Tiempo en la realización del Pre y Post Test

Variable Velocidad/Tiempo en Test de Entrada y Test de Salida

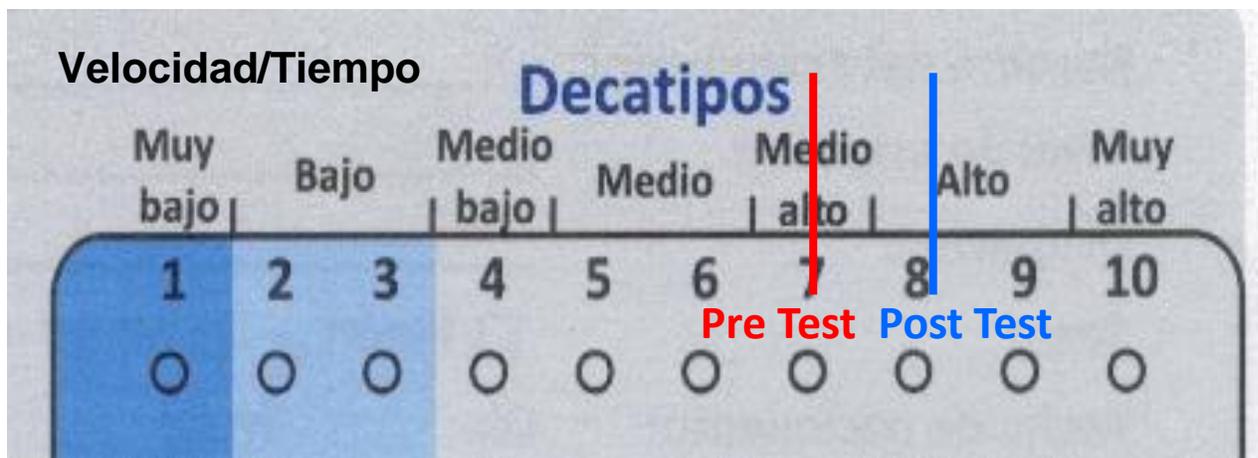


Imagen 16 / Fuente: Editorial TEA

En el Pre Test la velocidad es de 332,4 segundos y en Post Test es de 309 segundos. Hay una evolución positiva, la disminución del tiempo de realización

Decatipos Velocidad/Tiempo comparados en Test de Entrada y Test de Salida

De acuerdo a TESEN, después de siete semanas los estudiantes evolucionaron desde un puntaje de 7,6 a 8,5 de un máximo de 10 puntos. Después de la intervención la muestra evolucionó de Medio Alto a Alto. De la variable Velocidad/Tiempo, como ya señalamos, se infieren las Funciones Ejecutivas *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora y Memoria prospectiva.*

Variables Velocidad/Tiempo en Test de Entrada y Test de Salida

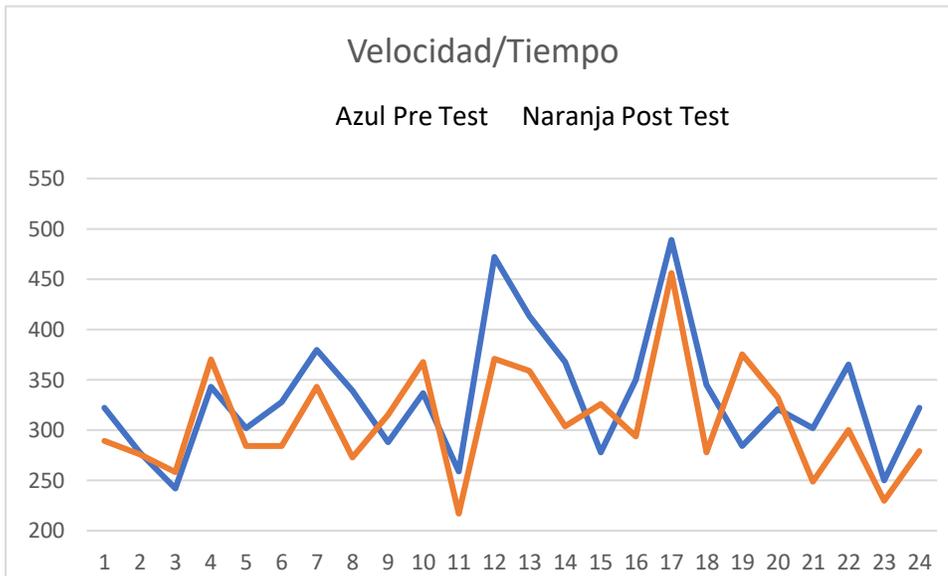


Gráfico 7 /Fuente propia

El gráfico muestra en el eje “x” a los estudiantes individualizados por su número y en el eje “y” la cantidad de segundos empleados al realizar el Test de Entrada (azul) y el Test de Salida (naranja). Se observa que la curva azul está por sobre la curva naranja. Por lo tanto, hay una variación en la disminución del tiempo de realización en el Post Test. El gráfico muestra que 21 estudiantes mejoraron su rendimiento en el Post Test al disminuir el tiempo de realización, y solo tres aumentaron el tiempo.

Método t de Student para verificar si hay diferencias estadísticas significativas

Resultados generales Velocidad/Tiempo Test Entrada y Test de Salida

El Test de los Senderos (TESEN) evalúa las Funciones Ejecutivas a través de cuatro test que miden la *Velocidad* de la realización del test, la *Ejecución* que es la síntesis de aciertos, errores y velocidad y *Precisión* que son los aciertos menos los errores.

Los resultados de cada variable medida en el Pre Test y Post Test muestran variaciones que a simple vista y observadas en los gráficos son claras, pero a través del *Método t de Student* queremos verificar si estas variaciones son estadísticamente significativas.

Velocidad / Tiempo de realización del test.

Media Pre Test 332,4 segundos

Media Post Test 309,6 segundos

La Hipótesis nula, H_0 = No hay diferencias entre medias.

La Hipótesis alternativa, H_a = Si hay diferencias entre medias.

Valor Alpha= 0,05 de confiabilidad

Estudiante	Velocidad/Tiempo Pre Test	Velocidad/Tiempo Post Test
1	322	289
2	278	276
3	242	258
4	343	370
5	302	284
6	328	284
7	380	343
8	339	273
9	288	315
10	337	368
11	259	217
12	472	371
13	413	359
14	368	304
15	278	326
16	350	294
17	489	456
18	345	278
19	284	375
20	321	332
21	302	249
22	365	300
23	250	230
24	322	279
MEDIA	332,4	309,6

Tabla 11/ Fuente propia

Tabla de Método t de Student para Velocidad/Tiempo

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas			
Velocidad/Tiempo	Test Entrada	Test Salida	
Media	332,38	309,58	
Estadístico t	2,47		
P(T<=t) dos colas	0,02	< Valor Alpha =	0,05
Valor crítico de t (dos colas)	2,07		

Tabla 12 / Fuente propia

De acuerdo a la *Prueba t para medias de dos muestras emparejadas* si $P(T \leq t)$ dos colas = a **0,02 y este valor es menor al valor Alpha de 0,05**. Significa que en Velocidad/Tiempo en entre las Medias de Pre y Pos Test **si hay una diferencia estadística significativa**. Por tanto, hay una evolución de las Funciones Ejecutivas que mide esta variable de TESEN: *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora y Memoria prospectiva*.

Por lo expuesto precedentemente:

- Se rechaza la hipótesis nula H_0
- Se acepta la Hipótesis alterna H_a

Ejecución:

Ya hemos señalado la importancia de esta variable en TESEN porque es la síntesis de la Velocidad/Tiempo de realización, y Precisión (los aciertos y los errores). Con esta variable se infieren las FE *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora, Memoria prospectiva, Memoria de trabajo, Flexibilidad mental y Planificación.*

Decatipos en variable Ejecución comparados en Test de Entrada y Test de Salida

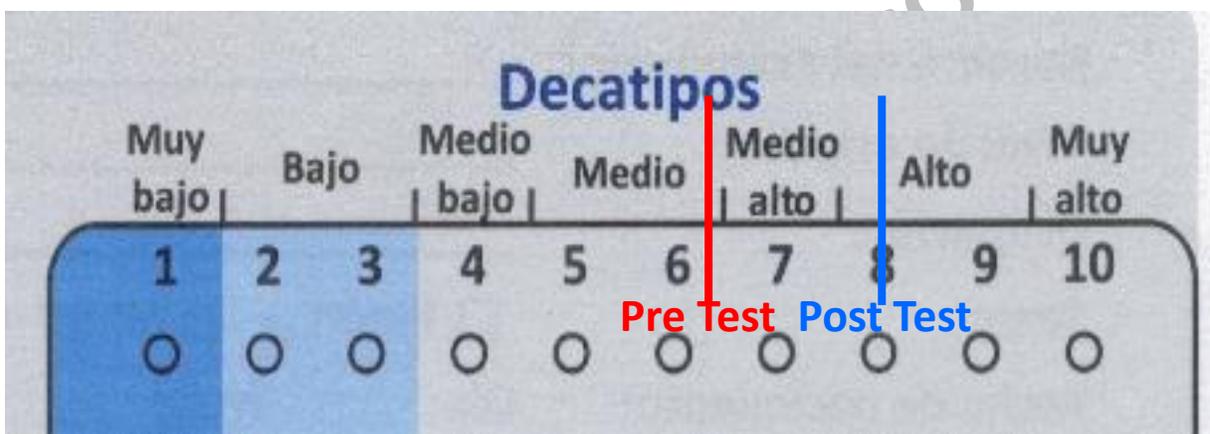


Imagen 17 / Fuente Editorial TEA

En el Pre Test la media en Ejecución fue de 6,8 puntos y en el Post Test de 8,0 de un máximo de 10 puntos. Como se observa en la imagen en el Pre Test el estándar fue *Medio* cercano a *Medio Alto* y en el Post Test el estándar sube a *Alto*. Se observa una evolución en la media del Post Test.

Resultados generales Variable Ejecución
en Test de Entrada y Test de Salida

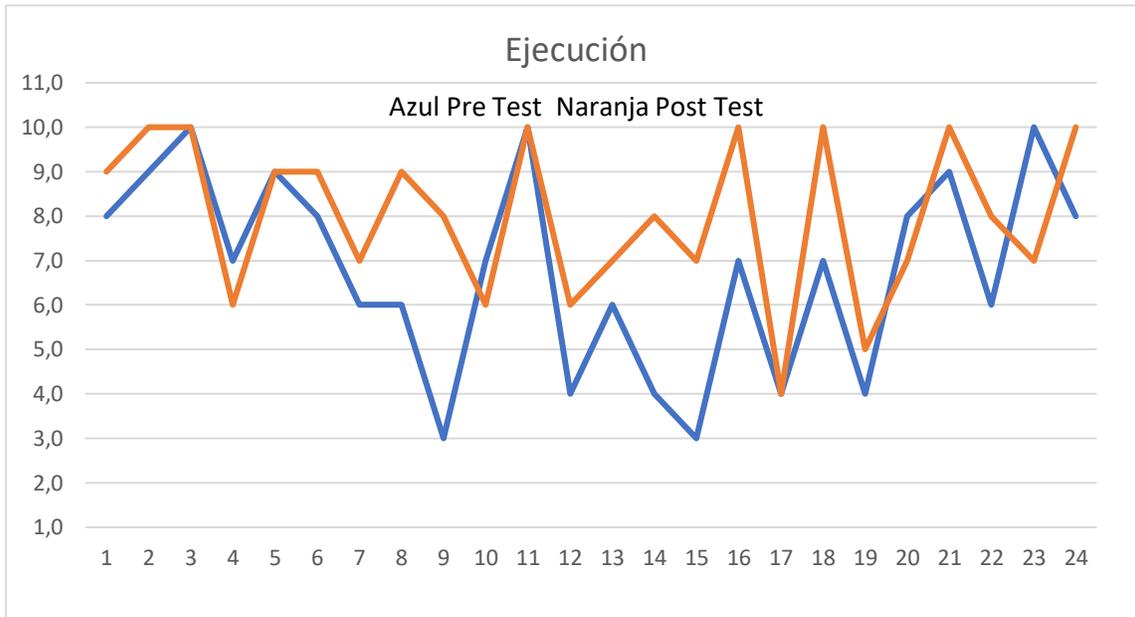


Gráfico 8 / Fuente propia

El gráfico demuestra la evolución en el rendimiento de los estudiantes en la variable Ejecución, la curva naranja del Test de Entrada está por encima de la curva azul del Test de Salida.

Ejecución y T de Student

Resultados generales Variable Ejecución Test Entrada y Test de Salida

Media Pre Test 6,8 puntos

Media Post Test 8,0 puntos

La Hipótesis nula, H_0 = No hay diferencias entre medias.

La Hipótesis alternativa, H_a = Si hay diferencias entre medias.

Valor Alpha= 0,05 de confiabilidad

Estudiante	Ejecución Pre Test	Ejecución Post Test
1	8,0	9
2	9,0	10
3	10,0	10
4	7,0	6
5	9,0	9
6	8,0	9
7	6,0	7
8	6,0	9
9	3,0	8
10	7,0	6
11	10,0	10
12	4,0	6
13	6,0	7
14	4,0	8
15	3,0	7
16	7,0	10
17	4,0	4
18	7,0	10
19	4,0	5
20	8,0	7
21	9,0	10
22	6,0	8
23	10,0	7
24	8,0	10
MEDIA	6,8	8,0

Tabla 13 / Fuente propia

Prueba t de Student para la variable Ejecución

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas			
	<i>Pre Test</i>	<i>Post Test</i>	
Media	6,79	8,00	
Estadístico t	-3,17		
P(T<=t) dos colas	0,0042	< Valor Alpha	0,05
Valor crítico de t (dos colas)	2,07		

Tabla 14 / Fuente propia

De acuerdo a la *Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*, si P(T<=t) dos colas es **0,0042 es menor que Valor Alpha 0,05**, por tanto la variación de la media en Ejecución de del Pre Test y Post Test **si es estadísticamente significativa**. Hay una evolución real en la variable Ejecución en TESEN lo que se infiere en que hubo una evolución en las FE *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora, Memoria prospectiva, Memoria de trabajo, Flexibilidad mental y Planificación*.

Dado lo anterior:

- Se rechaza la hipótesis nula H0
- Se acepta la hipótesis alterna Ha

Variable Precisión y T de Student

Decatipos en variable Precisión comparados en Test de Entrada y Test de Salida

Como se observa en la imagen 17, la media del Pre Test es 6,8 puntos y del Post Test 7,3 de un máximo de 10 puntos. Es un incremento suave de menos de un punto de rendimiento de los estudiantes. De acuerdo al estándar de TESEN, la evolución fue de *Medio a Medio Alto*.

Las Funciones Ejecutivas que se infieren de esta variable Precisión de TESEN son *Memoria de trabajo, Atención sostenida, Memoria prospectiva, Planificación y Flexibilidad mental*.

Variable Precisión en Test de Entrada y Test de Salida

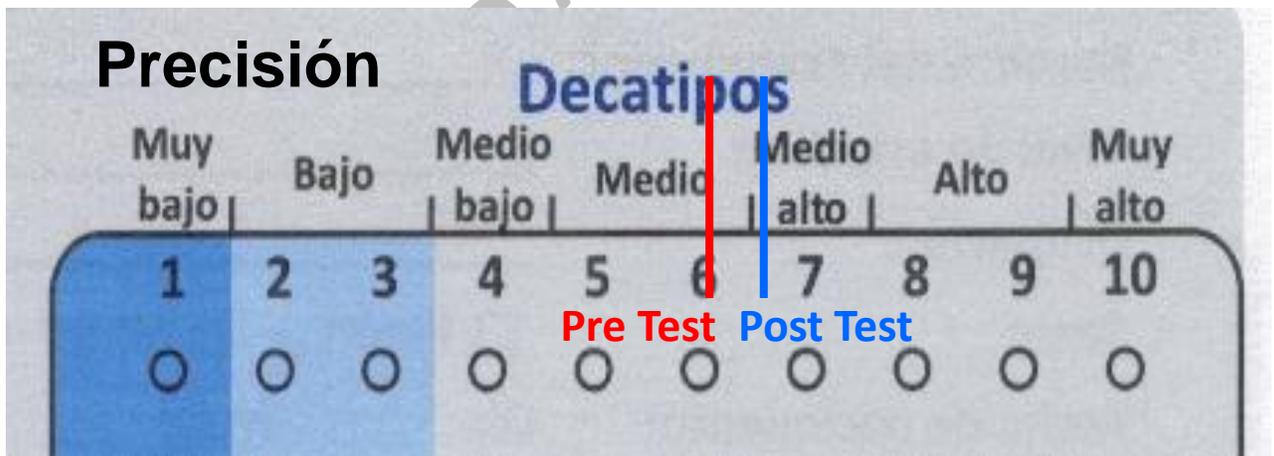


Imagen 18 / Fuente: Editorial TEA

*Resultados generales Variable Ejecución
en Test de Entrada y Test de Salida*

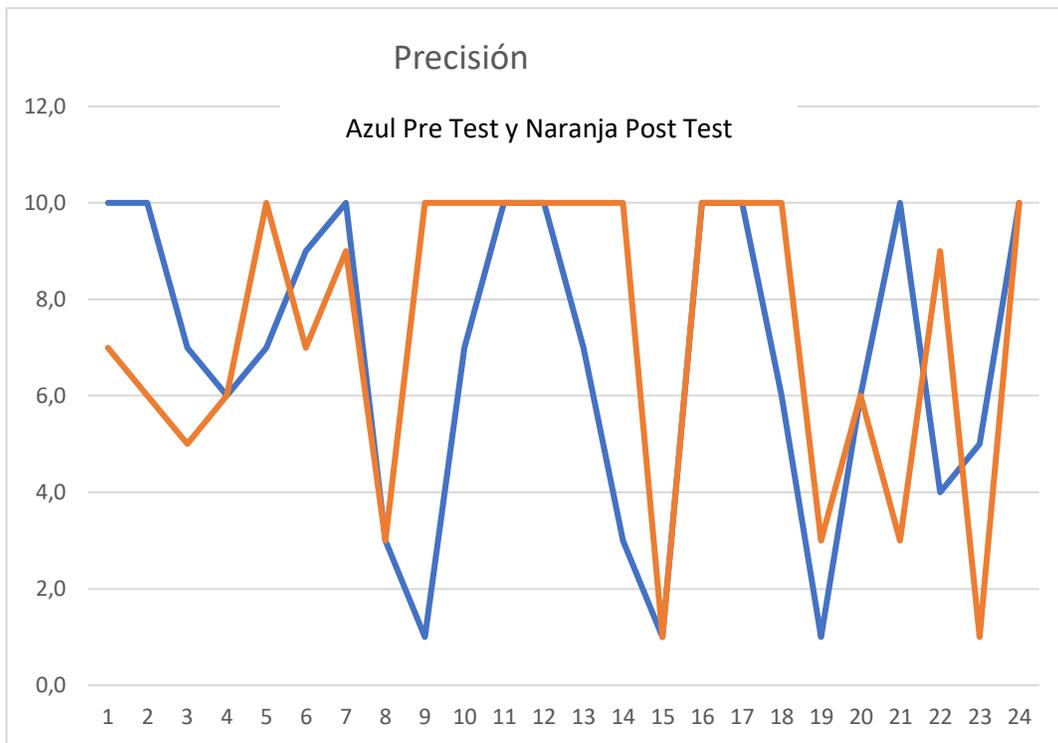


Gráfico 9 / Fuente propia

Como se observa el gráfico 9, las curvas están más cercanas, se interponen unas en otras y no se aprecia una tendencia definida que nos lleve a pensar que hay un incremento sustantivo. Eso demuestra que la evolución en esta variable es más suave y no es claro si hay diferencias estadísticamente significativas.

Resultados generales Variable Precisión en Test de Entrada y Test de Salida

Precisión (Síntesis de aciertos y errores) y T de Student

Media Pre Test 6,8 puntos

Media Post Test 7,3 puntos

La Hipótesis nula, H_0 = No hay diferencias entre medias.

La Hipótesis alternativa, H_a = Si hay diferencias entre medias.

Valor Alpha= 0,05 de confiabilidad

Estudiante	Precisión Pre Test	Precisión Post Test
1	10,0	7
2	10,0	6
3	7,0	5
4	6,0	6
5	7,0	10
6	9,0	7
7	10,0	9
8	3,0	3
9	1,0	10
10	7,0	10
11	10,0	10
12	10,0	10
13	7,0	10
14	3,0	10
15	1,0	1
16	10,0	10
17	10,0	10
18	6,0	10
19	1,0	3
20	6,0	6
21	10,0	3
22	4,0	9
23	5,0	1
24	10,0	10
MEDIA	6,8	7,3

Tabla 15 7 Fuente propia

Prueba t de Student para la variable Precisión

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas			
	Pre Test	Post Test	
Media	6,79	7,33	
Estadístico t	0,74		
P(T<=t) dos colas	0,47	>Valor Alpha	0,05
Valor crítico de t (dos colas)	2,07		

Tabla 16 / Fuente propia

De acuerdo a la *Prueba t para medias de dos muestras emparejadas*, P(T<=t) de dos colas es 0,47, **que es mayor que Valor Alpha 0,05**, por tanto la variación de la media en Ejecución del Pre Test y Post Test **no es estadísticamente significativa**. Ambas muestras son estadísticamente emparejadas. Aunque los datos numéricos y los gráficos digan lo contrario, no hay una evolución real en la variable Precisión en TESEN lo que se infiere en que en esta prueba no hubo una evolución en las Funciones Ejecutivas *Memoria de trabajo, Atención sostenida, Memoria prospectiva, Planificación y Flexibilidad mental*.

Por lo expuesto:

- Se acepta la hipótesis nula
- Se rechaza la hipótesis alterna Ha

La medición de esta variable de TESEN contradice las mediciones de otras variables en las que si hubo una variación estadísticamente significativa en la evolución de la FE. Las Funciones Ejecutivas *Memoria de trabajo, Atención sostenida ya habían sido evaluadas en evolución en la variable Ejecución y las FE Planificación y Flexibilidad mental habían sido evaluadas en evolución en la variable Velocidad/Tiempo*. Ante estos resultados debemos tener cautela al evaluar las FE con un solo instrumento, porque diferentes pruebas de un mismo test pueden entregarnos resultados contradictorios como es este caso. Igualmente, es necesario considerar, además, la posible incidencia en los resultados de variables no medidas o no previstas, el tamaño más bien pequeño de la muestra, entre otros factores

4.6 Consideraciones acerca de la hipótesis general de trabajo

La hipótesis de trabajo es que las Funciones Ejecutivas pueden potenciarse en aula si se utilizan estrategias académicas como el Diseño de Proyectos en que los estudiantes realizan proyectos reales que sean significativos para ellos y para la comunidad. En esta intervención los estudiantes realizaron el proyecto de crear un libro de anatomía que iba en beneficio directo para ellos mismos, por ser el ramo de Anatomía una de las asignaturas con mayor número de reprobados, lo que contenía un fuerte valor emocional. También, este libro sería beneficioso para cualquier estudiante de la carrera de Medicina con dificultades de aprendizaje en el ramo de Anatomía.

Para realizar este libro en un plazo acotado y con especificaciones claras, tuvieron que emplear a fondo sus Funciones Ejecutivas para responder al desafío académico. Por lo tanto se puede inferir que la intervención pudo ser un factor relevante en la evolución de las FE.

¿Qué estaría midiendo el Test de los Senderos? Desde el puesto de observador del docente, cuando los estudiantes estaban realizando el Test de Entrada y el Test de Salida y desde el lugar como revisor de los cuadernillos y respuestas, se podría afirmar que el TSESEN evalúa marginalmente la Gestión de Emociones, y que no tiene gran incidencia en su ejecución ya que solo tres personas de 24 no controlaron su estado de ansiedad competitiva e incurrieron en errores garrafales, al hacerlo rápido perdieron eficiencia.

La Memoria Operativa se pone en juego ya que la información visual de donde están los elementos en el plano y cuál es la alternancia que corresponde al momento de realización del test debe estar en "línea", o sea, debe estar fresca en la memoria para no incurrir en errores. La Planificación es importante, porque en pocos segundos la persona debe crear una estrategia de trabajo para cumplir la

tarea en el menor tiempo posible. Control Atencional, quizás sea uno de los más importantes que mide el test, ya que se debe tener atención sostenida, alternante y control a la interferencia, el test está diseñado para poner atención en su realización.

La velocidad de procesamiento de la información juega un rol importante en el test, ya que todo funciona contra reloj y se requiere tener el funcionamiento cerebral en forma óptima. La memoria visuoespacial está presente en todo momento al tener visualizado la ubicación de los elementos sobre el plano.

La Flexibilidad mental cobra importancia en las alternancias de forma y color y en la secuencia inversa. Ser flexibles al cambio de estrategia permite incrementar los aciertos y disminuir los errores.

El Test de Los Senderos es una herramienta que sirve para tener una visión aproximada de las FE, porque declara que mide 9 FE, y todos los textos de Neurociencias señalan que es imposible que un solo test pueda medir tantas FE. Una vez finalizada la medición y analizado los datos creemos que es necesario combinarlas con otros test para tener una visión más integra del funcionamiento ejecutivo de una persona.

Para finalizar este capítulo podemos decir que el Diseño de Proyectos es el ambiente amigable para desarrollar las FE, ya que para su realización compromete las habilidades para solucionar problemas con tiempos y recursos acotados; requiere Actualizar los conocimientos ante una tarea novedosa; permite accionar la Memoria Operativa activando los conocimientos previos; se activan los sistemas Atencionales al filtrar la información irrelevante; permite activar la velocidad de procesamiento ya que ante una nueva tarea implica poner en funcionamiento los sistemas neuronales; y se activa la Gestión de emociones al enfrentarse a resolver una necesidad importante para el desarrollo de su carrera que es aprender tecnologías de la información y anatomía a la vez.

Las Tecnologías de la Información y Comunicación son las herramientas eficientes para el trabajo de Diseño de Proyectos porque es soporte de creación y difusión de los contenidos creados por los estudiantes.

Los resultados de pueden observar desde tres vertientes, la Evaluación de las Funciones Ejecutivas antes y después de la experiencia; la eficacia del Diseño de Proyectos como práctica pedagógica y la eficiencia de las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas para el aprendizaje.

Para sintetizar sobre lo expuesto:

Hubo un claro aumento en el desarrollo de las FE, y pudo ser porque:

- a) Se potenciaron las FE al *planificar y secuenciar* una tarea compleja como producir un libro de Anatomía, al utilizar la *memoria de trabajo* al tener en mente sus conocimientos previos, al utilizar la *atención sostenida y enfocada* para para filtrar la información relevante y no considerar los elementos distractores, la *memoria prospectiva* para ir diseñando su trabajo en función de lo planeado, todo ello para la consecución de un objetivo importante para su desempeño académico.
- b) Su plasticidad cerebral y el intenso incremento de mielinización les confiere mayor velocidad de procesamiento de la información. (Blackemore, 2007).
- c) Seis semanas antes ya habíamos aplicado el mismo test
- d) Se debe al fuerte entrenamiento de los estudiantes en todas sus asignaturas que demandan un gran esfuerzo cognitivo.

4.7 Discusión acerca de los resultados obtenidos en la investigación

Las Funciones Ejecutivas debieran estar en el centro de la práctica pedagógica tanto en las escuelas como en las universidades. Al ser habilidades necesarias para la consecución de objetivos complejos, como estudiar una carrera, o cursar los estudios, su desarrollo es necesario para ampliar las capacidades operativas de nuestros estudiantes.

La pedagogía utilizada debiera estar basada en didácticas que permitieran su desarrollo y uso en el aula, como también su evaluación.

En este caso, de intervención con estudiantes de primer año de la carrera de Medicina, se estima que la estrategia metodológico-didáctica del *Diseño de Proyectos*, es un ambiente amigable para su desarrollo, pero su evaluación debiera ser complementada con otros test como el de Las Anillas y de Las Cartas de Iowa para evaluar la *Gestión de emociones*. Las emociones juegan un rol fundamental en el proceso de aprendizaje; las emociones son las activadoras de la motivación tan necesaria para aprender, al punto que sin motivación para aprender, nada se puede hacer.

El autor de esta tesis opina que la evaluación de las FE con el Test de Los Senderos puede aportar información, pero es necesario contar con otros instrumentos, y realizar las pruebas con un grupo de control. Igualmente, hacer las mediciones más espaciadas en el tiempo, para evaluar el fuerte entrenamiento cognitivo que vive un estudiante de medicina con una recargada agenda que contempla ocho asignaturas semestrales.

Es importante considerar el tamaño reducido de la muestra ya que la muestra real fue de 24 estudiantes de un universo real de 48. Cuando se hizo el el test de salida, varios estudiantes quisieron participar y se loes tomó la muestra, pero como no habían hecho el Test de Entrada no se les consideró en los resultados, por lo

que se considera que una mayor seducción a los estudiantes se hubiera tenido una muestra mas significativa.

Una muestra mayor tal vez hubiera sido más representativa en la variable Precisión en la que no hubo una diferencia estadísticamente significativa ya que los promedios estaban muy cercanos.

Un mayor espacio de tiempo entre el Test de Entrada y de Salida podría haber expresado con mayor claridad si hubo una evolución de las FE más significativas.

Una mayor riqueza de la muestra que considere estudiantes de diferentes carreras, edades, y sexo, podría entregarnos una mayor información sobre Funciones Ejecutivas.

EL factor emociones es una variable más importantes de las FE, pero el Test de los Senderos no es un instrumento apropiado para evaluarlas

CAPITULO V. CONCLUSIONES

A continuación, en este capítulo abordaremos las conclusiones finales de esta experiencia académica y de la medición de las FE en estudiantes de medicina, su relación con el Marco Teórico, como así mismo la importancia de las Funciones Ejecutivas y aprendizaje en el aula y como las instituciones educacionales pueden potenciarlas en los estudiantes para un mejor rendimiento académico. Al finalizar se expresa la necesidad que otro grupo de investigación continúe explorando la relación Funciones Ejecutivas/rendimiento académico y las herramientas para su fortalecimiento como el Mindfulness, la Neuróbica y el Yoga.

5.1 Conclusiones Generales

En referencia a la pregunta problema de esta tesis, “¿Es posible potenciar las Funciones Ejecutivas en el aula con Diseño de Proyectos como estrategia metodológica y las Tecnologías de la Información y Comunicación como herramientas de trabajo? “

La respuesta es sí. La metodología denominada *Diseño de Proyectos* es un ambiente amigable para su potenciamiento, por cuanto esta metodología está planteada para resolver problemas reales, novedosos y complejos. Para ello, los estudiantes debieron emplear a fondo sus FE para resolver un problema que les era significativo, que **tenía** implicancias en su desarrollo académico, de lo contrario no podrían avanzar en la consecución de su objetivo. El problema a resolver era crear un texto de estudio de anatomía para estudiantes con problemas de aprendizaje, que sirviera no solamente a ellos, también para otros estudiantes de otras promociones.

Los productos de esta intervención pedagógica y el resultado de poner en práctica sus Funciones Ejecutivas están a la vista en la imagen 18.

Facsímil de Página Web y e-Book subidos a la web de libre disposición

Página Web



e-Book

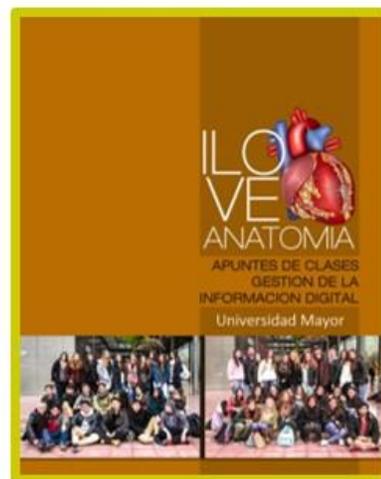


Imagen 19 / Fuente propia

Y ante el título de esta tesis que es la *Medición de las Funciones Ejecutivas mediante el test de Los Senderos en estudiantes de primer año de Medicina que utilizaron el Diseño de Proyectos como estrategia pedagógica en un programa de Gestión de la Información Digital (TICs), en el segundo semestre de 2017 en la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor*. Se puede decir, sí fueron medidos.

Sus resultados son alentadores porque se observa una evolución después de la experiencia académica. Pero debemos observarlos con cautela porque en un caso son contradictorios, como ya fue expuesto en el capítulo anterior, hay variables de los resultados del Test de los Senderos que entregan información que desmiente a otra información.

5.2 Conclusiones acerca de los objetivos:

En relación con esta materia, se tenía los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Describir el efecto de una pedagogía basada en el desarrollo de proyectos en un programa semestral de Gestión de la Información Digital, en el desarrollo de las funciones ejecutivas de los alumnos de primer año de la carrera de medicina de la Facultad de Ciencias de la Universidad Mayor, medido a través del Test de Los Senderos. Sí se describió en detalle el efecto de la pedagogía y se realizaron productos digitales a libre disposición en la Web.

Objetivos específicos:

- a) *Evaluar la capacidad para planificar, memoria de trabajo, flexibilidad mental y memoria prospectiva, antes y después de la intervención con el Test de Los Senderos. Sí se evaluó con un Test de Entrada al comienzo de la intervención y un Test de Salida al finalizar la experiencia pedagógica.*
- b) *Establecer si las diferencias después-antes de la intervención, son estadísticamente significativas. Para ello, se utilizó la prueba de significación denominada *t* de student.*

Se estableció que existen diferencias significativas despues-antes en los resultados que miden las variables Velocidad/Tiempo de las que se infieren las Funciones Ejecutivas *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora y Memoria prospectiva*; y la variable Ejecución de las que se infieren las FE *Velocidad de procesamiento perceptivo, Atención sostenida, Fluidez de la respuesta motora, Memoria prospectiva, Memoria de trabajo, Flexibilidad mental y Planificación*. En la variable Precisión, se estableció

que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el grupo, entre las mediciones del pre y post test. Hay que señalar que de esta variable se infieren las FE *Memoria de trabajo, Atención sostenida, Memoria prospectiva, Planificación y Flexibilidad mental*, donde hubo diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones antes-después, en las otras variables.

5.3 Conclusiones en relación con el Marco Teórico

El desarrollo y potenciamiento de las Funciones Ejecutivas son importantes para que una persona logre sus objetivos y contribuyan a una mejor calidad de vida. Por ello es de suma urgencia incorporarlas en el aula crear estrategias pedagógicas para su desarrollo y potenciamiento de la infancia hasta la vida universitaria.

El Diseño de Proyectos es un ambiente pedagógico amigable para este potenciamiento ya que los estudiantes al tener que realizar un proyecto real primero deben hacer una construcción mental para diseñarlo, deben establecer un plan de trabajo y secuenciarlo en el tiempo, deben recurrir a su sistema de memorias y actualizar sus conocimientos previos, establecer los recursos, monitorizar el cumplimiento de las etapas, deben focalizar su atención, en definitiva, deben de solucionar un problema, deben tensionar su sistema cognitivo, y de eso se tratan las FE, la capacidad de resolver problemas.

Para trabajar con las FE en el aula, es posible medirlas y evaluarlas con diferentes instrumentos para observar en cada uno de los estudiantes si estas se potencian o si están descendidas y derivarlo a un especialista para recuperar esas funciones.

Los resultados de esta tesis demuestran una concordancia con estudios recientes sobre la necesidad de incorporar las FE en diseño de una didáctica que permita su potenciamiento y desarrollo. Como evidencia acumulada, ahí están los

estudios de Alejandra Yoldi, Florencia Stelzer, Fernando Alcaraz, Martin Gregorio, Celina Korzenlowsky, Lady Meléndez y Natalia Mendez; los únicos siete estudios, que indagan en las FE en el aula y dan cuenta de esta necesidad de seguir investigando este objeto de estudio.

5.4 Limitaciones:

Las evaluaciones de las FE debieran hacerse con más de un instrumento y considerar no solo las FE metacognitivas, sino también las emocionales. Porque las emociones forman parte importante de la vida de las personas. Un estudiante para enfrentar un desafío complejo como es estudiar una carrera profesional que le demandará desde 4 hasta 7 años de su vida, requiere una fuerte motivación para lograr su objetivo, y para ello las emociones son el sustento para esa motivación.

Debiéramos utilizar grupos de control para comparar las evaluaciones e inferir mayor información; y a los grupos únicos practicarles un Test de Entrada y el Test de Salida más espaciados en el tiempo para observar su evolución. La muestra que se realizó fue pequeña por motivos operativos, pero debiera practicarse a poblaciones más grandes de estudiantes y de carreras de otras áreas como las ingenierías y de las áreas humanistas y artísticas.

Los estudiantes de todos los niveles debieran practicar sus FE para su desarrollo académico y personal. Después de todo las FE son para lograr objetivos que contribuyen la calidad de vida de todas las personas. Esto bien podría formar parte de una oferta académica y transformar la asignatura Competencias Académicas Universitarias en una asignatura que muestre cómo aprende el cerebro, practicar las FE con Diseño de Proyectos y estudiar y practicar la codificación de los aprendizajes para conservarlos en la memoria de largo plazo para así poder recuperarlos al momento de ser utilizados esos aprendizajes.

5.5 Proyecciones:

Este es un primer intento de aplicar las neurociencias de la educación en estudiantes de la Universidad y de medir el impacto en su desarrollo cognitivo. Se espera que otro grupo investigador pueda tomar la posta y seguir investigando y aplicando las enseñanzas que nos entregan las neurociencias de la educación para entender como aprende el cerebro.

Al finalizar esta experiencia académica quedan muchas preguntas pendientes que pueden tomar otro grupo investigador.

¿Existen otras estrategias pedagógicas pensadas de acuerdo a cómo aprende el cerebro? Por ejemplo, el *aula invertida*, didáctica en pleno auge que propone que el estudiante estudie los contenidos en su casa y luego en la universidad resuelva las dudas junto al docente y sus compañeros. El trabajo en equipo, del cual se habla mucho pero se practica poco, que potencia lo que se llama el cerebro social; o el aprendizaje basado en problemas que contribuye al fomento de la creatividad.

Aún están por descubrir los beneficios de la Neuróbica como entrenamiento cerebral para una mayor conectividad hemisférica y para desarrollar la velocidad de procesamiento. La incorporación del *Mindfulness* o el Yoga como disciplinas orientadas a optimizar el Sistema Atencional y a reducir el estrés para un mayor equilibrio emocional. Incorporar el ejercicio físico al currículum para fomentar una mayor irrigación sanguínea en el cerebro, y estimular la alimentación sana, el descanso y el buen dormir para resetear el cerebro y estimular la memoria de largo plazo.

La práctica pedagógica está abierta para incorporar todo tipo de estrategias para potenciar el aprendizaje desde el cerebro, el desafío es descubrirlas y ponerlas en práctica.

Para poner en práctica las Funciones Ejecutivas en un entorno de aprendizaje basado en Diseño de Proyectos utilizando las Tecnologías de la Información y la Comunicación, hay que actualizar los conocimientos ante una tarea que es de por sí novedosa para el tesista, para ello fue necesario recurrir a una bibliografía actualizada sobre el funcionamiento del cerebro en el aprendizaje y la evolución de las Funciones Ejecutivas desde que fueron enunciadas por Luria, conocer los distintos modelos y entenderlos y darse cuenta que aunque difieren entre ellos, siempre nos hablan de lo mismo. También era necesario adentrarse en la metodología de Diseño de Proyectos y descubrir que es una práctica que tiene casi un siglo de ser practicada por docentes adelantados a su época, como así mismo reconocer a los nuevos creadores de las Tecnología de la Información que nos han abierto a un mundo lleno de posibilidades y herramientas para la práctica docente.

En el último capítulo de esta tesis se encontrará la bibliografía que son verdaderos tesoros del conocimiento y que nos aportado información y experiencias para comprender mejor la conducta humana y las posibilidades que se abren para los estudiantes el desarrollo y potenciamiento de las Funciones Ejecutivas.

BIBLIOGRAFÍA

- Ardilla, A. (2018). Desarrollo histórico de las funciones ejecutivas. *Neuro. Psicología Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 1.
- Arias, M. d. (2012). Las Funciones ejecutivas cálidas y el rendimiento académico. *Tesis de Doctoral*. Madrid, España: Universidad Complutense.
- Arteaga, D. (2010). Funciones ejecutivas y marcadores somáticos: apuestas, razón y emociones. *El Hombre y la Máquina*, 115-129. Recuperado el 3 de Diciembre de 2017
- Blackemore, S. J. (2007). *Cómo aprende el cerebro las claves para la educación*. Madrid: Paidós.
- Capilla, A., Romero, D., Maestú, F., Campo, P., Fernández, S., González Marqués, J., Ortiz, T. (2004). Emergencia y desarrollo cerebral de las funciones ejecutivas. *Actas Españolas de Psiquiatría*.
- Castillero Mimenza, O. (s.f.). *Psicología y Mente*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2017, de psicologiymente.net:
<https://psicologiymente.net/neurociencias/nucleo-accumbens>
- El dinamo. (13 de marzo de 2017). www.eldinamo.cl/www.eldinamo.cl. Recuperado el 21 de enero de 2018, de <http://www.eldinamo.cl/educacion/2017/03/13/estas-son-las-19-universidades-chilenas-que-han-cerrado-desde-1994/>
- Flechsing, S. H. (2006). *20 modelos didácticos para america latina*. Washington: Interamer.
- Flores J C, O. F. (2012). *Desaroollo neuropsicológico de las funciones ejecutivas*. Mexico DF: El manual moderno.
- Flores, J., & Ostroksy, F. (2012). *Desaroollo neuropsicológico de las funciones ejecutivas*. Mexico DF: El manual moderno.
- Flores-Lázaro, J. C.-P.-M. (2014). Funciones ejecutivas de la niñez a la juventud. *Anales de Psicología*, Vol 30 N°2.
- Garcia-Molina A, E. C.-U.-R. (2009). Maduración de la corteza prefrontal y desarrollo de las funciones ejecutivas durante los primeros cinco años de vida. *Revista de neurología*, 435-440.
- Goldberg. (2015). *El cerebro ejecutivo, lóbulos frontales y mente civilizada*. Barcelona: Planeta.
- Hoaward-Jones, P. (2011). *Investigación neuroeducativa*. Medrid: La Muralla S.A.

- Ibáñez, A. (17 de Julio de 2016). *LA DESMOTIVACIÓN Y EL FRACASO ESCOLAR – LA MOTIVACIÓN EN EL APRENDIZAJE*. Recuperado el 14 de Diciembre de 2017, de <http://www.laeducacioncuantica.org/educacioncuantica/SEducacionCuantica?PN=16&PE=2&WEBLANG=1&VOLNOT=noticia4&VOLTIP=-1&VOLCAT=-1&VOLPAG=8&NOTICIA=918>
- Kabat-Zinn. (2012). *Mindfulness para principiantes*. Barcelona: Kairós S.A.
- Kasslyn, E. E. (2008). *Procesos cognitivos, modelos y bases neurales*. Madrid: Pearson Educación S.A.
- Marina J, P. C. (2015). *la inteligencia que aprende*. Madrid: Santillana.
- Osses Bustingorry, S., & Jaramillo Mora, S. (2008). METACOGNICION: UN CAMINO PARA APRENDER A APRENDER . *Estudios Pedagógicos XXXIV, N° 1* , 187-197 .
- Pasquin, N. (9 de Septiembre de 2017). *Cognifit.com*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2017, de Cognifit.com: <https://blog.cognifit.com/es/lobulofrontal/>
- Portelano J Garcia Alba, J. (2014). *Neurología de las funciones ejecutivas y la memoria*. Madrid: Síntesis.
- Portelano, J. A., & García, J. (2014). *Neuropsicología de la atención, las funciones ejecutivas y la memoria*. Madrid: Editorial síntesis.
- psu.cl. (2017). *www.psu.cl*. Recuperado el 21 de enero de 2018, de [www.psu.cl](https://psu.cl/2017/05/09/puntaje-de-corte-medicina-2017/): <https://psu.cl/2017/05/09/puntaje-de-corte-medicina-2017/>
- Ruiz, M. Y. (2007). Recuperado el 8 de Diciembre de 2017, de Universidad José Carlos Mariátegui <https://es.scribd.com/doc/8632080/EL-METODO-PROYECTO-Y-SU-APLICACION-PRACTICA-EN-EL-AULA>
- Stelzer, F. y. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la crítica. *Revista de Investigación en Educación, n° 9*, 148-156.
- Tirapu-Ustárroz J Cordero-Andrés P, L.-L. P.-G. (2017). Propuesta de un modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales. *Revista Neural*, 64:75-84.
- Torres, A. (s.f.). *Psicología y Mente*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2017, de psicologiymente.net: <https://psicologiymente.net/neurociencias/lobuloparietal>

- Weissmann, P. (31 de Julio de 2001). *intramed.net*. Recuperado el 28 de Diciembre de 2017, de *intraamed.net*:
<http://www.intramed.net/contenidover.asp?contenidoID=19847&pagina=3>
- www.c13.cl*. (17 de diciembre de 2016). Recuperado el 21 de enero de 2018, de *www.c13.cl*: <http://www.t13.cl/noticia/nacional/te-puede-servir/ranking-colegios-mejor-promedio-psu-2016>
- Yoldi, A. (2015). Las funciones ejecutivas: Hacia prácticas educativas que potencien su desarrollo. *Páginas de Educación* , Volumen 8, N° 1.

SOLO USO ACADÉMICO